

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMÍA**



**Evaluación del Residuo del Tallado de la Lechuguilla y Cascarilla de Café,  
como Sustratos para la Producción de Planta.**

**POR:**

**ENRIQUE HERNANDEZ HERNANDEZ**

**TESIS**

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el título de:

**Ingeniero Agrónomo en Producción**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Octubre del 2001**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA

**Evaluación del Residuo del Tallado de la Lechuguilla y Cascarilla de Café,  
como Sustratos para la Producción de Planta.**

POR:

ENRIQUE HERNANDEZ HERNANDEZ

TESIS

Que somete a la consideración del H. Jurado examinador, como requisito  
parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCION

APROBADA POR:

-----  
MC. ALBERTO SANDOVAL RANGEL

PRESIDENTE DEL JURADO

-----  
ING. ELYN BACOPULOS TELLES

SINODAL

-----  
MC. JOSE HERNANDEZ DAVILA

SINODAL

-----  
MC. REYNALDO ALONSO VELASCO

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

BUENAVISTA, SALTILLO COAHUILA, MEXICO, OCTUBRE DEL 2001

## **AGRADECIMIENTOS**

A dios por darme vida, salud y fuerza de voluntad para cumplir una meta mas en mi vida, por giarme y mostrarme lo bueno y lo malo, acompañándome en todo momento.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por todas las facilidades que me dio, las cuales permitieron que me desarrollara como alumno y creciera como ser humano.

A toda la planta de maestros que tuve la oportunidad de compartir sus conocimientos y experiencias.

Al MC. Alberto Sandoval Rangel por todo el apoyo que me brindo, por la confianza que tuvo en mi para desarrollar este trabajo.

Al ING. Elyn Bacopulos Tellez y Al MC. José Hernandez Davila por aceptar participar en la revisión de este trabajo.

A la T.L.Q. Laura Ma. Durón Ochoa por todo el apoyo que me brindo para realizar los análisis de laboratorio.

A la Licenciada Sandra López Betancourt por todo el apoyo que me brindo gracias.

## DEDICATORIA

A MIS PADRES

Sr. DANTE HERNÁNDEZ DÍAZ

Sra. TERE HERNÁNDEZ SANCHEZ

Este trabajo es una muestra de mi gratitud por todo el amor, cariño y confianza que han depositado en mi en todo momento, les doy las gracias por todos los sacrificios, consejos y ejemplos que me han enseñado. No existen palabras para agradecerles todo lo que han hecho por mi, los amo gracias.

A MI TIA

Sra. MARGARITA HERNÁNDEZ SANCHEZ

Por ser mi segunda madre y siempre querer lo mejor para mí, por su apoyo y consejos.

A MIS HERMANOS

FERNANDO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

DULCE ARELY HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

Espero que este trabajo sea para ustedes una meta que tienen el compromiso de llegar y rebasar, los quiero mucho y recuerden que las cosas que nos hacen triunfar y volar alto en la vida, no es lo que sabemos si no lo que hacemos de lo que hemos aprendido. Sean lo que quieran ser.

## INDICE GENERAL

	Pag.
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE CUADROS.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vi
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVO.....	2
HIPOTESIS.....	2
REVISION DE LITERATURA.....	3
Los sustratos.....	3
Propiedades físicas.....	3
Propiedades químicas.....	4
Otras propiedades.....	4
Descripción General de algunos sustratos.....	5
Sustratos Naturales.....	5
Agua.....	5
Gravas.....	5
Arenas.....	5
Tierra Volcánica.....	6
Turbas.....	6
Corteza de Pino.....	8
Fibra de coco.....	8
Sustratos Artificiales.....	9
Lana de roca.....	9
Perlita.....	10
Vermiculita.....	11
Arcilla expandida.....	11
Poliestireno expandido.....	11
MATERIALES Y METODOS.....	13
Ubicación del área experimental.....	13
Descripción de tratamientos.....	13
Establecimiento del experimento.....	14
Variables evaluadas.....	16
Porcentaje de emergencia.....	16
Diámetro de tallo.....	16
Altura de planta.....	16
Numero de hojas.....	17
Peso Fresco Total.....	17
Peso Seco Total.....	17
Conductividad Eléctrica y pH.....	17

Densidad Aparente.....	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
Conductividad Eléctrica Inicial.....	21
Conductividad Eléctrica Final.....	22
Porcentaje de Emergencia.....	22
Numero de hojas.....	23
Peso fresco y Peso Seco.....	23
Diámetro de Tallo.....	24
Altura de Planta.....	24
pH Inicial y Final.....	25
Densidad Aparente.....	25
CONCLUSIONES.....	26
BIBLIOGRAFIA.....	27

**INDICE DE CUADROS**

	Pag.
Cuadro No. 1 Propiedades de las turbas Rubias y Negras.....	7
Cuadro No. 2 Propiedades de la Lana de Roca.....	9
Cuadro No. 3 Propiedades de la Perlita.....	10
Cuadro No. 4 Concentración de resultados y comparación de medias para las variables de planta.....	19
Cuadro No. 5 Concentración de Resultados y comparación de medias para las variables de sustrato.....	21

**INDICE DE FIGURAS**

	Pag.
Figura No. 1 Conductividad Eléctrica Inicial y Final de 10 Sustratos.....	22
Figura No. 2 Porcentaje de Emergencia en 10 Sustratos.....	23
Figura No. 3 Diámetro de Tallo y Altura de Planta en 10 sustratos.....	24
Figura No. 4 Potencial Hidrogeno (pH) Inicial y Final en 10 Sustratos.....	25

## INTRODUCCION

La producción de hortalizas es un factor importante en la economía agrícola del país, Por ejemplo incide fuertemente en el aspecto social, en el sector industrial (agroquímicos, fertilizantes, transporte y empaques), en la dieta alimenticia y en la generación de divisas debido a que las exportaciones que hace México se han ido incrementando.

En la actualidad las semillas certificadas es uno de los factores que más golpea la economía del productor, por lo que hay que asegurar un buen establecimiento del cultivo, lo cual nos a llevado a la utilización de nuevas tecnologías y cambiar el método de siembra directa por el uso de trasplantes y así darle las condiciones necesarias a la semilla, para tener un buen desarrollo en sus primeras etapas y llevar al campo plantas vigorosas y sanas. En este aspecto el sustrato es un factor muy importante, por que dependiendo del tipo y calidad de sustrato que utilicemos podremos obtener trasplantes de calidad.

En la actualidad los sustratos utilizados, provienen de países como Canadá y Estados Unidos, lo que nos convierte en un país dependiente de este material, para 1997 la importación de musgo de pantano (Peatmoss)

proveniente de Canadá fue de 7,785.515 toneladas y de Estados Unidos de 602.035 toneladas (Avilés, 1999). Esta situación obliga a buscar alternativas viables, que implica la generación de sustratos con productos regionales con el propósito de abaratar los costos de producción y aprovechar los residuos o subproductos de cultivos.

Este trabajo pretende generar información para la utilización de materiales de desecho como son la cascarilla de café y residuo del tallado de la lechuguilla, como sustratos en la producción de planta de tomate de cáscara.

### **Objetivo**

Evaluar la cascarilla de café y el residuo del tallado de la lechuguilla como sustrato, para la producción de transplantes de tomate de cáscara.

### **Hipótesis**

La cascarilla de café y el residuo del tallado de lechuguilla pueden ser utilizados como sustrato para la producción de transplantes.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Los Sustratos

Se define como sustrato a todo material sólido distinto al suelo, natural o de síntesis, mineral u orgánico que colocado en un contenedor en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (Abad, 1993).

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego, fertilización, aspectos económicos, etc.

Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo:

#### **A) Propiedades Físicas:**

- ❖ Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible
- ❖ Suficiente suministro de aire.
- ❖ Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.
- ❖ Baja densidad aparente.
- ❖ Elevada porosidad.

❖ Estructura estable, que impida la contracción (o hinchazón del medio).  
(Terres, 1997).

### **B) Propiedades Químicas:**

- ❖ Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la Fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente.
- ❖ Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- ❖ Baja salinidad.
- ❖ Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.
- ❖ Mínima velocidad de descomposición.

### **C) Otras Propiedades**

- ❖ Libre de semillas de malas hierbas, nemátodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
- ❖ Reproductividad y disponibilidad.
- ❖ Bajo costo.
- ❖ Fácil de mezclar.
- ❖ Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
- ❖ Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales.

(Urrestarazu, 1997).

## **Descripción General De Algunos Sustratos**

### **Sustratos Naturales**

#### **Agua.**

Es común su empleo como portador de nutrientes, aunque también se puede emplear como sustrato.

#### **B) Gravas.**

Suelen utilizarse las que poseen un diámetro entre 5 y 15 mm. Destacan las gravas de cuarzo, la piedra pómez y las que contienen menos de un 10% en carbonato cálcico. Su densidad aparente es de 1,500-1,800 kg.m<sup>-3</sup>. Poseen una buena estabilidad estructural, su capacidad de retención del agua es baja si bien su porosidad es elevada (más del 40% del volumen). Su uso como sustrato puede durar varios años. Algunos tipos de gravas, como las de piedra pómez o de arena de río, deben lavarse antes de utilizarse. Existen algunas gravas sintéticas, como la vermiculita, obtenida por tratamiento térmico de pizarras. (Urrestarazu, 1997).

#### **C) Arenas.**

Las que proporcionan los mejores resultados son las arenas de río. Su granulometría más adecuada oscila entre 0,5 y 2 mm de diámetro. Su densidad aparente es similar a la grava. Su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nula. Es relativamente frecuente que su contenido en

caliza alcance del 8-10%. Algunos tipos de arena deben lavarse previamente. Su pH varía entre 4 y 8. Su durabilidad es elevada. Es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores (Sade, 1997).

#### **D) Tierra Volcánica.**

Son materiales de origen volcánico que se utilizan sin someterlos a ningún tipo de tratamiento, proceso o manipulación. Están compuestos de sílice, alúmina y óxidos de hierro. También contiene calcio, magnesio, fósforo y algunos oligoelementos. La granulometría es muy variables al igual que sus propiedades físicas. El pH de las tierras volcánicas es ligeramente ácido con tendencias a la neutralidad. La Capacidad Intercambio Cationico (CIC) es tan baja que debe considerarse como nulo. Destaca su buena aireación, la inercia química y la estabilidad de su estructura. Tiene una baja capacidad de retención de agua, el material es poco homogéneo y de difícil manejo. (Sade, 1997).

#### **E) Turbas.**

Las turbas son materiales de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables, en función de su origen. Se pueden clasificar en dos grupos: turbas rubias y negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas, las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor contenido en materia orgánica.

Es más frecuente el uso de turbas rubias en cultivo sin suelo, debido a que las negras tienen una aireación deficiente y unos contenidos elevados en sales solubles. Las turbas rubias tienen un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero muy variable en cuanto a su composición ya que depende de su

origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal, presentan un pH que oscila entre 3,5 y 8,5. Se emplea en la producción ornamental y de plántulas hortícolas en semilleros.

Cuadro 1. Propiedades de las turbas rubias y negras.

<b>Propiedades</b>	<b>Turbas rubias</b>	<b>Turbas negras</b>
Densidad aparente, gr.cm <sup>-3</sup>	0,06 - 0,1	0,3 - 0,5
Densidad real, gr.cm <sup>-3</sup>	1,35	1,65 - 1,85
Espacio poroso, %	94 o más	80 - 84
Capacidad de absorción de agua, g.100 g.m.s. <sup>-1</sup>	1.049	287
Aire, % b/v	29	7,6
Agua fácilmente disponible, % b/v	33,5	24
Agua de reserva, % b/v	6,5	4,7
Agua difícilmente disponible, % b/v	25,3	47,7
CIC, meq.100 g <sup>-1</sup>	110 - 130	250 o más

Fuente: Fernández *et al.*, 1998

## F) Corteza De Pino.

Se pueden emplear cortezas de diversas especies vegetales, aunque la más empleada es la de pino, que procede básicamente de la industria

maderera. Al ser un material de origen natural posee una gran variabilidad. Las cortezas se emplean en estado fresco (material crudo) o compostadas. Las cortezas crudas pueden provocar problemas de deficiencia de nitrógeno y de fitotoxicidad. Las propiedades físicas dependen del tamaño de sus partículas, y se recomienda que el 20-40% de dichas partículas sean con un tamaño inferior a los 0.8 mm. Es un sustrato ligero, con una densidad aparente de 0.1 a 0.45 g.cm<sup>-3</sup>. La porosidad total es superior al 80-85%, la capacidad de retención de agua es de baja a media, siendo su capacidad de aireación muy elevada. El pH varía de medianamente ácido a neutro. La CIC es de 55 meq.100 g<sup>-1</sup>. (Fernández, 1998).

### **G) Fibra De Coco.**

Este producto se obtiene de fibras de coco. Tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 o 4 veces su peso, un pH ligeramente ácido (6.3-6.5) y una densidad aparente de 200 kg.m<sup>-3</sup>. Su porosidad es bastante buena y debe ser lavada antes de su uso, debido al alto contenido de sales que posee. (Fernández, 1998).

### **Sustratos Artificiales.**

#### **A) Lana De Roca.**

Es un material obtenido a partir de la fundición industrial a más de 1600 °C de una mezcla de rocas basálticas, calcáreas y carbón de coke. Finalmente al producto obtenido se le da una estructura fibrosa, se prensa, endurece y se corta en la forma deseada. En su composición química entran componentes como la sílice y óxidos de aluminio, calcio, magnesio, hierro, etc. Es

considerado como un sustrato inerte, con una CIC casi nula y un pH ligeramente alcalino, fácil de controlar. Tiene una estructura homogénea, un buen equilibrio entre agua y aire, pero presenta una degradación de su estructura, lo que condiciona que su empleo no sobrepase los 3 años.

Es un material con una gran porosidad y que retiene mucha agua, pero muy débilmente, lo que condiciona una disposición muy horizontal de las tablas para que el agua se distribuya uniformemente por todo el sustrato.

Cuadro 2. Propiedades de la lana de roca.

<b>Características</b>	<b>valor</b>
Densidad aparente, g.cm <sup>-3</sup>	0.09
Espacio poroso, %	96.7
Material sólido, % b/v	3.3
Aire, % b/v	14.9
Agua fácilmente disponible + agua de reserva, % b/v	77.8
Agua difícilmente disponible, % b/ v	4.0

Fuente: Fernández *et al.*, 1998

## **B) Perlita.**

Material obtenido como consecuencia de un tratamiento térmico a unos 1,000-1,200 °C de una roca silíceo volcánica del grupo de las riolitas. Se

presenta en partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1.5 y 6 mm, con una densidad baja, en general inferior a los 100 kg.m<sup>-3</sup>. Posee una capacidad de retención de agua de hasta cinco veces su peso y una elevada porosidad; su CIC es prácticamente nula (1.5 – 2.5 meq.100 g<sup>-1</sup>); su durabilidad está limitada al tipo de cultivo, pudiendo llegar a los 5-6 años. Su pH está cercano a la neutralidad (7-7.5) y se utiliza a veces, mezclada con otros sustratos como turba, arena, etc.

La Perlita es completamente inerte y no afecta la absorción de nutrientes por las plantas.

Cuadro 3. Propiedades de la Perlita.

<b>Propiedades Físicas</b>	<b>Tamaño de las partículas (mm de diámetro)</b>		
	0-15 (Tipo B-6)	0-5 (Tipo B-12)	3-5 (Tipo A-13)
Densidad aparente, kg.m <sup>-3</sup>	50-60	105-125	100-120
Espacio poroso, % b/v	97.8	94	94.7
Material sólido, % b/v	2.2	6	5.3
Aire, % b/v	24.4	37.2	65.7
Agua fácilmente disponible, % b/v	37.6	24.6	6.9
Agua de reserva, % b/v	8.5	6.7	2.7
Agua difícilmente disponible, % b/v	27.3	25.5	19.4

Fuente: Fernández *et al.*, 1998

### C) Vermiculita.

Se obtiene por la exfoliación de un tipo de micas sometido a temperaturas superiores a 800 °C. Su densidad aparente es de 90 a 140 kg.m<sup>-3</sup>, presentándose en escamas de 5-10 mm. Puede retener 350 litros de agua por metro cúbico y posee buena capacidad de aireación, aunque con el tiempo tiende a compactarse. Posee una elevada CIC (80-120 meq.l<sup>-1</sup>). Puede contener hasta un 8% de potasio asimilable y hasta un 12% de magnesio asimilable. Su pH es próximo a la neutralidad (7-7.2) Llurba, 1997.

#### **D) Arcilla Expandida.**

Se obtiene tras el tratamiento de nódulos arcillosos a más de 100 °C, formándose como unas bolas de corteza dura y un diámetro comprendido entre 2 y 10 mm. La densidad aparente es de 400 kg.m<sup>-3</sup> y posee una baja capacidad de retención de agua y una buena capacidad de aireación. Su CIC es prácticamente nula (2-5 meq.l<sup>-1</sup>). Su pH está comprendido entre 5 y 7. Con relativa frecuencia se mezcla con turba, para la elaboración de sustratos. (Fernández, 1998).

#### **E) Poliestireno Expandido.**

Es un plástico troceado en flóculos de 4-12 mm, de color blanco. Su densidad es muy baja, inferior a 50 Kg.m<sup>-3</sup>. Posee baja capacidad de retención de agua y una buena posibilidad de aireación. Su pH es ligeramente superior a 6. Suele utilizarse mezclado con otros sustratos como la turba, para mejorar la capacidad de aireación. (Jean, 1996).

Finalmente se puede citar que la intensificación de los cultivos se obtiene mediante el control de los factores de producción y las estructuras de protección de cultivos permiten obtener distintos grados de control sobre los factores ambientales. Así, el cultivo en sustrato permite obtener un elevado control de los factores que afectan al entorno radicular.

El espacio explorado por el sistema radicular en el caso de cultivo en sustrato es considerablemente mas reducido que en cultivo en suelo. Como consecuencia, se presenta una reducción importante de la capacidad tampón permitiendo un mayor control de los parámetros relacionados con el entorno radicular. Por el contrario, tiene el riesgo de producir daños importantes en el cultivo por variaciones incontroladas de los mencionados parámetros. (Llurba, 1997)

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ubicación del Área Experimental**

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en el kilómetro 6 de la carretera Saltillo – Buenavista, que se localiza al sur de la ciudad, a una latitud norte de 25°22' y 101°00' Longitud oeste, a 1742 msnm. Se estableció en invernadero de tipo semicircular con ventilación lateral manual durante el periodo primavera - verano del 2001.

### **Descripción de Tratamientos**

Se evaluó, el residuo del tallado de lechuguilla, cascarilla de café, turba negra (Peatmoss) y Perlita, como sustratos, para la producción de planta de tomate de cáscara; en 10 tratamientos que a continuación se describen:

- 1.- Turba negra al 100% (TN100)
- 2.- 90% de Turba negra + 10% de Cascarilla de café (TN90+CC10)
- 3.- 75% de Turba negra + 25% de Cascarilla de café (TN75+CC25)
- 4.- 50% de Turba negra + 50% de Cascarilla de café (TN50+CC50)

5.- Cascarilla de café al 100% (CC100)

6.- 90% de Turba negra + 10% de Lechuguilla (TN90+L10)

7.- 75% de Turba negra + 25% de Lechuguilla (TN75+L25)

8.- 50% de Turba negra + 50% de Lechuguilla (TN50+L50)

9.- Lechuguilla al 100%, (L100)

10.- 75% de Turba negra + 25% de Perlita (TN75+P25)

8.- 50% de Turba negra + 50% de Lechuguilla (TN50+L50)

9.- Lechuguilla al 100%, (L100)

10.- 75% de Turba negra + 25% de Perlita (TN75+P25)

El experimento fue establecido en un diseño completamente al azar con 10 tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Los datos se analizaron con el paquete estadístico de la UANL - FAUANL.

### **Establecimiento del Experimento**

Primeramente se obtuvieron los materiales a evaluar, la cascarilla de café se trajo de Poza Rica, Veracruz y el residuo del tallado de lechuguilla se adquirió en el Municipio de Parras de la Fuente, Coahuila.

A la cascarilla de café no se le realizó ningún proceso; es decir, así como se trajo así se evaluó, el residuo del tallado de lechuguilla se molió en

un molino de tipo Wiley modelo 4, se tuvo que cortar la fibra en pedazos pequeños para que se pudiera moler bien hasta el punto de polvo.

Se calculó el volumen del sustrato a utilizar en cada tratamiento, basándose en los porcentajes determinados para cada uno de ellos (las mezclas se hicieron basándose en volumen), se tomó como base un recipiente de 2 litros el cual se llenó totalmente de turba negra en el caso del tratamiento 1, para el tratamiento 2 se pusieron 1800 ml de turba negra y 200 ml de cascarilla de café y se hizo la mezcla, y así se hizo respectivamente con cada uno de los tratamientos; una vez hechas las mezclas, se llenaron las charolas de poliestireno de 200 cavidades, llenando 90 cavidades por tratamiento y dejando una fila de cavidades entre cada tratamiento sumando un total de 6 charolas.

Una vez llenas las charolas se sembró una semilla por cavidad a un cm de profundidad, después se taparon con la misma mezcla y se acomodaron una sobre otra y se taparon con un plástico negro, se dejaron así durante 5 días mientras se hicieron las camas flotantes donde permanecieron las charolas durante el tiempo que duró la evaluación; las camas flotantes se elaboraron con tubos de PVC los cuales se acomodaron en forma de rectángulo sobre el terreno nivelado, después se le puso un plástico transparente que cubrió todo el rectángulo formando un contenedor donde se depositaron las charolas. La siembra se realizó el día viernes 15 de junio, las charolas se depositaron en el contenedor el día 18 de junio, los conteos para la variable % de emergencia

comenzaron el día 20 de junio. Se hizo una aplicación de fertilizante (9-45-15)  $1\text{g.l}^{-1}$  de agua, a los 13 días después de la siembra.

### **Variables Evaluadas**

Las variables que se evaluaron fueron: Porcentaje de Emergencia, Diámetro de Tallo, Altura de Planta, Numero de Hojas incluyendo Cotiledones, Peso Fresco Total, Peso Seco Total, Conductividad Eléctrica, pH y Densidad Aparente.

#### **Porcentaje de Emergencia**

Para determinar el Porcentaje de emergencia se realizaron conteos diarios a partir del 5to día hasta el día 18, realizándose un total de 14 evaluaciones, tomándose en cuenta todas las plantas que emergieron aún las que no se desarrollaron.

#### **Diámetro de Tallo**

Esta medición se realizó utilizándose un vernier, se midió la base del tallo, los datos se expresaron en milímetros.

#### **Altura de Planta**

Se midió desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, se realizó una sola medición a los 21 días después de la siembra y el resultado se expresó en cm.

### **Número de Hojas**

Se contaron todas las hojas por planta tomando en cuenta las cotiledonales, esto se hizo al mismo tiempo que se midió la altura de planta.

### **Peso Fresco Total**

Las plantas fueron lavadas de la raíz, antes de empezar a pesar, para evitar que residuos de sustrato alteraran la toma de datos, después se pesaron en una balanza analítica de tipo AND HR - 120, se realizó una sola medición a los 21 días después de la siembra y el resultado se expresó en mg.

### **Peso Seco Total**

Para la determinación de esta variable se utilizaron las plantas que se les tomó el peso fresco, se envolvieron en papel periódico, se dejaron que se deshidrataran durante 25 días y se procedió a pesarlas en una balanza analítica de tipo AND HR – 120 y se el resultado se expresó en mg.

### **Conductividad Eléctrica y pH.**

Estas variables se tomaron del sustrato al inicio y al final de la producción de planta de la siguiente manera; se tomaron 100 cc de cada mezcla del sustrato evaluado, se colocó en un vaso de precipitado y después se saturó con agua destilada, se dejó reposar por 24 horas, posteriormente se filtró y al filtrado se le midió la CE y pH con un conductivimetro de tipo YSI

modelo 32 y el potenciómetro de tipo pH meter 320, los datos se presentan en milimohos y escala de pH 0-14.

### **Densidad Aparente**

Esta variable se determinó mediante la formula  $Da = \text{Peso} / \text{volumen}$ , se tomaron 100 ml de cada tratamiento, se pesaron y se sustituyeron los valores en la fórmula. Los resultados se expresaron en  $\text{g.cm}^{-3}$ .

## RESULTADOS Y DISCUSION

En las variables: Número de Hojas, Peso Fresco, Peso Seco y Porcentaje (%) de Emergencia; los mejores resultados se obtuvieron en el sustrato de Turba negra al 100%, seguido de los tratamientos de Turba negra 75 % + Perlita al 25%, y Turba negra 90 % + Cascarilla de Café al 10%; en las variables Diámetro de Tallo y Altura de Planta los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento turba negra 75 % + Perlita al 25%. En los tratamientos de lechuguilla al 50% y al 100% no hubo germinación (Cuadro 4).

Cuadro 4. Concentración de resultados y comparación de medias para las variables de planta.

TRATAMIENTO	Dm de tallo (cm)	Altura (cm)	No. De hojas	Peso fresco, g	Peso seco, g	% de emerge.
<b>TN100</b>	0.24 <b>AB</b>	10 <b>A</b>	6.00 <b>A</b>	2.03 <b>A</b>	0.100 <b>A</b>	87.73 <b>A</b>
<b>TN90+CC10</b>	0.20 <b>BC</b>	7.7 <b>B</b>	5.53 <b>AB</b>	1.20 <b>B</b>	0.059 <b>B</b>	78.86 <b>A</b>
<b>TN75+CC25</b>	0.19 <b>BC</b>	6.5 <b>B</b>	5.06 <b>B</b>	0.90 <b>C</b>	0.039 <b>C</b>	75.50 <b>A</b>
<b>TN50+CC50</b>	0.18 <b>C</b>	2.7 <b>C</b>	3.70 <b>C</b>	0.16 <b>DE</b>	0.009 <b>D</b>	72.20 <b>A</b>
<b>CC100</b>	0.1° <b>D</b>	1.9 <b>CD</b>	2.00 <b>E</b>	0.10 <b>E</b>	0.002 <b>D</b>	22.20 <b>C</b>
<b>TN90+L10</b>	0.10 <b>D</b>	2.3 <b>CD</b>	3.06 <b>D</b>	0.30 <b>D</b>	0.007 <b>D</b>	74.43 <b>A</b>
<b>TN75+L25</b>	0.10 <b>D</b>	1.2 <b>DE</b>	2.26 <b>E</b>	0.10 <b>E</b>	0.004 <b>D</b>	42.20 <b>B</b>
<b>TN50+L50</b>	0.00 <b>E</b>	0.00 <b>E</b>	0.00 <b>F</b>	0.00 <b>E</b>	0.00 <b>D</b>	0.00 <b>D</b>
<b>L100</b>	0.00 <b>E</b>	0.00 <b>E</b>	0.00 <b>F</b>	0.00 <b>E</b>	0.00 <b>D</b>	0.00 <b>D</b>
<b>TN75+P25</b>	0.27 <b>A</b>	10.3 <b>A</b>	5.86 <b>A</b>	1.9 <b>A</b>	0.098 <b>A</b>	83.30 <b>A</b>
C. de V, %	25.09	17.78	8.22	17.45	21.82	21.27
Nivel de Significancia	**	**	**	**	**	**

Con relación a la variable CE, se tomó en cuenta que Baratos *et al.* (1986), mencionaron que el tomate tiene un rango óptimo de crecimiento con CE de  $2.5 - 4 \text{ mmhos.cm}^{-1}$ , considerándose ligeramente tolerante a sales y clasifica a los suelos de acuerdo a su conductividad eléctrica en milimohos. $\text{cm}^{-1}$  de la siguiente manera:

< 2	no salino
2 – 4	ligeramente salino
4 – 8	salino
8 – 16	muy salino

De los tratamientos que se evaluaron, 7 presentaron CE iniciales que se clasifican como muy salino. Esto sugiere él porque no hubo germinación en los tratamientos 8 y 9 (Cuadro 5 y Figura 1). Estos resultados coinciden con lo mencionado por Ayers *et al.* (1952), en relación a que la salinidad produce una disminución en el porcentaje de semillas germinadas y un aumento en el tiempo de germinación y emergencia, así como una disminución de la tasa de absorción de agua de las semillas en germinación. En el cuadro 5 se puede observar que en los tratamientos 1 y 10 se tienen las CE más bajas, y fueron los mejores tratamientos en todas las variables, sin existir diferencia significativa entre ellos. Los valores de CE en estos tratamientos son los que más se aproximan a los valores de la clasificación de Baratos *et al.*

Cuadro 5. Concentración de resultados y comparación de medias para las variables del sustrato.

TRATAMIENTO	CE Inicial	CE Final	pH Inicial	pH Final	Da g.cm <sup>-3</sup>
<b>TN100</b>	4.29 F	5.19 C	5.73	6.56 E	0.225
<b>TN90+CC10</b>	7.01 F	5.64 C	6.05	6.76 DE	0.196
<b>TN75+CC25</b>	10.08 EF	5.25 C	6.07	6.89 D	0.205
<b>TN50+CC50</b>	20.20 DEF	7.01 C	5.84	7.26 C	0.195
<b>CC100</b>	31.50 D	5.60 C	5.09	7.34 C	0.244
<b>TN90+L10</b>	29.40 DE	10.50 C	5.00	7.29 C	0.185
<b>TN75+L25</b>	53.10 C	13.10 C	5.32	7.74 B	0.235
<b>TN50+L50</b>	83.05 B	29.36 B	4.72	8.40 A	0.370
<b>L100</b>	129.80 A	55.73 A	5.14	8.32 A	0.595
<b>TN75+P25</b>	2.25 F	6.20 C	6.05	6.80 D	0.190
C. de V, %	23.79	34.26	12.59	1.79	nd
Nivel de Significancia	**	**	NS	**	nd

Al analizar la variable pH, se tomo en cuenta que Rojas (1985) mencionó que los cultivos toleran más la alcalinidad y se consideran suelos cultivables aquellos que tienen un pH entre 5 y 9. De acuerdo a esto, consideramos que el pH no fue un factor limitante excepto en el tratamiento 8 (turba negra + lechuguilla al 50%) donde se tuvo el valor de el pH inicial más ácido (4.72); en los demás tratamientos, se presentaron valores de pH entre 5 y 6.07, al inicio y de 6.56 – 8.40 al final (Cuadro 5 y Figura 4).

#### Conductividad Eléctrica Inicial

Los tratamientos 9 y 8 presentaron las C.E. mas altas con valores de 129.85 mmhos y 83.05 mmhos respectivamente, seguidos de los tratamientos 7

y 6, en esta variable se observó que conforme se incremento el porcentaje de lechuguilla se incrementó la CE y también ocurrió lo mismo con la cascarilla de café (Figura 1).

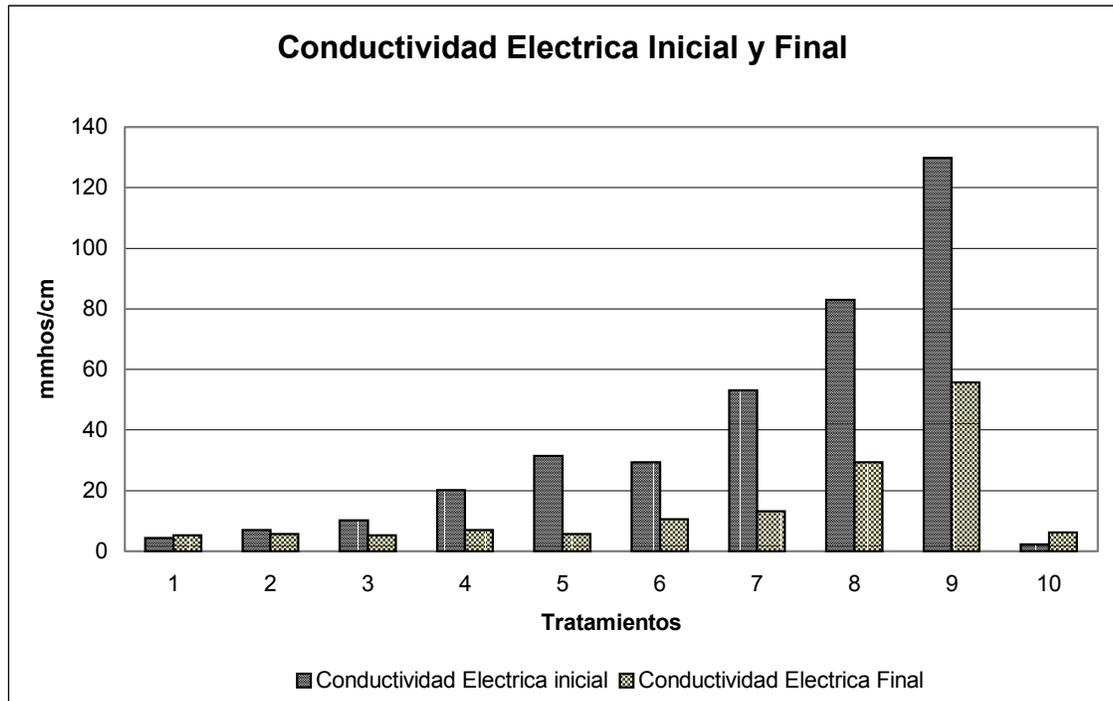


Figura 1. Conductividad Eléctrica Inicial y Final de 10 sustratos.

### Conductividad Eléctrica Final

En general, se observó una disminución en los valores de todos los tratamientos, excepto en los tratamientos 1 y 10 en los cuales, los valores subieron (Figura 1).

### Porcentaje de Emergencia

Los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento de turba al 100%, seguido de la mezcla de turba + Perlita al 25% con 87 y 83% de emergencia respectivamente, mientras que en el sustrato de lechuguilla al 100% y turba +

Lechuguilla al 50% no hubo germinación. También, se puede observar que conforme se incrementó el porcentaje de sustrato, tanto de café o lechuguilla la emergencia se redujo (Figura 2).

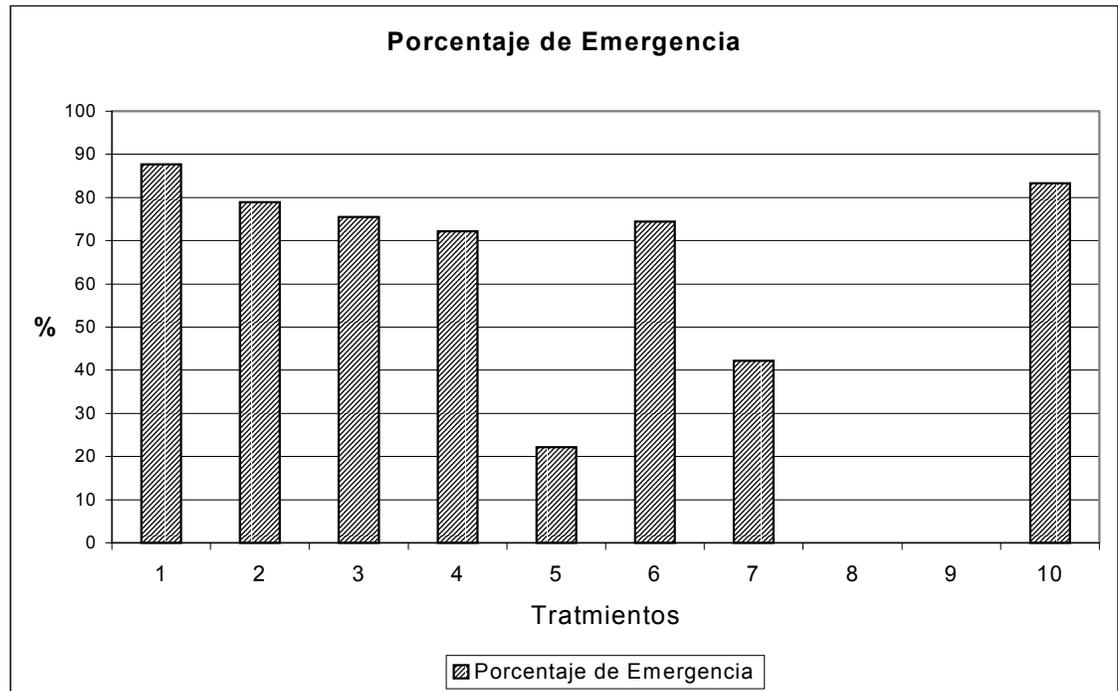


Figura 2. Porcentaje de Emergencia en 10 sustratos.

### Número de Hojas

Los tratamientos con mayor número de hojas fueron la turba al 100% y turba + Perlita al 25% con valores de 6 y 5 hojas respectivamente (Cuadro 4).

### Peso Fresco y Peso Seco

En estas variables al igual que las anteriores los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos 1 y 10 respectivamente y también los resultados más bajos fueron para los tratamientos 7 y 5 (Cuadro 4).

### Diámetro de Tallo

En esta variable los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento 10 con un promedio en las tres repeticiones de 27 mm, seguido del tratamiento 1 con un promedio de 24 mm (Figura 3).

### Altura de Planta

En esta variable el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento de turba + Perlita al 25%, seguido de turba al 100% con un valor de 10.38 y 10.08 cm respectivamente, los resultados más bajos fueron para los tratamientos de cascarilla de café al 100% y turba + lechuguilla al 25% (Figura 3).

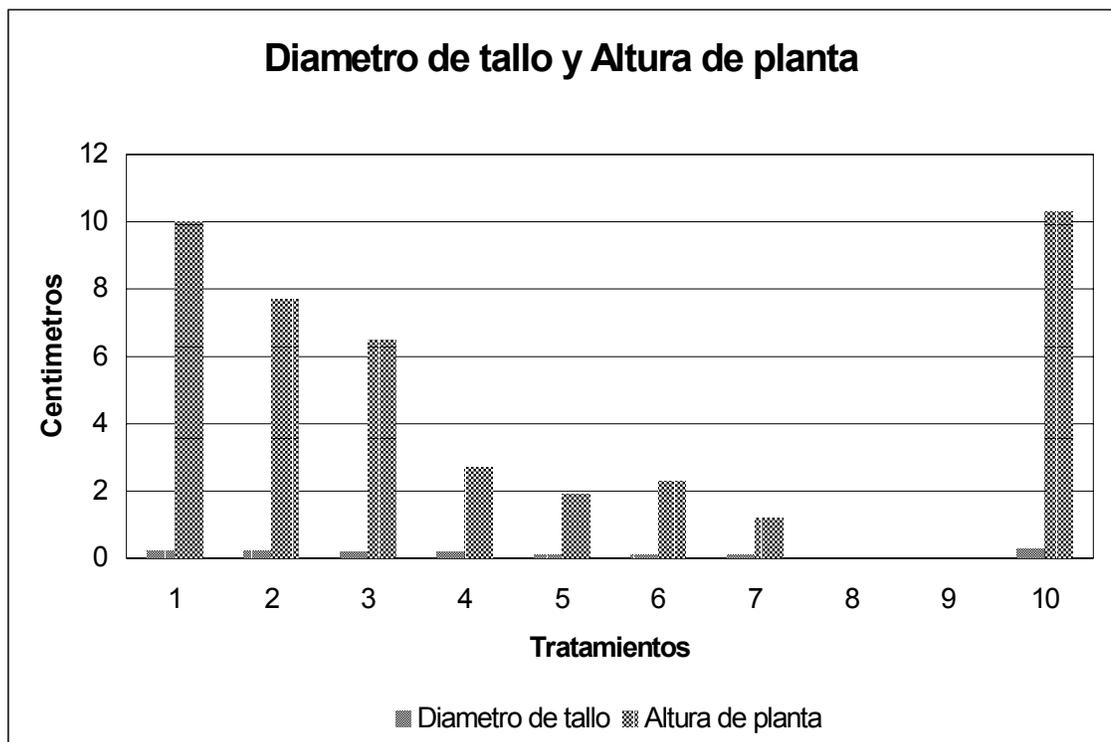


Figura 3. Diámetro de tallo y altura de planta en 10 sustratos.

## pH Inicial y Final

En esta variable se observa que en todos los tratamientos el pH final se incrementa, es decir que los sustratos tienden a alcalinizarse (Cuadro 5 y Figura 4).

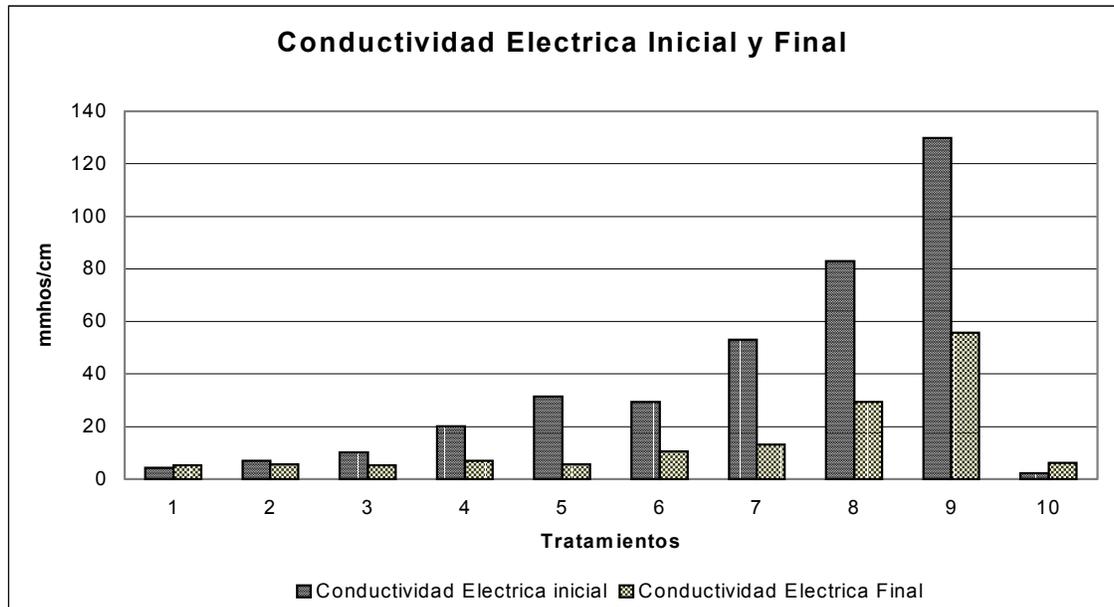


Figura 4. Potencial de hidrogeno (pH) Inicial y Final en 10 sustratos.

## Densidad Aparente

En general los resultados obtenidos en esta variable son bajos, siendo el valor mas alto de 0.595 y el mas bajo de 0.19. Estos resultados entran dentro del parámetro que maneja la literatura como Baja densidad Aparente.(Cuadro 5).

## CONCLUSIONES

En los resultados obtenidos, se puede observar que conforme se incrementa el porcentaje de cascarilla de café o de lechuguilla en el sustrato, la calidad de la planta disminuye hasta inhibir totalmente la germinación. Debido principalmente a los contenidos de sales, expresado como conductividad eléctrica.

Las plantas con mejores características agronómicas fueron aquellas que se desarrollaron en turba negra al 100%.

La germinación se logró más rápidamente en el sustrato de turba negra +25% de perlita.

El residuo del tallado de la lechuguilla y la cascarilla de café solo o en alta concentración, no pueden ser utilizados como sustratos para producir plantas de calidad.

## BIBLIOGRAFIA

- Abad, B.M. 1993 Sustratos. Características y Propiedades. Curso Superior de Especialización sobre Cultivos sin Suelo. FIAPA. Almería, España pp 47-61.
- Avilés, HP 1997. INEGI. E - mail: [paviles@cis.inegi.gob.mx](mailto:paviles@cis.inegi.gob.mx)
- Fernández, M.M.; Aguilar, M.I.; Carrique J.R.; Tortosa, J.; García, C.; López, M.; Pérez, J.M. 1998. Suelo y medio ambiente en invernaderos. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Jean D. Aylsworth. Producción de pepino Reducción de los costos del sustrato. Productores de Hortalizas. Abril 1996. Pag. 32. CANOVAS, F.; DÍAZ, J.R. 1993.
- Jesús Baratos ; Guillermo Sicilia; Antonio Remesal, Curso para el S.P. y D.A. de Burgos; Análisis de suelos Junio 1986.
- Llurba, M. 1997. Parámetros a tener en cuenta en los sustratos. Revista Horticultura Nº 125 - Diciembre 1997.
- Rojas G., M.1985. Fisiología Vegetal Aplicada. Tercera edición departamento de biología ITESM. Ed Trillas, México.
- Maroto, J.V. 1990. Elementos de Horticultura General. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Sade, A. 1997. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones generales. Ed. Hazera España 90, S.A. Tel Aviv. Israel.

Terres, V.; Artetxe, A. y Beunza, A. 1997. Caracterización física de los sustratos de cultivo. Revista Horticultura N° 125 - Diciembre 1997.

Urrestarazu, M. 1997. Manual De Cultivo Sin Suelo. Ed. Servicio de Publicaciones Universidad de Almería. Almería.