

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA.
UNAN-LEON
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE AGROECOLOGÍA**



**Validación de diferentes sustratos en la producción de plántulas de chiltomo
(Capsicum annuum) en el periodo de Mayo-Julio del 2006, CNRA, Campus
Agropecuario Unan-León.**

Previo para optar al título de Ingeniería en Agroecología Tropical.

Presentado por:

Br: Sandra del Socorro Guido Berríos.

Tutor: Ing. Jorge Luís Rostrán Molina.

León, Nicaragua, Octubre 2007

Índice.

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Resumen.....	iii
I. Introducción.....	1
II. Objetivos.....	2
III. Hipótesis.....	3
IV. Marco teórico.....	4
4.1. Sustratos.....	4
4.1.1 Características de un sustrato.....	4
4.1.2 Sustratos inorgánicos.....	5
Perlita.....	5
Vermiculita.....	6
Arcilla expandida.....	6
Lana de roca.....	6
Poli estireno expandido.....	6
4.2.1 sustratos de turbas y otros componentes.....	7
Turbas y arena.....	7
Turbas y perlita o turba y vermiculita.....	7
Arena.....	7
4.3 Sustratos orgánicos.....	8
4.3.1 cascarilla de arroz.....	8
4.3.2 Corteza de pino.....	8
4.3.3 Fibra de coco.....	9
Propiedades físicas de las fibras de coco.....	9
4.4 Problemática de los sustratos.....	9
4.4.1 Propiedades químicas de los sustratos.....	12
4.5 Compost.....	12
4.6 Lombri abono.....	13
4.7 Bokashi.....	14
4.8 Características físicas para la selección de los sustratos.....	16
4.9 El cultivo de chiltomo.....	16
V. Materiales y métodos.....	18
5.1 Descripción de la zona de estudio.....	16
5.1.1 Materiales.....	16
5.1.2 Metodología.....	17
5.2 Variables a medir.....	21
VI. Resultados.....	24
VII. Conclusiones.....	33
VIII. Recomendaciones.....	35
IX. Bibliografía.....	36
Anexos.....	38

DEDICATORIA.

A mis padres y profesores que participaron en mi formación profesional y quienes estuvieron conmigo incondicionalmente en cada paso que daba y cada vez que necesitaba de ellos.

A mis amigas que con su cariño me alentaron siempre seguir adelante con mis metas y aspiraciones.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a Dios por haberme dado la vida y permitir a mis padres darme la educación y valores para llegar a profesionalizarme en lo que era mi sueño.

A mis padres Jarbin Guido y Francisca Berríos por estar siempre apoyándome moral y económicamente.

A mis hermanos Ángela y Harvin por su colaboración en mi formación profesional.

A todo el claustro de docentes de la escuela de agro ecología de la UNAN-León quienes intervinieron en mi formación profesional, especialmente a el ingeniero Jorge Rostrán tutor de la tesis ayudándome siempre ha aclarar dudas y guiarme con éxito hasta culminar; PhD Xiomara Castillo quien colaboro dándome consejos y facilitándome documentos para realizar la investigación.

A mis amigas Ángela Arbizú quien en su momento también ayudo a la realización de la investigación y a Beatriz Toral que siempre me dio apoyo incondicional y ánimos cuando tenía dificultades en la realización de la investigación.

Al ingeniero Naruo Kazuhiro quien colaboró en los análisis de las características físicas de los sustratos.

Al señor Alfonso Ruiz quien colaboró en la producción de las plántulas desde la siembra hasta el trasplante a terreno definitivo.

Resumen

Nicaragua es un país inminentemente agrícola, tradicionalmente se producían plántulas en almácigos, hoy en día existe una técnica de producción de plántulas en bandejas de poli estireno con sustratos de turba rubia y negras de elevado costo y poco accesible, es por ello que surge la necesidad de producir sustratos alternativos que satisfagan las demandas de todo productor a precios accesibles. Esta investigación tiene como objetivos: determinar la calidad de los sustratos, identificar el sustrato que brinde calidad de plántulas y determinar el costo de producción de los sustratos. El diseño metodológico utilizado fue: un bloque al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones cada uno: T1 cascarilla carbonizada 40%, tierra 30%, bokashi 30%, T2 aserrín carbonizado 40%, arena 30%, Compost 30%, T3 estopa de coco 40%, tierra 30%, lombriabono 30%, T4 arena 40%, tierra 30%, estiércol 30%, T5 poroplast 50%, tierra 50%, T6 tierra 100%, T7 arena 30%, tierra 30%, aserrín carbonizado 40%. Las variables que se midieron fueron: características físicas y químicas en los sustratos como DA, DR, Porosidad, Infiltración, Capacidad de retener agua, pH, Materia Orgánica, y en plántulas se midió altura, número de hojas, diámetro del tallo, peso fresco de la plántula, costos de elaboración de los sustratos. Los resultados obtenidos en la investigación fueron, en las características físicas los tratamientos T1 y T3 se encontraron en el rango óptimo. La emergencia de las plantas fue de un 87% - 97% a los 15 días después de la siembra. La altura mayor la obtuvo el T1 con promedio de 5.32 y el T4 con 4.77 cm. el T1 y T4 obtuvieron el mayor promedio de número de hojas no encontrando diferencias significativas entre ellos, sin embargo con los cinco tratamientos comparativos si presentan diferencias significativas. En diámetro del tallo los tratamientos T1, T2, T4 tienen el mayor promedio presentando diferencias significativas con el resto de tratamientos. En conclusión se determino que el T1 y T3 presentan las características físicas optimas encontrándose en los rangos de 0.1-0.7 g/cm³ DA, 1.45-2.65 g/cm³ en Dr, baja porosidad, 0.024-9 ml/min en infiltración, alta capacidad de retención de agua con 73.04 - 67.27 % y materia orgánica de 21.6-29.6 %. A los siete días después de la siembra los tratamientos alcanzaron una emergencia mínima de 1.39% en el T7 y máxima de 25% en el T3, pero a los 15 días todos los tratamientos alcanzaron una emergencia que oscilaba entre 87%-97%. Existe diferencia significativa entre la altura promedio del T1 con el resto de tratamientos, el T4 obtuvo el segundo promedio de altura, los tratamientos que presentaron el mayor número de hojas son el T1 y T4 presentando diferencia significativa con el resto de tratamiento. Los tratamientos que presentaron el mayor diámetro son los T1, T2 y T4, siendo significativamente diferente del resto de tratamientos. El mayor peso lo obtuvo el tratamiento T4 encontrándose diferencia significativa con el resto de tratamientos. Se recomienda realizar la siembra con profundidad uniforme para obtener una emergencia homogénea, utilizar los sustratos del T1 en una mezcla de 30% tierra, 30% cascarilla carbonizada, 40% bocashi y T4 en mezcla de 30% tierra, 30% arena, 40% estiércol seco por presentar los mejores resultados y un costo de producción menor.

I. Introducción.

La técnica de cultivo en agua con o sin sustratos ya se experimentaba en el siglo XVII empleándose para conocer los requerimientos en fertilizantes de las plantas, su desarrollo comercial se inicio en 1930. El cultivo en sustrato mayormente lana de roca comienza su expansión en Holanda a principio de los años 70. En España la utilización de los sustratos en cultivos empieza en la década de los 80 principalmente en el este peninsular disponiéndose bajo invernaderos de climas pasivo (J López – Gálvez, 1996).

Nicaragua es un país inminentemente agrícola, tradicionalmente el agricultor cultivaba las plantas que necesitaba. Esta operación se realizaba en instalaciones muy rusticas, conocidas como almacigo, donde la siembra se hacia en eras, aportándose estiércol muy descompuesto para mejorar su fertilidad. Estas se cubrían con arena fina para evitar la formación de costra superficial, facilitar la emergencia de las plántulas consiguiéndose un sustrato idóneo para el buen desarrollo del sistema radicular. La siembra se hacia al voleo o en líneas marcadas, previamente, con un surco muy superficial y se cubría con arena fina o tierra tamizada, llegado el momento del trasplante se procedía al arranque, para proceder a plantación al terreno definitivo a raíz desnuda (J. López – Gálvez, 1996).

El nacimiento de las empresas dedicadas a la producción de plántulas incorporaron nuevas técnicas de semillado, pregerminado e introdujeron equipos automáticos para producir plantas con garantías de homogeneidad, vigor y sanidad en un plazo de entrega prefijado. La siembra las hacen en bandejas de polietileno expandidos que tienen entre 72 y 228 celdas con medida de 4 x 4 y 3 x 3 cm respectivamente. Las mezclas de turba rubia y negra son las más usuales, a las que en ocasiones se les añade vermiculita, por ejemplo el conocido como peatmoss o promix, estos sustratos tienen un valor elevado no accesible para todo productor. En esta investigación se estudiaran sustratos orgánicos, minerales y sintéticos alternativos para la producción de plántulas, con la finalidad de responder a la necesidad que existe de producir sustratos a bajo costo, buena calidad y accesibles a todo productor.

II. Objetivos.

General:

-Evaluar diferentes sustratos alternativos para la producción de plántulas.

Específicos:

- ❖ Determinar la calidad de los sustratos.
- ❖ Identificar los sustratos que brinden calidad de plántulas.
- ❖ Determinar el costo de producción de los sustratos.

III. Hipótesis.

Se apreciará una marcada diferencia en comportamiento al menos en dos de los sustratos.

IV. Marco teórico.

4.1. Sustratos.

Un sustrato es el medio de crecimiento y anclaje radicular que no están basados en un suelo mineral. Sustrato es todo material sólido diferente del suelo ya sea de síntesis natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico. Si se coloca en un contenedor solo o mezclado tiene una función de anclaje del sistema radicular de la planta y que al ser un soporte para la misma intervienen en el proceso de nutrición (CIDAPA, 2004). Un sustrato es todo aquel material donde es posible cultivar una planta que no corresponde al suelo, existe una gran variedad de sustrato provenientes de diferentes explotación; agrícola, forestales, industriales etc. ejemplo cascarilla de arroz, pino compostado, arena entre otros (www.ric.pao.org/prior/segalim/aup/pdf/).

4.1.1 Características de un sustrato.

- Partículas que lo componen de tamaño no inferior a 0.5 y no superior a 7 mm.
- Retengan una buena cantidad de humedad pero además faciliten la salida de los excesos de agua que pudiera caer en el riego o con la lluvia.
- No retengan mucha humedad en su superficie.
- No se descompongan o se degraden con facilidad.
- Preferiblemente que tengan coloraciones oscuras.
- No estén contaminados por residuos industriales o humanos.
- No contengan microorganismos perjudiciales a la salud de los seres humanos o de las plantas.
- Sean abundantes y fáciles de conseguir, transportar y manejar.
- Fino, aireado, libre de semillas de malezas, insectos y patógenos.
- Accesibles y disponibles a bajo costo.
- Fácil de mezclar.
- Fácil de desinfectar.
- Resistente a cambios extremos físicos, químicos y ambientales (Canovas 1993).

En la actualidad existe una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos y su elección dependerá de la especie vegetal a propagar, tipo de patógeno, época, sistema de propagación, precio, disponibilidad y características propias del sustrato (Hartmann y Kester, 2002).

Los materiales alternativos que han sido probados y que cumplen la mayoría de estos requisitos son los siguientes:

-cascarilla de arroz: es necesario lavarla o dejarla fermentando bien humedecida antes de sembrar o transplantar durante 10-20 días según el clima de la región (menos días para los climas mas calientes).

-Aserrin de madera que no sean rojas ni de pinos, el aserrin debe ser apenas una pequeña parte (entre el 15-20%) del sustrato que se debe colocar en una bandeja de cultivo pues cantidades muy grandes pueden ser perjudiciales para el desarrollo de algunas plantas.

-Hormigón o arena volcánica lavada.

-Arena de río o corrientes de agua limpia.

Los materiales mencionados se pueden utilizar solos pero también algunas mezclas de ellos en diferentes proporciones han sido probadas para el cultivo de más de 30 especies de plantas.

Las mezclas mas recomendadas de acuerdo a los ensayos hechos en varios lugares son 50 % cascarilla de arroz con 50 % de escoria de carbón.

80 % cascarilla de arroz con 20 % de aserrin.

60 % cascarilla de arroz con 40 % arena de río.

60 % cascarilla de arroz con 40 % de escoria volcánica.

50 % cascarilla de arroz con 40 % de escoria volcánica y 10 % de aserrin de madera.

En este sistema de cultivo la raíz de la planta crece y absorbe agua y nutrientes que son aplicados diariamente a la mezcla de materiales sólidos llamado sustratos

(Hartmann y Kester, 2002).

4.2 Sustratos inorgánicos.

Perlita: es de origen volcánico procedente de los depósitos de lava sometidas a altas temperaturas (900-1400°C) se expanden y dan unas partículas blancas de poco peso, estériles y

muy útiles para proporcionar porosidad y aireación al sustrato, posee una capacidad de retención de agua de hasta 5 veces su peso. Tiene un pH de 7-7.5

Vermiculita: es un tipo de mica que sometido igualmente a altas temperaturas se expande y da un producto que tiene buena capacidad de intercambio iónico, es decir de retener nutrientes. Aporta igualmente porosidad al sustrato su pH es de 7-7.2

Arcilla expandida: obtenida a partir de cierta arcilla sometida a altas temperaturas que forman una bola que poseen baja capacidad de retención de agua y buena capacidad de aireación su pH esta entre 5-7

Lana de roca: obtenida al fundir a altas temperaturas (1500°C) rocas volcánicas basálticas, calizas y carbón de coke, dando origen a unas fibras que se mezclan con unas resinas para estabilizarlas, también se le añaden sustancias que le confieren una gran capacidad de absorción de agua. Pueden retener hasta el 80 % de su volumen en agua y tienen una porosidad elevada su pH oscila entre 7-9.5

Poli estireno expandido: es un plástico desmenuzado de color blanco muy ligero y con poca capacidad de retención de agua y mucha porosidad su pH oscila entre 6-6.3

4.2.1 Sustratos de turbas y otros componentes.

Las turbas son materiales orgánicos de origen vegetal, más o menos humificados, descompuestos de modo incompleto a causa del exceso de agua y que se van depositando con el transcurso del tiempo, lo que favorece la formación de estratos. Se generan en medios acuosos, ácidos y por tanto bajo contenido trófico.

Existen diferentes tipos de turbas que se clasifican, sobre todo por su grado de descomposición (débil, medio y alto) y por los materiales que las componen (turba fibrica, hémica y sáptica). Su relación carbono/ nitrógeno es variable.

Se utilizaban por sus buenas condiciones físicas, ya que las químicas se pueden modificar fácilmente. Como sustratos se pueden utilizar las fibricas, por su mayor porosidad y las pardas o rubias, poco descompuestas que se caracterizan por una estructura mullida, porosidad elevada, alta capacidad de retención de agua, baja densidad aparente y poca salinidad.

Las turbas rubias, poco humificadas, suelen presentar una capacidad de intercambio catiónico de unos 125meq/100g, con una densidad aparente entre 60-100 kg/ m³, una densidad real entre 1400-1650 kg/m³ y una porosidad superior al 95 %.

El ritmo de formación de las turbas es de unos 6.5 cm por siglo, por lo que se puede considerar como un recurso no renovable, debiéndose programar su explotación (Nelson, 1998; Pastor, 1999).

Antiguamente la turba se utilizaba como combustible y actualmente tiene una gran aceptación como sustrato en la floricultura y horticultura, especialmente en viveros y semilleros, importándose la mayor parte desde Canadá, Rusia, Finlandia y Alemania.

Es muy frecuente que en los cultivos en bandejas utilizan sustratos formados a base de turba y otras sustancias que mejoran sus propiedades físicas algunas de estas mezclas son:

Turba y arena: se utilizan mezclas en diversas proporciones dependiendo del tipo de cultivo si se utiliza en semilleros, enraizados, etc.

Turba y perlita o turba y vermiculita: suelen utilizarse estas mezclas en el enraizado de esquejes normalmente se mezclan en partes iguales.

Arena.

La arena es un material de naturaleza silícica con un contenido de SiO_2 mayor del 50 % y cuya composición depende de la roca madre, pueden proceder de canteras siendo más homogéneas y con formas angulosas debido al quebrantamiento al que han sido sometidas o bien de ríos en cuyos casos suelen estar mezcladas con materiales calcáreos y tener formas redondeadas. Como sustrato se utiliza la arena gorda con granulometría comprendida entre 0.2 y 2mm, debiendo estar exentas de partículas limosas y arcillosas y en caso de proceder de río, tener un material calcáreo sobre todo carbonato calcico inferior al 10 %.

La densidad aparente seca es mayor de 1.500 kg/m^3 ya que los gránulos no son porosos. La porosidad total de carácter ínter granular es inferior al 50% sus propiedades se corresponden con la ley de las mezclas sobretodo para la retención de agua que es función de la granulometría. Su pH puede variar entre 4 - 8 y su CIC es prácticamente nula inferior a 5 meq/100gr.

La arena con granulometría inferior a 0.5 mm tienen gran capacidad de retención de agua, pero son muy asfixiantes, ya que la fuerza de retención aumenta a medida que disminuye el tamaño de las partículas.

La arena es un sustrato muy duradero debido a su gran resistencia mecánica, se utiliza sola o mezclada con otros sustratos especialmente turba para aumentar la densidad del compuesto

resultante, en caso de los sustratos con elevada capacidad de retención de agua, siendo necesario para ella utilizar al menos un 75% de arena, el uso de arena con sacos de cultivos esta empleándose en invernaderos de Murcia y Almería (J.Lopez-Gálvez, 1996).

4.3 Sustratos orgánicos.

4.3.1 Cascarilla de arroz: Este ingrediente mejora las características físicas del suelo y de los abonos orgánicos, facilitando la aireación, la absorción de humedad y el filtrado de nutrientes. También beneficia el incremento de la actividad macro y microbiológica de la tierra, al mismo tiempo que estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas. (Restrepo, 1998). Es además, una fuente rica en sílice, lo que beneficia a los vegetales, pues lo hace mas resistente a los ataques insectos y microorganismos a largo plazo se convierte en una fuente de humus. En la forma de cascarilla carbonizada, aporta principalmente fósforo, potasio y ayuda a corregir la acidez de los suelos (Restrepo, 1998).

4.3.2 Corteza de pino: la corteza de árboles comprende la interna, externa y representa aproximadamente el 10% del volumen del árbol como sustratos se pueden utilizar cortezas de diferentes especies de árboles, aunque en España la más usada es la corteza de pino por ser la más abundante en la zona y se obtiene como subproducto en la industria maderera. Al ser un material natural puede existir una gran variabilidad en su composición, dependiendo del árbol, tipo de suelo, época del año en que se tala etc. Contiene una gran cantidad de materiales orgánicos y pocas sustancias minerales. Las cortezas se pueden utilizar en fresco o compostadas, en el primer caso se puede producir una deficiencia de nitrógeno, un detrimento de la planta cultivada, ya que la relación C/N es muy elevada con valores entre 100 y 200 también pueden existir problemas de toxicidad debido a la presencia de fenoles y de manganeso estos problemas se evitan con el compostaje. Las propiedades físicas de las cortezas dependen de los tamaños de sus partículas siendo conveniente que aproximadamente un tercio de su peso esta constituido por partículas de tamaño inferior a 1mm. Es un sustrato ligero con densidad aparente variable entre 100 kg/m³ para las partículas finas, la porosidad suele ser mayor del 80%, pero con una débil capacidad de retención de agua y una capacidad de aireación muy elevada. Su pH es algo ácido (corteza fresca) o neutra (corteza compostada) y su capacidad de intercambio catiónico es de unos 50 meq/100gr (J. López- Gálvez, 1996).

4.3.3 Fibra de coco: esta compuesta básicamente de lignina y celulosa proveniente del mesocarpio del fruto del cocotero, sin duda se trata de un material que presenta unas propiedades químicas y fisicoquímicas muy adecuadas para el cultivo, de ellas se podrían destacar su excelente nivel de pH las ventajas de la fibra de coco se han enumerado por diversos autores por ejemplo (Meerow, 1994) las anuncia como:

Alta capacidad de retención de agua, excelente capacidad de drenaje, ausencia de semillas y patógenos, es resistente físicamente, se trata de un recurso renovable sin Consecuencia medioambiental en su uso, descomposición lenta, niveles aceptables de pH, CIC, CE.

Propiedades físicas de la fibra de coco.

Densidad: 0.08-0.12gr/cm.³

Porosidad total % Vol.: 80-82%.

Espacio poroso mayor (200µm) % Vol. 8-12%.

Espacio poroso intermedio (mayor de 30 y menor de 200) % de Vol.

Espacio poroso capilar % Vol. 60-66 %.

Capacidad de aire % Vol. 20-30 %.

Agua fácilmente disponible AFD% Vol. 46-60 %.

Granulometría % del peso total.

Pasando malla 4 60%.

Pasando malla 16 36%.

Fibra de 2-3 cm. 4%.

4.4 Problemática de los sustratos.

1) Problemas de concepto: uno de los problemas mas importante del cultivo en sustratos es la existencia de un error conceptual en la mayor parte de los establecimientos comerciales donde se prioriza el costo económico y la simplicidad de la mezcla (un único sustrato de crecimiento para un número excesivamente grande de especies), en lugar de intentar satisfacer los requerimientos de cada especie cultivada, las razones para que ello ocurra se encuentra en un desconocimiento a la respuesta a diferentes combinaciones de la mayor parte de las especies (Di Benedetto, 2000).

En este sentido se debe entender que las características de los sustratos deben ser diferentes en función a su finalidad, distintas características deberían tener los sustratos destinados al enraizamiento de estacas o el crecimiento y desarrollo de diferentes especies vegetales no obstante se debe ir mas allá, ya que se tiene constancia de que las propiedades de los sustratos inducen características diferenciales de las plantas que crecen en ellos. De esta forma se pueden obtener plantas que cuyo destino sea transplantarlas a un terreno definitivo (Pastor, 1999).

2) Problemas de manejo: la propia experiencia dentro de los viveros que utilizan los sustratos como medio de cultivo demuestran que el propio manejo del sustrato es una de las claves del éxito de la explotación es el correcto uso del sustrato sobre todo respecto a la gestión del agua y del oxígeno, las que abre las puertas a una producción adecuada un buen sustrato puede comportarse de manera muy deficiente si no se maneja adecuadamente esto obliga a que el viverista deba conocer minuciosamente las características de los sustratos si se quiere optimizar su utilización (Pastor, 1999).

3) Problemas de precio: el productor que ha decidido utilizar como medio de cultivo un sustrato agrícola debe decidir si lo compra listo para ser usado o si adquiere los materiales en forma separada para posteriormente, preparar la mezcla mas adecuada a sus necesidades muchas veces el desconocimiento de los pasos y materiales involucrados en la preparación de las mezclas de sustratos conducen al agricultor a tomar decisiones equivocadas (Nelson, 1998).

En consecuencia el precio del sustrato a de ser accesible y lo más económico posible como es lógico, el precio acostumbra ser elevado para aquellos materiales cuyo centro de consumo se encuentran alejados de los puntos de extracción o fabricación (es el caso de las turberas) esto ha abierto nuevas expectativas de materiales que hasta hace poco tiempo no eran considerados (Nelson, 1998); Pastor, 1999).

4) Problemas de reproductividad y disponibilidad: actualmente el suministro y homogeneidad de los sustratos es uno de los problemas mas importante desde el punto de vista practico, turbas, lanas de roca, perlita, vermiculita, fibra de coco, etc. presentan importantes diferencias a nivel de suministro y calidad de los materiales en cada uno de los siguientes centros de producción o fabricación (Abad, 1993). En este sentido el sustrato debe de estar

disponible al viverista en cualquier época del año y ha de mantenerse una homogeneidad en la calidad del material a lo largo del tiempo. Es decir deben producirse variaciones significativas de las características del sustrato, ya que esto obligaría al viverista a modificar su manejo cada vez que reciba una nueva partida lo que desde el punto de vista práctico y económico resulta poco operativo (Abad, 1993; Bures, 1997; Pastor, 1999).

5) Problemas Ambientales: la mayor sensibilización social hacia el agotamiento de los recursos no renovables y la protección medioambiental esta afectando la mezcla de materiales que puede formar parte de un sustrato agrícola (Lemaire, 1997; Pastor, 1999). Consecuentemente cada día un buen número de países esta implementando fuertes restricciones a la extracción indiscriminada de materiales autóctonos como una forma de proteger sus ecosistemas (Carlita, 1999), junto a ello, gran parte de la investigación adicional en sustratos se dedica a estudiar el impacto ambiental asociado a su producción, como una forma de reducir el uso de pesticida, sustancias nutritivas y surfactantes en la mezclas (Riviére y Caron, 2001). En este sentido han ido apareciendo en el mercado materiales ecológicamente correctos como los procedentes del reciclaje de subproductos que son a la vez biodegradables o reciclables (Burés, 1997).

Los nuevos tiempos están haciendo que todos los materiales alternativos estén siendo cada vez más atractivos para poder ser inducidos en la dinámica productiva de las explotaciones tanto solas (si sus características lo permiten) como mezclados con materiales tradicionales es aquí donde la investigación juega un papel importante a la hora de estudiar y ensayar las mezclas adecuadas, establecer la necesidad de biotransformar los distintos materiales y evaluar el impacto social y ambiental que la producción de estos materiales trae consigo (Pastor, 1999; Riviére y Caron 2001).

La utilización de este tipo de materiales alternativos ofrece dos ventajas fundamentales:

a- las materias primas a los materiales utilizados en la fabricación de los sustratos tienen un costo alternativos menos que otros materiales tradicionales esto ocurre como consecuencia de la naturaleza de los componentes, puesto que en una gran mayoría se constituyen por materiales de origen autóctonos, de gran disponibilidad y bajo costo (Rainbow y Wilson, 1998).

b- Desde el punto de vista ecológico y económico, la biotransformación resulta ser uno de los métodos más favorables para el tratamiento de una gran cantidad de residuos orgánicos. Esto debido a que integra y da una finalidad productiva a materiales secundarios de otros procesos productivos (incluso industriales) que de otra manera hubiesen acabado acumulándose en pilas gigantescas sin ninguna otra utilización (Pastor, 1999).

6) Problemas de investigación: actualmente el conocimiento base de los sustratos provenientes de antiguos trabajos de sustratos y ciencias del suelo resulta en algunos casos insatisfactorios. Adicionalmente las nuevas metodologías propuestas para su reemplazo aun no han sido completamente probadas y estandarizadas, motivo por el cual no se han considerado como un conocimiento de referencia; por este motivo parte de la investigación debe dirigirse a incrementar la consistencia de los resultados analíticos y elaborar protocolos que faciliten su interpretación (Riviére y Caron, 2001).

4.4.1 Propiedades físicas de los sustratos.

La densidad aparente de un sustrato debe ser baja ya que de esta manera las raíces tienen facilidad para penetrar a través del mismo, al tiempo que el peso de la maseta no es grande.

4.4.2 Propiedades Químicas de los Sustratos.

Las propiedades químicas de un sustrato son importantes ya que de ellas dependerá en gran parte la disponibilidad de nutrientes según sea el pH del sustrato estarán disponibles en mayor o menor medida los iones de unos u otros minerales así por ejemplo: con un pH bajo están pocos disponibles los iones de calcio, azufre y potasio mientras, que a pH alto son poco asimilables los iones de fósforo, hierro, manganeso, zinc, etc por estos motivos el pH de un sustrato debe estar alrededor de 6.5 ya que este, es al parecer el punto de máxima disponibilidad de nutrientes, el sustrato ideal debe tener nutrientes en forma asimilable para la planta (nitrógeno, potasio, fósforo, azufre, calcio, magnesio y hierro entre los macro elementos y cobre, cinc, sodio, manganeso, boro, cloro y molibdeno entre los microelementos) estos nutrientes sobre todo el N, P, K deben ser aportados mediante abonados ya que las necesidades de las plantas son grandes y el espacio con sustrato de una bandeja es pequeño (http://www.infoagro.com/abonos/pH_suelo.htm).

4.5 Compost: la técnica del compostaje para la producción de sustratos de uso hortícola están bastante generalizado, aunque el proceso y la obtención del producto final no están exento de

problemas. Se logran un sin número de ventajas tanto desde el punto de vista agrícola como medio ambiental. Su principal ventaja es que cumple con las normas más estrictas de requisito desde el punto de vista medio ambiental, es decir no solo un residuo de otra actividad agrícola, sino que esta actividad es la misma que puede insumir dicho producto de nuevo lo que podría convertirlo en un perfecto ciclo (Restrepo, 1998).

4.5.1 Composición Química.

Químicamente el Compost contiene nitrógeno total de 9.2 mg/100g, 30mg/100g de fósforo, 2300 mg/100g de potasio, 50mg/100g de calcio, 129.5mg/100g de magnesio, materia orgánica de 22%, pH de 6.4 (Dóvalo, 1999).

4.6 Lombriabono.

El Lombriabono es la excreta de la lombriz, la cual se alimenta de desechos en descomposición, asimila una parte para cubrir sus necesidades fisiológicas y la otra parte la excreta. Este material es conocido también como vermicomposta y humus de lombriz. El Lombriabono permite mejorar los suelos tanto química (aumento de contenido de nutrientes), física (mejora textura y estructura) y biológica (incremento de microorganismo), que lo convierte en un producto de alto valor agrícola y ambiental.

Composición Química: la composición química y calidad del Lombriabono esta en función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz. Un manejo adecuado de los desechos, una mezcla bien balanceada, permite obtener un material de buena calidad. Químicamente el lombriabono obtenido alimentando a las lombrices con estiércol, contiene nitrógeno total de 1.15 %, fósforo un 2992 mg/100gr potasio, 619.3 mg/100gr, calcio 905 mg/100gr, magnesio 550.8 mg/100gr, materia orgánica de 22.95%, pH de 7.5 y conductividad eléctrica de 1596.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Rostrán, et. al, 2003).

Sustancias Húmicas: es el resultado del proceso de degradación y descomposición hasta los componentes elementales de las proteínas, carbohidratos y otros elementos en el proceso de mineralización. Los productos resultantes pueden ser objeto de resíntesis y polimerización dando lugar a nuevos agregados llamados ácidos húmicos. En este proceso se produce la formación de componentes inorgánicos como N, P, K.

Dicho en otras palabras las sustancias húmicas equivalen al producto final del proceso de descomposición que sufren los desechos orgánicos con o sin lombrices, razón por la cual es alto el contenido de esta sustancia en el Lombriabono, lo que facilita a la planta una mejor absorción de nutrientes. También se asocian la presencia de estas sustancias húmicas con la actividad enzimática generada por los microorganismos, además de que aportan una amplia gama de sustancias fitoregulatoras de crecimiento (Restrepo, 1998).

Acidez: el Lombriabono tiene un pH prácticamente neutro, con valores que oscilan entre 6.8 – 7.2, característica que le permite ser aplicado en contacto directo con la semilla sin causar daño, si no al contrario creando un medio desfavorable para ciertos microorganismos patógenos y favorable para el desarrollo de la planta.

Características físicas: su color varía entre el negro, café oscuro y gris, dependiendo del desecho reciclado; no tiene olor y es granulado.

Calidad del Lombriabono.

Una de las reglas existentes para caracterizar este abono se basa en la capacidad de las plantas para asimilar este producto y en base en la granulometría; de acuerdo con el tamaño que tiene el grano.

Grano fino: Es con lo que se obtiene la más alta capacidad de absorción, se emplea principalmente en plantas con necesidades urgentes de nutrientes (0.1 – 0.75 mm)

Grano medio: Se utiliza en fruticultura y horticultura básicamente se aplica en mezcla con otros sustratos (0.75 – 3 mm).

Grano grueso: La aplicación de este se hace en campo principalmente en cultivos arbóreos (frutales, forestales) los cuales absorben nutrientes de forma más lenta (mayores a 4 mm).

Fauna presente en el Lombriabono:

Análisis realizados a diferentes muestras de Lombriabono muestran una fauna saprófaga en su mayoría. Esta cumple una función importante en el suelo, pues ayuda a descomponer residuos de cosecha y otros, así como a la diversidad de microorganismos benéficos como es el caso de Micorrizas. La característica más importante del Lombriabono es su alta carga microbiana, la cual lo ubica como un excelente material regenerador de suelos; esto ha sido demostrado con aplicaciones a suelos erosionados y con bajos contenidos de materia orgánica, a consecuencia

de la aplicación de agroquímicos, observándose en los suelos donde se aplica el humus de lombriz una extraordinaria proliferación de la flora bacteriana. (Martínez, Claudia, 1997)

4.7 Bokashi: el abono orgánico tipo Bokashi, se define como un abono fermentado suavemente, producido a partir de estiércol de gallina, granza de arroz, semolina y melaza. Pero hoy día, no existe una fórmula para preparar los abonos orgánicos, sólo existen principios básicos y una tecnología que los propios agricultores deben desarrollar utilizando una variedad de alternativas y manejo de recursos naturales que existen en su medio.

Características del Bokashi:

1. El proceso es rápido, entre 7 a 10 días.
2. Controlar a menos de 50 °C de temperatura de fermentación.
3. Es de fácil manejo y liviano.
4. Reproduce gran cantidad de microorganismos benéficos para los cultivos.
5. El contenido del nutrimento es alto, no sólo se puede utilizar como abono base, sino también como abono adicional.

4.8 Características Físicas para la selección de los Sustratos.

Propiedades	Nivel óptimo
Tamaño de partícula (mm)	0.25-2.5
Densidad aparente (gr./cc)	Menor de 0.4
Densidad real (gr./cc)	1.45-2.65
Espacio poroso total (% del volumen)	Mayor de 85
Retención de agua (% del volumen)	
A 10 cm.	55-70
A 50 cm.	31-40
Capacidad de aireación (% del volumen)	10-30
agua fácilmente disponible (% del volumen)	20-30
Agua de reserva (% del volumen)	4-10
Agua total disponible (% del volumen)	24-40
Contracción(% del volumen)	Menor de 30

4.9 El Cultivo de Chiltomo.

El chiltomo u pimentón pertenece a la familia de las solanáceas (Solanaceae), es una forma poco picante de *Capsicum annuum* L. y es la principal forma cultivada del genero *Capsicum*. Este género tuvo origen en el continente americano.

La planta es perenne, semileñosa, monoica, dicotiledónea, autógama aunque ocurre un porcentaje bajo de alogamia presenta flores pentámeras o hexámeras de color blanco su fruto es una baya compuesta por dos o mas celdas. El sistema radicular formado por una raíz principal pivotantes y numerosas raíces secundarias, alcanza una profundidad media (0.80-1.20 m) en general presenta un tallo principal con trece hojas en el cual a partir del tercer nudo aparecerá la primera flor.

Suelo: el chiltoma se puede cultivar en un amplio rango de suelo, que va desde arcilloso a areno limoso se prefieren los franco arenosos con buen contenido de materia orgánica, porque contienen las características mas deseadas por el cultivo, como son aireación y buen drenaje, suelos salinos afectan el cultivo interfiriendo con su crecimiento normal. Buena nivelación y buen drenaje son condiciones indispensables para tener éxito en el cultivo.

pH: el pH óptimo oscila entre 5.0-6.5.

Necesidades Nutricionales: el chiltomo absorbe por las raíces la totalidad de los nutrimentos que la planta necesita para su crecimiento.

Los elementos que se requieren en cantidades mayores son el nitrógeno, fósforo y potasio y en cantidades menores es el calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, zinc, boro y el cobre. En general el chiltomo requiere de las siguientes cantidades de nutrientes 100 kg/ha de nitrógeno, 100-150 kg/ha de fósforos, 100-150 kg/ha de potasio. Al transplante usan una formula alta en fósforo como la 10-30-10 o 12-24-12 a razón de 30g (1onz) por planta al mes y medio del transplante aplicar 320 kg/ha de la formula 15-15-15 o de nutran y un mes después usar 270 Kg. / ha de una fórmula alta en nitrógeno (CATIE, 1993).

Fenología y Emergencia:

El periodo de preemergencia varía entre 8 y 12 días y es más rápido cuando la temperatura es mayor. En el ámbito entre los 20-25 °C la germinación es lenta y por esa razón, las semillas y las plántulas pueden sufrir mayores niveles de ataque de patógenos e insectos plagas del suelo. Entre el periodo entre la germinación y la emergencia de la semilla emerge primero una

pequeña raíz pivotante (la radícula) y poco después, un par de hojas alargadas (las hojas cotiledóneas). Una vez emergidas estas, el crecimiento de la parte aérea procede muy lentamente (parece casi detenerse), mientras la planta invierte sus recursos en el desarrollo de la raíz pivotante. Casi cualquier daño que ocurra en este periodo tiene consecuencias letales y esta es la etapa en la que se presenta la mortalidad máxima (CATIE, 1993).

V. Material y Métodos.

5.1 Descripción de la Zona.

La investigación fue establecido en Mayo del 2006 en el Campus agropecuario de la UNAN-León, ubicado a 1.5km al sur este de la ciudad de León carretera a la Ceiba. La zona presenta condiciones climatológicas con temperaturas media mínima de 24.6 °c, temperaturas máxima media de 35.7°c, con humedad relativa mínima de 45% y máxima de 90 % con precipitaciones promedio de 900-1200 mm anuales. La investigación se realizó en el invernadero del Campus agropecuario, ubicado al norte del Campus en dos etapas: la primera etapa es la preparación de los sustratos estos se elaboraron en el área de abonos orgánicos. La segunda etapa es la siembra y producción de plántulas, esta se ubicó en el invernadero.

5.1.1 Materiales.

Semillas de chiltomo agronómico; porque esta variedad es accesible por el bajo costo y el fruto presenta buen tamaño.

Sustratos:

- T1 Cascarilla de arroz carbonizado, Tierra, Bokashi.
- T2 Aserrín carbonizado, Arena, Compost.
- T3 Estopa de coco, Tierra, Lombriabono.
- T4 Arena, Tierra, Estiércol vacuno seco.
- T5 Poroplas, Tierra.
- T6 Tierra.
- T7 Arena, Tierra, Aserrín carbonizado.

5.1.2 Metodología.

La investigación se realizo en dos etapas:

La primera etapa fue la preparación de los sustratos y la segunda etapa es la siembra y producción de plántulas en las bandejas.

Primera etapa: consistió en recolectar los materiales para la preparación de las mezclas de los sustratos y se llevaron al laboratorio donde se analizaron características físicas - químicos a cada tratamiento para posteriormente sembrar.

Segunda etapa: consistió en la siembra y producción de las plántulas de chiltomo hasta el transplante.

Primera Etapa

Se establecieron siete tratamientos cada tratamiento con cuatro repeticiones.

Establecimiento del Experimento:

Para la elaboración de los sustratos se recolectaron los diferentes materiales tanto orgánicos como sintéticos los que eran 10 tipos diferentes: cascarilla de arroz carbonizada, tierra, bocashi, aserrín carbonizado, arena, compost, estopa de coco, lombriabono, estiércol vacuno seco y poroplas una vez listo el material se procedió a picar el poroplas y a moler la estopa de coco para preparar las siete mezclas para los siete tratamientos, las mezclas se hizo de la siguiente manera:

T1 Cascarilla de arroz carbonizada 40%, Tierra 30%, Bocashi 30%.

T2 Aserrín carbonizado 40%, Arena 30%, Compost 30%.

T3 Estopa de coco 40%, Tierra 30%, Lombriabono 30%.

T4 Arena 40%, Tierra 30%, Estiércol vacuno seco 30%.

T5 Poroplas 50%, Tierra 50%.

T6 Tierra 100%.

T7 Aserrin carbonizado 40%, Arena 30%, Tierra 30%.

Segunda Etapa:

La segunda etapa consistió en la siembra en bandejas de polietileno de 128 celdas en donde se depositaron los sustratos preparados en la primera etapa para evaluar los siete sustratos en la producción de plántulas de chiltomo desde la siembra hasta el transplante al terreno definitivo.

Diseño Experimental:

El trabajo de investigación es de tipo experimental con un diseño completamente al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Se utilizaron 4 bandejas por tratamientos para un total de 28 bandejas. El número de plantas muestreadas por tratamiento fue de 80 plantas y el total de plantas muestreadas en los siete tratamientos fue de 560 plantas.

Toma de Datos.

La recolección de datos se realizo a través de un muestreo aleatorio, el universo de plantas utilizadas en la investigación fue de 3584 plantas correspondientes a 28 bandejas de 128

celdas cada una y se muestrearon 20 plantas por bandeja en los diferentes tratamientos, representando el 15.6% del universo.

Los datos de altura, número de hojas, diámetro del tallo, se tomaron cada 6 días después de la emergencia, 15 días después de la siembra de las semillas durante un periodo de 18 días y el peso de los plantines a los 33 días después de la siembra, al momento de transplante.

Establecimiento del Experimento.

Se utilizaron 28 bandejas de polietileno con 128 celdas cada una y se llenaron de los diferentes sustratos (tratamientos) y luego se humedecieron con agua hasta alcanzar un 80%, se apilaron las bandejas una encima de la otra para que no perdiera la humedad y se distribuyera homogéneamente. Al día siguiente se volvió a humedecer y se hizo un pequeño orificio en cada celda a una profundidad de 2 mm depositando en dicho orificio dos semillas y luego taparlas con el mismo material de sustrato; Seguido de esta labor se trasladaron las bandejas dentro del invernadero bajo un ambiente protegido y las condiciones de temperatura permitían una emergencia más temprana y uniforme de las semillas sembradas. El riego se hizo diariamente cada 2-3 hr. Se monitoreo la emergencia los primeros 7 días y se tomaron los primeros datos en el porcentaje de emergencia durante 2 semanas y 15 días después de la siembra se realizo la primera recolección de datos en la altura de las plántulas, número de hojas, diámetro del tallo en 560 plantas, cada 6 días, efectuándose un total de 4 muestreos en la etapa de semillero. Al finalizar la etapa de semillero 33 días después de la siembra se midió el peso fresco de las plántulas en el número de plantas mencionadas anteriormente. Para determinar el peso de las plántulas se sacaron de las celdas y se metieron en agua para que las raíces quedaran libre de sustratos (desnudas) soltaran el sustrato y después se pesaron una por una.

Análisis Estadísticos

Los datos obtenidos fueron procesados en Excel y el programa estadístico SPSS 11.5 para determinar si había diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a la altura, número de hojas, diámetro del tallo y peso de las plántulas se realizó un análisis de varianza con la cual comparamos la significancia con un nivel de confianza de 0.05. Los resultados se presentaran en tablas y gráficos.

5.2 Variables a Medir.

Análisis de Datos.

-Calidad del sustrato: se realizó por medio de análisis físicos de laboratorio cuyos resultados fueron comparados con literaturas consultadas y de esta manera determinar los sustratos que se encuentran en los rangos óptimos con respecto a las características físicas.

-Capacidad de retención de agua: retención de agua es la capacidad que tiene el suelo de absorber el agua. Se determinó llenando los cilindros de sustratos por cada tratamiento y poniéndolo en una bandeja con agua por 24 horas hasta saturar de agua se pusieron a escurrir hasta que no filtraba agua y se pesaron los cilindros y posteriormente se obtuvieron los resultados con la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad de retención de agua} = \text{peso seco del sustrato} / \text{sustrato saturado} \times 100.$$

-Capacidad de infiltración: la infiltración es la entrada vertical hacia abajo del agua en el perfil del suelo. Se determinó de la siguiente manera: en los cilindros saturados de agua se colocaron en el aparato de daiki 4000, se agrego agua y se colocó una probeta para medir la cantidad de agua que salía de la muestra y se tomó el tiempo de un minuto (60 segundos) cuando la muestra filtraba con rapidez se tomó solo 30seg y si la muestra filtraba muy lento se tomaron 180 seg. Los datos obtenidos de la muestras se procesaron con la siguiente fórmula para obtener la capacidad de infiltración. (Warren Forsy, 1980)

$$K = Q \text{ (cm/s)} / AT * AH / L.$$

Donde:

K = capacidad de infiltración.

Q = cantidad de agua fluida (ml).

L= espesor 5.1 cm.

A = área superficie de muestra cm^2 (19.6 cm^2).

AH = diferencia de agua en la parte superior cm (6.8cm).

T = tiempo en segundo.

-Densidad aparente: la DA es el peso seco del mismo por unidad de volumen que incluyen todos los espacios ocupados por aire y materiales orgánicos. La DA indica indirectamente la

porosidad del sustrato su facilidad de transporte y manejo los valores de la densidad aparente se prefieren bajo ($0.7-0.1\text{gr}/\text{cm}^3$) y que garanticen consistencia de la estructura (Hillel, 1982; Miller and Donahue, 1995). Para medir la densidad aparente de los sustratos se llenaron cilindros de sustratos y se secaron al horno y se pesó, el dato de peso se dividió entre el volumen de la muestra.

$$\text{DA} = \text{peso de la muestra en gr} / \text{volumen aparente de la muestra } \text{gr}/\text{cm}^3.$$

-Densidad real: se refiere al material sólido que lo compone, su valor varia según la materia de que se trate y suele oscilar entre $2.5 - 3 \text{ g}/\text{cm}^3$ para la mayoría de origen mineral. Para determinar la densidad real se tomó un picnómetro el que se seco al horno por 20 min. Se pesó sin muestra, después se pesó aproximadamente 1gr de sustrato y se depositó en el picnómetro y se le agrega agua hervida a la mitad del picnómetro, luego se metió en el aparato precistern hasta que el agua del aparato hervía, se saco el picnómetro se lleno de agua y se volvió a introducir en el precistern a 40 grados centígrados y luego se pesó el picnómetro con la muestra, la fórmula que se utilizó para medir la densidad real es:

$$\text{Dr.} = \text{peso de la muestra} / \text{volumen de la muestra} \times \text{densidad del agua; donde}$$

$$\text{Peso de la muestra} = \text{peso en g del sustrato.}$$

Volumen de la muestra = resultado de la resta del peso del picnómetro lleno de agua - el peso del picnómetro vacío y la resta del peso total- el peso vacío - el peso de la muestra.

Densidad del agua = 0.9941 cuando el agua tiene 35 grados centígrados de temperatura.

-Porosidad: la porosidad es el volumen total del medio que no esta siendo ocupado por las partículas sólidas minerales u orgánicas y por tanto lo estaría por aire o agua en una cierta proporción su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85%, aunque sustratos de menos porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones, el grosor de los poros condiciona la aireación retención de agua del sustrato mientras que unos están ocupados por el agua otros lo están por el aire, el equilibrio aire agua es muy importantes ya que influirá en la frecuencia de riego el comportamiento radicular de la planta.(Bures, 1997).

La porosidad se midió mediante la colocación de una muestra de sustrato secado al horno luego de haber sido saturado de agua.

$$\text{Porosidad} = \text{peso mojado (g)} - \text{peso seco (g)} / \text{el volumen del sustrato (cm}^3) \times 100.$$

-pH del sustrato: Para medir el pH de los sustrato se pesaron 2.5 g de sustratos de cada uno de los tratamientos 25 ml de agua desionizada y se le agregó a cada muestra pesada estas muestras se depositaron en un aparato llamado agitador automático por un periodo de 30 min. Pasado los 30 min. Se midió el pH. Se midió 2 g de muestra en el crisol de porcelana para calibrar los aparatos y luego se midió los sustratos.

-Desarrollo de las plántulas.

- Porcentaje de emergencia.
- Altura de la plántula.
- Número de hojas.
- Diámetro del tallo.
- Peso de las plántulas.

Económico.

- Costo de elaboración de los diferentes sustratos.

VI. RESULTADOS.

6.1. Calidad de los sustratos de estudio.

1. a Calidad Química.

Tabla 1. Resultado de los análisis químicos de los sustratos en los diferentes tratamientos laboratorio de suelo UNAN- León.

Sustratos	Tratamientos	Materia Orgánica %	pH
Cascarilla, Tierra, Bocashi.	T1	21.6	6.8
Aserrin, Arena, Compost.	T2	13.3	7.3
Coco, Tierra, Lombriabono.	T3	29.6	6.8
Arena, Tierra, Estiércol.	T4	8.4	7.8
Poroplast, Tierra.	T5	10.5	7.8
Tierra.	T6	9.3	7.2
Aserrin, Arena, Tierra.	T7	11	7.3

La tabla muestra los resultados químicos de los siete sustratos utilizados en la investigación. Es necesario señalar la importancia de los parámetros químicos en el desarrollo de las plantas ya que de ello dependerá en gran medida el éxito de la producción, por ejemplo en el caso de la materia orgánica presente en los sustratos juega un papel importante, ya que al descomponerse proporciona los nutrimentos necesarios para las plantas en desarrollo así como hormonas y antibióticos liberándolos de acuerdo a las necesidades de las plantas (Dóvalo, 1999). Según los resultados obtenidos en la investigación se encuentra la materia orgánica con valores que oscilan entre 9.3- 29.6 % al comparar estos resultados con los rangos sugeridos por (Alfredo Montes) que oscilan entre 5-6 % es evidente que todos los tratamientos superaron ampliamente el rango sugerido por el autor mencionado encontrándose los tratamientos T1 y T3 con los mayores valores de materia orgánica de 21.67 y 29.645 % respectivamente.

El pH juega un papel fundamental porque según sea el pH del sustrato estarán disponibles los nutrientes para las plantas; en condiciones de pH bajo (ácido) los iones de calcio, azufre y potasio son poco disponibles mientras que en pH altos (alcalinos) los iones de fósforo, hierro, manganeso y cinc son pocos asimilables (www.arbolesornamentales.com/turbas.htm)

El pH de los sustratos estudiados se encuentra de neutro a ligeramente alcalino oscilando entre 6.8- 7.8 según el autor (Pastor, 1999), el pH de un sustrato debe estar alrededor de 6.5 para que el sustrato tenga la máxima disponibilidad de nutrientes y es notorio que los tratamientos T2, T4, T5, T6, T7 se encuentran fuera de rango sugerido.

1. b Calidad Física.

Tabla 2. Resultado del análisis físicos de los sustratos en los diferentes tratamientos laboratorio de suelo UNAN- León.

Sustratos	Tratamientos	Da gr/cm ³	Dr gr/cm ³	Infiltración ml/min.	Capacidad de retención %	Porosidad %
Cascarilla, Tierra, Bocashi.	T1	0.72.	2.23	1.2	73.04	32.3
Arena, Aserrin, Compost.	T2	0.80	2.23	3.1	75.5	35.9
Coco, Tierra, Lombriabono.	T3	0.63	1.45	1.5	67.27	43.4
Arena, Tierra, Estiércol.	T4	1.18	2.02	0.3	77.07	58.4
Poroplas, Tierra.	T5	0.69	1.63	1.6	79.57	42.3
Tierra.	T6	1.11	1.80	0.1	78.85	61.7
Aserrin, Arena, Tierra.	T7	0.96	1.79	0.8	65.01	53.6

La tabla 2 muestra los parámetros físicos de cada sustrato preparado, es importante el estudio de los parámetros físicos de los sustratos porque por medio de ellos se puede valorar o determinar si el sustrato es idóneo para que una planta se pueda desarrollar en él y no tenga problemas en el desarrollo de su sistema radicular y cumpla con los requerimientos de la misma como es Da, Dr, Infiltración, Capacidad de retención y Porosidad en rangos aptos en el periodo que esté en bandejas y que al momento del transplante el pilón salga completo. Los resultados físicos obtenidos en la investigación fueron los siguientes: en Da los rangos oscilan entre 0.63-1.18 al comparar estos resultados con los rangos sugerido por López Gálvez y

Naredo, 1996 que oscilan entre 0.1-0.7 gr/cm³ se percibe que los tratamientos T1, T3 y T5 son los que se encuentran dentro de este rango; encontrándose así una diferencia mínima de 0.02 gr/cm³ en el tratamiento T1, sin embargo en lo que respecta a la densidad real, todos los tratamientos estuvieron en el rango sugerido por estos mismos autores que oscilan entre 1.45-2.65 gr/cm³. Este resultado es debido a que los tratamientos T1, T3, T5 poseen materiales que facilitan aireación y porosidad por ejemplo en el caso del T1 contiene (cascarilla carbonizada) que da porosidad al sustrato, el T3 posee fibra de coco molida y el T5 que contiene poroplas; materiales que aseguran porosidad al sustrato.

La capacidad de infiltración en los sustratos se encuentra en los rangos de 0.1- 1.6 ml/min encontrándose todos los sustratos en el rango sugerido por (López Gálvez y Naredo, 1996) que oscila entre 0.024 y 9.50 ml/min, los más altos en infiltración son los tratamientos T2, T3 y T5. En el caso del T2 que posee arena y aserrín carbonizado que aseguran un espacio de aire donde es posible que el agua filtre y en el caso de T3 posee estopa de coco un material fibroso que debido al tamaño de las partículas permite abrir poros al sustrato y por ser un material fibroso retiene agua en sus fibras, también el sustrato tiene lombriabono con granulometría media que oscilan entre 0.75-3 mm que una vez mezclado con la fibra de coco asegura una buena infiltración del agua y en el T5 el poroplas posee partículas de 1-1.2 mm que abren poros al sustrato asegurando así la infiltración.

La capacidad de retención se encuentra alta para todos los sustratos encontrándose en rangos de 65.01- 79.57% al comparar estos resultados con el rango sugerido por López Gálvez y Naredo que oscilan entre los 55- 70% se puede notar que todos los tratamientos se encuentran por encima del rango mínimo sugerido, pero los tratamientos que tienen alta capacidad de retención son el T5 con el 79.57 % hecho a base de poroplas y tierra que posee un porcentaje de materia orgánica de 10.5 que retiene agua y nutrientes, el T6 con 78.85% contiene solamente tierra y materia orgánica de 9.3 % y el T4 contiene estiércol que retiene agua en sus fibras.

En porosidad los tratamientos se encuentran en los rangos entre 32.3- 61.7 y según López Gálvez y Naredo el espacio poroso total de un sustrato es de 85 % encontrándose todos los sustratos bajos en porosidad, los tratamientos mas altos en porosidad fueron el tratamiento T4 con 58.4 % y T6 con 61.7%. resultados obtenidos por el material de estiércol seco y arena en

el T4 que permiten dar porosidad al sustrato por el tamaño de las partículas en el caso de la arena que la granulometría era de 0.7- 1mm y el material de estiércol seco un material poroso.

1. c Calidad Biológica.

Tabla 3. Emergencia de semillas en los diferentes tratamientos.

Sustratos	Tratamientos	Días después de la siembra		
		7	12	15
Cascarilla, Tierra, Bocashi.	T1	23	92	95
Aserrin, Arena, Compost.	T2	8	71	87
Coco, Tierra, Lombriabono.	T3	25	94	97
Arena, Tierra, Estiércol.	T4	3.5	89	90
Poroplas, Tierra.	T5	12	89	92
Tierra.	T6	3	82	89
Aserrin, Arena, Tierra.	T7	1.39	83	88

La tabla 3 muestra el porcentaje de emergencia en los siete tratamiento en tres fechas de toma de datos y se observa que a los siete días después de la siembra había emergido un porcentaje mínimo oscilando entre 1.39 y 25%, pero que a los doce días después de la siembra el porcentaje de emergencia era más del 70% y a los quince días después de la siembra el porcentaje oscilaba entre el 88 y 97 %; estos datos se compararon con el porcentaje establecido por la casa comercial para la semilla de chiltoma variedad agronómica que es de un 90%.superando así los tratamientos T1, T3, T5 el porcentaje establecidos por esta.

6.2. Calidad de las plántulas en dependencia de los sustratos.

Tabla 3. Altura promedio de los siete tratamientos.

Categoría Duncan y Tukey	Sustratos	Tratamientos	Altura promedio cm	Altura de transplante cm
A	Cascarilla, Tierra, Bocashi	T1	5.32	9.62
B	Arena, Aserrin, Tierra	T2	3.63	6.58
B	Estopa, Tierra, Lombriabono	T3	3.47	8.34
D	Arena, Tierra, Estiércol	T4	4.77	9.14
E	Poroplas, Tierra	T5	4.30	7.32
E	Tierra	T6	3.97	7.46
F	Arena, Aserrin, Tierra	T7	2.86	5.26

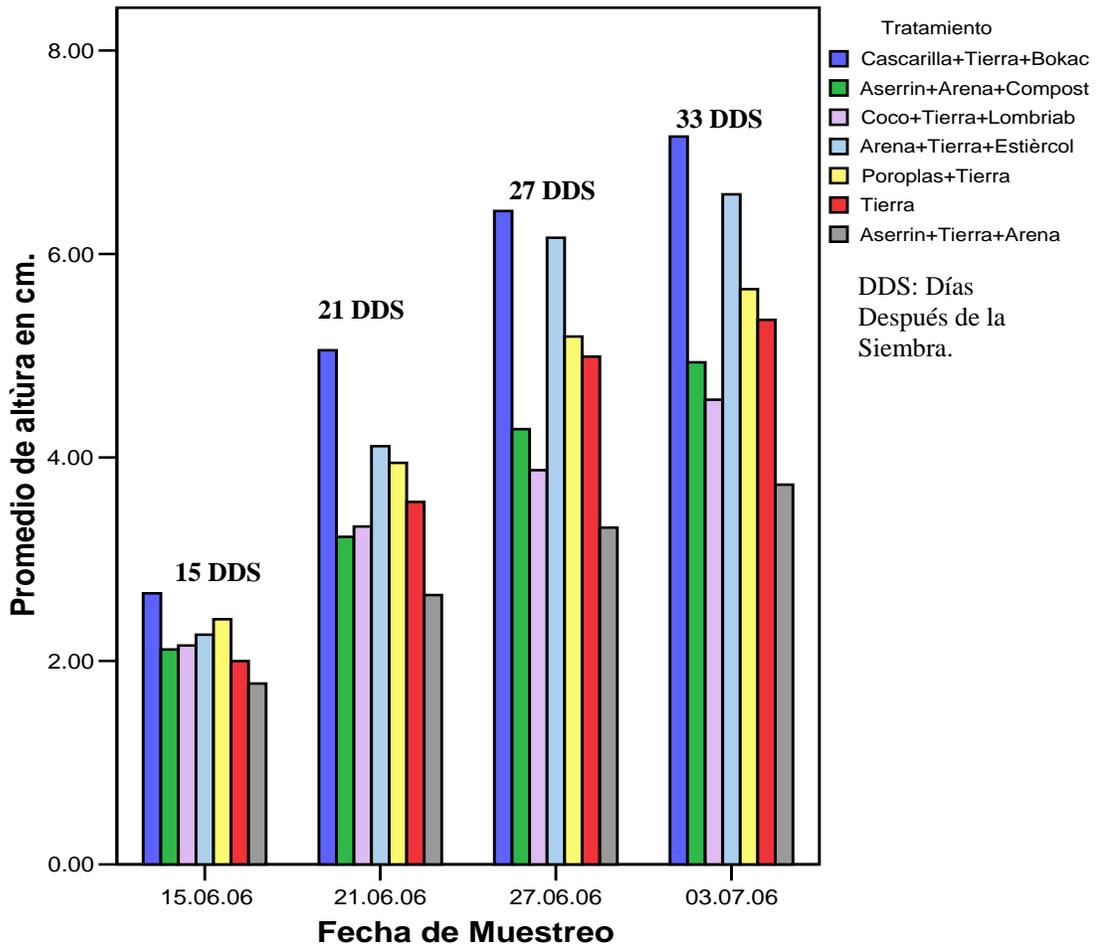
Los tratamientos con letras iguales no tienen diferencia significativa y letras diferentes tienen diferencias según Duncan y Tukey al 5%.

N= 80

La tabla 3 muestra la altura promedio de las plántulas en los siete tratamientos encontrándose que la altura promedio mayor estadísticamente de 5.32 cm correspondiente al tratamiento T1. En relación al T4 ocupa el T1 el primer lugar con una diferencia de 5.39% más alto y siendo este significativamente diferente con respecto al resto de tratamientos. El T4 obtuvo el segundo lugar en promedio de 4.77 cm de altura, al comparar el T4 con T5 existe una diferencia porcentual de 5.26 %, encontrando diferencia significativa entre ellos. Sin embargo al comparar al T1 y T5 la diferencia entre ambos es de 10.62 % mayor a las dos comparaciones anteriores. (Ver gráfica N° 1).

El sobresaliente resultado del T1 se basa en la calidad del sustrato preparado de cascarilla carbonizada, tierra, bocashi. Información brindada por el análisis físico realizado en el laboratorio de la UNAN-León, reflejan que el T1 se encuentra dentro de los rangos sugeridos por diversos autores (Gálvez y Naredo, 1996) en cuanto a características físicas (densidad aparente y real, porosidad, infiltración, etc) química pH además hay que señalar que el sustrato contiene 21.6% de materia orgánica la que sirve como depósito de elementos químicos esenciales para el desarrollo de las plantas y que el T1 fue uno de los tratamientos que alcanzó

una emergencia de (23 %) mayor al resto de tratamientos en la primera semana después de la siembra. En el caso del T4, el estiércol que además de mejorar las características de la fertilidad del sustrato con algunos nutrientes como: fósforos, calcio, potasio, manganeso, cobre, etc (Rodríguez D. E, 2004). Proporciona también retención de humedad y mezclado con la arena le proporciona espacios porosos y aireación para el buen desarrollo del sistema radicular para satisfacer la necesidad de las plantas razón por la cual las plántulas se comportaron de esta manera; Según los autores (Nuez et al,1996), las plantas de chiltomo alcanzan su altura de transplante cuando la planta mide entre 8 y 10 cm según los datos obtenidos en la última toma de datos la altura de las plántulas en los tratamientos T1, T3 y T4 se encuentran en el rango sugerido por los autores antes mencionados.



Grafica 1. Comportamiento en el desarrollo de las plántulas en los siete tratamientos.

La grafica 1 muestra la altura promedio alcanzada por las plántulas en los siete tratamientos reflejando que en la primera toma de datos los tratamientos T1, T5 tienen mayor altura, pero que en la segunda toma de datos el tratamiento T1, T4 alcanzaron las mayores alturas el tratamiento T1 manteniéndose en el primer lugar en las cuatro tomas de datos seguido del T4 hasta llegar al momento del trasplante.

Tabla 4. Número máximo, mínimo y promedio de hojas en los siete tratamientos.

Categoría Duncan y Tukey	Tratamientos	Número de hojas promedio.	Máximo	Mínimo
A	T1	3.58	6	3
B	T2	2.93	5	2
C	T3	2.40	5	2
A	T4	3.50	5	3
D	T5	2.99	5	3
E	T6	2.84	5	2
F	T7	2.12	4	1

Letras iguales no tienen diferencia significativa y letras diferentes tienen diferencia según Duncan y Tukey al 5 %. N =80

La tabla 4 muestra el promedio del número de hojas en los siete tratamientos, y refleja que los tratamientos T1 y T4 obtuvieron el mayor número de hojas, no encontrando diferencias significativas entre ellos, sin embargo el resto de los tratamientos si presentan diferencias significativas entre los tratamientos T1-T4 y según los autores (López Gálvez y Naredo, 1996) el número de hojas promedio para que una planta pueda ser transplantada a campo abierto oscila entre 4-5 hojas verdaderas; aunque otros autores (Nuez et al 1996) sugieren que cuando la planta alcanza su tercer hoja verdaderas pueden ser transplantadas. Las plántulas de T1-T4 superan el número de hojas sugerido por estos autores de 6 y 5 hojas. Tomando en cuenta las funciones de las hojas en el desarrollo de las plantas que a mayor cantidad de hojas mayor capacidad fotosintética y por ende mejor desarrollo y producción de biomasa, en este caso los plantines de los tratamientos T1 y T4 presentan esta característica.

Tabla 5. Diámetro del tallo (mm) alcanzado en los siete tratamientos

Categoría Duncan y Tukey	Tratamientos	Diámetro promedio mm	Máximo	Mínimo
AB	T1	2.81	3	2.7
BF	T2	2.79	3	2
CBF	T3	2.74	3	2
BF	T4	2.80	3	3
CF	T5	2.69	2.9	3
D	T6	2.50	2.8	1
E	T7	2.2747	2.8	1

Letras iguales no tienen diferencias significativas y con letras diferentes si tienen diferencias según Duncan y Tukey al 5 %. n = 80.

La tabla 5 presenta los diámetro promedio de los siete tratamientos en estudio y según los datos los tratamientos T1, T2 y T4 no presentaron diferencias significativas entre si pero si presentan diferencias significativas con los otros cuatro tratamientos, observando que los tres tratamientos se comportaron iguales estadísticamente, pero el tratamientos T1 obtuvo el mayor diámetro promedio con 2.8194 mm, Según los autores (Villa roell G. y Alfaro E. 2003) la planta necesita de nitrógeno para estimular el crecimiento del diámetro en el tallo, que la planta absorbe en su mayoría en forma de (NH₄) o (NO₃) y de potasio que la planta toma en forma iónica (K⁺), para ello necesita de una fertilización adecuada que aporte la demanda de nutrientes de las plantas para su normal desarrollo(Azcon Joaquín, Talón Manuel; 2003).

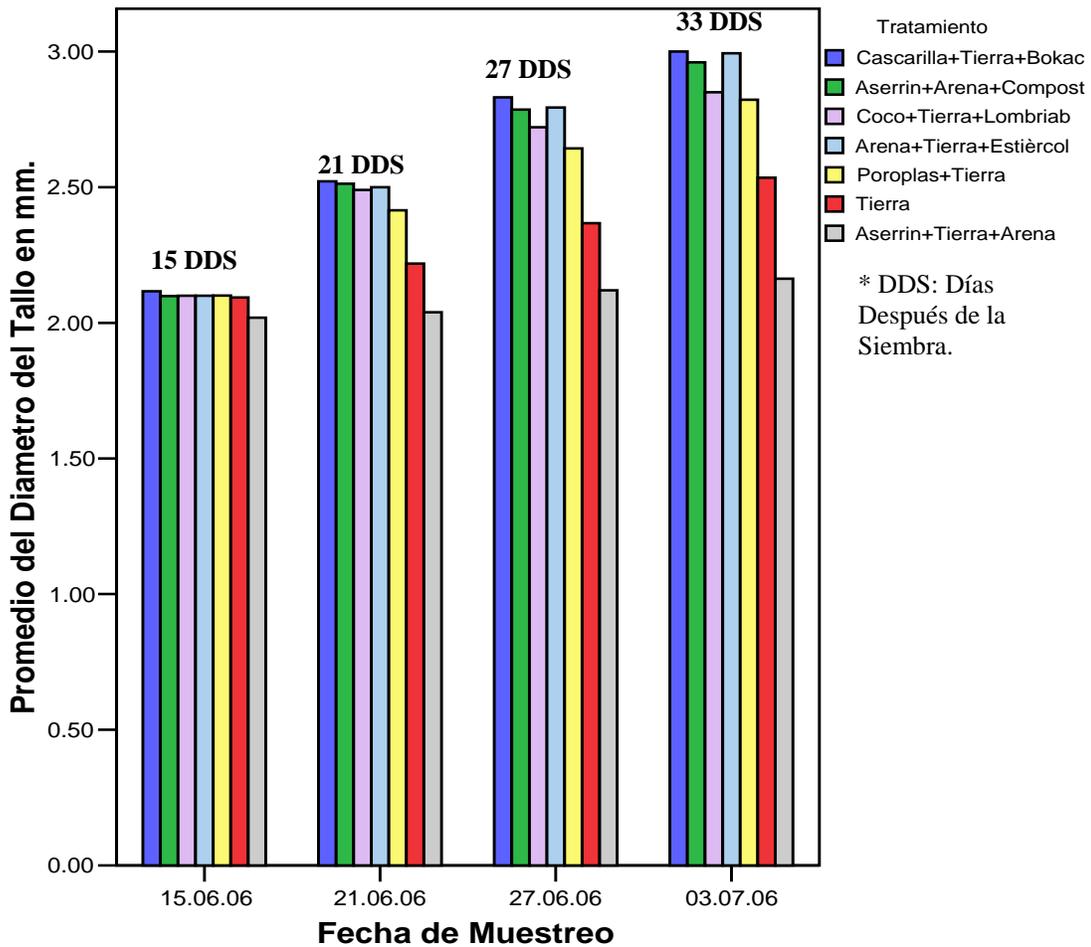


Grafico 2. Diámetro promedio de las plántulas en cuatro fechas de muestreo.

La grafica 2 muestra el promedio de diámetro de las plántulas y en ella se observa que en la primera fecha de muestreo todas las plántulas alcanzaron un diámetro de 2 mm. En la segunda fecha los tratamientos T1, T2, T4 aumentan diámetro, mientras el T7 sigue manteniendo el mismo diámetro; las ultimas dos fechas de muestreo los tratamientos T1, T4 alcanzan los 3 mm de diámetro y el T7 se mantuvo con el diámetro de 2 mm.

Tabla 6. Peso promedio de los plantines en los diferentes tratamientos

Categoría Duncan y Tukey	Tratamientos	Peso promedio de los plantines g.
A	T1	1.0823
A	T2	0.9112
B	T3	0.6462
C	T4	1.5688
AB	T5	0.8787
AB	T6	0.8625
DB	T7	0.4925

Letras iguales no tienen diferencias significativas y letras diferentes tienen diferencias según Duncan y Tukey al 5 %. N = 80

La tabla 6 muestra el peso promedio de las plántulas en los diferentes tratamientos de estudio y los que obtuvieron el mayor peso son el T4 (arena, tierra, estiércol) con un peso de 1.56 g y tiene diferencias significativa con todos los tratamientos, seguido del T1 (cascarilla, tierra, bokashi) con un peso de 1.08 g. Los tratamientos que presentaron el menor peso fueron el T7 (aserrín, arena, tierra) con un peso de 0.49g y el T3 (coco, tierra, Lombriabono) con peso de 0.64 g, la diferencia entre el mayor y el menor peso es de 1.07 g. El dato del mayor peso obtenido por el tratamiento T4. Los nutrientes en este tratamiento se encontraban disponibles para las plántulas debido al alto grado de descomposición en el que se encontraba el estiércol y desde el momento de la emergencia las plantas comenzaron a nutrirse con ellos, en el tratamiento T3 la combinación de los materiales compuesta de coco, tierra y lombriabono no dio buen resultado a pesar de los altos contenidos de nutrientes presentes en el lombriabono. Debido a las sales presentes en el coco y a la lenta descomposición de este material produciendo el fenómeno conocido como fijación de nutrientes, el cual los organismos descomponedores solo lo vuelven disponible para las plantas cuando mueren (Meerow, 1994).

6.3 Relación de costos.

3 a Producción de sustratos.

Tabla 7. Costo de materiales para la elaboración de sustratos para cuatro bandejas en cada tratamiento.

Tratamientos	Materiales	Cantidad en Kg.	Costo C\$ del material	Costo total C\$/ 4 Band.	Costo total C\$/ 28 Band.
T1	Cascarilla.	0.59	1.50	13.25	92.73
	Tierra.	3.09	6.50*		
	Bokashi.	1.59	5.25		
T2	Aserrín.	1.59	2.66	16.56	115.39
	Arena.	4.54	7.9		
	Compost.	1.81	6		
T3	Coco.	0.9	10*	23.9	169.20
	Tierra.	3.09	6.50*		
	Lombriabono.	1.68	7.4		
T4	Arena.	4.54	7.9	14.9	103.92
	Tierra.	3.09	6.50*		
	Estiércol.	1.59	0.5		
T5	Poroplas.	0.13	13*	19.5	136
	Tierra.	5.16	6.50*		
T6	Tierra.	10.32	6.50*	6.50	45.45
T7	Arena.	4.54	7.9	17.06	118.99
	Aserrín.	1.59	2.66		
	Tierra.	3.09	6.50		

* Costo de mano de obra

Los menores costo de elaboración de sustratos alternativos son el T1 y T4 con C\$ 3.31 (0.17 dólares americanos) y C\$ 3.72 (0.20 dólares americanos) por cada bandejas de 128 celdas. Al comparar datos proporcionados por el Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura (CNRA), el costo del sustrato comercial (peatmoss) para las mismas características de bandeja es de C\$ 12.2 córdobas (0.65 dólares americanos) siendo 3.47 veces mayor el costo por bandeja, además el sustrato alternativo posee características físicas como densidad aparente, densidad real, porosidad, capacidad de retención, infiltración y químicas tales como pH y materia orgánica en rangos que los autores (López- Gálvez y Naredo, 1996) consideran como optimo, sin obviar los resultados positivos de las plántulas en su desarrollo.

VII. CONCLUSIONES.

- ❖ En conclusión los sustratos que presentaron las características físicas y químicas en rangos óptimos son: los tratamientos de Estopa de coco, Tierra, lombriabono y poroplas, tierra, en densidad aparente oscilando entre, 0.63-0.69 gr/cm³, densidad real 1.45-1.63 gr/cm³ y infiltración con 1.5-1.6 ml/min. En la capacidad de retención de agua los tratamientos de arena, tierra, estiércol vacuno seco y poroplas, tierra están en el rango optimo de 77.07-79.57 y en porosidad los tratamientos de arena, tierra, estiércol y tierra son los tratamientos mas altos con 58.4-61.7 %. En cuanto a las características químicas (materia orgánica, pH) los tratamientos de cascarilla de arroz, tierra, bocashi y estopa de coco, tierra, lombriabono se encuentran en los rangos óptimos de 21.6-29.6 % de M.O y 6.8 de pH para ambos tratamientos.

- ❖ Las plántulas que presentaron los parámetros de calidad requeridos fueron los tratamientos T1 y T4 en altura, número de hojas, diámetro del tallo presentando diferencias significativas con el resto de tratamientos con promedio de 5.32 y 4.7 cm en altura, y con altura de transplante de 9.62 y 9.14 cm. y con promedio de 3.58 y 3.50 hojas y 5-6 hojas para transplante. Diámetro promedio de 2.81, 2.79, 2.80 mm respectivamente; y en diámetro para transplante es de 3 mm.

- ❖ Los datos más altos en peso fresco de las plántulas se encontró en el tratamiento de Arena, Tierra, Estiércol con promedio de 1.56 gr. presentando diferencias significativas con el resto de tratamientos.

- ❖ Los tratamientos con menores costo de producción son el de Cascarilla de arroz, Tierra, Bocashi con C\$ 13.25, Arena, Tierra, Estiércol con C\$14.9 y Tierra con C\$ 6.50 para cuatro bandejas de 128 celdas y los tratamientos con mayor costo de producción son los tratamientos de Estopa de coco, Tierra, Lombriabono y Tierra, Poroplas con C\$ 23.9 y C\$ 19.5 córdobas respectivamente.

VIII. RECOMENDACIONES.

Una vez obtenido los resultados del estudio es conveniente hacer las siguientes recomendaciones:

- Se tiene que realizar la siembra con profundidad uniforme para obtener una emergencia de plántulas homogénea.
- Se recomienda la utilización de los sustratos T1 en una mezcla de 30% de tierra, 30% de cascarilla carbonizada y 40% de bokashi, y T4 en mezcla de 30% de tierra, 30% de arena y 40% de estiércol por presentar los mejores resultados y un costo de producción menor.

IX. Bibliografía.

- Abad, M. (1993) Sustratos Características y Propiedades pp. 47-62 in: Cultivo sin suelo F Canovas y J Días (ed) Institutos de Estudios Almerienses F.I.A.P.A.y Fertirigación Ed. Mundi-prensa. pp. 287-342.
- Azcón Bieto Joaquín, Talón Manuel. Fundamentos de la Fisiología Vegetal Ediciones Universitat de Barcelona. Impreso en EDIGRAFOS, S.A. Madrid España, 2003.
- Bures,S.1999 Sustratos Ediciones Agrotécnicas S.I Madrid 220 p
- Canovas Fernández, 1993 Principios Básicos de la Hidroponía Aspectos Comunes y Diferenciales de los Cultivos con y sin Suelos. Instituto de Estudios Almerienses y F.I.A.P.A.(Madrid)
- Cepeda Dovalo Juan Manuel Química de Suelos México: Trillas: UAAAN, 1991 (reimp. 1999) 167 p primera edición.
Dibenedetto, A Molinari, J Boschi, R Klasmanr y Benedicto 2000. Adaptación de cuatro especies florales anuales a diferentes sustratos de crecimiento, Agrosur ,28 (2) 69-76.
- Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de chile dulce/ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales Turrialba, C.R: CATIE, 1993. 168 Pág.; 24cm (serie técnica. Informe Técnico/ CATIE; no. 201).
- Hartmann, H,y Kester, D 2002 Plant Propagation Principles and Practices Prentice Hall, New Jersey 880 p.
- Hillel, D, 1982 Introduction to soil physics academic press, San Diego. 365 p
- Lemaire, F 1997. The Problem of Bioestability in Organic Substrate. Acta Horticulturae 450:63-69.
- López Gálvez J y Naredo J. M. Sistema de producción e Incidencia Ambiental del Cultivo en Suelo Enarenado y en Sustratos. Fundación Argentaria-visor distribuciones, 1996. Impreso en España. Graficas Rogar.Navalcarro (Madrid).
- Miller, R y Donahue, R. 1995 Soil in Your Environment Prentice Hall, New Jersey 649 p
- Meerow.A.W, 1994 Growth of Two Subtropical Ornamentals Using Cois (Coconut mesocarppith) as a Peat Substitute. Hort Science 29: 1484-1486.
- Nelson, P. 1998 Greenhouse Operation and Management Hall, New Jersey 637p.

- Nuez V F R Gil O, J Costa G (1996) El Cultivo de Pimiento, Chiles y Ajés. Ediciones Mundi Prensa. Madrid España 607 p
- Pastor.J. 1999. Utilización de Sustratos en Viveros. Terra 17(3): 231-235 Rainbow, a y Wilson, w. 1998. The Transformation of Composted Organic Residues in to Effective Growing Media. Acta Horticulturae 469:79-75.
- Riviere, L y Caron, J. 2001 Research in Substrate: State of the are and nee for the coming 10 years. Acta Horticulture 548:29-37.
- Restrepo Jairo, La idea y el Arte de Fabricar los Abonos Orgánicos Fermentados. (1998). Edición.
- Rostran M. Jorge, Carrión D Juan, Fuentes Hugo (2003) Determinación de dosis de humus de lombriz para el óptimo desarrollo en el cultivo de pipían (Cucurbita pepo) Campus Agropecuario UNAN- LEON 2003.
- Universidad Nacional Agraria; .Guía de Lombricultura; N° 4 edición.
- Martínez Claudia; Potencial de la Lombricultura; 1997 edición.
- Warren Forsy The Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Física de Suelos primera edición abril, 1975 segunda edición San José, Costa Rica, 1980.
- <http://www.infoagro.com/abonos/pH-suelohtm>.
- <http://www.ric.pao.org/prior/segalim/aup/pdf/>
- <http://www.arboles ornamentales.com/turbas.htm>

ANEXOS

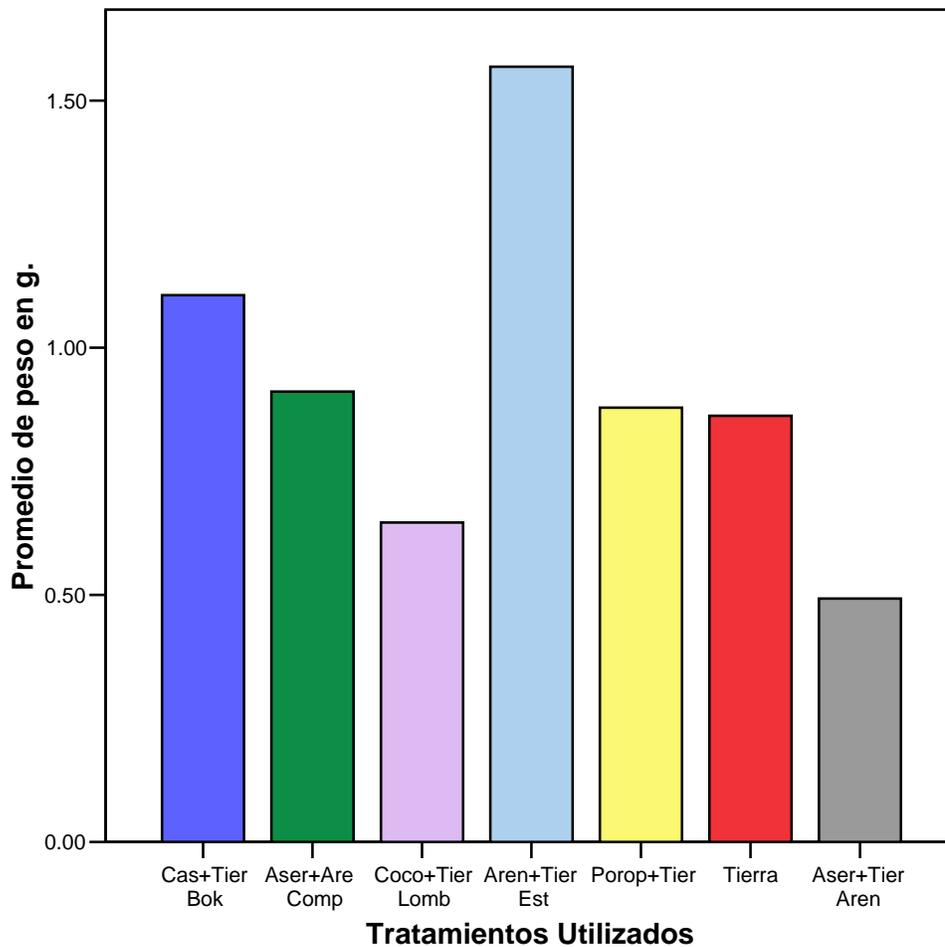


Grafico 3. Peso fresco promedio de las plántulas al momento de transplante.

La grafica 3 muestra el peso promedio en los siete tratamientos, obteniendo el peso mayor el T4 preparado de arena, tierra y estiércol proporcionando este último los elementos críticos para las plantas como son nitrógeno, fósforo, calcio, manganeso y cobre además de la alta capacidad de retención de agua que posee este sustrato lo que aseguró la humedad que las plantas necesitaban para el desarrollo de las raíces y la buena absorción de nutrientes.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: altura

(I) tratamiento	(J) tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
HSD de Tukey	Cascarilla+Tierra+Bocashi	Aserrin+Arena+Compost	1,68750*	,12564	,000	1,3167	2,0583
		Coco+Tierra+Lombriabono	1,84469*	,12564	,000	1,4739	2,2155
		Arena +Tierra+Estiércol	,54469*	,12564	,000	,1739	,9155
		Poroplas+Tierra	1,02375*	,12564	,000	,6530	1,3945
		Tierra	1,34719*	,12564	,000	,9764	1,7180
		Aserrin+tierra+Arena	2,45687*	,12564	,000	2,0861	2,8277
	Aserrin+Arena+Compost	Cascarilla+Tierra+Bocashi	-1,68750*	,12564	,000	-2,0583	-1,3167
		Coco+Tierra+Lombriabono	,15719	,12564	,874	-,2136	,5280
		Arena +Tierra+Estiércol	-1,14281*	,12564	,000	-1,5136	-,7720
		Poroplas+Tierra	-,66375*	,12564	,000	-1,0345	-,2930
		Tierra	-,34031	,12564	,097	-,7111	,0305
		Aserrin+tierra+Arena	,76937*	,12564	,000	,3886	1,1402
	Coco+Tierra+Lombriabono	Cascarilla+Tierra+Bocashi	-1,84469*	,12564	,000	-2,2155	-1,4739
		Aserrin+Arena+Compost	-,15719	,12564	,874	-,5280	,2136
		Arena +Tierra+Estiércol	-1,30000*	,12564	,000	-1,6708	-,9292
		Poroplas+Tierra	-,82094*	,12564	,000	-1,1917	-,4502
		Tierra	-,49750*	,12564	,002	-,8683	-,1267
		Aserrin+tierra+Arena	,61219*	,12564	,000	,2414	,9830
	Arena +Tierra+Estiércol	Cascarilla+Tierra+Bocashi	-,54469*	,12564	,000	-,9155	-,1739
		Aserrin+Arena+Compost	1,14281*	,12564	,000	,7720	1,5136
Coco+Tierra+Lombriabono		1,30000*	,12564	,000	,9292	1,6708	
Poroplas+Tierra		,47906*	,12564	,003	,1083	,8498	
Tierra		,80250*	,12564	,000	,4317	1,1733	
Aserrin+tierra+Arena		1,91219*	,12564	,000	1,5414	2,2830	
Poroplas+Tierra	Cascarilla+Tierra+Bocashi	-1,02375*	,12564	,000	-1,3945	-,6530	
	Aserrin+Arena+Compost	,66375*	,12564	,000	,2930	1,0345	
	Coco+Tierra+Lombriabono	,82094*	,12564	,000	,4502	1,1917	
	Arena +Tierra+Estiércol	-,47906*	,12564	,003	-,8498	-,1083	
	Tierra	,32344	,12564	,134	-,0473	,6942	
	Aserrin+tierra+Arena	1,43312*	,12564	,000	1,0623	1,8039	
Tierra	Cascarilla+Tierra+Bocashi	-1,34719*	,12564	,000	-1,7180	-,9764	
	Aserrin+Arena+Compost	,34031	,12564	,097	-,0305	,7111	
	Coco+Tierra+Lombriabono	,49750*	,12564	,002	,1267	,8683	
	Arena +Tierra+Estiércol	-,80250*	,12564	,000	-1,1733	-,4317	
	Poroplas+Tierra	-,32344	,12564	,134	-,6942	,0473	
	Aserrin+tierra+Arena	1,10969*	,12564	,000	,7389	1,4805	
Aserrin+tierra+Arena	Cascarilla+Tierra+Bocashi	-2,45687*	,12564	,000	-2,8277	-2,0861	
	Aserrin+Arena+Compost	-,76937*	,12564	,000	-1,1402	-,3986	
	Coco+Tierra+Lombriabono	-,61219*	,12564	,000	-,9830	-,2414	
	Arena +Tierra+Estiércol	-1,91219*	,12564	,000	-2,2830	-1,5414	
	Poroplas+Tierra	-1,43312*	,12564	,000	-1,8039	-1,0623	
	Tierra	-1,10969*	,12564	,000	-1,4805	-,7389	

*. La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: dtallo

(I) tratamiento	(J) tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
HSD de Tukey	Cascarilla+Tierra+Bocashi	Aserrin+Arena+Compost	,00719	,02317	1,000	-,0612	,0756
		Coco+Tierra+Lombriabono	,05844	,02317	,152	-,0099	,1268
		Arena +Tierra+Estiércol	,00594	,02317	1,000	-,0624	,0743
		Poroplas+Tierra	,09400*	,02317	,001	,0256	,1624
		Tierra	,26594*	,02317	,000	,1976	,3343
		Aserrin+tierra+Arena	,48062*	,02317	,000	,4122	,5490
		Aserrin+Arena+Compost	Cascarilla+Tierra+Bocashi	-,00719	,02317	1,000	-,0756
	Coco+Tierra+Lombriabono		,05125	,02317	,289	-,0171	,1196
	Arena +Tierra+Estiércol		-,00125	,02317	1,000	-,0696	,0671
	Poroplas+Tierra		,08681*	,02317	,003	,0184	,1552
	Tierra		,25875*	,02317	,000	,1904	,3271
	Aserrin+tierra+Arena		,47344*	,02317	,000	,4051	,5418
	Coco+Tierra+Lombriabono	Cascarilla+Tierra+Bocashi	-,05844	,02317	,152	-,1268	,0099
		Aserrin+Arena+Compost	-,05125	,02317	,289	-,1196	,0171
		Arena +Tierra+Estiércol	-,05250	,02317	,261	-,1209	,0159
		Poroplas+Tierra	,03556	,02317	,724	-,0328	,1039
		Tierra	,20750*	,02317	,000	,1391	,2759
		Aserrin+tierra+Arena	,42219*	,02317	,000	,3538	,4906
		Arena +Tierra+Estiércol	Cascarilla+Tierra+Bocashi	-,00594	,02317	1,000	-,0743
	Aserrin+Arena+Compost		,00125	,02317	1,000	-,0671	,0696
	Coco+Tierra+Lombriabono		,05250	,02317	,261	-,0159	,1209
Poroplas+Tierra	,08806*		,02317	,003	,0197	,1564	
Tierra	,26000*		,02317	,000	,1916	,3284	
Aserrin+tierra+Arena	,47469*		,02317	,000	,4063	,5431	
Poroplas+Tierra	Cascarilla+Tierra+Bocashi		-,09400*	,02317	,001	-,1624	-,0256
	Aserrin+Arena+Compost	-,08681*	,02317	,003	-,1552	-,0184	
	Coco+Tierra+Lombriabono	-,03556	,02317	,724	-,1039	,0328	
	Arena +Tierra+Estiércol	-,08806*	,02317	,003	-,1564	-,0197	
	Tierra	,17194*	,02317	,000	,1036	,2403	
	Aserrin+tierra+Arena	,38662*	,02317	,000	,3182	,4550	
	Tierra	Cascarilla+Tierra+Bocashi	-,26594*	,02317	,000	-,3343	-,1976
Aserrin+Arena+Compost		-,25875*	,02317	,000	-,3271	-,1904	
Coco+Tierra+Lombriabono		-,20750*	,02317	,000	-,2759	-,1391	
Arena +Tierra+Estiércol		-,26000*	,02317	,000	-,3284	-,1916	
Poroplas+Tierra		-,17194*	,02317	,000	-,2403	-,1036	
Aserrin+tierra+Arena		,21469*	,02317	,000	,1463	,2831	
Aserrin+tierra+Arena		Cascarilla+Tierra+Bocashi	-,48062*	,02317	,000	-,5490	-,4122
	Aserrin+Arena+Compost	-,47344*	,02317	,000	-,5418	-,4051	
	Coco+Tierra+Lombriabono	-,42219*	,02317	,000	-,4906	-,3538	
	Arena +Tierra+Estiércol	-,47469*	,02317	,000	-,5431	-,4063	
	Poroplas+Tierra	-,38662*	,02317	,000	-,4550	-,3182	
	Tierra	-,21469*	,02317	,000	-,2831	-,1463	

*. La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: peso

(I) tratam	(J) tratam	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	Bokaci+Tierra+Cascarilla A.C	,17103	,08152	,355	-,0702	,4123
	Coco+Tierra+Lombrihumus	,43603*	,08152	,000	,1948	,6773
	Aena+Tierra+Estiércol	-,48647*	,08152	,000	-,7277	-,2452
	Poroplas+Tierra	,20353	,08152	,162	-,0377	,4448
	Tierra	,21978	,08152	,101	-,0215	,4610
	Arena+Aserrin+Tierra	,58978*	,08152	,000	,3485	,8310
	Aserrin+Arena+Compost	Bokaci+Tierra+Cascarilla A.C	-,17103	,08152	,355	-,4123
	Coco+Tierra+Lombrihumus	,26500*	,08126	,020	,0245	,5055
	Aena+Tierra+Estiércol	-,65750*	,08126	,000	-,8980	-,4170
	Poroplas+Tierra	,03250	,08126	1,000	-,2080	,2730
	Tierra	,04875	,08126	,997	-,1917	,2892
	Arena+Aserrin+Tierra	,41875*	,08126	,000	,1783	,6592
Coco+Tierra+Lombrihumus	Bokaci+Tierra+Cascarilla A.C	-,43603*	,08152	,000	-,6773	-,1948
	Aserrin+Arena+Compost	-,26500*	,08126	,020	-,5055	-,0245
	Aena+Tierra+Estiércol	-,92250*	,08126	,000	-1,1630	-,6820
	Poroplas+Tierra	-,23250	,08126	,066	-,4730	,0080
	Tierra	-,21625	,08126	,110	-,4567	,0242
	Arena+Aserrin+Tierra	,15375	,08126	,486	-,0867	,3942
Aena+Tierra+Estiércol	Bokaci+Tierra+Cascarilla A.C	,48647*	,08152	,000	,2452	,7277
	Aserrin+Arena+Compost	,65750*	,08126	,000	,4170	,8980
	Coco+Tierra+Lombrihumus	,92250*	,08126	,000	,6820	1,1630
	Poroplas+Tierra	,69000*	,08126	,000	,4495	,9305
	Tierra	,70625*	,08126	,000	,4658	,9467
	Arena+Aserrin+Tierra	1,07625*	,08126	,000	,8358	1,3167
Poroplas+Tierra	Bokaci+Tierra+Cascarilla A.C	-,20353	,08152	,162	-,4448	,0377
	Aserrin+Arena+Compost	-,03250	,08126	1,000	-,2730	,2080
	Coco+Tierra+Lombrihumus	,23250	,08126	,066	-,0080	,4730
	Aena+Tierra+Estiércol	-,69000*	,08126	,000	-,9305	-,4495
	Tierra	,01625	,08126	1,000	-,2242	,2567
	Arena+Aserrin+Tierra	,38625*	,08126	,000	,1458	,6267
Tierra	Bokaci+Tierra+Cascarilla A.C	-,21978	,08152	,101	-,4610	,0215
	Aserrin+Arena+Compost	-,04875	,08126	,997	-,2892	,1917
	Coco+Tierra+Lombrihumus	,21625	,08126	,110	-,0242	,4567
	Aena+Tierra+Estiércol	-,70625*	,08126	,000	-,9467	-,4658
	Poroplas+Tierra	-,01625	,08126	1,000	-,2567	,2242
	Arena+Aserrin+Tierra	,37000*	,08126	,000	,1295	,6105
Arena+Aserrin+Tierra	Bokaci+Tierra+Cascarilla A.C	-,58978*	,08152	,000	-,8310	-,3485
	Aserrin+Arena+Compost	-,41875*	,08126	,000	-,6592	-,1783
	Coco+Tierra+Lombrihumus	-,15375	,08126	,486	-,3942	,0867
	Aena+Tierra+Estiércol	-1,07625*	,08126	,000	-1,3167	-,8358
	Poroplas+Tierra	-,38625*	,08126	,000	-,6267	-,1458
	Tierra	-,37000*	,08126	,000	-,6105	-,1295

*. La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

Porcentaje de emergencia a los 16 días después de siembra en los diferentes tratamientos.



**95 % Cascarilla carbonizada+
Tierra + Bocachi (T1).**



**87% Aserrín carbonizado +
Arena + Compost (T2)**



**97% Estopa de Coco+
Tierra+Lombrihumuz (T3).**



**90% Arena+Tierra+Estiércol
(T4).**



92% Poroplas+Tierra (T5).



89% Tierra (T6).



**88% Aserrín carbonizado+
Tierra+Arena (T7).**

Comportamiento del crecimiento de las plántulas 26 días después de la siembra.



Cascarilla carbonizada +Tierra+Bocashi (T1)



Aserrín + Arena +Compost (T2).



Estopa de Coco+Tierra+Lombrihumus (T3).



Arena+Tierra+Estiércol (T4).



Poroplas+Tierra (T5).



Tierra (T6).



Aserrín carbonizado+Tierra+ Arena (T7).

Comportamiento del crecimiento de las plántulas 32 días después de la siembra.



Cascarilla carbonizada+Tierra+Bocashi (T1)



Aserrín + Arena +Compost



Estopa de Coco+Tierra+Lombrihumuz



Arena+Tierra+Estiércol



Poroplas+Tierra (T5).



Tierra



Aserrín carbonizado+Tierra+Arena