

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA-León.  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA.  
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGIA TROPICAL.  
CARRERA DE INGENERIA EN AGROECOLGIA TROPICAL.**



**Determinación del volumen máximo de sustrato que puede ser artesanalmente esterilizado y su efecto sobre enfermedades de suelo, diversidad de malezas y emergencia de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*) y sandía (*Citrullus lanatus*). Campus Agropecuario, UNAN-León durante el ciclo agrícola 2008.**

**Presentado por:**

**Br. Darling María Peñalba Castillo  
Br. Frankling Javier Rayo Castillo**

**“Previo para optar al título de Ingeniero en Agroecología Tropical”**

**Tutor:**

**MSc. Wilber Salazar**

**Leon, abril, 2010**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darnos la vida y la capacidad para realizar esta tesis.

A nuestros Padres por todo el apoyo que nos han brindado y por proveernos de los recursos, para llegar a culminar esta tesis.

A nuestro tutor M.Sc. Wilber Salazar, por su apoyo, confianza y paciencia que ha tenido durante la realización de esta tesis.

A PROMIPAC, por proveer los recursos económicos, para la realización de este estudio.

A la UNAN-León, por abrirnos sus puertas y darnos los conocimientos científicos, para realizar esta tesis.

A todos los profesores, por compartir sus valiosos conocimientos.

A todos los que hicieron posible la realización de este estudio.

*Br. Darling María Peñalba Castillo.*

*Br. Franklín Javier Rayo Castillo.*

## **DEDICATORIA**

Quisiera dedicar esta tesis primeramente a Dios, por darme la vida y todo lo que soy, porque sin Él no puedo nada, pero con Él lo puedo todo. A mis Padres, por todo el amor y la dedicación que a lo largo de estos años me han brindado, y por el esfuerzo que han hecho para que yo coronara mis estudios.

*Br. Darling María Peñalba Castillo.*

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis en primer lugar a Dios, porque sin el nada somos, a mi madre que en paz descansa por darme el ser y entregarme los 16 años más felices de mi vida. La cual fue mi inspiración para superarme. A mi tía por apoyarme y confiar en mí y darme la mano cuando más lo necesitaba.

*Br. Frankling Javier Rayo Castillo*

## INDICE GENERAL.

Agradecimiento.....	i
Dedicatoria.....	ii
Índice General.....	iv
Índice de Tablas y Gráficos.....	vi
Resumen.....	vii
I. INTRODUCCION.....	1
II. HIPOTESIS.....	3
III. OBJETIVOS	
3.1. Objetivo general.....	4
3.2. Objetivos específicos.....	4
IV. MARCO TEORICO	
4.1. ¿Qué es un sustrato?.....	5
4.2. Propiedades de los sustratos de cultivo.....	5
4.3 Características del sustrato ideal.....	9
4.4Tipos de sustratos.....	10
4.5. Enfermedades de los semilleros.....	11
4.6 Cultivo de tomate.....	14
4.6.1 Taxonomía.....	14
4.6.2. Descripción botánica.....	14
4.7. Cultivo de sandía.....	16
4.7.1. Taxonomía. ....	16
4.7.2. Descripción botánica.....	16
V. MATERIALES Y METODOS	
5.1 Ubicación del estudio.....	18
5.2 Metodología.....	18
5.3 Diseño experimental.....	19
5.4. Tratamientos.....	20
5.5. Variables a medir.....	20
5.6. Manejo Agronómico de plántulas.....	20
5.7. Análisis Estadístico.....	21
5.8 Análisis económico.....	21

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
6.1. Emergencia de los cultivos de sandía y tomate.....	22
6.2. Incidencia de enfermedades en los cultivos de tomate y sandía.....	23
6.3. Malezas presentes en el sustrato artesanal.....	25
6.4. Costo de esterilización de los diferentes tratamientos.....	27
VII. CONCLUSIONES.....	29
VIII. RECOMENDACIONES.....	30
IX. BIBLIOGRAFIA.....	31
X. ANEXOS.....	33

## INDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS.

### TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Volúmenes de sustrato artesanal a esterilizarse.....	20
<b>Tabla 2.</b> Porcentaje de emergencia de tomate y sandía.....	23
<b>Tabla 3.</b> Porcentaje de incidencia y mortalidad en plántulas de tomate y sandía afectadas por el mal del talluelo.....	25
<b>Tabla 4.</b> Diversidad de malezas en el cultivo de tomate.....	26
<b>Tabla 5.</b> Diversidad de malezas en el cultivo de sandía.....	26
<b>Tabla 6.</b> Costo por manzana de sustratos esterilizados.....	28

### GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Efecto de la esterilización de tres volúmenes de sustratos esterilizados sobre la emergencia de los cultivos de tomate y sandía.....	23
--	----

## RESUMEN

La producción de plántulas constituye una fase de gran importancia para la producción hortícola, el establecimiento de plántulas sanas, es fundamental para el éxito de la producción. Una limitante en la producción de plántulas, es la selección del sustrato adecuado. El objetivo del estudio es determinar el volumen máximo de sustrato que puede ser esterilizado en el esterilizador artesanal en base a vapor de agua, para la producción de plántulas de tomate y sandía. El estudio se realizó durante el ciclo agrícola 2008 y se evaluó el efecto de cinco tratamientos de sustrato esterilizado a diferentes volúmenes sobre la incidencia de enfermedades y malezas en los cultivos de tomate y sandía. Se utilizó un Diseño Completamente Aleatorio (D.C.A), para un total de 15 unidades experimentales. Cada unidad experimental está representada por una bandeja de 105 celdas. Durante el estudio se utilizó cascarilla de arroz carbonizada + lombrihumus en proporción de 60:40, respectivamente. Se realizaron esterilizaciones, en un esterilizador, estructurado por 2 barriles, unidos por una manguera, que fue sellado y puesto al fuego hasta llegar a temperatura de ebullición. Las variables evaluadas fueron Incidencia de enfermedades, diversidad de malezas presentes y porcentaje de emergencia de plántulas. Según los resultados, el volumen máximo de sustrato que puede ser esterilizado es de tres sacos, la incidencia de patógenos en plántulas de tomate y sandía presentó una reducción promedio de 93 y 94%, mientras en la incidencia de malezas presentaron una reducción de 95 y 92% respectivamente en comparación con el testigo.



## I. INTRODUCCION

La producción de hortalizas es un rubro de gran importancia económica para el país, no solo por el alto consumo local, sino también por la alta demanda para exportación (Morales, 1999).

Las hortalizas de la familia Solanácea el tomate (*Solanum lycopersicum*) y Cucurbitácea, la sandía (*Citrullus lanatus*) tienen gran demanda en el mercado nacional e internacional (Laguna, 2008). Debido a esto, la producción hortícola se ha incrementado, aumentando las áreas de cultivo, lo que ha obligado a los productores a buscar alternativas para incrementar sus rendimientos (INTA, 1999).

La producción de plántulas constituye una fase de gran importancia para la producción hortícola. Esta importancia radica en que el establecimiento de plántulas sanas y fuertes en el campo, es fundamental para el éxito de la producción hortícola. Una limitante en la producción de plántulas, es la selección del sustrato de siembra adecuado. Existen sustratos comerciales estériles, los cuales tienen el inconveniente de que son de altos costos, por lo que incrementan los costos de producción de las plántulas (IICA, 1999). Una opción de bajo costo para la producción de plántulas es el uso de sustratos artesanales, sin embargo, estos presentan la limitante que contienen semillas de malezas, insectos plagas y enfermedades de suelo que afectan la producción de plántulas (Arguello et al, 2007).

Según Linares (2006), una opción para la producción de plántulas de hortalizas lo constituye la utilización de sustratos artesanales producidos con materiales propios de la finca del productor. Este autor sugiere la utilización de un esterilizador artesanal basado en vapor de agua, con el fin de reducir los problemas causados por malezas y plagas. Sin embargo, aunque si hay disponibles, diferentes tipos de sustratos, no hay disponible información validada sobre la utilización y eficiencia del esterilizador artesanal.

Este estudio pretende validar diferentes volúmenes de sustratos que pueden ser esterilizados en el esterilizador artesanal. Esto con el fin de encontrar una opción económica y accesible para que los productores puedan producir plántulas de calidad con productos propios de su finca.

## II. HIPOTESIS

**HO:** No existe diferencia significativa en cuanto a la presencia de enfermedades y diversidad de malezas en ninguno de los volúmenes de sustrato esterilizados utilizados en la producción de plántulas de tomate y sandía.

**HI:** Al menos uno de los diferentes volúmenes de sustrato esterilizados utilizados para la producción de plántulas de tomate y sandía presenta diferencias significativas en cuanto a presencia de enfermedades y diversidad de malezas.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo general**

3.1.1. Determinar el volumen máximo de sustrato que puede ser esterilizado artesanalmente, a base de vapor de agua para la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*) y sandía (*Citrullus lanatus*) en el Campus Agropecuario de la UNAN-León, durante el ciclo Agrícola 2008.

#### **3.2. Objetivos específicos**

3.2.1. Determinar el efecto de la esterilización de diferentes volúmenes de sustrato en el esterilizador artesanal, sobre la emergencia de las plántulas de hortalizas.

3.2.2. Evaluar el efecto de la esterilización de diferentes volúmenes de sustrato sobre organismos patógenos presentes en el sustrato artesanal.

3.2.3. Determinar el efecto de la esterilización de diferentes volúmenes de sustrato sobre la diversidad de malezas presentes en el sustrato artesanal.

3.2.4. Estimar el costo de esterilización de los diferentes tratamientos

## **IV. MARCO TEORICO**

### **4.1. ¿Qué es un sustrato?**

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (Muñoz, 2003).

### **4.2. Propiedades de los sustratos de cultivo**

#### 4.2.1. Propiedades físicas

Porosidad: Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85%, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones.

La porosidad debe ser abierta, pues la porosidad ocluida, al no estar en contacto con el espacio abierto, no sufre intercambio de fluidos con él y por tanto no sirve como almacén para la raíz. El menor peso del sustrato será el único efecto positivo. El espacio o volumen útil de un sustrato corresponderá a la porosidad abierta.

El grosor de los poros condiciona la aireación y retención de agua del sustrato. Poros gruesos suponen una menor relación superficie/volumen, por lo que el equilibrio tensión superficial/fuerzas gravitacionales se restablece cuando el poro queda solo parcialmente lleno de agua, formando una película de espesor determinado.

El equilibrio aire/agua se representa gráficamente mediante las curvas de humectación. Se parte de un volumen unitario saturado de agua y en el eje de ordenadas se representa en porcentaje el volumen del material sólido más el

volumen de porosidad útil. Se le somete a presiones de succión creciente, expresada en centímetros de columnas de agua, que se van anotando en el eje de abscisas. A cada succión corresponderá una extracción de agua cuyo volumen es reemplazado por el equivalente de aire. De modo que a un valor de abscisas corresponde una ordenada de valor igual al volumen del material sólido más el volumen de aire. El volumen restante hasta el 100 % corresponde al agua que aún retiene el sustrato (IICA, 1999).

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

La densidad real tiene un interés relativo. Su valor varía según la materia de que se trate y suele oscilar entre 2,5-3 para la mayoría de los de origen mineral. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo. Los valores de densidad aparente se prefieren bajos (0,7-01) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura.

*Estructura:* Puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilares. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas (Infoagro, d. sf).

*Granulometría:* El tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría.

#### 4.2.2 Propiedades químicas

La reactividad química de un sustrato se define como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que alimenta las plantas a través de las raíces. Esta transferencia es recíproca entre sustrato y solución de nutrientes y puede ser debida a reacciones de distinta naturaleza:

*Químicas.* Se deben a la disolución e hidrólisis de los propios sustratos y pueden provocar:

- Efectos fitotóxicos por liberación de iones  $H^+$  y  $OH^-$  y ciertos iones metálicos como el  $CO_2$ .
- Efectos carenciales debido a la hidrólisis alcalina de algunos sustratos que provoca un aumento del pH y la precipitación del fósforo y algunos micros elementos.
- Efectos osmóticos provocados por un exceso de sales solubles y el consiguiente descenso en la absorción de agua por la planta.

*Físico-químicas.* Son reacciones de intercambio de iones. Se dan en sustratos con contenidos en materia orgánica o los de origen arcilloso (arcilla expandida) es decir, aquellos en los que hay cierta Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.). Estas reacciones provocan modificaciones en el pH y en la composición química de la solución nutritiva por lo que el control de la nutrición de la planta se dificulta.

*Bioquímicas.* Son reacciones que producen la biodegradación de los materiales que componen el sustrato. Se producen sobre todo en materiales de origen orgánico, destruyendo la estructura y variando sus propiedades físicas. Esta biodegradación libera  $CO_2$  y otros elementos minerales por destrucción de la materia orgánica.

Normalmente se prefieren los sustratos inertes frente a los químicamente activos. La actividad química aporta a la solución nutritiva elementos adicionales por procesos de hidrólisis o solubilidad. Si éstos son tóxicos, el sustrato no sirve y hay que descartarlo, pero aunque sean elementos nutritivos

útiles entorpecen el equilibrio de la solución al superponer su incorporación un aporte extra con el que habrá que contar, y dicho aporte no tiene garantía de continuidad cuantitativa (temperatura, agotamiento, etc.). Los procesos químicos también perjudican la estructura del sustrato, cambiando sus propiedades físicas de partida (Infoagro, d. sf).

#### 4.2.3 Propiedades biológicas

Cualquier actividad biológica en los sustratos es claramente perjudicial. Los microorganismos compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes. También pueden degradar el sustrato y empeorar sus características físicas de partida. Generalmente disminuye su capacidad de aireación, pudiéndose producir asfixia radicular. La actividad biológica está restringida a los sustratos orgánicos y se eliminarán aquellos cuyo proceso degradativo sea demasiado rápido.

Así las propiedades biológicas de un sustrato se pueden concretar en:

##### *Velocidad de descomposición*

La velocidad de descomposición es función de la población microbiana y de las condiciones ambientales en las que se encuentre el sustrato. Esta puede provocar deficiencias de oxígeno y de nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. La disponibilidad de compuestos biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas) determina la velocidad de descomposición.

##### *Efectos de los productos de descomposición*

Muchos de los efectos biológicos de los sustratos orgánicos se atribuyen a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son los productos finales de la degradación biológica de la lignina y la hemicelulosa. Una gran variedad de funciones vegetales se ven afectadas por su acción (Infoagro, d. sf).



### **4.3 Características del sustrato ideal**

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 y fertilización, aspectos económicos, etc. (Morales, 1999).

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

#### 4.3.1 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).

#### 4.3.2 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.

#### 4.3.3 Otras propiedades

- Libre de semillas de malas hierbas, nematodos 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 (Canovas, 1993).

#### **4.4 Tipos de sustratos**

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc. (Muñoz, 2003).

##### 4.4.1. Según sus propiedades

- Sustratos químicamente inertes. Arena granítica o silíceo, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc.
- Sustratos químicamente activos. Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc.

Las diferencias entre ambos vienen determinadas por la capacidad de intercambio catiónico o la capacidad de almacenamiento de nutrientes por parte del sustrato. Los sustratos químicamente inertes actúan como soporte de la planta, no interviniendo en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes, por lo que han de ser suministrados mediante la solución fertilizante. Los sustratos químicamente activos sirven de soporte a la planta pero a su vez actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización. Almacenándolos o cediéndolos según las exigencias del vegetal (Infoagro, e. sf).

4.4.2. La cascarilla de arroz: es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundantemente en las zonas arroceras de muchos países y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato hidropónico. Entre sus principales propiedades físico-químicas tenemos que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es liviano, de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte. La cascarilla de arroz es el sustrato más

empleado para los cultivos hidropónicos en Colombia bien sea cruda o parcialmente carbonizada. El principal inconveniente que presenta la cascarilla de arroz es su baja capacidad de retención de humedad y lo difícil que es lograr el reparto homogéneo de la misma (humectabilidad) cuando se usa como sustrato único en camas o bancadas (Calderón, 2002).

4.4.3. Peatmoss O musgo esfágico excelente sustrato que está compuesto por fibras naturales de madera, este sustrato presenta características físico-químicas ideales para ser usado en su terrario, contiene una carga microbiana muy baja debido a su alto contenido de ácidos orgánicos, evitando el desarrollo de bacterias. Conserva una humedad relativa para terrarios tropicales que requieren de humedad alta (BIOMAA, 1994).

#### **4.5. Enfermedades de los semilleros**

En general se conocen como enfermedades de semilleros a distintas patologías que tienen como característica común el presentarse en los primeros estados del desarrollo de la planta ocasionando la muerte o caída de las plántulas o dando lugar a plantas de escaso desarrollo y nulo valor comercial. Se distinguen los siguientes síntomas o complejos sintomáticos asociados a las mismas (Infoagro, c. sf).

4.5.1. Podredumbre de semilla y muerte de plántulas en preemergencia. Se trata de marras de nascencia, que también puede tener otras causas (fisiológicas, ambientales o genéticas), por lo que su diagnóstico requiere el aislamiento del fitopatógeno de la semilla podrida o de los tejidos necrosados de la incipiente plántula (Arguello, et al 2007).

4.5.2. Caída de plántulas en post emergencia. El primer síntoma es una necrosis más o menos restringida de raíz y/o hipocótilo, acompañada de marchitamiento de la parte aérea. La plántula cae sobre el sustrato y la necrosis termina extendiéndose por toda la plántula (Arguello, et al 2007).

4.5.3. Lesiones subletales. En estas plántulas la evolución de los síntomas anteriores se detiene en necrosis restringidas al córtex radical o al hipocótilo

que generan plántulas de menor desarrollo que las sanas. Estas infecciones pueden evolucionar posteriormente y, en todo caso, se trata de plántulas más propensas a posteriores problemas patológicos y más vulnerables frente a condiciones ambientales estresantes (Arguello, et al 2007).

4.5.4. El mal del talluelo. Conocido también como “Damping off”, consiste en una muerte súbita de las semillas recién germinadas o plántulas recién emergidas, principalmente 10 a 12 días después de la emergencia. Esta enfermedad es causada por un complejo de cuatro géneros de hongos fitopatógenos (*Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* y *Fusarium*.) Generalmente bajo presencia de humedad relativa elevada y aireación deficiente, esta enfermedad se vuelve problemática y los daños pueden extenderse hasta el 50% de las plantas en semillero. Entre los síntomas que presentan las plántulas afectadas están: marchitamiento, pudrición y adelgazamiento de la base del tallo (Montes, c sf), además de amarillamiento de los cotiledones, lesiones grises en el tallo y posteriormente marchitamiento y muerte de la plántula. Al arrancar la plántula se observan raíces negruzcas y áreas cafés en las puntas radiculares, y al abrir la raíz y el tallo se puede ver un color café claro (Arguello, et al 2007).

El daño causado por la enfermedad es irreversible cuando ocurre en etapas muy tempranas de la planta, pero suelen recuperarse si ocurre después del trasplante. Entre los métodos que se utilizan para el manejo de la enfermedad está el uso de semilla, sustrato de buena calidad y libre de patógenos en bandejas y semilleros, control de la humedad, baja densidad de siembra, desinfección del suelo, aplicaciones de cal y uso de fungicidas. (Montes, c. sf)

#### 4.5.5. Agentes causales

Algunos virus que se transmiten a través de la semilla pueden llegar a producir síntomas y daños en plántulas del semillero. Por ejemplo, el virus del mosaico de la calabaza, cuyo porcentaje de transmisión por semilla podría llegar a ser muy alto, puede causar daños en semilleros de calabaza y melón. También

ciertas bacterias fitopatógenas transmitidas por semilla pueden afectar a los semilleros. Así, afecciones por *Pseudomonas syringae*, han sido diagnosticadas en semilleros de tomate y de melón (Infoagro, c. sf). Las principales enfermedades son producidas por los siguientes hongos:

*Pythium spp.*: Las plántulas jóvenes afectadas presentan un estrangulamiento del hipocótilo que progresa desde el cuello, doblándose la plántula y quedando tumbada sin perder el color verde, mientras que, al principio, no se detecta ninguna alteración o podredumbre en el sistema radicular. Cuando afecta a plantas con varias hojas verdaderas la afección se caracteriza por un pudrición blanda del cuello, de aspecto acuoso y color pardo-amarillento, que estrangula levemente al tallo. A medida que la enfermedad avanza, en el sistema radical se observa una podredumbre blanda pardo-amarillenta cada vez más extendida, que termina con una desorganización y disgregación de las raíces (Arguello, et al 2007).

*Rhizoctonia solani*: Las plántulas jóvenes afectadas por este hongo, en lugar de estrangulamiento como en el caso de afecciones por *Pythium*, presentan un chancro a nivel del cuello, de color marrón-rojizo que también las hace caer sobre el sustrato (Infoagro. sf,). En plantas con varias hojas verdaderas también se producen lesiones tipo chancro en el cuello, podredumbre que llega a extenderse por la raíz principal (Arguello, et al 2007).

*Phytophthora spp.*: Provoca en las plántulas podredumbres en raíz y cuello de color pardo, a veces con un leve adelgazamiento localizado en el cuello (Arguello, et al 2007).

*Fusarium oxysporum*. Esta enfermedad produce estrías necróticas en los tallos que alcanza a veces longitudes superiores a 1 mm, amarillamiento de las hojas basales y marchitez y muerte de las plantas. Al realizar un corte transversal a los tallos se aprecia una coloración de una parte o de todo el sistema vascular. Sobre las estrías se observa frecuentemente un moho de color rosa a naranja. Las fuentes de inóculo más importantes son el suelo, las semillas y las conidias del hongo diseminadas por la acción del viento o por salpicaduras del agua de

lluvia (Arguello, et al 2007). En el suelo este hongo es capaz de conservarse durante años gracias a sus clamidiosporas, cuya gruesa pared les permite resistir las condiciones más diversas y ser dispersadas por los aperos u operarios como el agua de riego y el viento (Infoagro, c. sf).

Los hongos de suelo tienen en común la capacidad de sobrevivir en el suelo, no protegidos por los tejidos del huésped, mediante estructuras especializadas de supervivencia (clamidiosporas, esclerocios, oosporas, etc.) o por crecimiento saprofítico (Infoagro, c. sf).

## **4.6 Cultivo de tomate**

### 4.6.1 Taxonomía según (Rumano y Sánchez, 2003.)

Reino:           Plantae  
División:       Magnoliophyta  
Clase:           Magnoliopsida  
Subclase:      Asteridae  
Orden:          Solanales  
Familia:        Solanaceae  
Género:         *Solanum*  
Especie:        *S. lycopersicum*

4.6.2 Descripción botánica: la planta de tomate, biológicamente es una planta semi-perenne, apta para vivir y producir frutos durante varios años, se cultiva como anual por razones económicas y comerciales (INTA, 1999).

*Sistema radicular:* está compuesto por una raíz principal de la que salen raíces laterales y fibrosas, formando un conjunto que pueden tener un radio hasta de 1,5 m. La mayor parte del sistema radicular se localiza entre los 10 y 45 cm. de profundidad. Las plantas que son producidas en invernadero y transplantadas al campo, tienen un sistema radicular superficial (INTA, 1999).

*Tallo:* el tomate posee un tallo herbáceo, en su primera etapa de crecimiento es erecto y cilíndrico y luego se vuelve decumbente y angular. Está cubierto por

pelos glandulares, que segregan una sustancia viscosa de color verde amarillento, con un olor característico que actúa como repelente de muchos insectos. El tamaño está determinado por factores genéticos y factores externos, encontrándose plantas de porte bajo, con 30-40 cm., y de porte alto, que pueden alcanzar hasta 3 m (INTA, 1999).

*Hojas:* son pinnadas compuestas. La hoja típica de plantas cultivadas mide hasta 50 cm. de largo y poco menos de ancho, con un gran foliolo terminal y hasta 8 grandes foliolos laterales que a veces son compuestos. Los foliolos son peciolados y lobulados irregularmente, pilosos y aromáticos (INTA, 1999).

*Flores:* la inflorescencia es en forma de racimo, con flores pequeñas, medianas o grandes, de coloración amarilla en diferentes tonalidades. La cantidad de flores es regulada por características hereditarias y condiciones del cultivo. El número de flores por racimo puede ser de 7 a 9. Las flores son hermafroditas, con 5-6 pétalos dispuestos en una corola tubular, con igual número de estambres unidos en la base de la corola, dentro de la cual se encuentra el pistilo (Infoagro, b. sf).

*Fruto:* es una baya de forma, dimensión y número de lóculos variable, según el cultivar. Dependiendo de su forma los frutos de tomate pueden ser redondeados, aplanados, ovalados, semi-ovalados, alargados, en forma de uva o pera, y otros. La superficie puede ser lisa o rugosa, siendo esta última de poca importancia económica. Los frutos pequeños poseen 2 lóculos, mientras que los grandes poseen de 8-10. (INTA, 1999). La fruta es una baya muy coloreada, típicamente de tonos que van del anaranjado al rojo, debido a pigmentos licopeno y caroteno, de 1 a 2 cm. de diámetro en plantas silvestres, y mucho más grandes en las variedades cultivadas. El tomate de árbol forma parte del grupo de las frutas (Infoagro, b. sf).

## 4.7 Cultivo de sandía

### 4.7.1., Taxonomía (Rumano y Sánchez 2003.)

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Cucurbitales
Familia:	Cucurbitaceae
Género:	<i>Citrullus</i>
Especie:	<i>C. lanatus</i>

4.7.2. Descripción botánica: La planta de sandía es anual herbácea, de porte rastrero o trepador.

*Sistema radicular:* muy ramificado. Raíz principal profunda y raíces secundarias distribuidas superficialmente. Actualmente este órgano carece de importancia, ya que alrededor del 95 % de la sandía se cultiva injertada sobre patrón de *C. Máxima* x *C. Moschata*, totalmente afín con la sandía. Este híbrido ínter específico se introdujo en la provincia de Almería a mediados de los 80 para resolver los problemas de fusariosis (agente causal *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*), tras comprobar que la introducción de genes de resistencia a esta enfermedad en algunas variedades comerciales no aseguraba una producción normal en suelos muy contaminados. Adicionalmente, dicho patrón ofrece resistencia a *Verticilium* y tolerancia a *Pythium* y Nematodos, confiriendo gran vigor a la planta y un potente sistema radicular con raíces suberificadas de gran tamaño (Infoagro, a. sf).

*Tallos:* de desarrollo rastrero. En estado de 5-8 hojas bien desarrolladas el tallo principal emite las brotaciones de segundo orden a partir de las axilas de las hojas. En las brotaciones secundarias se inician las terciarias y así sucesivamente, de forma que la planta llega a cubrir 4-5 metros cuadrados. Se trata de tallos herbáceos de color verde, recubiertos de pilosidad que se desarrollan de forma rastrera, pudiendo trepar debido a la presencia de zarcillos bífidios o trífidios, y alcanzando una longitud de hasta 4-6 metros (Morales, 1999).



*Hoja:* peciolada, pinnado-partida, dividida en 3-5 lóbulos que a su vez se dividen en segmentos redondeados, presentando profundas entalladuras que no llegan al nervio principal. El haz es suave al tacto y el envés muy áspero y con nerviaciones muy pronunciadas. El nervio principal se ramifica en nervios secundarios que se subdividen para dirigirse a los últimos segmentos de la hoja, imitando la palma de la mano (Morales, 1999).

*Flores:* de color amarillo, solitarias, pedunculadas y axilares, atrayendo a los insectos por su color, aroma y néctar (flores entomógamas), de forma que la polinización es entomófila. La corola, de simetría regular o actinomorfa, está formada por 5 pétalos unidos en su base. El cáliz está constituido por sépalos libres (dialisépalo o corisépalo) de color verde. Existen dos tipos de flores: masculinas o estaminadas y femeninas o pistiladas, coexistiendo los dos sexos en una misma planta, pero en flores distintas (flores unisexuales). Las flores masculinas disponen de 8 estambres que forman 4 grupos soldados por sus filamentos.

Las flores femeninas poseen estambres rudimentarios y un ovario ínfero veloso y ovoide que se asemeja en su primer estadio a una sandía del tamaño de un hueso de aceituna (fruto incipiente), por lo que resulta fácil diferenciar entre flores masculinas y femeninas. Estas últimas aparecen tanto en el brote principal como en los secundarios y terciarios, con la primera flor en la axila de la séptima a la décimo primera hoja del brote principal. Existe una correlación entre el número de tubos polínicos germinados y el tamaño del fruto (Morales, 1999).

*Fruto:* Baya globosa u oblonga en pepónide formada por 3 carpelos fusionados con receptáculo adherido, que dan origen al pericarpio. El ovario presenta placentación central con numerosos óvulos que darán origen a las semillas (Infoagro, a. sf).

## V. MATERIALES Y METODOS

### 5.1 Ubicación del estudio

El estudio se realizó durante los meses de enero a septiembre de 2008, en el Campus Agropecuario de la UNAN-León, ubicada a 1.5 km. de la carretera By pass, con temperaturas promedio de 27 °C, con una humedad relativa de 78% y precipitaciones anuales promedio de 1910.20 mm.

### 5.2 Metodología

El estudio es de tipo experimental. En este estudio se evaluó la emergencia de dos cultivos hortícolas representando dos familias taxonómicas, siendo estos sandía (*Cucurbitaceae*) y tomate (*Solanaceae*), incidencia de enfermedades de suelo, malezas presentes en el sustrato y costo de esterilización de los tratamientos evaluados.

#### 5.2.1 Sustrato y semilla utilizada.

Durante todo el estudio se utilizó el sustrato combinado de cascarilla de arroz carbonizada + lombrihumus a una proporción de 60:40, respectivamente. Durante todo el estudio, se utilizó el mismo esterilizador artesanal a base de vapor de agua.

En el cultivo de tomate se utilizó la variedad peto 98, con 85% de germinación; La variedad de la semilla de sandía utilizada en este estudio es de la variedad Mickey Lee, con 85% de germinación ambas distribuidas por AURIUS SEEDS.

#### 5.2.2 Descripción del diseño

Se realizaron esterilizaciones, en un esterilizador artesanal a base de vapor de agua, que esta estructurado por 2 barriles, unidos por una manguera de un diámetro de media pulgada. Además tiene accesorios (llave de pase, adaptador). Uno de los barriles está horizontalmente, en este se vertió agua hasta llenarlo, por medio de un orificio, hecho en el costado superior de este, fue sellado con un tapón a presión, se colocó al fuego hasta llegar a temperatura de ebullición. El vapor generado pasa por medio de una manguera hacia otro barril colocado verticalmente, y abierto en su extremo superior y en

la parte inferior un orificio donde se conectó un tubo galvanizado sellado en la parte superior con agujeros a los lados, por donde entra el vapor y se distribuye en todo el sustrato; cada volumen de sustrato corresponde a un tratamiento, se procedió a colocarlo dentro del barril y se selló herméticamente. Al cabo de 2 horas, se sacó el sustrato ya esterilizado, de cada tratamiento y se dejó enfriar por 24 horas en sacos previamente esterilizados para evitar su posterior contaminación y luego se colocó en bandejas, donde se sembraron los diferentes cultivos que se evaluarán en el estudio.



### **5.3 Diseño experimental**

Se utilizó un Diseño Completamente Aleatorio (D.C.A.), con cinco tratamientos y tres repeticiones, para un total de 15 unidades experimentales. Cada unidad experimental está representada por una bandeja de 105 celdas. Este diseño fue utilizado para cada uno de los dos cultivos que fueron evaluados en este estudio (alemán, b. f 2004).

## 5.4 Tratamientos

Tabla 1. Volúmenes de sustrato artesanal esterilizado.

TRATAMIENTOS	Volumen de sustrato
T1	0.068 m <sup>3</sup> (1 saco)
T2	0.136 m <sup>3</sup> (2sacos)
T3	0.204 m <sup>3</sup> (3 sacos)
T4	sustrato comercial peatmoss
T5	sustrato sin esterilizar

## 5.5 Variables a medir

### 5.5.1. Incidencia de enfermedades de suelo.

Para determinar la incidencia de las enfermedades, se contó el número de plantas que presentaron síntomas de enfermedades y se identificaron las enfermedades.

### 5.5.2. Géneros de malezas presentes.

Se dejó que las malezas crecieran en las bandejas hasta alcanzar la etapa de floración y se procedió a identificarlas, comparando las estructuras de la plantas con una guía para identificación de malezas.

### 5.5.3. Diversidad de malezas presentes

Una vez identificadas el número de malezas, se procedió a contar el número de géneros presentes y la diversidad por género, comparando las estructuras florales con láminas de una guía práctica para la identificación de malezas.

### 5.5.4. Porcentaje de emergencia de plántulas (%)

Se realizó un muestreo 10 días después de la siembra, para determinar el porcentaje de plántulas que emergieron por tratamiento, esto se realizó cuantificando el número de plántulas emergidas por bandejas y calculando el porcentaje de emergencia tomando como 100% el número de semillas que se colocaron (1 semilla/celda).

## 5.6 Manejo Agronómico de las plántulas

Después de la siembra, se inició el riego dos veces al día durante toda la fase del experimento, se aplicó un fertilizante foliar Multi.-Fert N 20%, P 20%, K 20% se aplicó 150 gr en 10 lt a partir de los 15 días después de la germinación y

repetiendo la aplicación cada 10 días, durante la etapa de bandeja, en total se realizaron 2 aplicaciones, la primera a los 15 días después de la emergencia y la segunda a los 25 días.

### **5.7 Análisis Estadístico**

Se realizó un análisis estadístico, se utilizó el programa estadístico "Statistical Program for Social Sciences" (SPSS, 11.5). Se realizó un Análisis de Varianza (ANDEVA) para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos, posteriormente se realizaron separaciones de medias según Duncan para determinar cual de los tratamientos obtenían el mayor porcentaje de germinación para la variable emergencia de plántulas. El nivel de significancia fue de 0.05.

### **5.8 Análisis económico**

Se realizó una relación de costo/beneficio, comparando los costos de producción de los tratamientos de sustrato esterilizado con el valor del sustrato comercial peatmoss, determinando el costo de cada uno de los tratamientos (esterilizados y no esterilizados), para llenar 60 bandejas y el costo de cada tratamiento por hectárea. Obteniendo así cual de los tratamientos tiene un menor costo y cual es el más rentable, tomando en cuenta los beneficios obtenidos en cada uno de los tratamientos.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Efecto de la esterilización de tres volúmenes de sustratos sobre la emergencia de los cultivos de Tomate (*Solanum lycopersicum*) y Sandía (*Citrullus lanatus*)

Según la tabla 2, en los porcentajes de emergencia en plantas de tomate no se encontró diferencias significativas en los 5 tratamientos, en el gráfico 1 se observan los porcentajes de emergencia de los diferentes tratamientos, presentando el porcentaje más alto el tratamiento 4 (peatmoss) con 79.68%, seguido por el tratamiento 1 (0.068 m<sup>3</sup> esterilizados) con 78.41%, Tratamiento 3 (0.204 m<sup>3</sup> esterilizados) con un porcentaje de 78.09, tratamiento 5 (testigo sin esterilizar) con 75.24% y con un porcentaje menor el tratamiento 2 (0.136 m<sup>3</sup> esterilizados) con 72.38%.

En la tabla 2, se observa que en los porcentajes de emergencia en plantas de sandía no existe diferencia significativa entre los tratamientos 2, 3, 4 y 5. Como se observa en el gráfico 1, en el cultivo de sandía el porcentaje más alto de emergencia, lo obtuvo el tratamiento 2 (0.136 m<sup>3</sup> esterilizados) con 89.20%, seguido por el tratamiento 4 (peatmoss), tratamiento 3 (0.204 m<sup>3</sup> esterilizados), y 5 (testigo sin esterilizar) con 86.98, 86.35 y 81.27% respectivamente, no se observó diferencia significativa entre ellos. El tratamiento 1(0.068 m<sup>3</sup> esterilizados) presentó el menor porcentaje de emergencia con 69.84%, este porcentaje fue significativamente menor que el resto de tratamientos evaluados.

El análisis estadístico realizado para este estudio, indica que existe diferencias significativas en el tratamiento 1 (0.068 m<sup>3</sup> esterilizados), en el cultivo de sandía, mientras que en el tomate no existe diferencia significativa entre los tratamientos esterilizados y no esterilizados. Los resultados en el presente estudio difieren con los resultados obtenidos en el estudio de validación de esterilizador artesanal a base de vapor de agua realizado por Linares en el año 2006, que observó un porcentaje de emergencia mayor en el sustrato esterilizado que en el sustrato no esterilizado, debido a que el sustrato

esterilizado era más suelto y menos pesado. Sin embargo, en este estudio se observaron estas características físicas en los tratamientos esterilizados (más sueltos y menos pesados), pero el análisis estadístico no indica que exista una diferencia significativa entre los resultados.

Tabla 2. Porcentaje de emergencia de tomate y sandía

Tratamientos usados.	N	Subconjunto para alfa = .05		
		Tomate	Sandía	
		1	1	2
0.068 m <sup>3</sup> (1 saco)	3	78.41	69.84	
Testigo	3	75.24		81.27
0.204m <sup>3</sup> (3sacos)	3	78.09		86.35
Peatmoss	3	79.68		86.98
0.136m(2sacos)	3	72.38		89.20
Sig.		.117	1.000	.067

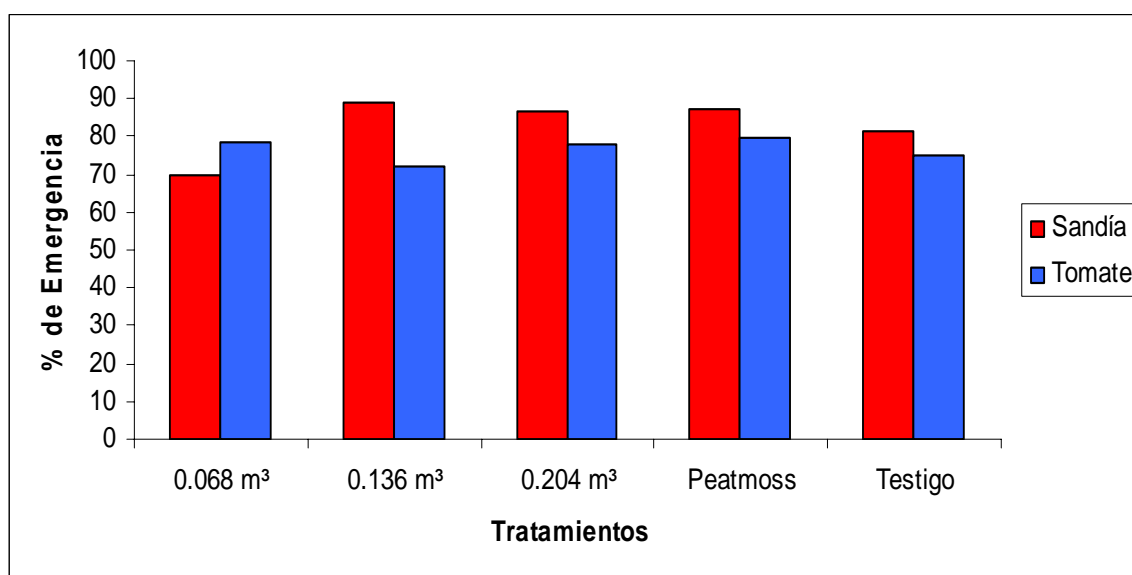


Gráfico 1. Efecto de la esterilización de tres volúmenes de sustratos esterilizados sobre la emergencia de los cultivos de tomate y sandía.

## 6.2. Efecto de tres volúmenes de sustratos esterilizados en la incidencia de enfermedades en los cultivos de tomate y sandía

Según los resultados presentados en la tabla 3, se determinó, que la incidencia de mal del talluelo en los tratamientos evaluados fue de 0.4% de plantas afectadas en el tratamiento 1 (0.068 m<sup>3</sup> esterilizados), lo que significa una reducción del 96% en la incidencia de enfermedades, 1.75% de plantas afectadas, igual a 85% de reducción en el tratamiento 2 (0.136 m<sup>3</sup>

esterilizados), y 0% de plantas afectadas por el mal del talluelo, que indican una reducción del 100% en la incidencia en el tratamiento 3 (0.204 m<sup>3</sup> esterilizados), 0% de plantas afectadas en el tratamiento peatmoss y 11.8% de plantas afectadas en el tratamiento sin esterilizar (testigo), con una mortalidad de 3.38% de plantas a causa del mal del talluelo en el tratamiento testigo para el cultivo de tomate.

Según la tabla 3, para el cultivo de sandía se determinó, que la incidencia de mal del talluelo fue de 0.45% de plantas afectadas, que representa una reducción del 96% en la incidencia en el tratamiento 1 (0.068 m<sup>3</sup> esterilizado), 0% plantas afectadas en el tratamiento 2 (0.136 m<sup>3</sup> esterilizados), refleja una reducción del 100% de la incidencia de enfermedades y 1.10% de plantas afectadas por el mal del talluelo en el tratamiento 3 (0.204 m<sup>3</sup> esterilizados), presentó un 0.36% de mortalidad de plantas en el tratamiento 3, que indican una reducción del 88% en la incidencia de enfermedades y 99.64% en la mortalidad de plantas, todo esto en comparación con el tratamiento testigo, 0% de incidencia de enfermedades en el peatmoss y 10.15% de plantas afectadas en el testigo, con un 2.73% en la mortalidad plantas para el mismo tratamiento.

Estos resultados se deben a que la esterilización se dio a temperaturas superiores a los 100° C, la mayoría de los microorganismos pueden crecer en un rango térmico en torno a los 48°C y las altas temperaturas causan una desnaturalización de las proteínas y afectan la permeabilidad de la membrana celular de los microorganismos (Coyne, 2000). Estos resultados coinciden con el estudio de validación del esterilizador artesanal de sustrato a base de vapor de agua que realizó Linares, 2006 en el cual se reportó una menor incidencia de enfermedades en los tratamientos esterilizados que en los sin esterilizar.



Tabla 3. Porcentaje de incidencia y mortalidad en plántulas de tomate y sandía afectadas por el mal del talluelo

Tratamiento	Cultivos			
	Tomate		Sandia	
	% Inc.	% mort	% Inc.	% mort
0.068 m <sup>3</sup> esterilizados	0.40	0.00	0.45	0.00
0.136 m <sup>3</sup> esterilizados	1.75	0.00	0.00	0.00
0.204 m <sup>3</sup> esterilizados	0.00	0.00	1.10	0.36
Peatmoss	0.00	0.00	0.00	0.00
Testigo sin esterilizar	11.80	3.38	10.15	2.73

\*Inc.: Incidencia \*\*Mort.: Mortalidad.

### 6.3. Efecto de los diferentes volúmenes esterilizados sobre las malezas presentes en el sustrato artesanal

Según la tabla 4, en el cultivo de tomate, hubo una reducción del porcentaje de malezas de un 100% en el tratamiento 1(0.068 m<sup>3</sup> esterilizado), 96 % en el tratamiento 2(0.136 m<sup>3</sup> esterilizados) y un 90 % en el tratamiento 3 (0.204 m<sup>3</sup> esterilizados) en comparación con el tratamiento 5 (testigo); En la tabla 5, se observa que en el cultivo de sandía, hubo una reducción del 95 % para el tratamiento 1(0.068 m<sup>3</sup> esterilizado), 93% para el tratamiento 2 (0.136 m<sup>3</sup> esterilizados) y 88% para el tratamiento 3 (0.204 m<sup>3</sup> esterilizados) en comparación con el tratamiento 5 (testigo).

Según los resultados presentados en las tablas 4 y 5, la presencia de malezas en los tratamientos esterilizados fue inferior a la presencia de malezas en el tratamiento testigo el cual no fue sometido a esterilización. En comparación con el tratamiento 4 (peatmoss) no existe una diferencia marcada con los tratamientos esterilizados, se puede observar que en los tratamientos esterilizados sólo se presentaron dos géneros de maleza, las cuales son hoja ancha, y en tratamiento testigo se observa la presencia de cuatro géneros de los cuales dos son hoja ancha, una gramínea y una ciperácea (Alemán, a. f 2004), esto para el cultivo de sandía.

De acuerdo al presente estudio se puede decir que con la esterilización se controlan mejor las gramíneas y las ciperáceas que las malezas de hoja ancha.

La baja presencia de malezas cuando hay temperaturas extremas se debe a que las temperaturas muy altas desnaturalizan las proteínas de las semillas de las malezas (Toole et al., 1955 citado por Pitty, 1997). Con sustratos tratados con vapor de agua, se controla la mayoría de hongos patógenos y malezas (Linares, 2006) esto concuerda con el presente estudio, en el cual los tratamientos son sometidos a temperaturas superiores a los 100°C lo cual ocasiona pérdida de viabilidad de las semillas de malezas por lo que no llegan a germinar.

Tabla 4. Diversidad de malezas en el cultivo de tomate

Diversidad	Tratamientos				
	0.068m <sup>3</sup>	0.136m <sup>3</sup>	0.204m <sup>3</sup>	peatmoss	testigo
<i>Portulaca oleracea</i>	0	2	5	2	15
<i>Amaranthus spinosus</i>	0	0	1	0	10
<i>Eleusine indica</i>	0	0	0	0	26
<i>Cyperus rotundus</i>	0	0	0	0	8
<b>Total</b>	0	2	6	2	59

Tabla 5. Diversidad de malezas en el cultivo de sandía

Diversidad	Tratamientos				
	0.068m <sup>3</sup>	0.136m <sup>3</sup>	0.204m <sup>3</sup>	peatmoss	testigo
<i>Portulaca oleracea</i>	3	2	4	2	12
<i>Amaranthus spinosus</i>	0	2	3	1	9
<i>Eleusine indica</i>	0	0	0	0	29
<i>Cyperus rotundus</i>	0	0	0	0	10
<b>Total</b>	3	4	7	3	60

#### 6.4. Costo de esterilización de los diferentes tratamientos

En la Tabla 6, se observan los costos de los diferentes volúmenes de sustrato que corresponden a los diferentes tratamientos evaluados en este estudio, el costo más alto corresponde al tratamiento 1 (0.068 m<sup>3</sup> esterilizado) con un costo de C\$ 765.50, para llenar 60 bandejas; para una ha de tomate el costo es de C\$ 3,368.20, con una población/ha de 27,639 plantas, con un marco de siembra de 1.2 x 0.3 m. Para una ha de sandía el costo es de C\$ 306.20, con una densidad de 2,500 pl/ha y un marco de siembra de 2x2 m.

El tratamiento 4 (Peatmoss) con un costo de C\$ 673.75, para llenar 60 bandejas; para una ha de tomate el costo es de C\$ 2,964.5 y el costo para una ha de sandía con este mismo tratamiento es de C\$ 269.5. Para el tratamiento 2 (0.136 m<sup>3</sup> esterilizados) el costo para llenar 60 bandejas es de C\$ 730.00, para una ha de tomate el costo es de C\$ 2,399.88 y para una ha de sandía es C\$ 219.00.

Para el tratamiento 3 (0.204 m<sup>3</sup> esterilizados), los costos son: para llenar 60 bandejas C\$ 475.00, para una ha de tomate C\$ 2,090.00 y para una ha de sandía C\$ 190.00. Para el tratamiento 5 (testigo sin esterilizar), que fue el más barato los costos son: para llenar 60 bandejas C\$ 330.00, para una ha de tomate C\$ 1,452.00 y para una mz de sandía C\$ 132.00.

Según los resultados obtenidos en el presente estudio, el tratamiento más rentable es el tratamiento 3 (0.204 m<sup>3</sup> esterilizados), debido a que se puede esterilizar la cantidad de sustrato necesaria para llenar 60 bandejas en un menor tiempo (2 horas) que los otros tratamientos esterilizados, reduciendo así los costos de producción que se especifican en el anexo 3 y maximizando los factores tiempo y recursos humanos. Además de no presentar altos riesgos para la producción de plántulas de tomate y sandía tales como bajos porcentajes de emergencia, alta incidencia de enfermedades y malezas.

Tabla 6. Costo por hectárea de sustratos esterilizado.

Tratamiento	Volumen en m <sup>3</sup> para llenar 60 bandejas	Nº de esterilizaciones para llenar 60 bandejas	Costo total 60 bandejas (Córdobas)	Costo/ha (Córdobas)	
				Tomate 27,639pl/ha (1.2 x 0.3m)	Sandía 2,500pl/ha (2 x 2m)
T1(0.068 m <sup>3</sup> esterilizado)	0.204	3	765.50	3,368.20	306.20
T2(0.136 m <sup>3</sup> esterilizado)	0.204	2	547.50	2,399.88	219.00
T3(0.204 m <sup>3</sup> esterilizado)	0.204	1	475.00	2,090.00	190.00
Peatmoss	1 paquete	0	673.75	2,964.50	269.50
Testigo	0.204	0	330.00	1,452.00	132.00

## VII. CONCLUSIONES

El volumen máximo de sustrato que puede ser esterilizado eficientemente, para la producción de plántulas de tomate y sandía es de 0.204 m<sup>3</sup>

No se presentó diferencia significativa en los tratamientos esterilizados y no esterilizados, en la emergencia de plántulas en el cultivo de tomate; mientras que en el cultivo de sandía no se presentó diferencia significativa entre los tratamientos, a excepción del tratamiento 1 (0.068 m<sup>3</sup> esterilizados)

La incidencia de patógenos en plántulas de tomate, presentó una reducción de un promedio del 93% en los sustratos esterilizados, mientras que en el cultivo de sandía se presentó una reducción promedio del 94% de incidencia de enfermedades, esto en comparación con el sustrato no esterilizado.

La incidencia de malezas presentes en los sustratos esterilizados, fue mínima en comparación al sustrato no esterilizado, presentando una reducción promedio de la incidencia de malezas presentes, de 95% para el cultivo de tomate y 92% para el cultivo de sandía, demostrando la efectividad del esterilizador.

Los tratamientos esterilizados tienen un menor costo que el sustrato comercial Peat Moss, a excepción del tratamiento 1 (0.068 m<sup>3</sup> esterilizado), siendo el tratamiento 3 (0.204 m<sup>3</sup> esterilizados) el más rentable al llenar mayor cantidad de bandejas (60) con un menor costo, el cual equivale a C\$ 475.00 en comparación con el Peat Moss cuyo costo es de C\$ 673.75.

## VIII. RECOMENDACIONES

Esterilizar los sustratos artesanales a usarse en la producción de plántulas de tomate y sandía, para obtener plántulas libres de malezas.

Utilizar sustrato esterilizado en la producción de plántulas de tomate y sandía, para reducir las pérdidas de plántulas por mal del talluelo.

Utilizar 0.204 m<sup>3</sup> (3 sacos) esterilizados, para obtener mayor rentabilidad en la producción de plántulas de tomate y sandía, debido a su bajo costo, en comparación con el sustrato comercial peatmoss.

Esterilizar el saco o recipiente donde se almacenará el sustrato esterilizado, para evitar su posterior contaminación.

## IX. BIBLIOGRAFIA

- Alemán, a. f 2004. Manejo de arvenses en el trópico, 2da ed. Imprimatur artes graficas. Managua, Nicaragua. 180p.
- Alemán, b. f 2004. Manual de investigación agronómica. Imprimatur artes graficas. Managua, Nicaragua. 248p.
- Arguello, H., Lastres, L., Rueda, A. 2007. Manual MIP en Cucúrbitas. (1ª ed.). Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central (PROMIPAC- ZAMORANO-COSUDE). Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. P. 244.
- BIOMAA. 1994. Productos para Reptiles. Peatmoss. En línea. Consultado el 20 de abril del 2009. Disponible en: [http://www.bioma/productos\\_reptiles/peatmoss.com](http://www.bioma/productos_reptiles/peatmoss.com).
- Calderón, F. 2002. La Cascarilla De Arroz "Caolinizada"; Una Alternativa Para Mejorar La Retención De Humedad Como Sustrato Para Cultivos Hidropónicos. Bogotá D.C., Colombia.
- Canovas, F. 1993. Principios básicos de la hidroponía. Aspectos comunes y diferenciales de los cultivos con y sin suelos. Madrid, Instituto de estudios Almerienses y FIAPA.
- Coyne, Mark. 2000. Microbiología del suelo: Un enfoque exploratorio. Editorial Paraninfo. Madrid, España. pp. 145 y 146.
- IICA, 1999. Lombricultura y Abonos orgánicos. Simposio Internacional. Primera reunión Nacional del 18 al 20 de octubre de 1999. p.139.
- Infoagro, a. sf). El cultivo de Sandía. (1ª parte) Morfología y Taxonomía. En línea consultado 2 de septiembre del 2008. Disponible en: [http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tradicionales/sandía1.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/sandía1.htm).
- Infoagro, b. sf). El cultivo de tomate. (1ª parte) taxonomía y morfología y requerimiento edafológicos. En línea. Consultado el 7 de enero del 2008. Disponible en: <http://infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>
- Infoagro, c. sf). Semilleros. En línea. Consultado 1, agosto de 2008. Disponible en: [http://www.infoagro.com/semillas\\_viveros/semillas/semilleros\\_hortícolas2.htm](http://www.infoagro.com/semillas_viveros/semillas/semilleros_hortícolas2.htm).
- Infoagro, d. sf). Sustratos. En Línea. Consultado 1, agosto de 2008. Disponible en: [http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_sustratos.htm](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm).

- Infoagro, e. sf). Tipos de sustratos de cultivo. (1ª parte). Característica del sustrato ideal. En línea. Consultado el 9 de agosto del 2008. Disponible en: [http://infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_sustrato/htm](http://infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustrato/htm).
- INTA, 1999. Guía tecnológica 22. Cultivo de tomate. Managua, Nicaragua. Pp.11-24.
- Linares, L. 2006. Validación del esterilizador artesanal de sustrato a base de vapor de agua. In: Castillo, A, Gómez, J, Morales, H, Toledo, J, Jarquin, R. X congreso Interamericano de Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Tapachula, Chiapas, México, 27-29 de septiembre del 2006.
- Montes, A. s.f. Cultivos de hortalizas en el trópico. Escuela Agrícola Panamericana. Departamento de horticultura. Zamorano. Honduras.
- Morales, C. 1999. Produzca frutas Cultive Sandía. 1ª ed. Ediciones Graphic Print, S.A. Managua, Nicaragua. 56p.
- Muñoz, R. 2003. Producción de hortalizas en invernadero: Experiencias en Zamorano, Honduras.
- Pitty, A. 1997. Introducción a la Biología, Ecología y Manejo de Malezas. Zamorano Academics Press Honduras. 300 p.
- Rumano, S. y Sánchez. 2003. Enciclopedia práctica de la agricultura y ganadería MCMXCIX. Grupo editorial Océano S.A. España. pp. 633-634



**ANEXOS**

Anexo 1. Análisis químico al sustrato lombrihumus mas cascarilla de arroz carbonizada, esterilizado y sin esterilizar

Identificación		pH	CE	MO	N-T	P-T	KT
Sustrato lombrihumus mas cascarilla de arroz tesis_darlingpeñalba	T 1, 2 y 3(dos horas de esterilización)	7.37	3.1	59.6	1.1	7.6	28.9
	T5(testigo sin esterilizar)	6.8	2.8	54.4	1.4	7.5	29.5

Anexo 2. Análisis estadístico de emergencia de plántulas

ANOVA		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
porcentaje de emergencia de plantas de tomate	Inter-grupos	103.564	4	25.891	1.126	.398
	Intra-grupos	229.895	10	22.990		
	Total	333.460	14			
porcentaje de emergencia de sandia	Inter-grupos	724.064	4	181.016	9.264	.002
	Intra-grupos	195.404	10	19.540		
	Total	919.468	14			

Anexo 3. Costos de esterilización por tratamientos

<b>Costos/ tratamiento</b>	<b>L+C 0.068 m<sup>3</sup></b>	<b>L+C 0.136 m<sup>3</sup></b>	<b>L+C 0.204 m<sup>3</sup></b>	<b>Peat Moss</b>	<b>Testigo L+C sin esterilizar</b>
<b>Costos Variables</b>					
Precio saco de lombriabono	100	100	100		100
Volumen a utilizar (m <sup>3</sup> )	0.0272	0.0544	0.0816		0.0272
<b>Precio de abono a utilizar</b>	<b>80</b>	<b>160</b>	<b>240</b>		<b>80</b>
Precio saco de cascarilla	25	25	25		25
Volumen a utilizar (m <sup>3</sup> )	0.0408	0.0816	0.1224		0.0408
<b>Precio de cascarilla a utilizar</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>90</b>		<b>30</b>
<b>Sub Total</b>	<b>110</b>	<b>220</b>	<b>330</b>	<b>673.75</b>	<b>110</b>
<b>Costos fijos</b>					
Horas de mano de obra	3	3	3		
Precio hora de mano de obra	10	10	10		
<b>Precio de mano de obra a utilizar</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>		
<b>Precio de leña utilizada</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>		
<b>Precio deducido del esterilizador</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>		
<b>Sub Total</b>	<b>145</b>	<b>145</b>	<b>145</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Total por tratamiento</b>	<b>255</b>	<b>365</b>	<b>475</b>	<b>673.75</b>	<b>110</b>
Cantidad de bandejas (105 celdas) por tratamiento	20	40	20	60	20
Cantidad de esterilizaciones para llenar 60 bandejas	3	1.5	1	1	3
<b>Costo total para 60 bandejas</b>	<b>765.5</b>	<b>547.5</b>	<b>475</b>	<b>673.75</b>	<b>330</b>
<b>Diferencia de precio con el peatmoss</b>	<b>-91.75</b>	<b>126.25</b>	<b>198.75</b>	<b>0</b>	<b>343.75</b>

Anexo 4. Esterilizador Artesanal a base de vapor de agua



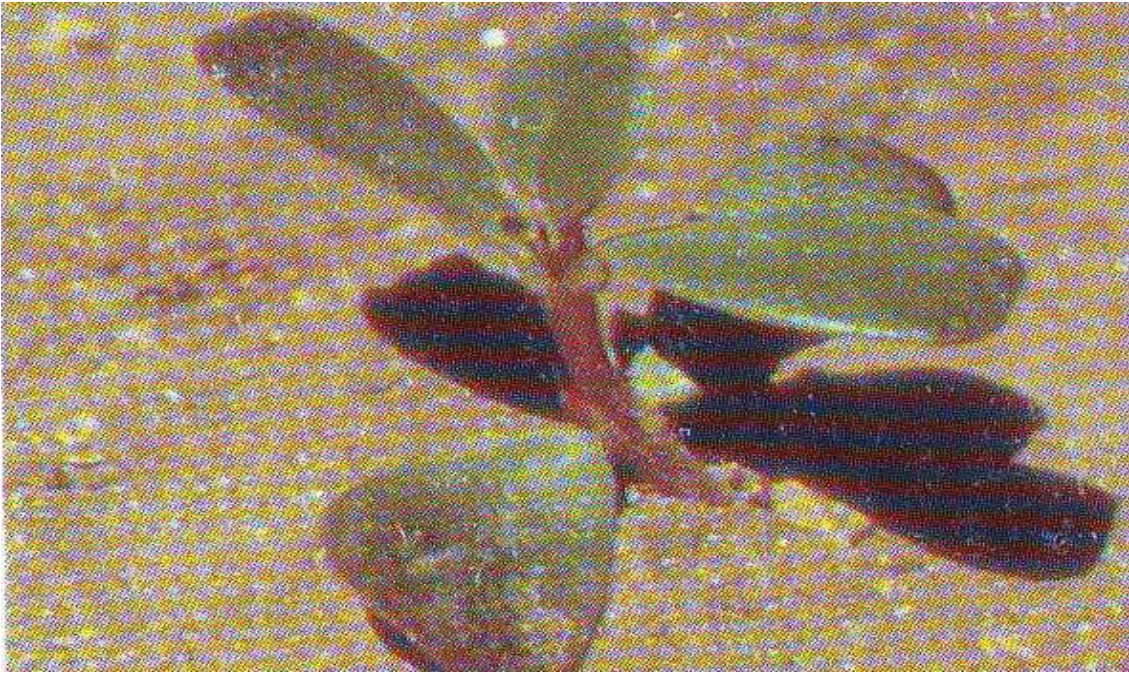
Anexo 5. *Cyperus rotundus*



Anexo 6. *Amaranthus espinoso*



Anexo 7. *Portulaca oleracea*



Anexo 8. *Eleusine indica*

