

Universidad Nacional Experimental
de los Llanos Occidentales
"EZEQUIEL ZAMORA"



LA UNIVERSIDAD QUE SIEMBRA

VICERRECTORADO
DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
ESTADO PORTUGUESA

Coordinación
Área de Postgrado

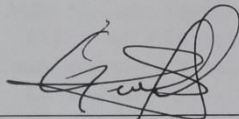
APROVECHAMIENTO DEL SUSTRATO POSTCOSECHA DE CHAMPIÑÓN COMO SALIDA AMBIENTAL PARA SU APROVECHAMIENTO CON FINES AGRÍCOLAS

**Autor: Erick Rodríguez.
Tutor: MSc. Carmen G Gimenez M.**

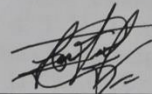
**ACTA DE ADMISIÓN
TRABAJO DE GRADO DEL PARTICIPANTE ERICK RODRÍGUEZ ASPIRANTE A
OBTENER EL TÍTULO DE MAGISTER SCIENTIARUM EN PLANIFICACIÓN DE LOS
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

El día sábado, 22 de Marzo del dos mil veinticinco (2025), siendo las 12:15 pm, nos hemos reunido de manera presencial siguiendo los protocolos y normas de bioseguridad y en concordancia con el Reglamento de Estudios Avanzados de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora" UNELLEZ, ubicada en la ciudad de Guanare, Estado Portuguesa, los profesores, **MSc. Carmen Giménez** titular de la Cédula de Identidad número **V-16.475.391** (Coordinadora y Tutora, UNELLEZ-VPA), **MSc. Pastor Peña** titular de la Cédula de Identidad número **V-17.881.843** (Jurado Principal Interno, UNELLEZ-VPA), **MSc. Iván Chávez** titular de la Cédula de Identidad número **V-9.250.441** (Jurado Principal Externo UBV), miembros del Jurado Evaluador designado por la Comisión Asesora de Estudios Avanzados del Vice-Rectorado de Producción Agrícola, según **RESOLUCIÓN EA 871/2025, de fecha: 20-03-2025, ACTA No. 37/2025**, para evaluar el trabajo de grado del Maestrante **Erick Rodríguez**, titular de la cédula de identidad número: **V- 15.906.115**, como requisito parcial para optar al grado académico de Magister Scientiarum; a tenor de lo dispuesto en los **Artículos 60 y 61, del Reglamento de Estudios Avanzados de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos "Ezequiel Zamora"**. Por cuanto el Coordinador(a) del Jurado constata que se ha cumplido con lo establecido en la normativa para la elaboración de Trabajos de Grado, se procede a constituir el Jurado Evaluador con los tres profesores presentes. Acto seguido el Jurado Evaluador procedió a **ADMITIR**, el Trabajo de Grado del Maestrante **Erick Rodríguez**, titular de la cédula de identidad número: **V-15.906.115** Titulado: **"SUSTRATO POSTCOSECHA DE CHAMPIÑÓN COMO SALIDA AMBIENTAL PARA SU APROVECHAMIENTO CON FINES AGRÍCOLAS"**. En cumplimiento de lo dispuesto en los **Artículos 60, y 61 del Reglamento de Estudios Avanzados de la UNELLEZ**, se fija la defensa pública del Trabajo de Grado para el día 22 de Marzo de 2025, con hora de inicio a las 12:15 pm, y siguiendo las orientaciones de la normativa, modalidad a distancia, aula de laboratorio de Informática de Estudios Avanzados, de su Trabajo de Grado, por parte del aspirante.

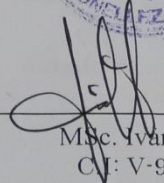
Ante lo anterior expuesto, se elabora la presente Acta que conformes firman todos los miembros del Jurado.



MSc. Carmen Giménez
C.I: V-16.475.391
Coordinadora y Tutora
UNELLEZ-VPA



MSc. Pastor Peña
C.I: V- 17.881.843
Jurado Principal Interno
UNELLEZ - VPA

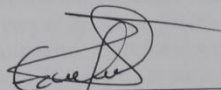


MSc. Iván Chávez
C.I: V-9.250.441
Jurado Principal Externo
UBV


ACTA DE DEFENSA PÚBLICA DE TRABAJO DE GRADO

En la sede del Vicerrectorado de Producción Agrícola de la UNELLEZ-Guanare a las 12:15 pm, del día sábado, 22 de Marzo del dos mil veinticinco (2025), siguiendo los lineamientos del Programa de Estudios Avanzados, se reunieron los profesores, MSc. Carmen Giménez titular de la Cédula de Identidad número V-16.475.391 (Coordinadora y Tutora, UNELLEZ-VPA), MSc. Pastor Peña titular de la Cédula de Identidad número V-17.881.843 (Jurado Principal Interno, UNELLEZ-VPA), MSc. Iván Chávez titular de la Cédula de Identidad número V-9.250.441 (Jurado Principal Externo UBV) miembros del Jurado Evaluador designado por la Comisión Asesora de Estudios Avanzados del Vicerrectorado de Producción Agrícola, según RESOLUCIÓN EA 871/2025, de fecha: 20-03-2025, ACTA No. 37/2025, para proceder a emitir el veredicto sobre la defensa pública del Trabajo de Grado Titulado: "SISTRATO POSTCOSECHA DE CHAMPIÑON COMO SALIDA AMBIENTAL PARA SU APROVECHAMIENTO CON FINES AGRÍCOLAS". Desarrollado por el Maestrante, Erick Rodríguez titular de la cédula de identidad número: V-15.906.115, como requisito parcial para optar al grado académico de Magister Scientiarum en Planificación de Los Recursos Naturales Renovables.

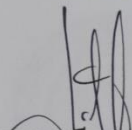
Cumplido el acto de presentación pública, el cual finalizó a las 1:00 pm, los miembros del Jurado Evaluador resolvieron APROBAR el Trabajo de Grado, en su forma y contenido.



MSc. Carmen Giménez
C.I: V-16.475.391
Coordinadora y Tutora
UNELLEZ-VPA



MSc. Pastor Peña
C.I: V- 17.881.843
Jurado Principal Interno
UNELLEZ - VPA



MSc. Iván Chávez
C.I: V-9.250.441
Jurado Principal Externo
UBV

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS.....	
ÍNDICE DE FIGURA.....	
RESUMEN.....	
ABSTRACT.....	
INTRODUCCIÓN.....	
ANTECEDENTES.....	
Objetivos de la investigación.....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
Capítulo I. Marco Teórico.	
1. Revisión bibliográfica.....	6
1.1 Compostaje.....	6
1.2 Pimentón.....	6
1.2.1 Origen.....	6
1.2.2 Descripción taxonómica.....	7
1.2.3 Dendrología.....	7
1.2.4 Requerimientos Edafoclimáticos.....	8
1.2.4.1 Temperatura.....	8
1.2.4.2 Humedad.....	8
1.2.4.3 Luz.....	8
1.2.4.4 Suelo.....	9
1.2.4.5 pH.....	9
1.2.4.6 Riego.....	9
1.2.5 Germinación.....	9
1.3 Sustrato.....	10
1.3.1 Tipos de sustratos.....	10
1.3.1.1 Según sus propiedades.....	10
1.3.1.2 Según el origen de los materiales.....	11

1.3.2. Características físicas y químicas de los sustratos en general.....	12
1.3.2.1 Densidad aparente.....	12
1.3.2.2 Porosidad.....	12
1.3.2.3 Aireación.....	12
1.3.2.4 Retención de agua.....	13
1.3.2.5 Granulometría.....	13
1.3.2.6 Estabilidad de la materia orgánica.....	13
1.3.2.7 Relación Carbono Nitrógeno.....	13
1.3.2.8 pH.....	14
1.3.2.9 Capacidad de intercambio catiónico (CIC).....	14
1.4. Llenado y siembra de bandejas para semillero.....	14
Capítulo II. Materiales y Métodos.	
2.1 Área de estudio.....	16
2.2 Herramientas y equipos.....	17
2.3 Diseño de la investigación.....	17
2.4 Selección de semillas.....	18
2.5 Preparación de sustrato.....	18
2.5.1 Compostaje del material gastado de champiñón.....	18
2.5.2 Mezcla de sustratos a utilizar.....	20
2.5.2.1 Sustrato (S1).....	20
2.5.2.2 Sustrato (S2).....	20
2.5.2.3 Sustrato (S3).....	20
2.6 Desinfección de sustratos.....	21
2.7 Llenado de bandejas.....	21
2.8 Labores agronómicas.....	22
2.8.1 Siembra.....	22
2.8.2 Control de malezas.....	22
2.8.3 Riego y frecuencia.....	22
2.9 Caracterización física-química de los sustratos.....	22
2.9.1 Característica física.....	22
2.9.2 Características químicas.....	23
2.9.2.1 pH y conductividad eléctrica.....	23
2.9.2.2 Determinación de nitrógeno.....	23
2.9.2.3 Determinación de potasio.....	25
2.9.2.4. Determinación fosforo.....	26
2.10 Variables morfo-métricas a evaluar en las plantas de pimentón...	26
2.10.1 Emergencia de las semillas... ..	26
2.10.2 Altura.....	26
2.10.3 Longitud de la raíz principal.....	27
Capítulo III. Resultado y discusión.	
3.1 Análisis estadístico.....	28

CONCLUSIONES...	33
RECOMENDACIONES...	34
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA...	35

ÍNDICE DE CUADROS

CUADROS	pp
1. Valores del estadístico.....	29
2. Comportamiento de medidas de tukey al 5%.....	30

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PP
1.	Ubicación relativa del área de estudio.....	16
2.	Distribución de las parcela experimentales.....	18
3.	Construcción de las pilas de compost.....	19
4.	Proceso de compostaje.....	19
5.	Mezcla de sustrato compostado con 25% de arena.....	20
6.	Llenado de bandeja.....	21
7.	Siembra en las bandejas.....	22
8.	Representación de la germinación.....	26
9.	Promedio general de longitud de tallo y raíz.....	30
10.	Longitud del tallo.....	31
11.	Longitud de la raíz.....	32
12.	Emergencia.....	32



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES

“EZEQUIEL ZAMORA”

VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

PROGRAMA DE ESTUDIOS AVANZADOS

APROVECHAMIENTO DEL SUSTRATO POSTCOSECHA DE CHAMPIÑÓN COMO SALIDA AMBIENTAL PARA SU APROVECHAMIENTO CON FINES AGRÍCOLAS

AUTOR: Erick Rodríguez

TUTOR: Carmen Giménez

AÑO: 2025

RESUMEN

Con el objetivo de valorar las características físicas y químicas del sustrato post-cosecha de champiñón para su aprovechamiento con fines agrícolas, se evaluaron las modalidades: T1= Sustrato compostado 100%; T2 = Sustrato sin compostar y T3= Sustrato compostado 75% + 25% de arena y se evaluaron las variables: Longitud del tallo y de la Raíz en cm. Para esto, se usó un diseño completamente aleatorizado con Tres tratamientos, con una réplica de 25 semillas y se midieron 10 plántulas después de la emergencia. Los resultados del análisis de la varianza para modelo de clasificación simple con medidas repetidas, indicó que el tratamiento T1 (Sustrato post-cosecha compostado) presentó mayor longitud de tallo en comparación con los demás sustratos, mientras que el T2 (Sustrato compostado con arena) compitió con el T1 en la mitad del período evaluado y además produjo el mismo número de plantas emergidas. Todos estos resultados indican que el T1 produjo los mejores resultados pero se requiere 100% compostado, mientras que el tratamiento T3 tiende a competir con el sustrato puro y esto podría ser de gran ayuda para disminuir los costos de producción a nivel de pequeños productores.

Palabras claves: Pimentón, *Capsicum annum* L. Sustrato post-cosecha de champiñón, Emergencia de plantas de Pimentón. Morfometría de plántulas de pimentón.



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES

“EZEQUIEL ZAMORA”

VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
PROGRAMA DE ESTUDIOS AVANZADOS

USE OF MUSHROOM POST-HARVEST SUBSTRATE AS AN ENVIRONMENTAL OUTLET FOR ITS USE FOR AGRICULTURAL PURPOSES

AUTORES: Erick Rodríguez

TUTOR: Carmen Giménez

AÑO: 2025

ABSTRACT

In order to evaluate the physical and chemical characteristics of the post-harvest mushroom substrate for its use for agricultural purposes, the following modalities were evaluated: T1 = 100% composted substrate; T2 = Substrate without composting and T3 = Substrate composted 75% + 25% of sand and the variables were evaluated: Length of stem and Root in cm. For this, a completely randomized design with three treatments was used, with a replica of 25 seeds and 10 seedlings were measured after emergence. The results of the analysis of the variance for simple classification model with repeated measurements, indicated that the T1 treatment (post-harvest composted substrate) presented greater stem length in comparison with the other substrates, while the T2 (composted substrate with sand) competed with T1 in the middle of the period evaluated and also produced the same number of emerged plants. All these results indicate that the T1 produced the best results but 100% composted is required, while the T3 treatment tends to compete with the pure substrate and this could be of great help to reduce the production costs at the level of small producers.

Palabras claves: Paprika, *Capsicum annum* L. Post-harvest substratum of mushroom, Emergence of paprika plants. Morphometry of paprika seedlings

Introducción

Los sustratos son uno de los materiales más usados para cultivos de invernadero, sirven para la retención agua y nutrientes. Es un lugar donde los gases y los nutrientes se intercambian y también sirven como anclaje para el sistema radicular de la planta. A nivel mundial los materiales que más se utilizan como componente orgánico es, turba de musgo, corteza de árboles, coco en trozos, cáscaras de arroz; mientras que los componentes inorgánicos son, entre otros, perlita, piedra pómez, vermiculita, arena, hidrogel (López 2018).

El pimentón es una angiosperma de la familia Solanaceae, su nombre científico más generalizado es *Capsicum annum*, L. cuyo origen se sitúa en América del sur, comenzó en la zona de Perú-Bolivia y de aquí se extendió por el resto del continente. (Guzmán 1988). Hoy en día, se cultiva en invernadero en todo el mundo. Es una planta herbácea aunque se vuelve rápidamente leñosa (FAO 2002).

En Venezuela este cultivo requiere de climas cálidos y abundante humedad, pero nunca se siembra directamente en la tierra, sino en bandejas con turba preparada para crear condiciones óptimas para que la semilla germine, y luego se trasplanta. Las principales zonas de cultivo están en el estado Lara, Andes, llanos centrales y occidentales y en el centro del país, básicamente el consumo es en el mercado fresco (Bayer Venezuela 2017).

Por ser una hortaliza, el pimentón puede ser producido en cultivos organopónico, la cual, es una técnica para la producción de alimentos, basada en el establecimiento de cultivos sobre sustratos orgánicos, delimitados por guarderías o colocados en contenedores (canteros, barbacoas, entre otros.), instalados en espacios libres y/o vacíos, donde el suelo resulta improductivo (Instituto Nacional De cooperativa Educativa [INCE] 2005). Los materiales que se han experimentado para uso del laboratorio y para cultivos comerciales son muchos y no siempre han respondido

positivamente desde el punto de vista técnico y económico (Calderón y Cevallos 2001).

Investigaciones indican, que la aplicación de composta a base de champiñón tiene un efecto significativo positivo sobre el contenido de clorofila, tasa de fotosíntesis y el rendimiento del cultivo frijol (variedad Pinto Saltillo), Gutiérrez (2013). Mientras que Alvares et al. (2000) señalaron que con los abonos orgánicos hay una mejoría en las propiedades físicas y químicas del suelo, favoreciendo que el consorcio de microorganismos del mismo influya directamente en los incrementos de los rendimientos agrícolas y crecimientos de las plantas. A su vez se evaluó positivamente en Irán diferentes mezclas de cobertura basadas en sustrato postcultivo de champiñón madurado y lavado por Riahi y Arab (2004).

Considerando lo anterior, la producción de compost es una forma de utilizar eficientemente los residuos orgánicos, tanto para ser utilizados, como parte del sustrato para la producción de plántulas en el vivero, como para producir abono orgánico destinado a plantaciones de diversas especies agrícolas o agroforestales (Giménez 2016). La manipulación del material residual de la producción de champiñón y sus compostas representan una fuente de nutrientes imprescindibles para la agricultura sostenible (Gutiérrez 2013). Actualmente es insignificante el manejo de este material debido a la poca información que existe sobre sus propiedades. Por lo cual se presenta la necesidad de caracterizar materiales disponibles en las diferentes regiones del país que puedan servir como sustratos agrícolas, pues además de ser una alternativa para disminuir los costos de producción, se daría uso al residuo acumulado (Cesar et al., 2010).

En este sentido, al compostar el sustrato de champiñón se obtienen beneficios, entre los que destacan agentes de biocontrol, los cuales suprimen el desarrollo de hongos indeseables, además de ser una buena fuente de materia orgánica y de nutrientes Davis et al (2005). Sin embargo, en nuestro país no existen estudios que relacionen la producción de algún rubro en el sustrato antes mencionado.

Este estudio generó un conocimiento en el compostaje, manipulación y adaptabilidad de este sustrato a cultivos de hortalizas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

España es el tercer productor europeo de hongos. Cuando el cultivo de este alimento ha finalizado, el sustrato queda “agotado” para continuar con una producción industrial. Este sustrato postcultivo se convierte en un residuo que supone un gran desafío para los cultivadores. Además, los films acolchados que se emplean en la actualidad en el cultivo de champiñones y setas requieren de un costoso reciclado. En este contexto, cada vez son más necesarias estrategias de reutilización de los residuos de estos cultivos que permitan minimizar el impacto medioambiental, paisajístico y económico de su actividad.

Este proyecto de investigación nace para poner solución a esta problemática, apostando por la reducción de los residuos del cultivo del champiñón y su posterior valorización para la mejora de la productividad del propio sector agrícola. Para ello, se presentan dos soluciones innovadoras. Por un lado, una nueva formulación de film compostable para sustituir al film plástico de origen fósil que se utiliza actualmente en el cultivo del champiñón. Y, por otro lado, la obtención a partir del sustrato postcultivo y otros residuos agrícolas para reducir el uso del material de cobertura tipo turba, de origen fósil, y para emplearlo como fertilizante que contribuya a mejorar los cultivos agrarios, aumentando así la competitividad y la rentabilidad para el sector agrícola.

En la zona andina siempre se ha dado el cultivo de champiñón el mismo es muy rentable económicamente el sustrato que se utiliza para su cultivo luego que este finaliza no posee ningún destino en específico es arrojado o apilado en terrenos baldíos muchas cercas de cursos de agua (Frias 2008) lo cual representa un impacto ambiental por sus lixiviados en especial si es cerca de cursos de agua ya que los mismos llevan una alta cantidad de fertilizantes y formol.

Es representa una problemática ambiental y a su vez una problemática de manejo agronómico de los desechos finales de un cultivo como el champiñón.

Es necesario buscar una salida ambiental que ayude a una reutilización del material, con un fin que beneficie al ambiente y al hombre en su búsqueda de alimentación.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Cabe preguntar ante esta problemática:

¿Cuáles serán características físicas y químicas de tres mezclas de sustrato post-cosecha de champiñón? ¿Qué efectos tendrá el sustrato de champiñón sobre nomófilos verdaderos en pimentón (*Capsicum annum* L)? ¿Será necesario usos alternativos para el sustrato post-cosecha de champiñón?

IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

El consecuente aumento demográfico de nuestro país hace que la demanda de alimentos por la población sea mayor, a la par de esto, se ve una migración considerable de personas de las zonas rurales hasta los centros poblados, dejando a un lado las actividades del campo y en consecuencia la producción de alimentos disminuye. Esto ha conllevado a que algunos individuos de la zona urbana hagan uso de espacios que se encontraban en ocio, para el establecimiento de pequeñas unidades de producción. Unidades que permiten la participación familiar y el acceso de la comunidad a un producto de calidad y sano a la vuelta de la esquina.

Ahora bien, si es cierto q se puede producir en una zona urbana, es necesario tener los elementos que permitan la obtención de un fruto comercial, tomando en consideración: el espacio, materiales de elaboración de canteros, semilla, y por sobre todo el sustrato, cama o suelo en el cual germinara y se desarrollara la planta de interés comercial.

Los subproductos y desechos de la agroindustria y la agricultura, pueden constituir el sustrato necesario para la producción de otros rubros, caso puntual, las bolsas de sustrato que se descartan del proceso productivo del champiñón, ya que estas tienen un tiempo de vida útil de alrededor de 12 a 16 semanas para la producción. Al salir del galpón las bolsas son fuente de materia orgánica y materiales inertes, que puede ser compostada o no, para su utilización como sustrato en la siembra de un cultivo organopónico. Lo cual contribuiría al reciclaje del material evitando focos de contaminación.

La finalidad de este trabajo de aplicación es poner a prueba el sustrato de champiñón bajo dos modalidades: el uso del sustrato en cantero sin previo compostaje y el mismo sustrato pero compostado por un periodo de tiempo de días; a su vez comparado con la utilización de suelo en cantero, con fertilización química, esto con el objetivo de conocer que sustrato es más viable para la germinación.) que sustrato le propicia mejor desarrollo a la planta y cubre sus necesidades nutricionales que sustrato permite mayor rendimiento en número de frutos por planta.

Lo antes mencionado será evaluado en el cultivo de pimentón, ya que es un producto con gran interés comercial y no existen estudios que relacionen la producción de este rubro, en un sustrato proveniente del cultivo del champiñón.

ANTECEDENTES

Estudios realizados en otros sustratos reflejaron los siguientes resultados:

Rodríguez D. Narváez (2013) en su trabajo Titulado Evaluación De Sustratos Orgánicos Alternativos En La Producción De Pepino (*Cucumis sativus* L.) En Invernadero, la metodología que se empleo fue una Investigación experimental, Se probaron cuatro sustratos a base de bagazo de caña, bagazo de lechuguilla, bagazo de maguey y *Tillandsia* o "paxtle", con dos tamaños de partícula (< 2 mm y > 2 mm) utilizando como testigo la fibra de coco. No se presentaron diferencias estadísticas entre sustratos, por lo cual los sustratos evaluados en este estudio pueden ser equiparables a la fibra de coco.

Muñoz Z. Jerez (2007). Realizo un trabajo titulado Fibra de coco con los sustratos de corteza de pino compostada, perlita y vermiculita en la producción de plantas de *Eucalyptus globulus* (Labill). La metodología empleada fue un diseño experimental de campo, Los tratamientos utilizados corresponden a Tcoco (100% fibra de coco), T compostada (100% corteza de pino compostada), Tver (50% de vermiculita y 50% de corteza de pino compostada) y T per (50% de perlita y 50% de corteza de pino compostada), done los tratamientos T coco y Tver, presentaron diferencias altamente significativas, siendo T coco el tratamiento que produjo plantas con menor desarrollo en altura y biomasa. Los tratamientos T comp y Tver no tuvieron diferencias significativas, presentando desarrollos bastante similares en ambas variables, con 9,2 y 9,4 cm de altura y 0,131 y 0,150 g. de biomasa total. Las plantas producidas en Tver presentaron un desarrollo considerablemente mayor en ambas variables.

César E. Puerta (2012), realizó un trabajo titulado Producción de plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L.) en sustratos orgánicos a base de mezclas con fibra de coco, El experimento fue conducido en un diseño completamente al azar con ocho tratamientos y tres repeticiones, siendo la unidad de muestreo cuatro plantas y los tratamientos: fibra de coco (Fc) mezclado (1:1) con estiércol caprino (EcFc), pulpa

de café (PcFc), bagazo de caña (BcFc), cachaza de caña (CcFc), lombricompost (LbFc), turba de río (TrFc), Promix® (PrFc) y Promix® (Pr) como testigo. En todos los sustratos, el pH y la conductividad eléctrica fueron mayores a Pr. CcFc superó a Pr en el porcentaje de materia orgánica. N, P y K fueron muy variables. El porcentaje de emergencia en todos los sustratos fue menor que en Pr. Las plántulas del sustrato CcFc mostraron mayor altura y contenido de materia seca tanto de la parte aérea como radical, por lo que CcFc, puede ser una alternativa de sustrato para la producción de plántulas de pimentón.

Ortega L. Martínez (2010) evaluó el efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL). Los sustratos aserrín y lombricomposta presentaron efectos similares a la turba en el crecimiento de las plántulas de tomate, por lo que son una alternativa a utilizar como sustratos para la producción de plántulas en invernadero. Donde se utilizó un diseño experimental de campo.

Pardo A. Gimenez (2012), en tu trabajo titulado Sustratos de cobertura y suplementación del compost en cultivo de champiñón cuyo objetivo fue describir el comportamiento de la corteza de pino, de la fibra de coco y del sustrato postcultivo, como capas de cobertura, en el cultivo del champiñón (*Agaricus bisporus*). Tras la caracterización física, química y biológica de las capas de cobertura, se evaluaron los parámetros de producción cualitativos y cuantitativos, en un ciclo de cultivo de champiñón con cuatro floradas. Todos los tratamientos presentaron mayores rendimientos en las dos primeras floradas. El mayor rendimiento total se obtuvo con la cobertura de una mezcla de suelo mineral y fibra de coco, con suplementació

BASES TEÓRICAS

Compostaje.

Es una tecnología de bajo coste que permite transformar residuos y subproductos orgánicos en materiales biológicamente estables que pueden utilizarse como enmendantes y/o abonos del suelo y como sustratos para cultivo sin suelo, disminuyendo el impacto ambiental de los mismos y posibilitando el aprovechamiento de los recursos que contienen. Se define como un proceso bioxidativo controlado, que se desarrolla sobre sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, debido a la actividad secuencial de una gran diversidad de microorganismos (Germán Tortosa 2008).

Pimentón.

El pimentón es una angiosperma perteneciente a la familia Solanaceae, su nombre científico más generalizado es *Capsicum annum* L (Guzmán, 1988).

Origen

El pimentón es una planta cuyo origen botánico se centra en América del Sur, concretamente en el área entre Perú y Bolivia, desde donde se expandió al resto de América Central y Meridional. Es una planta cultivada desde hace varios siglos y una vez descubierta por los españoles fue enviada a España en 1493, para extenderse a lo largo de otros países de Europa, Asia y África durante el siglo XVI. (Casilimas 2012).

Descripción Taxonómica

El pimentón, según la clasificación APG III (2009)

Grupo: Astéridas, Clado: Lámidas, Orden: Solanales, Familia: Solanaceae.

Reino: Plantae

División: Angiospermae (Magnoliophyta Clase: Dicotiledónea (Magnolipsida) Orden: Solanales

Familia: Solanaceae Género: *Capsicum*

Especie: *Capsicum annuum*

Dendrología

El pimentón es una planta arbustiva con una altura promedio de 60 cm pero varía según el tipo y la especie. Las hojas son planas, simples, lampiñas, enteras, ovales o lanceoladas con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un peciolo largo o poco aparente y de forma ovoide alargada con la presencia mínima de 8 a 12 hojas; su sistema radicular está formado por una raíz principal de gran vigor rodeada por una cabellera de raíces laterales, situándose la mayor parte de las raíces a una profundidad de 25 cm, pudiendo profundizar hasta 60-70 cm en un área de 50 cm de ancho (FAO 2002).

Las flores se localizan en los puntos donde se ramifica el tallo, encontrándose en número de 1 – 5 por cada ramificación, son hermafroditas, con 6 sépalos que forman un cáliz persistente, 6 pétalos y 6 estambres. Poseen ovario supero, el cual puede ser bi o trilobular y el estigma en la mayoría de los casos está a nivel de las anteras, lo que facilita la autopolinización. (Agrosiembra 2017).

El fruto es una baya semicartilaginosa y deprimida de color rojo o amarillo cuando está maduro, que se puede insertar pendularmente, de forma y tamaño muy variable. Los frutos se presentan en diferentes formas y tamaños, existiendo variedades que dan frutos de 1 o 2 g, frente a otras que pueden formar bayas de más de 300 g. Sus semillas son redondeadas y ligeramente reniformes, suelen tener 3-5 mm de longitud, se insertan sobre una placenta cónica de disposición central y son de un color amarillo pálido (Valadez 1994)

Requerimientos Edafoclimáticos

Temperatura

Para el desarrollo del pimentón, retrasa su crecimiento con temperaturas que van por debajo de los 15 °C, y al llegar a temperaturas de 10 °C paraliza funciones importantes del cultivo, pudiendo sufrir daños por heladas por debajo de 0 °C. Temperaturas superiores a los 30 °C con humedades 7 ambientales bajas produce una parada vegetativa, caída y deshidratación de flores, frutos pequeños y deformes, en algunos casos hasta caída de hojas. Es una planta exigente en temperatura, su desarrollo óptimo se obtiene con temperaturas diurnas de 20–25 °C y nocturnas de 16-18 °C, con una temperatura media mensual de 18-24°C ideal (Moreno 2015).

Humedad

El pimentón es muy sensible a los niveles de humedad relativa altos, siendo el nivel de humedad ideal del 70-75%. Niveles superiores favorecen los ataques de Botrytis y el aire más seco es perjudicial para el cuajado del fruto y provoca el aborto floral.

Luz

Esta especie no es particularmente sensible a la duración de la luz aunque aparentemente la duración media del día favorece la formación de flores.

Las exigencias en intensidad luminosa son bastante limitadas ya que sus hojas alcanzan el máximo de actividad fotosintética con una intensidad luminosa aproximadamente de 0,4 cal. cm⁻².min⁻¹. (FAO 2002).

Suelo

Los suelos más adecuados para el cultivo del pimentón son los franco-arenosos, profundos, ricos, con un contenido en materia orgánica del 3-4% y principalmente bien drenados.

pH

Los valores óptimos oscilan entre 6,5 y 7 aunque puede resistir ciertas condiciones de acidez (hasta un pH de 5,5); en suelos enarenados puede cultivarse con valores de pH próximos a 8. En cuanto al agua de riego el pH óptimo es de 5,5 a 7. Es una especie de moderada tolerancia a la salinidad tanto del suelo como del agua de riego. (INFOAGRO2014).

Riego

La lámina necesaria para cada etapa de este cultivo; es así que, se requieren 34,13 mm/m² durante el crecimiento 257,59 mm/m² durante floración, fructificación y maduración; y, 110,50 mm/m² durante la época de recolección en uno o dos riegos por semana dependiendo de las condiciones ambientales. (Carrera y Suquilanda 2003).

Germinación

Los pimentones toman unos ocho días en germinar, lo que lo convierte en uno de los vegetales más lentos en germinar. La germinación se produce mejor con temperaturas de la tierra cerca de 26°C. La semilla de pimentón puede no germinar si la tierra está demasiado fría. Las que están latentes en el suelo fresco pueden decaer en lugar de germinar y brotar. (GRUPO de Servicios Agropecuarios de la Costa SACSA 2015).

Sustrato

Es un medio sólido inerte, que tiene una doble función: la primera, anclar y aferrar las raíces protegiéndolas de la luz y permitiéndoles la respiración y la segunda, contener el agua y los nutrientes que las plantas necesitan. El empleo de sustratos sólidos por los cuales circula la solución nutritiva, es la base del cultivo hidropónico en América Latina. Los materiales que se han experimentado para uso de laboratorio y para cultivos comerciales son muchos y no siempre han respondido positivamente desde el doble punto de vista técnico y económico. (Calderón y Cevallos 2002).

La granulación (dimensión de las pequeñas partículas de las que está compuesto el sustrato) ha de ser tal que permita la circulación de la solución nutritiva y del aire. Un sustrato excesivamente fino se vuelve compacto, en especial cuando está húmedo, e impide el paso del aire. En general la experiencia señala como mejores aquellos sustratos que permiten la presencia del 15 al 35 % de aire y del 20 al 60 % de agua en relación con el volumen total (op. cit).

Tipos de sustrato.

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc. Sin embargo (INFOAGRO 2002) los clasifica de la siguiente manera:

Según sus propiedades.

a) Sustratos químicamente inertes: Arena granítica o silíceo, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca. 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.

b) Sustratos químicamente activos: Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, entre otros. 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.

Según el origen de los materiales

a) Materiales orgánicos

- De origen natural. Se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica (turbas).

- De síntesis. Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, poliestireno expandido).

- Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas. La mayoría de los materiales de este grupo deben experimentar un proceso de compostaje, para su adecuación como sustratos (cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, orujo de uva, cortezas de árboles, serrín y virutas de la madera, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, y otros.).

a) Materiales inorgánicos o minerales.

- De origen natural. Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, entre otras.).

- Transformados o tratados. A partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos, más o menos complejos, que modifican notablemente las características de los materiales de partida (perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida.).

- Residuos y subproductos industriales. Comprende los materiales procedentes de muy distintas actividades industriales (escorias de horno alto, estériles del carbón, entre otros.)

Características físicas y químicas de los sustratos en general

Densidad aparente

Corresponde al peso seco del sustrato por unidad de volumen, incluyendo todos

los espacios ocupados por aire y materiales orgánicos (Abad, 1993b). Esta característica se utiliza para estimar la capacidad total de almacenaje del sustrato y su grado de compactación. Un sustrato con baja densidad aparente es económicamente beneficioso, debido a que maximiza la capacidad operacional del medio de cultivo, minimizando los costos de transporte y manipulación de materiales (Ansorena, 1994; Calderón, 2005).

Porosidad

La porosidad de un sustrato consiste en el volumen total que no está siendo ocupado por partículas sólidas, minerales u orgánicas (Burés, 1997). Los regímenes de agua y aire dentro de un sustrato dependen del espacio poroso del medio, sin embargo, no es suficiente que el sustrato posea una elevada porosidad total, sino que ésta se encuentre compartida entre macroporos, que se hallan ocupados por aire y microporos que alojan agua en su interior (Ansorena, 1994).

Aireación

Según Calderón (2005), el tipo de material utilizado como sustrato, el tamaño y continuidad de sus poros, la temperatura, profundidad, humedad y actividad microbiológica, son aspectos que deben ser considerados para comprender la dinámica de los gases dentro de un medio de cultivo, donde idealmente el intercambio gaseoso debe ser rápido. Además la utilización de contenedores de volumen reducido, produce cambios en la aireación y retención de agua, afectando el desarrollo de las plantas.

Retención de agua

La cantidad total de agua retenida por un sustrato en un contenedor depende de la proporción de microporos y del volumen del contenedor, sin embargo, aunque la retención de agua sea elevada, puede ser adsorbida por las partículas del sustrato, por lo que no se encontrará disponible, esto dependerá del tamaño de los poros más pequeños y de la concentración de sales en la solución acuosa. Un sustrato adecuado corresponde a aquel que tiene un 20 ó 30 % de agua fácilmente disponible (Ansorena, 1994).

Una baja retención de agua en un sustrato puede producirse por una baja

porosidad total, alta proporción de macroporos o microporos, elevada concentración de sales en solución acuosa o una combinación de las situaciones anteriores (Abad, 1993b; Ansorena, 1994).

Granulometría

La granulometría del sustrato debe ser mediana a gruesa, con tamaños de 0,25 a 2,6 mm, que produzcan poros de 30 a 300 μm , permitiendo una buena aireación y retención de agua. También es importante que el tamaño de las partículas sea estable en el tiempo. (Aguilar, 2002).

Estabilidad de la materia orgánica

La descomposición de la materia orgánica en el sustrato debe ser mínima, ya que puede producir una textura más fina y una baja aireación. Dentro del contenedor, el volumen del sustrato es pequeño para el crecimiento de las raíces y cualquier reducción significativa es perjudicial para el normal desarrollo de las plantas (Pastor, 2000).

Relación Carbono Nitrógeno

Esta relación indica la fracción de carbono orgánico frente a la de nitrógeno. Prácticamente la totalidad del nitrógeno orgánico presente en un sustrato es biodegradable y por tanto disponible. Con el carbono orgánico ocurre lo contrario ya que una gran parte se encuentra en compuestos no biodegradables que impiden su disponibilidad. El rango óptimo en los sustratos orgánicos es de 30 kg de N por 1 kg de C. Los excesos de cualquiera de los dos componentes conllevan a una situación de carencia. Si el sustrato es rico en carbono y pobre en nitrógeno, la fermentación será lenta, las temperaturas no serán altas y el carbono se perderá en forma de dióxido de carbono. Para el caso contrario, en altas concentraciones relativas de nitrógeno, éste se transformará en amoníaco, impidiendo la correcta actividad biológica (Ambientum, 2006).

Ph

Corresponde a la medida de concentración de la acidez en la solución del sustrato

y tiene la capacidad de controlar la disponibilidad de todos los nutrientes (Pastor, 2000). El pH del sustrato depende de la especie que se esté cultivando, la mayoría de las especies crecen bien en pH ligeramente ácido entre 6,2 a 6,8. Con valores inferiores a 5 pueden aparecer deficiencias de N, K, Ca, Mg y B. Con valores superiores a 6, se producen problemas en la disponibilidad de Fe, P, Zn, Mn y Cu (Abad, 1993b).

Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Es la capacidad que tiene el sustrato de retener e intercambiar cationes a un determinado pH. La fuerza de la carga positiva varía dependiendo del catión, permitiendo que uno reemplace a otro en una partícula de suelo cargada negativamente (Agropecstar, 2006). Sustratos con alta capacidad de intercambio podrán almacenar mayores cantidades de N, P, K, elementos necesarios para el óptimo desarrollo de las plántulas. También existe menor riesgo de exceso de estos elementos, ya que el complejo de cambio puede absorber la abundancia de estos. Con sustratos de baja capacidad de intercambio, las fertilizaciones deben ser tempranas y frecuentes (Aguilar, 2002; Pastor, 2000).

Llenado y siembra de bandejas para semillero.

Las bandejas deben tener huecos acorde a la planta que se va a sembrar, el tomate, el ají y el pimentón funcionan bien en bandejas de 128 celdas, pero también se pueden sembrar en bandejas de 200 celdas y de 50 celdas. Si se están usando bandejas nuevas no es preciso lavarlas, pero si se utilizan bandejas que ya han sido sembradas deben lavarse meticulosamente para remover restos de sustratos, hongos y bacterias que puedan quedar en forma residual del semillero anterior, algunas personas colocan las bandejas en remojo con cloro o amonio cuaternario antes de proceder a lavar las bandejas. (Hernández F 2017).

El procedimiento a seguir para este aspecto es:

- El sustrato previamente humedecido se agrega a las bandejas, para ello se utiliza

una palita,

- Distribuye uniformemente del sustrato en las bandejas,
- Las ahoyaduras se pueden realizar con otra bandeja, colocándola sobre la que esta llena y ejerciéndole cierta presión.
- La semilla se coloca en una palita de mano plástica, las mismas que se utilizan para recoger basura en las casas, la precaución que se debe tener al adquirirlas es que la superficie sea lisa sin protuberancias, hay palitas de basura que se construyen con un borde levantado para que no se boten los líquidos en las casas, por lo que debe cortarse para lograr un mejor deslizamiento de la semilla para luego ser sembradas en las bandejas de germinación,
- Luego con la punta de los dedos se van colocándolas semillas dentro de los huecos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Valorar las características físicas y químicas del sustrato post-cosecha de champiñón para su aprovechamiento con fines agrícolas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Analizar las características físicas y químicas de tres mezclas de sustrato post-cosecha de champiñón.

-Valorar los efectos de los sustratos en bandejas hasta la aparición de los 5 primeros nomófilos verdaderos en pimentón (*Capsicum annum* L).

-Proponer usos alternativos para el sustrato post-cosecha de champiñón.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

Esta investigación se llevó a cabo en la ciudad de Guanare, estado Portuguesa Venezuela, en las Coordenadas geodésicas $9^{\circ}04'37.14''$ N $69^{\circ}49'08.39''$ O en el sector Mesa de Cavacas Centro (fig. 1).



Figura 1. Ubicación relativa del área de estudio.

Fuente: Cartografía nacional (2015).

La topografía del terreno es plana. De acuerdo a los registros de la estación meteorológica de mesa de Cavacas, se presenta un clima marcadamente estacional, con una precipitación media anual de 1764, 1 mm, presenta una temperatura media anual de 26 0c, con muy poca variabilidad en el año, el promedio anual de evaporación en la zona es de 1.734,6 mm, y posee una humedad relativa de 75% en promedio, (Servicio Meteorológico de la fuerza Aérea Venezolana 2000).

Diseño de la Investigación.

Se utilizó un Diseño experimental de campo Completamente Aleatorizado (DCA), con enfoque cuantitativo este consistió de 3 tratamientos y 50 repeticiones. Las variables independientes corresponden a cada uno de los sustratos utilizados en cada tratamiento, mientras que la variable dependiente fue la longitud del tallo por planta.

El experimento contó con 100 plantas por tratamiento (2 por repetición).

Selección de semillas.

Se seleccionaron los frutos más grandes y sano del mercado de hortaliza; luego se cortaron los frutos por la mitad por su extremo más largo para extraer las semillas de forma manual, posteriormente se lavaron las semillas en un recipiente con agua y cloro en relación (10:1), una vez lavadas se extendieron de forma homogéneas y separadas sobre papel Toallin en bandejas, se dejaron unos días en un sitio aireado hasta esperar que se secaran (FAO 2011).

Preparación de sustrato.

Compostaje de material gastado de champiñón.

Se construyó una pila con el material post cosecha del champiñón en un sitio nivelado. Se giró el montón de compost regularmente para mejorar la aireación y acelerar la descomposición, una vez por semana durante 90 días.

Se regó en la mañana, de manera que se mantuviera humedad en el sustrato y se acelerara la descomposición.

Se suspendió el riego dos semanas antes del llenado de las bandejas para facilitar el manejo. La composta se utilizó una vez que el proceso de descomposición finalizó, y el sustrato se vio como tierra oscura y quebradiza (Grossnickle et. al 1991).

Mezcla de Sustratos: La arena es un medio favorable para el enraizamiento, también es utilizado para ofrecer drenaje y aireación en mezclas que incluyen turba, suelo y compost. Esta se lavó y tamizó para dejarla libre de partículas mayores de 2mm de diámetro, esto permitió drenar con facilidad y no empozarse después de un riego abundante (fig.4).

(Proyecto Regional de Fortalecimiento De La Vigilancia Fitosanitaria En Cultivos De Explotación No Tradicional-VIFINEX 2002).

SUSTRATO 1 (S1): Compost de champiñón compostado (100%).

SUSTRATO 2 (S2): Se utilizó compost obtenido directamente del galpón.

SUSTRATO 3 (S3): Compost de champiñón compostado (75%), arena (25%).

Desinfección de sustratos

Para esta fase se construyeron canteros al ras del suelo cercados con bloques luego se extendió el sustrato por todo el cantero de manera homogénea, posteriormente se aplicó el producto basamid uniformemente sobre la superficie del suelo el cual contó con suficiente humedad para que esta se mantenga durante todo el período de gasificación. Luego se mezcló el producto con los primeros 15 a 20 cm del sustrato, este se deja actuar por 20 días (período de gasificación) y luego se remueve y airea durante otros 20 días.

Llenado de bandejas

- Se lavaron y desinfectaron las bandejas con la utilización de agua caliente,
- Hidratación del sustrato,
- Llenado de bandejas con el sustrato y ahoyadura


Caracterización física-química de los sustratos

Característica física. Contenido de humedad en base al peso y capacidad de retención de agua.

Para el cálculo se empleó la metodología descrita por Bravo et. al (1996), la cual consistió en llenar un cilindro de volumen conocido con la muestra del sustrato, una vez llenado, se pesó la muestra en una balanza digital para obtener el peso húmedo; luego se colocó en una estufa a 60°C por 24 horas para obtener el peso en seco. Las características se expresaron en porcentaje.

Para los cálculos se emplearon las siguientes formulas:

$$\Theta_m = \frac{M_{sh} - M_{ss}}{M_{ss}} \times 100 \%$$

$$CRA = \frac{M_{sh} - M_{ss}}{V_c} \times 100 \%$$


Donde:

M_{ss}= Masa del sustrato seco.

M_{sh}= Masa del sustrato húmedo.

V_c= Volumen del cilindro (205cm³).

Θ_m= Contenido de humedad en base al peso (%).

CRA= Capacidad de retención de agua (%).

Características químicas

Se determinaron las siguientes variables: pH, nitrógeno, potasio: Método de acetato de amonio. Fotometría de llama, fósforo por el método de Olsen pH>6. Principio: Determinación por colorimetría; los mismos fueron realizados en el laboratorio de suelos de la UNELLEZ Guanare.

Variables Evaluadas En Las Plantas De Pimentón

Emergencia de las semillas. Se realizó a partir del día 6 después de la siembra, contando el número de epicótilos emergidos del sustrato hasta el día 22 donde no se observó más emergencia.

Altura. Se midió desde el nivel del sustrato hasta la yema apical tal como lo realizó (Morales 2013). Estas fueron medidas una vez por semana durante 4 semanas.

Longitud de la raíz principal. El procedimiento se realizó extrayendo las plántulas de las bandejas, luego se lavaron las raíces hasta quedar expuestas, posteriormente se separaron de la base del tallo mediante cortes con cuchillo y se midió la longitud de la raíz principal de 6 plántulas tomadas al azar de cada sustrato, para esto se colocó la raíz en posición recta sobre un papel milimetrado, esta variable se midió durante 4 semanas a intervalos de 4 días.

Análisis estadísticos

Los resultados obtenidos en las variables evaluadas, se procesaron, mediante el programa estadístico: STATISTIX versión 8.0, utilizando los siguientes métodos:

Análisis de la varianza para modelo de clasificación simple con medidas repetidas en el tiempo, aplicado a: Longitud del tallo, (cm) y longitud de raíz en plantas de pimentón con tres modalidades de sustrato post-cosecha de champiñones. Prueba de Tukey al 5% para comparación de medias de tratamiento y Medición.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis estadístico.

Los resultados obtenidos en las variables evaluadas, se procesaron, mediante el programa estadístico: STATISTIX versión 8.0, utilizando los siguientes métodos:

1. Análisis de la varianza para modelo de clasificación simple con medidas repetidas en el tiempo, aplicado a: Longitud del tallo, (cm) y longitud de raíz en plantas de pimentón con tres modalidades de sustrato post-cosecha de champiñones.

Modelo lineal aditivo

$$X_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

X_{ijk} = Representa una observación cualquiera de las variables evaluadas. μ = Efecto de la media general

τ_i = Efecto del tratamiento (Sustrato)

β_j = Efecto del período o medición

$(\tau\beta)_{ij}$ = Efecto de interacción Tratamiento*Medición.

$\epsilon_{i(k)}$ =Error intrasujeto

ϵ_{ijk} = Error experimental

1. Prueba de Tukey al 5% para comparación de medias de tratamiento y Medición.

El resultado del análisis estadístico de la varianza (Cuadro 1) para las mediciones de longitud de tallo (cm) y longitud de raíz (cm) en plántulas de pimentón (*Capsicum annum* L.), tratadas con sustratos post-cosecha de champiñón, detectó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre tratamientos en la longitud de tallo, mientras que la longitud de Raíz no fue afectada significativamente ($P > 0,05$). Este resultado indica que el uso de sustrato post-cosecha de champiñón produjo un efecto sobre la altura de las plántulas. Al respecto, la prueba de Tukey (Cuadro 2 y figura 9), muestra que el sustrato compostado (T1) reportó la mayor elongación del tallo, lo cual es posible que se deba a una mayor mineralización por el proceso de compostaje de dicho sustrato. Por otro lado, el sustrato sin compostar y sin mezcla con arena fue el que resultó con la menor elongación de tallo y menor tendencia al crecimiento de la raíz y esto es probable que tenga alguna relación con menor disponibilidad de nutrientes o algunas sustancias liberadas en el proceso de compostaje.

Es importante destacar que entre los períodos se detectaron diferencias significativas ($P > 0,05$). Entre tratamientos en ambas variables, lo cual no amerita mayor atención, debido a que este es el comportamiento natural de plantas en etapas iniciales de crecimiento.

Cuadro 1. Valores del estadístico F de Fisher y significancia (ANAVAR) para la longitud de tallo (cm) y longitud de raíz (cm) en plántulas de pimentón (*Capsicum annum* L.), tratadas con sustrato postcosecha de champiñón.

FUENTE VARIACIÓN	DE	Longitud de tallo (cm)	Longitud de raíz (cm)
Tratamiento		19,65 ** ($P < 0,01$)	0,38 ns ($P > 0,05$)
Período		476,53 ** ($P < 0,01$)	22,40 ** ($P < 0,01$)
Interacción (Trat.*Semana)		4,92 ** ($P < 0,01$)	2,04 ns ($P < 0,01$)
CV%		11,32	24,63

Cuadro 2. Comparación de medias de Tukey al 5% por tratamiento para longitud de tallo (cm) y longitud de raíz (cm) en plántulas de pimentón.

TRATAMIENTO	Longitud de tallo (cm)	Longitud de raíz (cm)
T1 (Sust. compostado)	5,8 a	3,42 a
T2 (Sust. Sin compostar)	3,8 c	2,71 a
T3 (Sust. Comp.+ arena)	4,7 b	3,34 a

NOTA: Letras distintas en la misma columna, indican promedios estadísticamente diferentes.

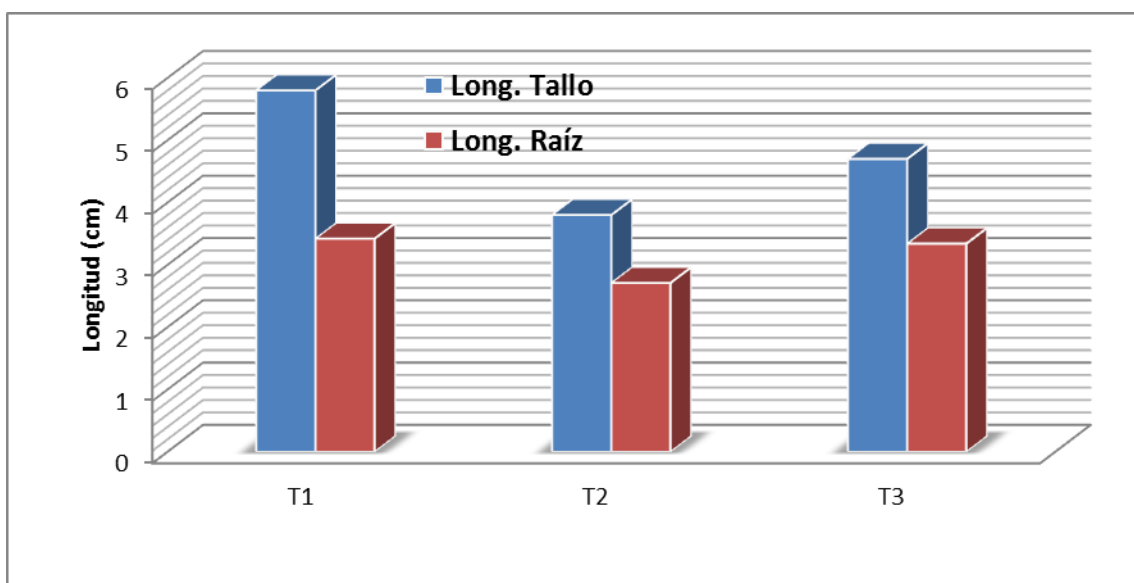


Figura 9. Promedios general (Todas las mediciones) por tratamiento en la Longitud de tallo y Raíz en plántulas de pimentón (cm).

Al considerar el efecto combinado de tratamiento* Medición, que es el más importante en este tipo de estudio por considerar el comportamiento individual de cada tratamiento en cada período evaluado y el cual resultó altamente significativo ($P < 0,01$) para la longitud del tallo, demostrando cambios de comportamiento de los tratamientos en el tiempo y al respecto, la figura 10 señaló que el tratamiento T1 aumenta paulatinamente las diferencias en el tiempo cuando se compara con los otros dos, indicando que las diferencias a favor de este tratamiento se incrementan a largo plazo en comparación con T2 y T3. Es importante destacar que al principio, el tratamiento con 25% de arena compitió hasta los 13 días con el sustrato compostado,

lo que es un indicio de que pudiera implementarse una mezcla con suelo para disminuir los costos del compost.

Cuando consideramos la emergencia de plántulas de pimentón en las bandejas, la Figura 12, señala que los tratamientos T1 y T3 fueron mucho más rápidos que el T2 en producir un alto porcentaje de emergencia, lo que favorece su implementación a nivel de campo ya que garantizan una mayor emergencia de plantas en tiempo más corto, lo que redundaría en beneficios, ya que puede acortar el período de producción de plantas, además de que la mezcla con arena disminuye significativamente los costos, que ya indica una ventaja adicional.

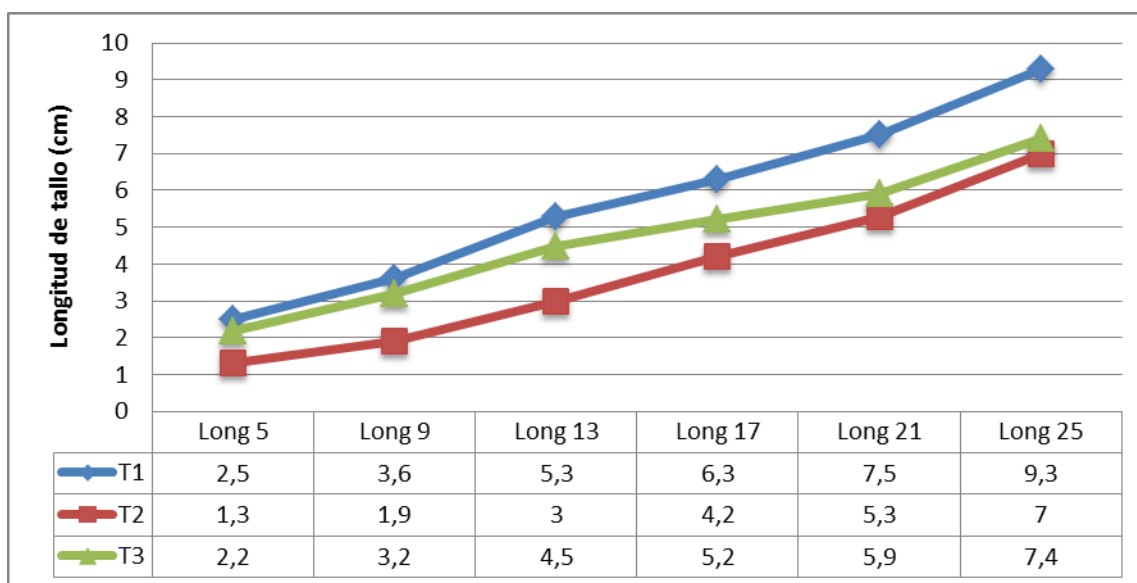


Figura 10. Efecto de la Interacción Tratamiento*Medición, sobre la longitud de tallo.

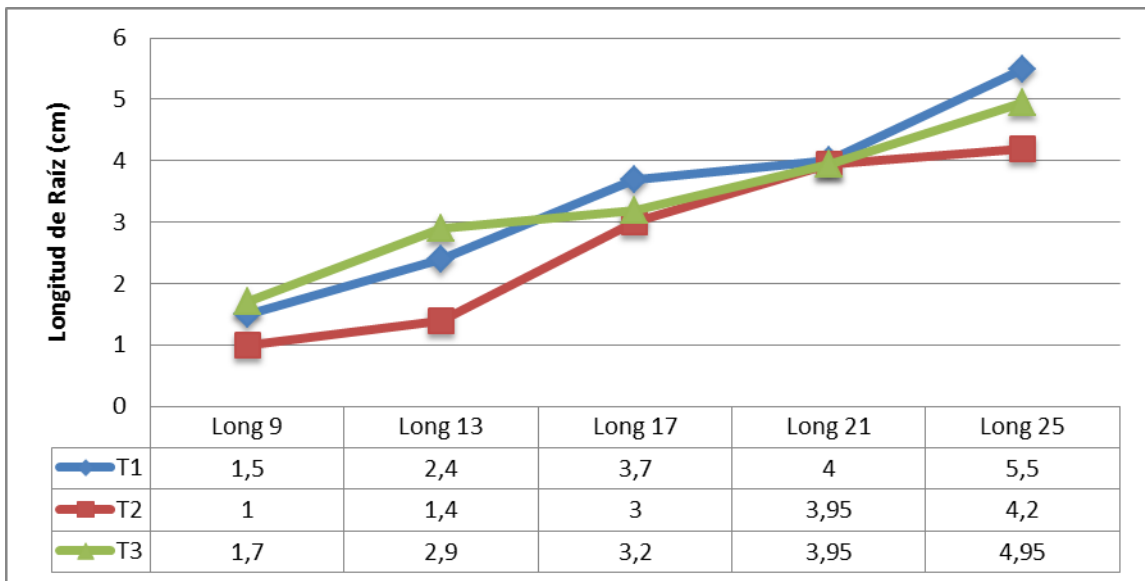


Figura 11. Efecto de la Interacción Tratamiento*Medición, sobre la longitud de raíz.

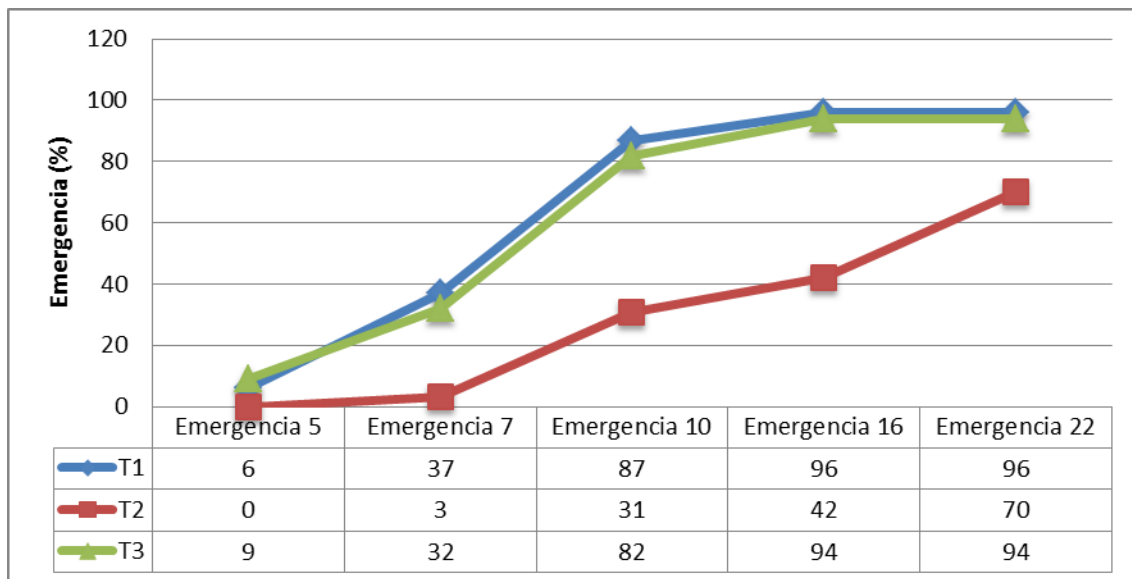


Figura 12. Efecto de la Interacción Tratamiento*Medición, sobre la Emergencia en plántulas de pimentón.

CONCLUSIONES

- El tratamiento T1 (Sustrato post-cosecha compostado) presentó mayor longitud de tallo en comparación con los demás sustratos.
- El efecto de interacción indicó que el T3 (Sustrato compostado con 25% de arena compite en efecto con el T1 durante la mitad del período evaluado y produce similar emergencia, lo que significa que esta podría ser una alternativa para bajar costos de producción de plantas de pimentón para trasplante.
- La aplicación del sustrato compostado, nos puede permitir recortar el período de producción de plantas de pimentón, lo que redundaría en una disminución de costos adicionales.
- El T1 frente a los T2 y T3, presentó mayor capacidad de retención de agua lo cual favorece la germinación y desarrollo vegetativo de la plántula.
- Se observó que las plántulas de los T1; T2 y T3 alcanzaron un desarrollo radical homogéneo lo cual indica que no hubo diferencias significativas, por tanto, los tres tratamientos favorecen el desarrollo radical.
- Si bien es cierto que la caracterización de los componentes de sustratos es importante porque permite conocer el potencial de muchos materiales, sobre todo en aquellos casos donde se producen localmente, la mezcla de ellos puede resultar en sustratos con características físicas diferentes a las originales, por lo que las limitaciones que ellos puedan presentar al evaluarlos en función de los rangos ideales que reporta la literatura para las variables estudiadas, no constituyen un criterio definitivo como para descartar su uso como componentes de sustratos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar un período mayor de tiempo para evaluar la permanencia del efecto en el tiempo.
- Debe repetirse la experiencia considerando el efecto sobre los componentes del rendimiento en este cultivo.
- Al obtener un 96% de germinación en el t1 en un intervalo de tiempo más corto frente a los otros tratamientos se puede considerar como una alternativa para la producción de plántulas, siendo esta evaluación condicionada por la calidad de la semilla

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2000AGRO 2002. Buena composta para champiñones. [Página Web en Línea] En: [http://www.2000agro.com.mx/agroindustria/buena-composta-para-champinones] [2017 Febrero 17]

Abad, M. 1993a. Sustratos: Características y Propiedades. Instituto de Estudios Almerienses. Fiapa. pp. 47-59.

AGROSIEMBRA.COM (2017)[Datos en Línea] En: http://www.agrosiembra.com/?NAME=r_c_description&c_id=6 [2017, FEBRERO 11].

AGROPECSTAR. (2001) [Datos en línea] En: http://www.agropecstar.com/portal/doctos/Conceptos%20de%20produccion.htm [2018 Febrero 15]

Alvares S., Ferrera C., Etchevers B. 2000 Actividad microbiana en Tepetate con incorporación de residuos orgánicos.

Ambientum. 2006. Enciclopedia.[Datos en Línea]: http://www.ambientum.com/enciclopedia/residuo/1.66.26.21r.html (Agosto 29, 2006)

Ansorena, J. 1994. Propiedades físicas de los sustratos. Chile Agrícola, 20(208):

Bayer Venezuela 2017 Principales cultivos Pimentón [Documentos en línea] En: https://www.cropscience.bayern.co.ve/es-VE/Productos-e-innovacion/Principales-cultivos/Pimenton.aspx. [2017 FEBRERO 11].

Bravo, S., Delgado, F., González, R., Pérez, J., Schargel, R. 1996. Manual de prácticas de edafología. Editorial universitaria REUNELLEZ. Barinas Vice-rectorado De Producción Agrícola Vegetal 250pp.

Burdett, N. 1979. New methods for measuring root growth capacity: their value in assessing lodge pole pine stock quality. Canadian Journal of Forest Research 9: 63-67.

Bures, S. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas S.L. Madrid. 220 p.

Calderón, A. 2005. Sustratos Agrícolas. Proyecto Fondef. Universidad de Chile, Fac. Cs. Agronómicas. 4 p.

Calderón Felipe, Cevallos Francisco s, Mayo 2001. Los Sustratos [Datos en línea] En:www.drcalderonlabs.com. [2017 FEBRERO 11].

Carrera, L., & Suquilanda, M. (2003). Respuesta De Dos Híbridos De Pimiento (Capsicum annum) A Ocho Fertilizaciones Órgano-Minerales Y Dos Láminas De Riego. Tesis. Puenbo, Pichincha. Quito: Universidad Central del Ecuador.

Casilimas H. Monsalve O. Bojaca C. Gil R. Villagrán E. Arias L. Fuentes L. 2012. Manual De Producción De Pimentón Bajo Invernadero. Bogotá. Pp.17.

César E. PUERTA A., Tania RUSSIÁN L., y César A. RUIZ S. 2012. Producción de plántulas de pimiento (Capsicum annum L.) En Sustratos Orgánicos A Bases De Mezclas Con Fibra De Coco. Revista científica UDO Agrícola 12 (2) 298-306.

Davis D., kuhns J. Harpster T. 2005. Use of mushroom compost to suppress artillery fungi. Environ.

FAO 2001. Manual técnico para la producción artesanal de semillas de hortalizas para la huerta familiar .[Documento En Línea] En:[\[http://www.fao.org/docrep/019/i2029s/i2029s.pdf\]](http://www.fao.org/docrep/019/i2029s/i2029s.pdf) [2017 Febrero 19]

Food and Agriculture Organization FAO 2002 El Cultivo Protegido En Clima Mediterráneo. [Capitulo 6: Producción Vegetal. Hortalizas Documento en Línea] En: [\[http://www.fao.org/docrep/005/s8630s/s8630s00.htm.\]](http://www.fao.org/docrep/005/s8630s/s8630s00.htm) [2017 FEBRERO 8].

Germán Tortosa, Septiembre 2008. Definición de compostaje [Datos en línea] En: [\[http://www.compostandociencia.com/2008/09/definicion-de-compostaje-html/\]](http://www.compostandociencia.com/2008/09/definicion-de-compostaje-html/) [2017 MARZO 10].

Gimenez C. 2016. Efecto de tres Sustratos Sobre el Crecimiento de Plántulas de Caoba (Swietenia macrophylla king) en Vivero. Tesis. UNELLEZ, Guanare. Pp1-10.

GRUPO SACSA (2015). Tiempo de germinación de los pimientos. [Documento en línea] En:[\[http://www.gruposacsa.com.mx/tiempo-de-germinacion-de-los-pimientos/\]](http://www.gruposacsa.com.mx/tiempo-de-germinacion-de-los-pimientos/). [2017 FEBRERO 6]

Gutiérrez 2013. Efecto Del Abono De Sustrato Gastado De Champiñón En El Rendimiento De Frijol. Nota De Investigación. Departamento De Biotecnología Y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico De Sonora. Terra Latinoamericana 32: 69-76.

Guzmán J. 1988. El Cultivo del Pimiento y el Ají, Serie Agrícola Vegetal N°6pp.

Hernández F 2017 Hacer Semilleros de Hortalizas dentro de Invernaderos Paso a Paso m[Documento en línea] En: http://www.agro-tecnologia-tropical.com/semillero_paso_a_paso.html [2018 Abril 25]

INCES. 2005. Manual de Cultivos Organopónico. Copyright INCE pp05-14.

Lopez J. 2018. Principios básicos de los sustratos. [Página web en línea] En: [<https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/principios-basicos-de-los-sustratos>]

INFOAGRO 2001. El Cultivo Del Champiñón. [Página web en línea] En:[<http://www.infoagro.com/forestales/champinyon2.htm>] [2017 FEBRERO 17]

INFOAGRO 2002. Tipos de Sustrato de Cultivo. [Página web en línea] En:[http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm] [2017 FEBRERO 6]

INFOAGRO 2014. El Cultivo Del Pimiento. [Página web en línea]. En:[<http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>] [2017, ENERO 22].

Morales, E. 2013. Indicadores de calidad de plantas en cuatro viveros forestales del estado de Tamaulipas. Facultad de ciencias forestales Universidad autónoma de Nuevo León. México, DF. 62 p.

Moreno A. 2015. Respuesta Del Cultivo De Pimiento (Capsicum Annuum L.) VAR. Nathalie Bajo Invernadero A La Aplicación Foliar Complementaria Con Tres Tipos De Lacto Fermentos. Tesis. Universidad Central Del Ecuador. 06 Pp.

Pastor, J. 2000. Utilización de sustratos en vivero. Universidad de Lleida, Dpto. de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería. Madrid, España. pp. 231-235.

Proyecto Regional de Fortalecimiento De La Vigilancia Fitosanitaria En Cultivos De Explotación No Tradicional-VIFINEX 2002. Producción De Sustrato Para Vivero. [Documento en línea] En: [www.cropprotection.es/documentos/Compostaje/Sustratos-para-Viveros.pdf] [2017 MARZO 20]

Sumner, M.E y W.P. Miller. 1996. Ammonium Acetate (pH 7) Method. Cation Exchange. soil Analysis. Part 3- Chemical Methods. pp 1220.

Valadez, L. 1994. Producción de hortalizas. Noneg editores, México DF. pp. 258

