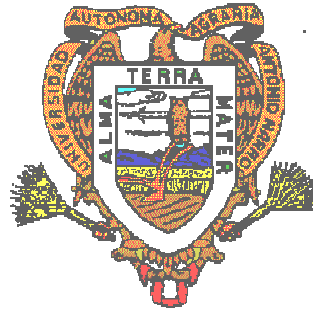


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA.**



**EFFECTO DE DIVERSOS SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE  
PLÁNTULA DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* VAR *Río  
grande.*) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.**

**Por:  
ELISEO MARTÍNEZ CRUZ**

**TESIS**

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

**Ingeniero Agrícola Y Ambiental**

**Buenavista Saltillo Coahuila, México.**

**Diciembre 2002**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE SUELOS**

**EFFECTO DE DIVERSOS SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE  
PLÁNTULA DE TOMATE (*Lycopersicon sculentum* VAR *Río  
grande*.)BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.**

**TESIS**

**Presentada por:**

**Eliseo Martínez Cruz**

**QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL.**

**APROBADA POR :**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

-----  
Dr. Rubén López Cervantes

-----  
Ing. MC. Luis Miguel Lasso Mendoza.  
ASESOR

-----  
Dr. Alfonso Reyes López.  
ASESOR

-----  
Ing. MC. Juan Manuel Cepeda Dovala  
ASESOR

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

-----  
MC. Luis Edmundo Ramírez Ramos.  
**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA DICIEMBRE DE 2002**

## DEDICATORIAS

*Deléitate así mismo en el señor y el te concederá las peticiones de tu corazón,  
Encomienda a Jehová tu camino y confía en el y el hará (salmo 37: 4-5) esta versión bíblica simboliza parte de mi agradecimiento al supremo creador de los cielos y la tierra.*

Con admiración y respeto:

Por concederme la mejor herencia de la vida, su amor, cariño y comprensión.

A mis padres: **Evangelina Cruz C. y Rubén Martínez S.**

Por haberme cobijado en el corazón de nuestra familia y por enseñarme a valorar realmente la vida y por enseñarme a enfrentar retos, en todo momento sinceramente gracias.

A mis hermanos(a): Eva, Esther; Elías, Drucila; por haberme brindado su cariño, amor y comprensión y por estar conmigo en los momentos mas difíciles de mi carrera gracias.

A mis sobrinos: Irving, Karla Verenice, Lilia Xochitl, Missael, Ximena, Erick Jair, por ser parte de felicidad.

A mi cuñados(a): Eladio, Ma. Del Carmen, Jacobo, Bonifacio.

A todos mis tíos.

A mis primos(as); Aner, Emily, Lizbeth, Joselyn, Carlos Alfonso, Oscar, Elías, Alfonso, Moisés, Marilu.

A todos mis amigos de la especialidad.

A mis compañeros de la generación XCIV.

A mis compañeros de dormitorio; Sergio, Santiago, José, Patricio, Víctor Hugo, Víctor Manuel, Octavio, Cuahtemoc, gracias por haberme permitido ser su amigo.

Mención especial a mi novia: Sandra Maribel gracias por tenerme en tu corazón y comprenderme Por siempre Te AMO. .

A mis amigos: Liconá, Lázaro, Sebastián, Pablo, Omar, Andrés, Reinaldo, Tany, Luz Adriana, Laura, Noe, Moctezuma, Elliot, Isabel, Alexis, Lety, Mary, Weyler, Almita (+).

**A mis amigos y hermanos en la fe**

Marisela, Karina, Michelle, Blanca M., Adriana, Blanca L., Sandra C., Elda, Chely, Damaris, Aby, Elisa, Ruth, Lucy, Gabriel, Mario, Marco, Emmanuel, Oscar, Edgar, Francisco, Sergio, Eva, Santos.

Con mucha admiración a Mirna Gamez por su valiosa amistad.

Con mucho cariño a la familia Márquez Tovar por haberme brindado su amistad.

Con gran admiración agradezco a la Srita. Ana Maria Fuentes Torres por su gran apoyo durante mi estancia en la Universidad.

A las familias: Campos Hernández, Gamez Alday, Rojas Téllez, Martínez, Zavala Hernández, Onofre Sánchez, Niño Martínez, Bautista Rosales, por haberme recibido en sus corazones.

A todos aquellos que formaron parte de este proceso, mi mas sincero agradecimiento con amor donde quiera que se encuentra su gran espíritu.

Gracias por haber confiado en mi  
Dios los bendiga hoy y siempre...

#### AGRADECIMIENTOS

Al soberano y único dios sea la gloria, la honra por los siglos amen.

Por haberme permitido la dicha de venir a esta tierra y por tener compasión de mi. Por amarnos a ti y a mi sin importar raza , lengua,

**color a ti mi DIOS altísimo el mas grande reconocimiento.**

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”por haberme cobijado entre sus aulas y por darme el mayor de los beneficios.

Al Dr. Ruben López Cervantes su valiosa aportación al presente trabajo.

Al MC. Luis Miguel Lasso M. Por su incondicional apoyo durante mi estancia en la universidad.

Al MC: Juan Manuel Cepeda D. Por los conocimientos aportado de manera incondicional para la culminación de este presente.

Al Dr. Alfonso Reyes, por su apoyo técnico y su valiosa amistad.

A cada uno de los técnicos y al personal de administrativo que laboran diariamente en las instalaciones de mi “ALMA TERRA MATER”.

**Mi mas sincero agradecimiento por ayudarme a escalar un peldaño mas en la vida y por ser impulsores de un mundo de conocimiento.**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

### DEDICATORIAS

### AGRADECIMIENTOS

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### ÍNDICE DE CUADROS.....

I

### ÍNDICE DE FIGURAS..... II

### RESUMEN..... III

## I. INTRODUCCIÓN.....

..... 1  
Objetivo.....

..... 2  
Hipótesis

.....  
2

## II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Generalidades del Tomate..... 3

2.2 Centro de Origen..... 3

2.3 Clasificación Taxonómica..... 4

2.4 Descripción	
Botánica.....	4
2.5 Exigencias	
Climáticas.....	6
2.6 Exigencias de	
Suelos.....	8
2.7	
Sustratos.....	
.....	9
2.7.1	
Historia.....	
..	9
2.7.2	
Definición.....	
...	9
2.7.3 Necesidad de Caracterizar los	
Sustratos.....	11
2.7.4 Evolución de los Medios de	
Cultivo.....	12
2.8 Clasificación de los	
Sustratos.....	12
2.8.1 Materiales	
Orgánicos.....	12
2.8.2. Materiales	
Inorgánicos.....	13
2.9 Propiedades que Debe Tener un	
Sustrato.....	14
2.9.1 Propiedades	
Biológicas.....	14
2.9.2 Propiedades	
Físicas.....	15
2.9.3 Suministro Adecuado de	
Aire.....	15
2.9.4 Composición del Medio de	
Cultivo.....	16
2.9.5 Fase	
Sólida.....	
16	



2.9.6 Fase	
Líquida.....	
17	
2.9.7 Fase	
Gaseosa.....	
17	
2.9.8 Propiedades	
Químicas.....	18
2.9.9	
pH.....	
... 19	
2.9.10 Conductividad	
Eléctrica.....	19
2.9.11 Otras	
Propiedades.....	20

### **III . MATERIALES Y MÉTODOS.**

3.1 Características del área	
experimental.....	22
3.2	
Materiales.....	
..... 23	
3.3	
Metodología.....	
..... 23	
3.4 Descripción de	
tratamientos.....	23
3.4.1 Características de los materiales	
utilizados.....	25
3.4.2	
Perlita.....	
... 25	
3.4.3	
Composta.....	
... 25	
3.7 Turba o Peat	
Moss.....	26

### **IV RESULTADOS Y DISCUSIONES.**

4.1	Análisis de regresión de las características físicas y químicas de los materiales utilizados.....	28
4.2	Porciento de emergencia.....	30
4.3	Biomasa.....	31
4.4	Longitud de raíz.....	33
4.5	Longitud de vástago.....	35
4.6	Efecto de la conductividad eléctrica sobre biomasa.....	37
4.7	Efecto del pH sobre longitud de raíz y longitud de vástago.....	39

<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	
	.....	38

<b>VI</b>	<b>LITERATURA CITADA.....</b>	42
-----------	-------------------------------	----

<b>VII</b>	<b>Resumen.....</b>	
	.....	45

<b>VIII</b>	<b>ANEXOS.....</b>	
	.....	46

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Temperaturas Optimas para el Desarrollo del Tomate.....	7
Cuadro 2.- Ubicación de Tratamientos.....	24
Cuadro 3.- Características Físicas y Químicas de los materiales utilizados.....	26
Cuadro 4.- Análisis de Regresión de las Características Físicas y Químicas Medidas en los Sustratos.....	28
Cuadro 5.- Concentrado de ANVA de Biomasa.....	31
Cuadro 6.- Concentrado de ANVA de Longitud de Raíz.....	33

Cuadro 7.- concentrado de ANVA de Longitud de Vástago.

..... 35

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Mapa de Ubicación del Área

Experimental..... 22

Figura 2.- Por ciento de Emergencia.....	30
Figura 3.- Biomasa Acumulada.....	32
Figura 4.- Longitud de Raíz.....	34
Figura 5.- Longitud de Vástago.....	36
Figura 6.- Biomasa en Relación a Conductividad Eléctrica.....	38
Figura 7.- Longitud de Raíz, Longitud de Vástago contra pH.....	40

## I INTRODUCCIÓN

El tomate es la hortaliza de mayor importancia económica a nivel nacional, porque está considerada como alimento básico dentro de la dieta de los mexicanos, ya sea para su consumo en fresco o procesado. Las tecnologías de producción son muy variados y en los últimos años ha tomado gran auge hacerlo bajo condiciones de invernadero y fertirriego, con el fin de obtener mayores rendimientos y productos de alta calidad y así estar en posibilidades de competir con el producto de otras partes del mundo como Canadá, Israel y Marruecos, entre otros.

En México, una de las técnicas más comunes para la producción de plántula es en charolas germinadoras con el uso de sustratos minerales, los cuales son un recurso natural no renovable y con altos costos.

Sin embargo, la producción de tomate depende en un alto porcentaje del tiempo de producción, condiciones fitosanitarias y la calidad nutritiva de la plántula a trasplantar, ya que desafortunadamente no se tiene un control adecuado de los medios de cultivo usados.

En los últimos 20 años, los productores de tomate envían su semilla a personas especializadas para generar plántula en condiciones de invernadero, utilizan de sustratos orgánicos, la mayoría de los materiales que se emplean son de precio elevado, lo que representa un incremento en los costos de producción.

Por lo anterior se hace necesaria la implementación de técnicas de producción de plántula, ecológica y económicamente factibles.

El presente trabajo tiene por objetivo, determinar el efecto de diversos sustratos en la producción de plántula de tomate.

**Hipótesis:**

El sustrato de constituido de estiércol de bovino mas residuos de alimentos después de un proceso de composteo puede producir plántula de calidad para ser trasplantada.

**Objetivo:**

Determinar el efecto de diversos sustratos en la producción de plántula de tomate.

## **II REVISIÓN DE LITERATURA.**

### **2.1 Generalidades del Tomate.**

#### **2.2 Centro de Origen**

El centro de origen del tomate (*Lycopersicum*) se encuentra en la región andina que encierra a los países de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, por lo que dentro de esta área prosperan diversas especies de este género según (Nuez et al., 1995)

En el antepasado lo mas probable del tomate cultivado es el tomate silvestre,(*Lycopersicon sculentum* var, cerasiforme) el cual se desarrolla espontáneamente en las regiones tropicales y subtropicales



de América y se ha extendido a lo largo de los trópicos del viejo mundo.

No se han encontrado restos de esta planta en los yacimientos arqueológicos de la región Andina mientras que si se han localizado partes de la mayoría de las plantas cultivadas. Tampoco se dispone de restos arqueológicos antiguos del cultivo del tomate en México.

De acuerdo a su habito de crecimiento el tomate se clasifica en dos tipos de plantas: de crecimiento determinado e indeterminado.}

Las plantas de crecimiento determinado incluyen plantas cuyas guías y tallos eventualmente culminan en un racimo de flores. Las características de estas plantas generalmente son pequeñas o medianas por cuanto su crecimiento se detiene una vez que el racimo floral empieza a desarrollar sus frutos. Los cultivares de tipo indeterminado pueden crecer sin tener un limite en su crecimiento; si se encuentran en condiciones optimas de y su característica principal es que desarrollan tallos muy largos y mucho follaje, por lo general las plantas de este tipo son usualmente grandes y en madurez son

intermedias y tardías siendo las preferidas para el establecimiento de cultivos bajo estacas(Casseres,1981).

### **2.3 Descripción taxonomica**

**Familia:** Solanaceae.

**Nombre científico:** *Lycopersicon sculentum* Mill.

### **2.4 Descripción Botánica**

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

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

El tallo es un eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se desarrollan hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. 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.

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

La flor es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de

forma helicoidal a intervalos de 135°, de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso (dicasio), generalmente en número de tres a diez 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, da lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas.

El fruto es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpo, el tejido placentario y las semillas. Se recolecta 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.

## **2.5 Exigencias Climáticas**

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

### **Temperatura**

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30 ° C durante el día y entre 1 y 17 °C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35 °C afectan a la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta. A temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C la fecundación es defectuosa o nula (Northrup King, 1990).

**Cuadro 1.-**Temperaturas optimas para el desarrollo del tomate según Serrano(1979).

Se hiela la planta		-2 ° C
Detiene su crecimiento		10° -12° C
Mayor desarrollo		20°-24° C
Desarrollo normal	(media mensual)	16° - 27° C
	Mínima	10° C
Germinación	Optima	25°-30° C
	Máxima	35° C
Nacencia		18° C
Primeras hojas		12° C
Desarrollo	Día	18°-21° C
	Noche	13°-16° C
Floración	Día	23°-26° C
	Noche	15° -18° C

## 2.6 Exigencias de Suelo

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

En cuanto al pH, el tomate se desarrolla mejor en suelos con pH 5-7 aunque admite valores máximos como ocurre en suelos calizos los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados.

Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego(Nuez et al.,1995)

Garavito menciona en un apartado acerca de las hortalizas que el cultivo de tomate es una planta moderadamente tolerante a las condiciones a las condiciones de C.E. en un rango de 5-3 mmho/cm junto con otras hortalizas como son el Brócoli, Lechuga, Papa y pepino.

## **2.7 SUSTRATOS**

### **2.7.1 Historia.**

El uso de un medio de cultivo adecuado en maceta tiene probablemente el mismo origen que la jardinería. Desde cerca de 4000, años los egipcios cultivaban árboles en contenedores de madera o piedra dejando evidencia de estos hechos en sus pinturas murales (Bures 1997).

Dos hechos que lograron tener una influencia en la evolución del concepto de sustrato distinto al del suelo natural. El primero fue el descubrimiento de que las plantas para su desarrollo tiene los mismos requerimientos básicos. El segundo hecho fue el descubrimiento de la función del sustrato el cual se basa en proporcionar humedad, soporte, aireación y nutrientes minerales (Bures 1997).

### **2.7.2 Definición**

Abad (1993), define que dentro de la agricultura un sustrato es conocido como todo aquel material distinto al suelo, de origen orgánico o de síntesis mineral que colocado sobre un recipiente solo o mezclado, proporciona a la semilla las condiciones necesarias para su germinación enraizamiento, anclaje y de igual manera este puede



desempeñar un papel importante en la suministro de nutrientes dependiendo su origen.

Los sustratos además de servir de soporte y anclaje a las plantas y tiene la capacidad de suministrar a las raíces las cantidades necesarias de agua, aire y nutrientes minerales para que la planta se desarrolle ( Ansorena ,1994).

Por su parte Resh (1982) establece que un medio de cultivo es aquel que suministra oxígeno, agua, nutrientes, soporte y anclaje para las raíces de las plantas, tan bien como el mismo suelo, mencionando que en las explotaciones agrícolas intensivas los medios de cultivo sin suelo son a base de agua, aserrín, turba y vermiculita.

Venator y Liegel (1985), asumen que un sustrato o medio de cultivo adecuado proporciona firmeza, nutrientes y humedad, en beneficio del desarrollo de la planta. Además mencionan que el sustrato debe ser ligero de manejar y que debe de mantener un volumen casi equilibrado de humedad constante o sequedad, que se vea libre de plagas y enfermedades. Debido a las limitaciones de peso, la arena y la tierra

no son considerados, no pueden estar clasificados dentro de este grupo.

Tinus y Stephen (1979), mencionan que otros materiales utilizados como medios de cultivo son el ; estiércol, la turba, el musgo fangoso y los clasifican como medios de cultivo orgánicos además, definen que medios de cultivo como la perlita, la vermiculita y la arena son materiales sintéticos.

Estos mismos investigadores afirman que el suelo no es utilizado por las plantas como medio de crecimiento, porque no tiene las características mas deseables como capacidad de retención de humedad, aeración, densidad aparente, drenaje y capacidad de intercambio cationico.

### **2.7.3 Necesidades de Caracterizar los Sustratos**

Ansorena (1994), en la actualidad, la agricultura moderna exige a los productores como a los investigadores la obtención de nuevos medios de cultivo que ayuden a obtener plántula de mejor calidad y con

el menor costo posible, además de esto la agricultura orgánica exige que se logren altos niveles de producción sin causar un daño al medio ambiente.

En la producción de hortalizas existe una gran variedad de técnicas que nos permiten la obtención de plántula, sin embargo la mayoría de los sustratos utilizados provienen de materiales minerales, de los cuales no se conocen concretamente sus características, y esto ha sido una limitante que de gran importancia ya que todo tiene un uso, pero no todo sirve para lo mismo.

Otra de las necesidades de caracterizar los sustratos es que no se tiene en manifiesto la inexistencia de un control adecuado de los sustratos, normalmente por que no se analizan y en algunas ocasiones por que la información no es interpretada correctamente.

#### **2.7.4 Evolución de los Medios de Cultivo**

Ansorena(1994), al paso de los últimos años la agricultura ha evolucionado, de manera que las técnicas de cultivo de plantas en maceta y en contenedor han cambiado.

Los medios de cultivo han pasado por una etapa de transformación, desde los primeros sustratos de origen mineral hasta lo que hoy se está haciendo a través de mezclas con diferentes productos orgánicos.

Este proceso de evolución se ha visto favorecido gracias a una gran cantidad de propiedades físicas que permiten un mejor manejo del sustrato que el de el suelo natural.

## **2.8 Clasificación de los Sustratos**

En la actualidad existe una gran diversidad de materiales que se utilizan como sustratos en la agricultura, una de las ventajas que presentan estos sustratos es que pueden ser utilizados solos o en mezclas la calcificación mas común que se tiene acerca de los sustratos mas frecuentes es; orgánicos , inorgánicos, y mixtos.

### **2.8.1 Materiales Orgánicos**

Existen dos tipos de materiales orgánicos los que se obtiene de manera natural y los que son obtenidos a través de un proceso de síntesis. Los primeros se basan en la descomposición biológica y

pueden ser utilizados como medios de cultivo después de una serie de procesos biológicos ya sea de manera artificial o por medio de un proceso de compostaje y por último de manera natural como las turbas. Los materiales orgánicos de síntesis son polímeros orgánicos biodegradables que se obtienen mediante procesos químicos como el poli estireno o las espumas de poliuretano que por sus características en algunas ocasiones se clasifican como inorgánicos( Bures 1997).

### **2.8.2 Materiales Inorgánicos**

Este grupo se obtiene a través rocas y materiales minerales de distintos orígenes e incluyen suelos naturales. Estos materiales pueden sufrir modificaciones ligeras sin alterar la estructura interna del material (Bures 1997)

Winsor (1990), establece una clasificación en donde menciona que existen dos tipos de sustratos.

1. Orgánicos (turba, corteza).
2. Inorgánicos o inertes.(perlita, vermiculita, arenas).

Sin embargo la clasificación solo se refiere principalmente a sus características de estabilidad química y resistencia a la descomposición, por lo que induce a cierta confusión.

## **2.9 Propiedades que Debe Tener un Sustrato**

### **2.9.1 Propiedades Biológicas.**

Abad (1993) menciona que las propiedades biológicas forman parte fundamental en el estudio de las propiedades de los sustratos Hortícolas , por que la población microbiana es la responsable de la degradación biológica de los sustratos orgánicos lo que pueden resultar desfavorables ya que los microorganismos consumen nutrimentos en competencia con las plantas además de liberar sustancias fototóxicas y alterar las propiedades físicas. El grado de descomposición de los materiales orgánicos esta en función de los compuestos biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas) el proceso de descomposición puede reducirse mediante el proceso del composteo y suficientes niveles de nitrógeno asimilable.

Este mismo autor señala que los ácidos húmicos y fúlvicos son el producto final de la degradación biológica de la lignina y la hemicelulosa y a estos compuestos se les atribuyen una gran diversidad de efectos sobre las funciones fisiológicas de los vegetales, a nivel de célula como a nivel órgano. Estos compuestos actúan como transportadores de micro nutrientes para las plantas y se le confiere un efectos de sinergismo con auxinas producidas naturalmente por el cultivo aplicadas exogenadamente.

### **2.9.2 Propiedades Físicas.**

El suministro de agua y aire así como la una baja densidad aparente, una elevada porosidad total y una estructura estable son algunas de las características que físicas que debe tener un sustrato para lograr proporciona a la plantas condiciones favorables para su desarrollo.

Debe contener una alta capacidad de retención de humedad disponible, para que la planta pueda absorber el agua necesaria para

contribuir a su punto óptimo de desarrollo de sus funciones sin un gasto energético importante Raviv et al.(1986)

### **2.9.3 Suministro Adecuado de Aire**

Un déficit de oxígeno a nivel del sustrato provoca una severa disminución en el crecimiento de las raíces, formando un empardecimiento del sistema radical. Este déficit a nivel del sistema radical promueve la muerte de las raíces de la planta y la aparición de enfermedades fungosas. La oxigenación y el adecuado espacio para el desarrollo del sistema radicular, son elementos muy importantes considerados como factores de primer orden dentro de la técnica de producción de cultivo en sustrato, (Calderón 1989).

Abad en (1991)

- ❖ Suficiente nivel de nutrientes.
- ❖ Baja salinidad.



- ❖ pH balanceado.
- ❖ Mínima velocidad de descomposición.
- ❖ Capacidad de intercambio Cationico.

#### **2.9.4 Composición del Medio de Cultivo**

Ansorena (1994), comenta que el suelo en plantas cultivadas en maceta y contenedores, ha sido sustituido por sustratos con una proporción mayoritaria de componentes orgánicos: estos elementos además de servir de soporte y anclaje a las plantas, deben suministrar a las raíces una cantidad equilibrada de agua, aire y nutrientes.

El medio de cultivo de tener las tres fases que contiene el suelo, sólida líquida y gaseosa, estas condiciones tiene un rango de variación, de acuerdo a la naturaleza del medio y de las condiciones exteriores.

#### **2.9.5 Fase Sólida**

Abad (1991), indica que dentro de la fase sólida del suelo la mayor parte es mineral mientras que en un sustrato orgánico suele ser mayor la materia orgánica; dependiendo de el nivel de descomposición de la materia orgánica será el nivel de influencia en las propiedades nutricionales del suelo.

### **2.9.6 Fase Líquida o Solución Acuosa.**

Calderón (1989) menciona que una de las características de gran importancia dentro de un medio de cultivo, es que el medio de cultivo o sustrato debe tener una capacidad elevada de retención de agua, debido a que el medio de cultivo es pequeño en relación a las pérdidas elevadas de agua por evapotranspiración; esta fase debe representar un valor porcentual promedio del 30%. La importancia de la fase acuosa radica en que las plantas no pueden tomar alimentos sólidos y deben recibir los nutrientes minerales a través de una solución del medio de cultivo; este proceso se puede dar de 3 maneras.

1. Interceptación de raíces.
2. Flujo de masas.
3. Difusión.

Esta fase determina la posibilidad a la planta de utilizar como vehículo la humedad disponible para realizar sus funciones metabólicas.

### **2.9.7 Fase Gaseosa.**

Menciona que en la practica de cultivos en contenedor, el sistema radical ocupa un espacio limitado por el tamaño del contenedor y el volumen de sustrato que se coloca en el contenedor, la cual tiene dos efectos sobre la aireación.

La fase gaseosa ayuda a mantener el metabolismo y crecimiento de la planta.

El sustrato debe tener una capacidad adecuada para aireación debido a que cumple dos funciones especificas; como son el suministro de aire para la planta y la eliminación de anhídrido carbónico producido por los microorganismos del sustrato.

Esta fase puede verse afectada por cualquier acción que reduzca el tamaño de los poros mas grandes y disminuirá la proporción de aire del medio de cultivo( Ansorena 1994).

### **Porosidad.**

Ansorena (1994), define que la porosidad de un medio de cultivo pasa a ser el porcentaje de volumen que se encuentra fuera de la fase sólida.

La porosidad de un sustrato varia en un intervalo que va desde un 30 % que se considera compacto hasta el orden de un 95% en materiales totalmente orgánicos.

Esta característica del sustrato es la suma de la debida a los huecos entre las partículas y la procedente de los poros interiores de dichas partículas.

### **2.9.8 Propiedades Químicas**

Sustratos inertes. Son dentro de esta clasificación se consideran aquellos que no se descomponen químicamente o bioquímicamente, no liberan elementos solubles de forma notable y no tiene capacidad de desarrollar funciones de absorción de elementos añadidos a la solución del sustrato.

Sustratos activos químicamente. Reaccionan liberando elementos como resultado de la degradación, disolución o reacción de los de los componentes del material sólido y tiene la capacidad de absorber elementos en la superficie en que pueden intercambiar con los elementos disueltos en la fase líquida.

### **2.9.9 pH**

Es un parámetro de medición de la concentración de iones hidrógeno, sus principales factores de influencia los encontramos en la disponibilidad de nutrientes y la actividad de la flora microbiana benéfica. Un rango de pH de 5.5 –7.0 es el mejor para el desarrollo de la mayoría de las plantas de las plantas horticolas (Arman y Kester, 1998).

Bajo condiciones de cultivo intensivo es recomendable mantener un intervalo de pH de 5.2 – 6.3 ya que la mayoría de los nutrientes mantienen su máximo nivel de asimilación con valores de 5.0-6.0 . De lo contrario el tener niveles de pH menores puede favorecer a la aparición de deficiencias de N, K, Ca, Mg, B mientras que a valores mayores de presentan deficiencias de Fe, P, Mn, B, Zn, Cu,(Abad 1993).

### **2.9.10 Conductividad Eléctrica**

Abad (1993) define que la salinidad, como la concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato, además menciona tres

causas que prueban un incremento en la salinidad del sustrato, después de que se coloca en el contenedor .

### **2.9.11 Otras propiedades**

Cadahia (1998) dice que otras de las propiedades importantes que se deben de considerar para elección de materiales para la producción de plántula es que deben de estar libres de patógenos y semillas de malas hierbas, deben ser de bajo costo, fácil manejo además de tener una capacidad de amortiguar cambios físicos, ambientales y químicos externos.

Montes (1997), realizo un trabajo con diferentes tipos de sustratos en la producción de plántula de tabaco(*Nicotiana tabacum*), utilizando como sustratos celulosa, guiche y suelo obteniendo mejores resultados en crecimiento de planta en la celulosa, sin embargo menciona que no alcanzo en ninguno de los sustratos el porte requerido para definir que la plántula obtenida durante ese proceso se considere de calidad.

Ibarra (1997), estableció un experimento en el que utilizo diferentes sustratos para la producción de plántula de tomate, utilizando como

materiales, estiércol de bovino, deyección de lombriz en pulpa de café, perlita, bagazo de caña de azúcar composta y cáscara de cacao, obteniendo como mejor sustrato en cuanto a crecimiento de la plántula y biomasa se registraron los mejores resultados en el sustrato compuesto de material de deyección de lombriz en pulpa de café mezclado con suelo.

(Rangel, 1993), en una investigación en la que se utilizó girasol *Helianthus annuus* L. Var. Sunbright, evaluando tres diferentes sustratos: suelo de bosque 100%, suelo natural 50% + perlita 50% y suelo natural 100%, bajo condiciones de invernadero. Se encontró que para las variables diámetro de tallo, longitud de tallo, precocidad y vaciado de cama, el sustrato lo afecta significativamente, por lo que hay diferencias. Además que para las variables: número de hojas, largo y ancho de la hoja, no se encontró diferencia significativa. Por lo que de acuerdo con los resultados obtenidos se recomienda utilizar en lo posible suelo orgánico

Briz,(1991), Concluye que la composta de basuras urbana no se puede considera un medio de cultivo optimo para la germinación de cultivos

como; sorgo, triticale y cebada, mientras que para maíz y frijol presentaron mayor respuesta de germinación y vigor al comparas todas las especies, sin embargo menciona que la diferencia oscila entre los materiales que constituyen la composta.

Ortiz (2001), en una investigación en la que evaluó y caracterizo 6 tipos de sustratos en la producción de plántula de chile (Capsicum annuum var. California Wonder 300) , encontró que el mejor sustrato para los fines de su investigación fue uno que estaba constituido por composta mas perlita; evaluó diferentes parámetros de crecimiento.

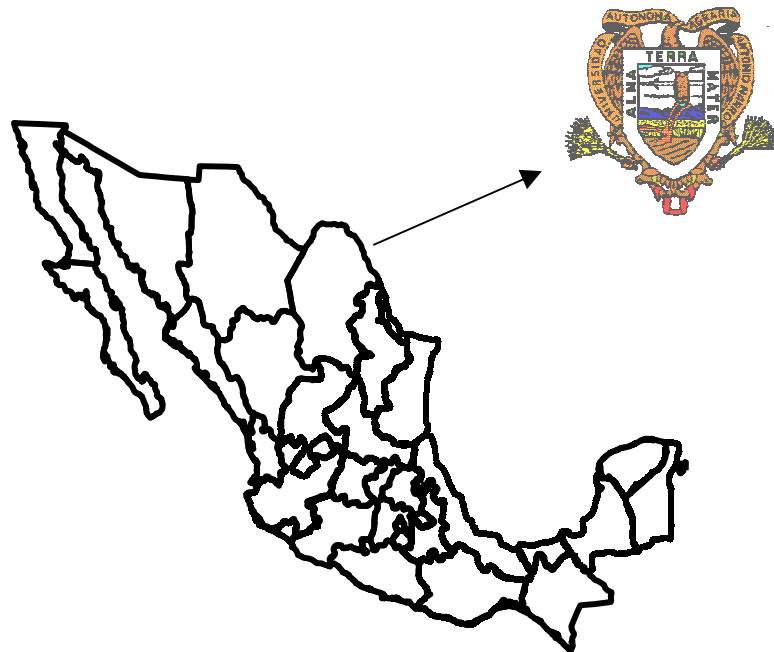
### **III MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Características del Area Experimental**

El experimento se realizo dentro de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, en Buena vista Saltillo Coahuila, la cual se encuentra ubicada bajo las siguientes coordenadas geográficas: 25° 02' 00" latitud norte y 101° 01' 00" longitud oeste, con una altitud de 1743 msnm.



De acuerdo con la clasificación climática de Copen modificado por Garcia (1964) el clima es de tipo BWhw(x)(e'), indicando lo siguiente: seco y templado con lluvias en verano, con temperaturas medias de 10 a 30 ° C , durante los meses de junio julio y agosto y temperaturas máximas de 37° C.



**Figura 1.-** Ubicación del Área Experimental.

### **3.2 Materiales.**

Charolas germinadoras de 200 cavidades.

## Sustratos.

- ❖ Perlita.
- ❖ Peat moss (promix).
- ❖ Composta de residuos de alimentos del comedor de la Universidad mezclado con estiércol de bovino.
- ❖ Semilla de jitomate, (variedad Rio grande).

### **3.3 Metodología.**

1. Como paso numero 1 se realizo las mezcla de los sustratos.
2. Llenado de charolas germinadoras.
3. Siembra de la semilla(11 de abril del 2002).
4. Establecimiento de las charolas en el invernadero del departamento de horticultura.

### **3.4 Descripción de Tratamientos.**

Perlita:

$T_0 = 100\%$  perlita.

$T_1 = 75\%$  perlita + 12.5 % peat moss + 12.5 % composta.

$T_2 = 50\%$  de perlita + 25% de peat moss +25% composta.

T<sub>3</sub> = 100% peat moss.

T<sub>4</sub> = 75% peat moss + 12.5% perlita + 12.5% composta.

T<sub>5</sub> = 50% peat moss + 25% perlita + 25% composta.

T<sub>6</sub> = 100% composta.

T<sub>7</sub> = 75% composta + 12.5% perlita + 12.5% de peat moss.

T<sub>8</sub> = 50% composta + 25% perlita + 25% peat moss.

Cada tratamiento se realizo con 2 repeticiones.

**Cuadro 2** . Indica la ubicación de los tratamientos del experimento.

Charola	Tratamiento	Tratamiento
1	T <sub>0</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>
2	T <sub>5</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>7</sub> R <sub>2</sub>
3	T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>0</sub> R <sub>2</sub>
4	T <sub>4</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>8</sub> R <sub>1</sub>
5	T <sub>6</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>
6	T <sub>4</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>6</sub> R <sub>2</sub>
7	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>
8	T <sub>8</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>5</sub> R <sub>1</sub>
9	T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>7</sub> R <sub>1</sub>

### **3.4.1 Características de los Materiales Utilizados**

#### **3.4.2 Perlita**

La perlita esta compuesta por  $\text{SiO}_2$  (73-75%) y  $\text{AlO}_3$  (11-13%) y son rocas volcánicas formadas por un enfriamiento rápido constituyendo un material amorfo que contiene de un 2 – 5 % de agua combinada.

Dentro de su procesamiento industrial una vez triturado el material original se calienta rápidamente hasta  $900 - 1000^0 \text{ C}$  con lo que se evapora rápidamente y la partícula estalla; como resultado son obtenidos los gránulos blancos vitrificados con gran porosidad interna y por lo tanto muy ligera(Moinereau et al.,1987; Bunt 1998; FAO,1990).

La perlita tiene una estructura celular cerrada, superficie rugosa, lo que hace de este material un material con una alta capacidad de

retención de agua en la superficie de las partículas siendo liberada a muy bajas tensiones, como resultado se ha encontrado que la elaboración de mezclas de perlita con otros materiales, permiten tener un suficiente espacio de aireación, (Bunt,1998)

### **3.4.3 Composta.**

La composta utilizada como medio de cultivo en el presente trabajo es de origen urbano, compuesta por estiércol de bovino, y residuos de alimentos, que fueron tratados a través de un proceso de descomposición anaeróbico.

La búsqueda de la transformación de la agricultura tradicional a agricultura orgánica ha conducido a que hoy en la actualidad se utilicen diferentes materiales orgánicos como medio de cultivo y al reciclado de los materiales de desecho numerosos residuos y subproductos agrícolas, agropecuarios, forestales, industriales, urbanos, etc, según ( Raviv et al.,1986, Abad,1991, Abad et al., 1996 y 1997).

### **3.4.4 Turba o Peat Moss.**

Harman en (1995), define a la turba como el resultado de los restos de vegetación acuática, pantanos o marismas que han sido conservados bajo el agua en estado de descomposición parcial, en un proceso donde la falta de oxígeno se hace presente, considerado este factor como el principal causante de un retraso periódico en el proceso de descomposición.

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

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

**Cuadro 3.-** Características de los materiales utilizados.

Tratamiento	Clave	PH	CE	Da	CIC
-------------	-------	----	----	----	-----

			mmohos	g/cm3	Meq/100g
Testigo	100P	6.6	0.0701	0.123	85.7
2	75P12.5C12.5PM	8.7	7.05	0.21	85.7
3	50P25C25PM	9.4	12.05	0.21	42.81
4	100PM	6.8	7.47	0.212	85.7
5	75PM12.5C12.5P	6.2	.607	0.149	42.81
6	50PM25C25P	7.1	3.3	0.181	60.25
7	100C	9	33	0.222	85.7
8	75C12.PM12.5P	9.1	75.5	0.588	128.6
9	50C25PM25P	9.5	47.4	0.333	85.7

## IV RESULTADOS

### **4.1 Análisis de Regresión de las Características Físicas – Químicas de los Materiales Utilizados**

**Cuadro 4.-** Análisis de regresión de algunas características físicas y químicas medidas en los sustratos.

Ecuación de regresión	r <sup>2</sup>	ANVA		
		Fuente	F	P
pH = 7.89+0.0402 CE-2.47 Da + 0.00220 CIC	4.7%	Regresión	1.15	0.403 NS
pH= 7.74 +0.0286 CE	26.4%	Regresión	4.22	0.074 **
pH= 7.21 + 4.57	17.4	Regresión	2.90	0.127 NS
pH = 7.75+ 0.00598 CIC	0%	Regresion	0.52	0.491 NS
CE = -4.52 + 2.66 pH + 157 Da +0.0287 CIC	85.1%	Regresion	17.17	0.002 **
CE = -80.7+12.1 pH	26.4%	Regresión	4.22	0.074 *
CE =-21.1 +172 Da	86.9%	Regresión	60.46	0.000 **
CE = 8.2 + 0.123 CIC	0%	Regresión	0.55	0.481 NS
Da=0.190-0.0056pH+ 0.00537CE-.000127CIC	83.1%	Regresión	15.37	0.003 **
Da = -0.244+0.0581 pH	17.4%	Regresión	2.90	0.127 NS
Da = 0.137+0.00515 CE	86.9%	Regresión	60.46	0.000 **
Da=0.191+0.000516CIC	0%	Regresión	0.30	0.601 NS
CIC=59+5.3pH+1.06CE-137Da	0%	Regresión	0.21	0.887 NS
CIC=7+10.2	0%	Regresion	0.52	0.491 NS
CIC=81.7+0.0507CE	0%	Regresión	0.55	0.481 NS
CIC=75.2+69Da	0%	Regresión	0.30	0.601 NS

El cuadro 4 muestra el análisis de regresión de entre algunas características físicas y químicas medidas a los sustratos.



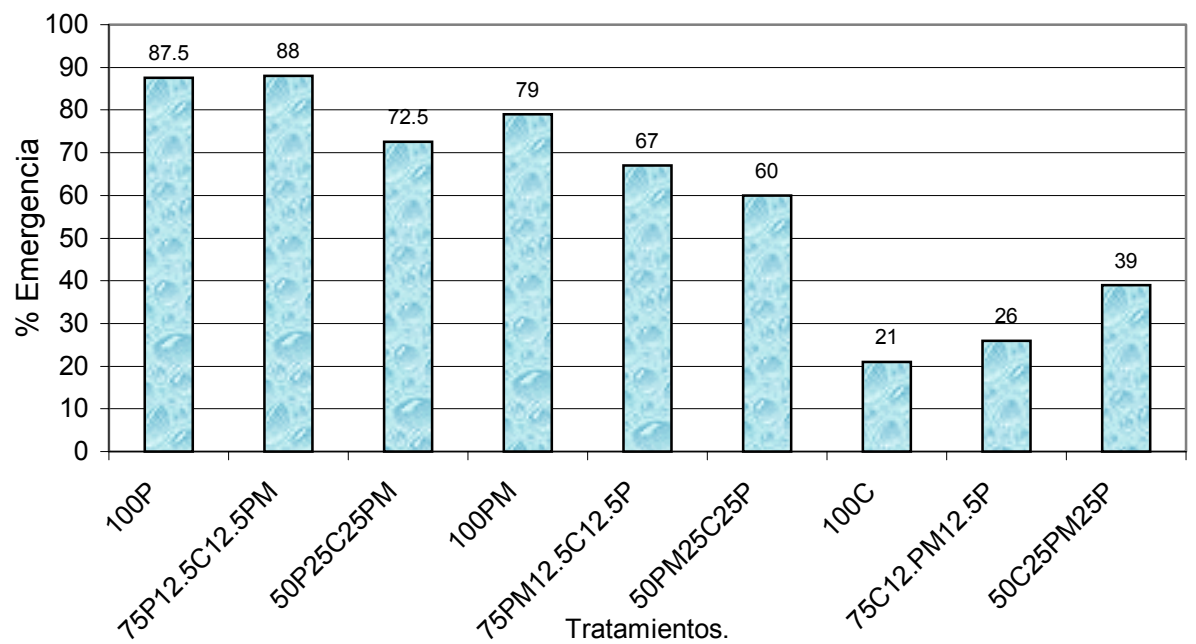
A partir del cuadro cuatro se puede establecer que no hay relación entre el pH, la Conductividad Eléctrica (CE), la Densidad Aparente (Da) y la Capacidad de Intercambio Cationico (CIC), pero la Conductividad Eléctrica depende del pH, Da y la CIC en un 85.1 % ( $r^2=0.851$ ) y en un 86.9 % ( $r^2=0.869$ ) solo de la Da, lo anterior quiere decir que al aumentar una unidad la CE, la Da aumente 140 unidades lo cual realmente no es posible y si lo es va en detrimento de la producción de plántula.

La Da depende del pH, la CE y la CIC en 83.1 % ( $r^2=0.831$ ) y solo la Da tiene relación con la CE en un 86.9 % ( $r^2=0.869$ ). De acuerdo con la ecuación de regresión (ER) al aumentar una unidad la CE, la Da aumenta 0.142 unidades.

La CIC no posee relación con el pH, Da y la CE.

## **4.2 Emergencia**

Con base en la figura 2 se puede establecer que el sustrato de 75% perlita, 12.5 % composta, 12.5% peat moss, (75P, 12.5C, 12.5PM) la semilla germino en un 88% y la perlita solo (100P) 87.5%. El sustrato de composta sola (100C), la germinación solo fue del 20%, lo que significa 340 menos que los dos sustratos mencionados al principio.



**Figura 2.**-presenta el porcentaje de emergencia de las semillas de tomate colocadas en varios tipos de sustratos.

#### 4.3 Biomasa

En el cuadro 5 muestra un concentrado del análisis de Varianza, efectuado a la biomasa de la plántula de tomate, en el cual se observa

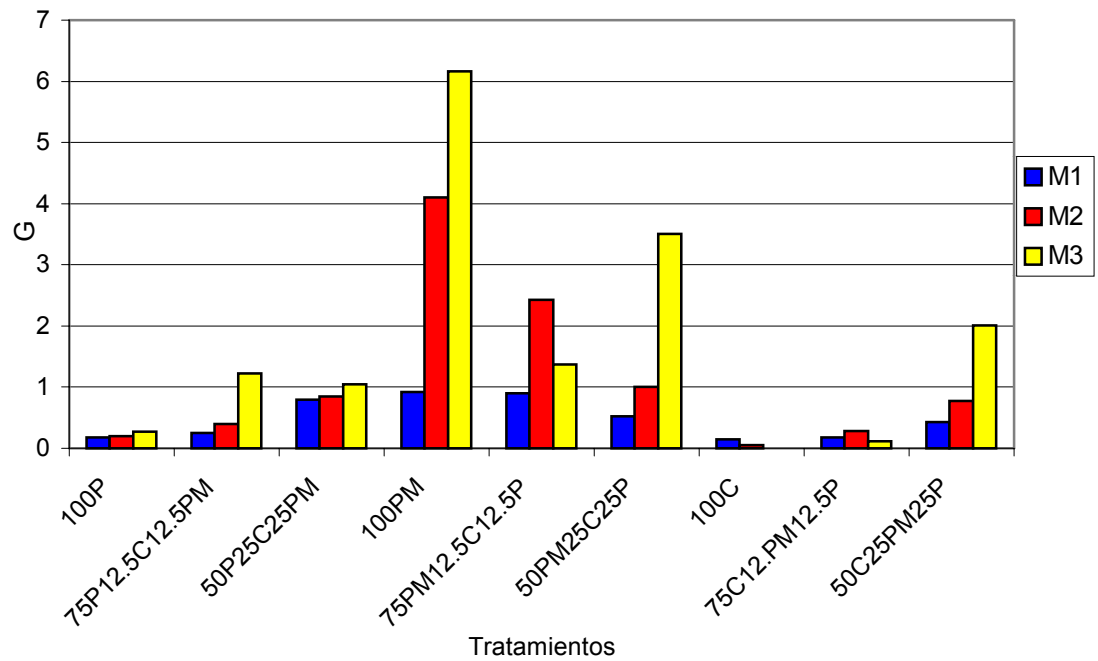
que en el primer muestreo no hay diferencia estadística significativa, sin embargo, gráficamente en el sustrato 100% de Peat Moss (100PM), la biomasa supero en 428% a la perlita que fue considerada como testigo (100P) (figura 3).

**Cuadro 5.-** Concentrado del análisis de varianza realizado a la biomasa de plántula de tomate en diversos sustratos.

Variable	Factor	F	P	Tratamiento sobresaliente
Biomasa (Primer Muestreo).	A	1.63	0.213 NS	(100PM)
	B	0.53	0.472 NS	
	C	1.63	0.213 NS	(75PM12.5C12.5P)
	D	0.21	0.652 NS	
Segundo Muestreo.	A	8.54	0.007**	(100PM)
	B	1.78	0.193	(75PM12.5C12.5P)
	C	0.04	0.847	
	D	0.05	0.824	
Tercer Muestreo.	A	2.62	0.117	(100PM)
	B	7.05	0.013*	(75PM12.5C12.5P)
	C	0.00	0.971	
	D	0.00	0.964	

En el segundo muestreo hay diferencia significativa con los sustratos de 75% de perlita, 12.5% de composta, 12.5% composta (75P12.5C12.5PM) y 50% de perlita, 25% composta y 25% de peat moss (50P25C25PM), pero en la figura 3 se muestra como el peat moss solo supero en un 1335% al testigo.

Para el tercer muestreo, tanto numérica como gráficamente el Peat Moss solo ( 100PM) aventajo a la perlita sola (100P) con 2107 %



**Figura 3.-** Contenido de Biomasa de plántula de Tomate producida en varios sustratos en invernadero.

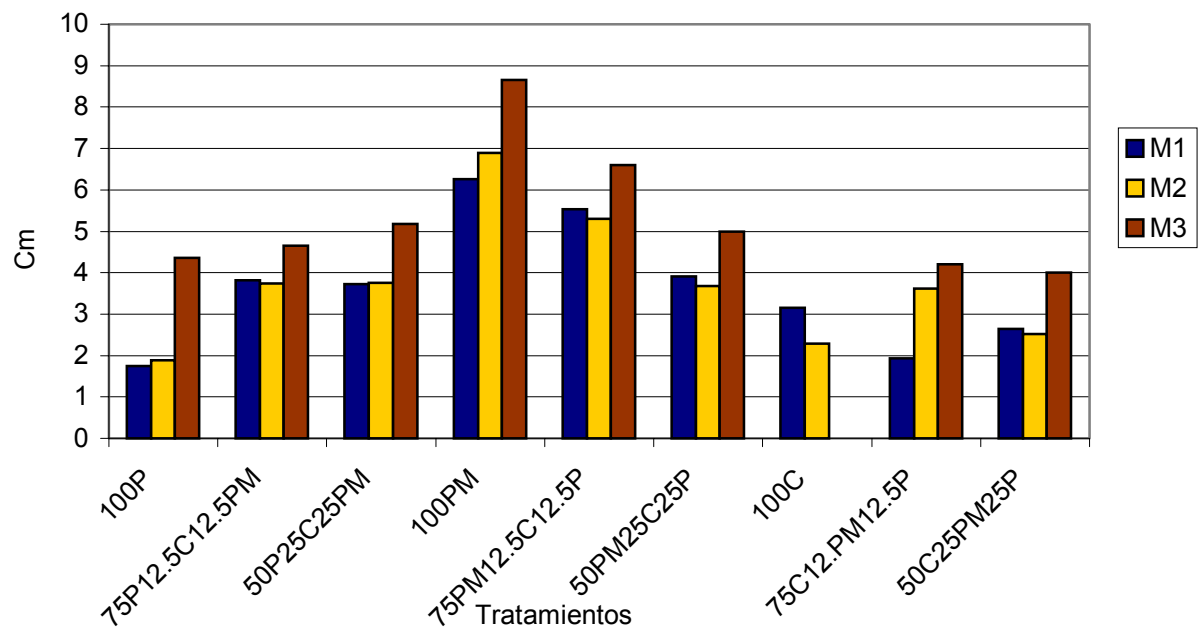
#### 4.4 Longitud de Raíz

Según el cuadro 6 no se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos sin embargo gráficamente el sustrato de peat moss solo (100PM) fue superior al testigo en un 260%.

**Cuadro 6.-** concentrado de análisis de varianza (ANVA) realizado a la longitud de raíz (LR) de plántula de tomate en diversos sustratos en invernadero.

Variable	Factor	F	P	Tratamiento sobresaliente
Primer muestreo	A	0.15	0.706	(100PM)
	B	0.87	0.359	
	C	0.33	0.569	(75PM12.5C12.5P)
	D	0.02	0.881	
Segundo muestreo	A	2.82	0.104	(100PM)
	B	4.62	0.041*	
	C	2.61	0.118	(75PM12.5C12.5P)
	D	0.49	0.488	
Tercer muestreo	A	5.09	0.032*	(100PM)
	B	7.00	0.013*	
	C	0.19	0.662	(75PM12.5C12.5P)
	D	0.00	0.971	

En el segundo muestreo en la comparación de medias y en la grafica (Figura 4) el peat moss solo (100PM) supero al testigo en 295 % y en el tercer muestreo los tratamientos de 75% perlita , 12.5% composta y 12.5% peat moss (75P12.5C12.5PM); 50% perlita ,25% composta, 25% de peat moss (50P25C25PM); 100% de Peat Moss (100PM) y el de 75% peat moss,12.55 composta,12.5% perlita (75PM12.5C12.5P) fueron estadísticamente significativos y en la grafica (figura4) el sustrato de Peat Moss solo (100PM)fue mayor que el testigo en 105 % cabe hacer notar que en este muestreo el sustrato de composta (100C) ya no hay datos por que la plántula ya no creció.





**Figura 4.-** Longitud de raíz de plántula de tomate producida en diversos sustratos en invernadero.

#### 4.5 Longitud de Vástago

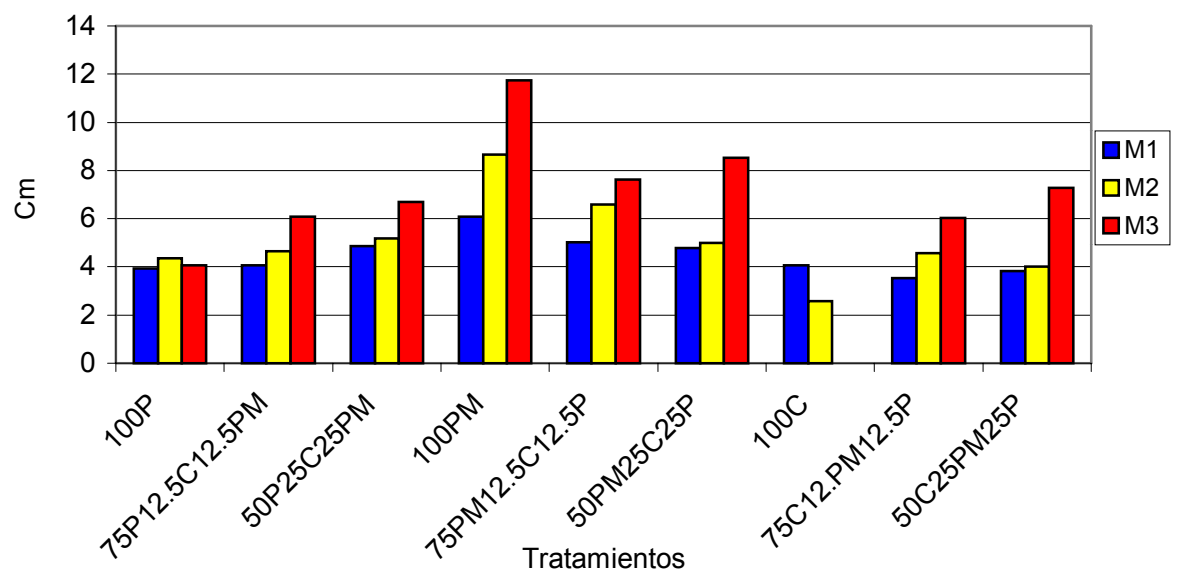
En el primer muestreo se encontró que no existe diferencia significativa estadística pero de acuerdo con la figura 5, el peat moss solo (100PM) supero al testigo en 50% (cuadro 7).

**Cuadro 7.-** Concentrado de análisis de varianza (ANVA) realizado a la longitud vástago (LV) de plántula de tomate en diversos sustratos en invernadero.

Variable	Factor	F	P	Tratamiento sobresaliente.
Primer muestreo	A	0.63	0.434 NS	100PM
	B	0.68	0.416 NS	
	C	1.74	0.199 NS	
	D	0.040	0.836 NS	
	A	15.38	0.001 **	100PM

Segundo muestreo	A	15.38	0.001 **	
	B	0.68	0.504 NS	
	D	0.31	0.585 NS	
	A	9.61	0.004 **	
	B	8.52	0.007 **	
	C	0.07	0.791 NS	
	D	0.18	0.674 NS	

En el Segundo muestreo los tratamientos de 75% de perlita ,12.5% de composta y 12.5% de peat moss(75P12.5C12.5PM); 50 % de perlita, 25% de composta y 25% peat moos (50P25C25PM); 100% de peat moss (100PM) y el de 75% de peat moss,12.5 % de composta, 12.5% de perlita (75PM12.5C12.5P) presentaron alta significancia estadística y la figura 5, muestra como el peat moss solo (100PM) supero en 95% y 195% al testigo en ambos muestreos respectivamente.



**Figura 5.-** Longitud de Vástago de plántula de tomate producida en diversos sustratos en condiciones de Invernadero.

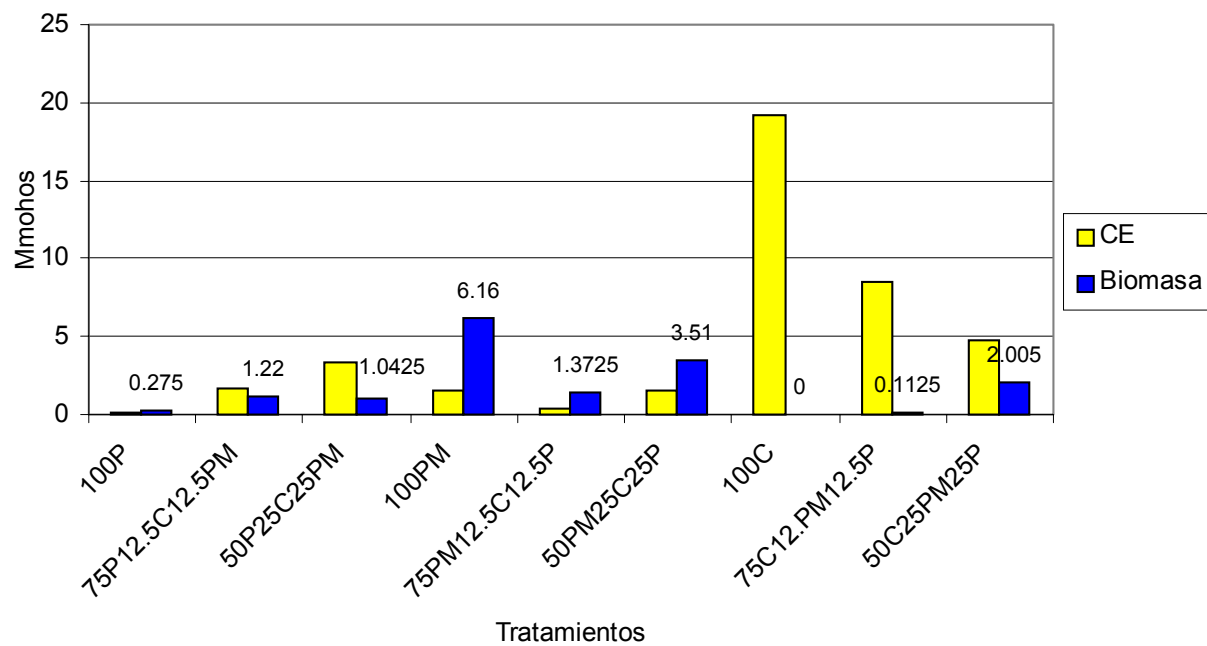
#### 4.6 Efecto de la Conductividad Eléctrica sobre Biomasa

En la figura 6 se puede observar el efecto de la Conductividad Eléctrica (CE) sobre la variable biomasa y se observa que la mayor

cantidad de biomasa se acumulo en el sustrato Peat Moss solo (100PM) con una Conductividad Eléctrica de 0.542 Mmhos después de 10 riegos; esto concuerda con lo mencionado por Ortiz (2001) al concluir que la plántula se desarrolla mejor en medios de cultivo con conductividades bajas.

Esto mismo se relaciona con lo mencionado por la Unión de Explosivos Río Tinto S.A al mencionar que el tomate puede tolerar hasta 7.6 mmhos de CE.

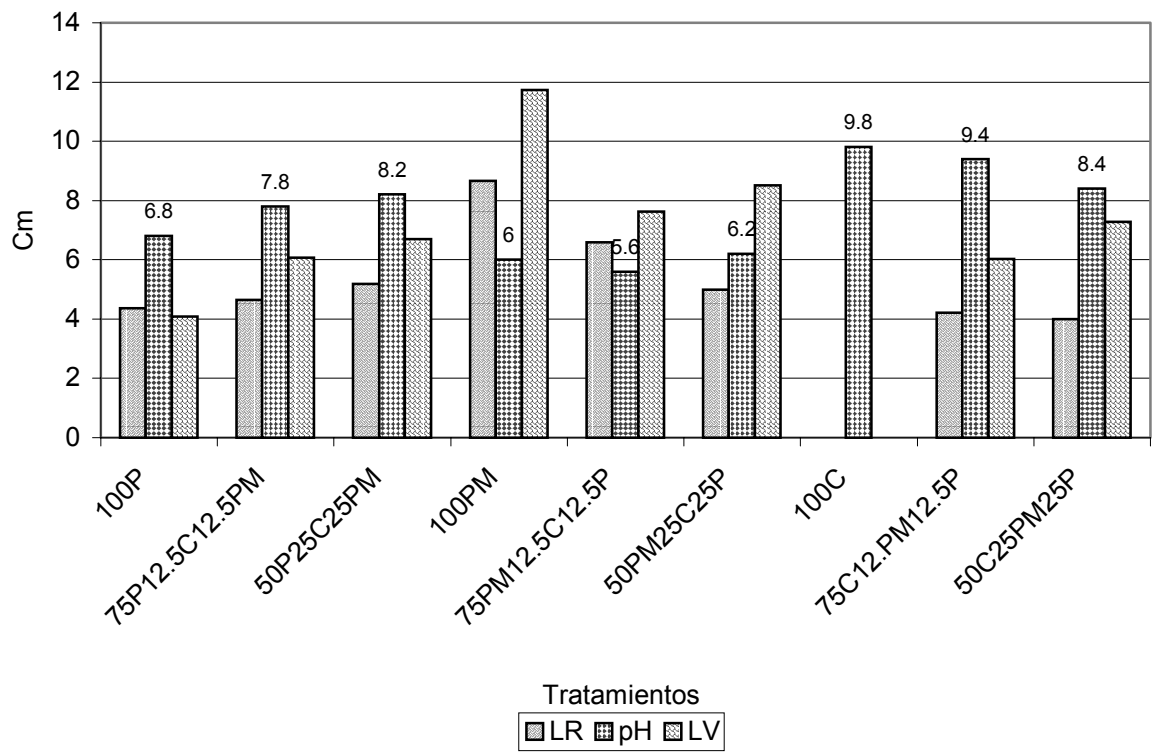
Cabe hacer la aclaración de que el testigo 100 % perlita tiene una Conductividad Eléctrica baja sin embargo la plántula no creció debido a que es un material totalmente inerte y no retiene humedad además no se realizo la aplicación de fertilizantes.



**Figura 6.-** Muestra el efecto de la conductividad eléctrica sobre Biomasa.

#### **4.7 Efecto del pH sobre la Longitud de Raíz y Longitud de Vástago.**

En la figura 7 se puede observar el efecto del pH sobre la variable longitud de raíz y longitud de vástago, y se observa como los materiales que tiene valores de pH tolerables para el cultivo de el tomate son: 100% perlita (100P), 100% peat moss (100PM), 75% peat moss, 12.5% Composta, 12.5% perlita (75PM12.5C12.5P) y 50% peat moss, 25% composta, 25% perlita (50PM25C25P), es donde se hubo un mayor crecimiento de raíz y vástago de la plántula esto concuerda con lo mencionado por la Unión de Explosivos Río Tinto S.A. al mencionar que un pH muy ácido es desfavorable para el desarrollo de las raíces y un pH alto (básico) presenta problemas de asimilación de nutrientes y cuando la alcalinidad es provocada por Sodio (Na) el medio de cultivo puede presentar problemas físicos como impermeabilidad y compactación que son originados por un fenómeno llamado dispersión coloidal.



**Figura 7.-** Muestra el efecto de pH sobre la longitud de raíz y longitud de vástago.

## V CONCLUSIONES

- ❖ De los nueve materiales utilizados en el experimento para la producción de plántula de tomate en condiciones de invernadero en sustrato compuesto de 100% Peat Moss para la variable longitud de raíz con una media de 8.66 cm, longitud de vástago 11.73 cm y % de biomasa acumulada 6.16 g y el testigo solo alcanzo .275 g de biomasa acumulada, 4.36 cm de longitud de raíz y 4.075 cm de longitud de vástago.



- ❖ El sustrato compuesto de 100% Perlita considerado como testigo presenta mejores resultados para la variable porcentaje de emergencia.
  
- ❖ No todos los sustratos producen plántula de calidad debido a que no todos presenta las condiciones adecuadas para que la plántula se pueda desarrollar.
  
- ❖ Se rechaza la hipótesis propuesta(“el sustrato constituido de estiércol de bovino mas residuos de alimentos después de un proceso de composteo puede producir plántula de calidad para ser transplantada”) en base a los resultados obtenidos debido a que el sustrato compuesto por composta de estiércol de bovino reúne las características necesarias para la producción de plántula de tomate.

## **VI BIBLIOGRAFÍA.**

- Ballesteros – Olmos, F..1992 Substratos para el cultivo de plantas ornamentales, hojas divulgadoras (Noviembre) ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.
- CADAHIA, V.H. 1998. Fertirrigación. Ediciones Mundi – Prensa. España.
- CANO. P.1997. Evaluación de cuatro sustratos en hidroponía bajo el sistema vertical con el cultivo de chile (*Capsicum annum L.*). Tesis. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.
- Hernández Torres.1997. Efecto de Escorias y Urea Ácida bajo diferentes tipos de Suelos en el cultivo de tomate.(*Licopersicum esculentum Mill.*). Tesis. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.
- García Morales.1996. Algunos Sustratos Orgánicos sus mezclas; sus Características y Procedimientos. Tesis. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

- Ibarra Pérez.1997. Efecto de Tres Sustratos Orgánicos y una Solución Nutritiva en la Producción de Plántulas de Tomate. (*Lycopersicon esculentum* w.). Tesis. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Postgrado.
- Montes Arreola .1997. Producción de Plántula de Tabaco (*Nicotiana tabacum* L.cvr.Burley), sobre tres diferentes sustratos y el control del Camping-off, bajo condiciones de invernadero. Tesis. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.
- Valadez, L. A. 1997. Producción de Hortalizas 6<sup>a</sup> Reimpresión .Ed Limusa, México. D. F.
- Ortiz barroso. 2002. Evaluación de la Producción de Plántulas de Pimiento Morrón (*Capsicum annuum* var. California Wonder 300) en Diferentes Sustratos Orgánicos Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.
- Nava Salazar. 2002. Uso de Espumas Hidrofilicas para Aumentar la Eficiencia de Uso del Agua en el Cultivo de Melon (*Cucumis melo* L.)

Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

- Producción de plántulas de Brocoli (*Brasica Oleracea* Var. Italica) en cinco sustratos orgánicos, bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

- Evaluación del efecto de la composta de basuras urbanas sobre características específicas del suelo y planta. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”

## **RESUMEN**

El presente experimento se realizo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” con el objetivo de identificar algunas de las limitantes que se presentan en la producción de plántula de tomate, además de que la visión que se le dio al experimento fue totalmente ambiental debido a que no se utilizaron fertilizantes durante todo el proceso de la producción de la plántula, el

experimento se fundamenta en la búsqueda de nuevas técnicas de producción de plántula de tomate que puedan ser incorporadas a los sistemas de producción modernos con el objetivo de reducir la contaminación al utilizar una gran cantidad de desperdicios de alimentos que después de un proceso de composteo puedan ser utilizados como medios de cultivo para uso Agrícola.

Sin embargo en la investigación realizada se encontró que el material propuesto como una alternativa para la producción de plántula de tomate no funciono debido que en base a los resultado obtenidos se concluye que el mejor material fue el compuesto de 100 % peat moss para las variables longitud de raíz y longitud de vástago.

## **VIII ANEXOS**

Dios , dios mío eres tu, de madrugada te buscare, mi alma tiene sed de ti, mi carne te anhela en tierra seca y árida donde no hay aguas. (Salmo 63.1)

Por que Jehová es bueno; para siempre es su misericordia y su verdad por todas las generaciones (Salmo100:5)

La investigación es un proceso que requiere de esfuerzo, dedicación y paciencia.

Solo podemos amar lo que queremos y solo podemos proteger lo que amamos.