

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Evaluación de Sólido de Vermicomposta como Sustrato para la
Producción de Plántula.**

POR:

Omar Pérez Villanueva

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2003

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

**Evaluación de Sólido de Vermicomposta como Sustrato para la
Producción de Plántula.**

POR:

Omar Pérez Villanueva

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por

Presidente del Jurado

MC. Alberto Sandoval Rangel

Sinodal

Sinodal

M Sc. José G. Ramírez Mezquitic

Ing. Elyn Bacópulos Téllez

Coordinador de la División de Agronomía

MC. Arnoldo Oyervides García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre del 2003

DEDICATORIA

A mis padres:

Sr. Vicente Pérez Alvarado.

Sra. Elia Villanueva Ortiz.

Por darme la vida y cariño durante toda la trayectoria de mi existencia y por los valores que me inculcaron para ser una persona de bien y sobre todo la confianza que depositaron en mi para salir adelante y ser un ejemplo a seguir de mis hermanos, con todo cariño y amor y que Dios me los bendiga.

A mis hermanos:

Braulio Pérez Villanueva
Efrén Pérez Villanueva
Anayance Pérez Villanueva
Con mucho cariño y amor por su apoyo.

A mi sobrina:

Mariana

A mis abuelos:

Sr. Odilón Pérez Montes
Sra. María de la Luz Alvarado Díaz
Sr. Amador Villanueva
Sra. Esperanza Ortiz

A mis compañeros y amigos: de la generación 96 de horticultura por la gran amistad que nos unió durante el periodo que convivimos. Uriel Trejo, Alejandro Beltrán, Jorge Alberto Padrón, Ramiro Álvarez, Oscar Madrigal, José Ramón Chávez (el jiquilpan), Rebeca Gonzáles, Juan Patishtan, Víctor Hugo Resendiz y a todos los compañeros de la universidad.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme vida, salud y fuerza de voluntad para realizar mis sueños de concluir con mis estudios profesionales.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme recibido y darme la oportunidad de realizar mis estudios.

Al MC. Alberto Sandoval Rangel por el apoyo que me brindó, primero como amigo y después como maestro.

Al Ing. Elyn Bacópulos Téllez por brindarme su apoyo en revisar este trabajo.

Al M. Sc José G. Ramírez M. por apoyarme en la revisión de este trabajo.

Y a todas las personas que me brindaron su apoyo incondicionalmente gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	Pág. i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
INTRDUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
 REVISIÓN DE LITERATURA.....	 3
Los sustratos.....	3
Propiedades físicas.....	3
Propiedades químicas.....	4
Otras propiedades.....	4
Descripción general de algunos sustratos.....	4
Sustratos naturales.....	4
Agua.....	4
Grava.....	4
Arena.....	5
Tierra volcánica.....	6
Corteza de pino.....	8
Fibra de coco.....	8
Sustratos artificiales.....	8
Lana de roca.....	8
Perlita.....	9
Vermiculita.....	10
Arcilla expandida.....	11
Poliestireno expandido.....	11
Vermicomposta.....	11
Cualidades	12
 MATERIALES Y MÉTODOS.....	 14
Localización del experimento.....	14
Descripción del sitio experimenta.....	14
Clima	14

Material vegetativo.....	15
Diseño experimental.....	15
Establecimiento del experimento.....	16
Variables evaluadas.....	16
Altura de planta.....	16
Diámetro de tallo.....	16
Número de hojas.....	16
Peso fresco	17
Peso seco	17
 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	 18
Caracterización del material.....	18
Análisis físico.....	19
Análisis de fertilidad.....	19
Prueba de efectibilidad.....	19
Altura de planta.....	19
Diámetro del tallo.....	20
Número de hojas.....	21
Peso fresco de la planta.....	22
Peso seco de la planta.....	22
 CONCLUSIÓN.....	 24
 BIBLIOGRAFÍA.....	 25

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro No. 1 Propiedades de las turbas	7
Cuadro No. 2 Propiedades de la lana de roca	9
Cuadro No. 3 Propiedades de la perlita	10
Cuadro No. 4 Descripción de tratamientos.....	15
Cuadro No. 5 Diagnóstico de salinidad y sodicidad en extracto de saturación.....	18
Cuadro No. 6 Análisis físico.....	19
Cuadro No. 7 Análisis de fertilidad.....	19
Cuadro No. 8 Valores promedios de las variables evaluadas en los diferentes tratamientos.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura No. 1 Altura de Planta	20
Figura No. 2 Diámetro de Tallo.....	21
Figura No. 3 Número de Hojas	21
Figura No. 4 Peso Fresco de Planta.....	22
Figura No. 5 Peso Seco de Planta	22

INTRODUCCIÓN

El costo actual de las semillas de hortalizas, es uno de los factores más importantes en la producción de plántula, esta situación obliga a hacer un uso mas eficiente de este recurso, mediante la aplicación tecnología como es la producción de plantas en charolas bajo invernadero, en el cual la selección de sustratos es de suma importancia para darle a la planta las condiciones necesarias para un buen desarrollo en sus primeras etapas crecimiento.

En la actualidad los sustratos utilizados, provienen de países como Canadá y Estados Unidos, lo que nos convierte en un país dependiente de este material, para 1997 la importación de musgo de pantano (Peatmoss) proveniente de Canadá fue de 7,785.5 toneladas y de Estados Unidos de 602.0 toneladas. Esta situación obliga a buscar alternativas viables, que implica la generación de sustratos con productos regionales con el propósito de abaratar los costos de producción y aprovechar los residuos o subproductos de cultivos.

Tal es el caso del sólido de vermicomposta, que es un material residual proveniente de la degradación de la materia orgánica por las lombrices, este producto es incorporado al suelo donde actúa como biorregulador y corrector del suelo cuya característica fundamental es la bioestabilidad. Además Influye positivamente en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Por lo anterior consideramos que este producto puede ser utilizado como sustrato para la producción de plantas en este caso de repollo, con la previa caracterización y pruebas de efectividad.

Con base en lo anterior se realizó el presente trabajo con el siguiente:

OBJETIVO

Caracterizar y evaluar el sólido de vermicomposta como sustrato para la producción de plantas de repollo.

HIPÓTESIS

El sólido de vermicomposta puede ser utilizado como sustrato para la producción de planta de repollo.

REVISIÓN DE LITERATURA

Los Sustratos

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

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

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

A) Propiedades Físicas:

- ❖ Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible
- ❖ Suficiente suministro de aire.
- ❖ Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.
- ❖ Baja densidad aparente.
- ❖ Elevada porosidad.
- ❖ Estructura estable, que impida la contracción o hinchazón del medio.

(Torres, 1997)

B) Propiedades Químicas:

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

C) Otras Propiedades

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

(Urrestarazu, 1997)

Descripción General de Algunos Sustratos

Sustratos Naturales

Agua

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

Gravas

Suelen utilizarse las que poseen un diámetro entre 5 y 15 mm. Destacan las gravas de cuarzo, la piedra pómez y las que contienen menos de un 10% en

carbonato cálcico. Su densidad aparente es de 1,500-1,800 kg/m³. Poseen una buena estabilidad estructural, su capacidad de retención del agua es baja, si bien su porosidad es elevada (más del 40% del volumen). Su uso como sustrato puede durar varios años. Algunos tipos de gravas, como las de piedra pómez o de arena de río, deben lavarse antes de utilizarse. Existen algunas gravas sintéticas, como la vermiculita, obtenida por tratamiento térmico de pizarras. (Urrestarazu, 1997).

Arenas

Las que proporcionan los mejores resultados son las arenas de río. Su granulometría más adecuada oscila entre 0,5 y 2 mm de diámetro. Su densidad aparente es similar a la grava. Su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nula. Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance del 8-10%, algunos tipos de arena deben lavarse previamente. Su pH varía entre 4 y 8. Su durabilidad es elevada. Es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores. (Sade, 1997).

Tierra Volcánica

Son materiales de origen volcánico que se utilizan sin someterlos a ningún tipo de tratamiento, proceso o manipulación. Están compuestos de sílice, alúmina y óxidos de hierro. También contiene calcio, magnesio, fósforo y algunos oligoelementos. Las granulometrías son muy variables al igual que sus propiedades físicas. El pH de las tierras volcánicas es ligeramente ácido con

tendencias a la neutralidad. La C.I.C. es tan baja que debe considerarse como nulo. Destaca su buena aireación, la inercia química y la estabilidad de su estructura. Tiene una baja capacidad de retención de agua, el material es poco homogéneo y de difícil manejo.

Turbas

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

Es más frecuente el uso de turbas rubias en cultivo sin suelo, debido a que las negras tienen una aireación deficiente y unos contenidos elevados en sales solubles. Las turbas rubias tienen un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero muy variable en cuanto a su composición ya que depende de su origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal, presentan un pH que oscila entre 3,5 y 8,5. Se emplea en la producción ornamental y de plántulas hortícolas en semilleros.

Cuadro No. 1 Propiedades de las turbas.

Propiedades	Turbas rubias	Turbas negras
Densidad aparente (g/cm ³)	0,06 - 0,1	0,3 - 0,5
Densidad real (g/cm ³)	1,35	1,65 - 1,85
Espacio poroso (%)	94 o más	80 - 84
Capacidad de absorción de agua (g/100 g)	1.049	287
Aire (% en volumen)	29	7,6
Agua fácilmente disponible (% en volumen)	33,5	24
Agua de reserva (% en volumen)	6,5	4,7
Agua difícilmente disponible (% en volumen)	25,3	47,7
C.I.C. (meq/100 g)	110 - 130	250 o más

Fuente. Fernández *et al.* 1998

Corteza de Pino

Se pueden emplear cortezas de diversas especies vegetales, aunque la más empleada es la de pino, que procede básicamente de la industria maderera. Al ser un material de origen natural posee una gran variabilidad. Las cortezas se emplean en estado fresco (material crudo) o compostadas. Las cortezas crudas pueden provocar problemas de deficiencia de nitrógeno y de fitotoxicidad. Las propiedades físicas dependen del tamaño de sus partículas, y se recomienda que el 20-40% de dichas partículas sean con un tamaño inferior

a los 0,8 mm. Es un sustrato ligero, con una densidad aparente de 0,1 a 0,45 g/cm³. La porosidad total es superior al 80-85%, la capacidad de retención de agua es de baja a media, siendo su capacidad de aireación muy elevada. El pH varía de medianamente ácido a neutro. La C.I.C. es de 55 meq/100g. (Fernández, 1998).

Fibra de Coco

Este producto se obtiene de fibras de coco. Tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 o 4 veces su peso, un pH ligeramente ácido (6,3-6,5) y una densidad aparente de 200 kg/m³. Su porosidad es bastante buena y debe ser lavada antes de su uso, debido al alto contenido de sales que posee. (Fernández, 1998).

Sustratos Artificiales

Lana de Roca

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

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

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

Cuadro No. 2 Propiedades de la lana de roca.

Propiedades	Valor
Densidad aparente (gr/cm ³)	0,09
Espacio poroso (%)	96,7
Material sólido (% volumen)	3,3
Aire (% volumen)	14,9
Agua fácilmente disponible + agua de reserva (% volumen)	77,8
Agua difícilmente disponible (% volumen)	4

Fuente: Fernández, *et al* 1998

Perlita

Material obtenido como consecuencia de un tratamiento térmico a unos 1,000-1,200 °C de una roca silíceo volcánica del grupo de las riolitas. Se presenta en partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1,5 y 6 mm, con una densidad baja, en general inferior a los 100 kg/m³. Posee una capacidad de retención de agua de hasta cinco veces su peso y una elevada porosidad; su C.I.C. es prácticamente nula (1,5-2,5 meq/100 g); su durabilidad está limitada al tipo de cultivo, pudiendo llegar a los 5-6 años. Su pH está cercano a la neutralidad (7-7,5) y se utiliza a veces, mezclada con otros sustratos como turba, arena, etc.

Cuadro No. 3 Propiedades de la perlita.

Propiedades	Tamaño de las partículas (mm de diámetro)		
	0-15 (Tipo B-6)	0-5 (Tipo B-12)	3-5 (Tipo A-13)
Densidad aparente (Kg/m^3)	50-60	105-125	100-120
Espacio poroso (%)	97,8	94	94,7
Material sólido (% en volumen)	2,2	6	5,3
Aire (% en volumen)	24,4	37,2	65,7
Agua fácilmente disponible (% en volumen)	37,6	24,6	6,9
Agua de reserva (% volumen)	8,5	6,7	2,7

Fernández, *et al.* 1998

Vermiculita

Se obtiene por la exfoliación de un tipo de micas sometido a temperaturas superiores a 800 °C. Su densidad aparente es de 90 a 140 kg/m^3 , presentándose en escamas de 5-10 mm. Puede retener 350 litros de agua por metro cúbico y posee buena capacidad de aireación, aunque con el tiempo tiende a compactarse. Posee una elevada C.I.C. (80-120 meq/100 g). Puede contener hasta un 8% de potasio asimilable y hasta un 12% de magnesio asimilable. Su pH es próximo a la neutralidad (7-7,2). (Llurba, 1997)

Arcilla Expandida

Se obtiene tras el tratamiento de nódulos arcillosos a más de 100 °C, formándose como unas bolas de corteza dura y un diámetro comprendido entre 2 y 10 mm. La densidad aparente es de 400 kg/m^3 y posee una baja capacidad

de retención de agua y una buena capacidad de aireación. Su C.I.C. es prácticamente nula (2-5 meq/ 100 g). Su pH está comprendido entre 5 y 7. Con relativa frecuencia se mezcla con turba, para la elaboración de sustratos. (Fernández, 1998).

Poliestireno Expandido

Es un plástico troceado en flóculos de 4-12 mm, de color blanco. Su densidad es muy baja, inferior a 50 Kg/m³. Posee poca capacidad de retención de agua y una buena posibilidad de aireación. Su pH es ligeramente superior a 6. Suele utilizarse mezclado con otros sustratos como la turba para mejorar la capacidad de aireación. (Jean, 1993).

Vermicomposta

También conocida como lombricomposta o humus, es un abono 100% natural de excelente calidad, tiene las mejores cualidades y ninguna contraindicación, por lo que es aplicable a cualquier tipo de cultivo.

La vermicomposta, es el resultado de la transformación, por medio de lombriz roja californiana de los desechos orgánicos y convertido en humus, de aplicación agropecuaria, en huertos y jardines. Su aplicación es a cultivos intensivos, extensivos y recuperación de suelos.

Cualidades

Es un fertilizante orgánico.

- Es granulado, homogéneo y con un olor agradable.

- Protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo.
- Posee o tiene la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma balanceada (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc).
- Es limpio, suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación.
- Mejora la retención de humedad.
- No afecta a las plantas como ocurre con los fertilizantes químicos.
- Eleva la solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporcionando una rápida asimilación por las plantas.
- Produce un aumento en el vigor de las plantas, árboles y arbustos.
- Cuenta con una alta concentración de sustancias húmicas (ácidos fúlvicos y húmicos).
- Por su elevada carga microbiana contribuye a la protección del sistema radicular de bacterias y nemátodos.
- Sus fitohormonas favorecen el crecimiento, la floración y la fijación de flores y frutos.
- La actividad residual del humus de lombriz es de efecto prolongado.

Es de fácil manejo y puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades se vean alteradas, es necesario mantenerlas bajo condiciones óptimas de humedad (40%).

La intensificación de los cultivos se obtiene mediante el control de los factores de producción. Las estructuras de protección de cultivos permiten obtener distintos grados de control sobre los factores ambientales. El cultivo en sustrato permite obtener un elevado control de los factores que afectan al entorno radicular.

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

MATERIALES Y MÉTODOS.

Localización del Experimento

El presente trabajo se llevó acabo bajo condiciones de invernadero durante el periodo octubre-noviembre del 2003, en el kilómetro 6 o Colonia La Esperanza de la Ciudad de Saltillo, Coahuila, México.

Descripción del Sitio Experimental

Clima

El clima es de clasificación del tipo Bwhw (x) (e) seco, semicálido, con invierno fresco extremoso y templado, con lluvias principalmente en verano. La temperatura media anual es de 19.8 °C con una oscilación de 10.4 °C. Los meses mas cálidos son junio, julio y agosto con temperaturas máximas de 37°C. Durante diciembre y enero se registran temperaturas mas bajas de hasta 10°C bajo cero. La precipitación total anual media es de 298.5 mm. La temporada lluviosa va de junio a octubre. El mes más lluvioso es junio y el más seco es marzo.

Material Vegetativo

Semilla de col (Repollo).

El trabajo se realizó en dos etapas. En la primera se realizó la caracterización mediante el análisis físico químico del sólido del laboratorio del Patronato para la Investigación Agrícola del Estado de Coahuila PIAEC. A.C. una vez obtenido los resultados se inició la segunda etapa pruebas de efectividad en el cual se utilizó el siguiente.

Diseño Experimental

Se evaluaron 11 tratamientos en un diseño completamente al azar con 4 repeticiones. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Descripción de tratamientos

No	Tratamientos	Repeticiones
1	90 % Peat moss + 10 % Vermicomposta	4
2	80 % Peat moss + 20 % Vermicomposta	4
3	70 % Peat moss + 30 % Vermicomposta	4
4	60 % Peat moss + 40 % Vermicomposta	4
5	50 % Peat moss + 50 % Vermicomposta	4
6	40 % Peat moss + 60 % Vermicomposta	4
7	30 % Peat moss + 70 % Vermicomposta	4
8	20 % Peat moss + 80 % Vermicomposta	4
9	10 % Peat moss + 90 % Vermicomposta	4
10	100 % Vermicomposta	4
11	100 %Peat moss	4

Establecimiento del Experimento.

Siembra.

El día 9 de octubre del 2003, se realizó la siembra en forma directa en charolas de polietileno colocando una semilla por cavidad, después se dejaron 8 días hasta que germinaron; después se colocaron las charolas en una cama flotante donde se aplicaba agua cada 3 días según la necesidad de las plantas.

Variables Evaluadas

Altura de Planta

Esta variable se determinó tomando tres plantas por tratamiento, se midió con una regla graduada, considerando la base del tallo hasta el ápice de la hoja más alta reportándose los resultados en cm.

Diámetro del Tallo

Se midió el cuello de tres plantas por tratamiento con un vernier realizándose un solo muestreo reportándose los resultados en mm.

Número de Hojas

Esta variable se determinó analizando tres plantas por tratamiento y se contaron el número de las hojas de cada una de ellas.

Peso Fresco de la Planta

Se evaluó, pesando todas las planta por tratamiento con una balanza analítica a los 30 días después de la siembra.

Peso Seco de la Planta

Se utilizaron las mismas plantas evaluadas para peso fresco y se mantuvieron 48 horas en una estufa a 65 °C. y se pesaron en una balanza analítica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del Material

Las características del sólido de vermicomposta, según el análisis efectuado en el laboratorio del Patronato para la Investigación Agrícola del Estado de Coahuila PIAEC. A.C. se describen en el cuadro 5.

Cuadro 5. Diagnóstico de salinidad y sodicidad en extracto de saturación.

Características	Valor	Clasificación
Conductividad eléctrica mmhos/cm	4.890	Mod. Salino
pH	6.10	
Calcio meq/l	14.054	Medio
Magnesio meq/l	8.971	Medio
Sodio meq/l	20.870	Alto
Potasio meq/l	4.742	Medio
Bicarbonatos meq/l	0.000	
Carbonatos meq/l	9.955	Alto
Sulfatos meq/l	22.042	Medio
Rel. De Abs. De sodio (Ras)	6.150	Sodico
Cloruros meq/l	16.388	alto

En base a los datos físico químico del suelo en específico en la CE se considera como un medio difícil para la germinación de semillas dado que la CE es muy alta siendo su valor óptimo para la germinación.

Cuadro 6. Análisis físico

Profundidad	pH en agua	% Arena	% Limo	%Arcilla	Clasificación
0-30	5.90 Mod. Ácido	81.84	11.80	6.36	Arenosa-franco

% HCC	% HPMP	D. A gr/cm ³	M.O %	Carbonatos %
75.0	45.03	0.881	1.60 Mod. Bajo	9.57 Calcáreo

Cuadro 7. Análisis de Fertilidad

Azufre ppm	Fósforo ppm	Calcio ppm	Zinc ppm	Cobre ppm	Manganeso ppm
8.28 Medio	23.04 Medio	1,993.70 Medios	5.36 Alto	4.04 Muy Alto	11.64 Medio

Hierro ppm	Magnesio ppm	Potasio ppm	Boro ppm	N. inorgánico ppm
13.90 Mod. Alto	277.50 medio	360 Medio	2.29 Alto	47.83 179.84 Kg/ha de "N" disponible

Prueba de Efectividad

Al realizar los análisis de varianza de los datos de crecimiento de la planta se observa que existe diferencia significativa, ($P = 0.05$) entre los tratamientos, como se menciona a continuación.

Altura de Planta

Esta variable mostró diferencia significativa ($P = 0.05$) en los tratamientos evaluados sobresaliendo la mezcla de sólido de vermicomposta al 40 % (tratamiento 4). También se observó que las plantas se desarrollaron mejor tal

vez debido a que el sustrato aportó los nutrientes necesarios para un buen desarrollo de las plantas en comparación con la mezcla de sólido de vermicomposta al 100 % (tratamiento 10) donde se muestra que las plantas no se desarrollaron bien, tal vez por la alta conductividad eléctrica del sólido de vermicomposta. Figura 1. Cuadro 8.

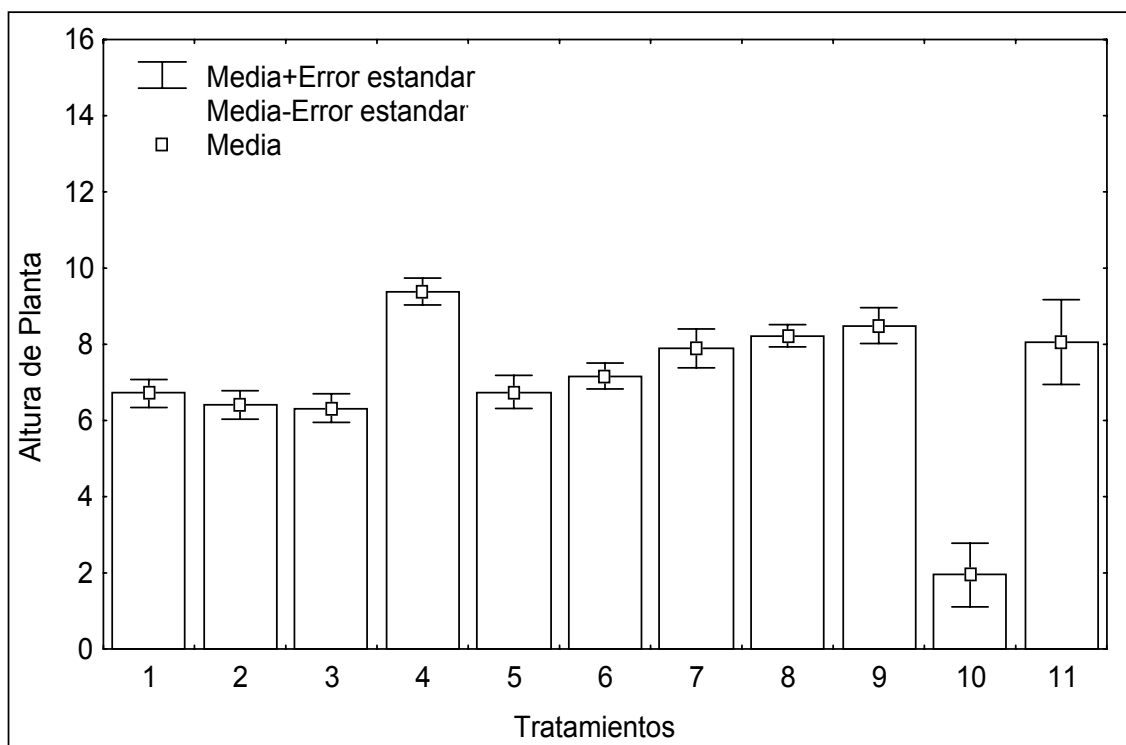


Figura. 1. Altura de planta (cm), a los 30 días después de siembra.

Diámetro de Tallo

De acuerdo a los datos obtenidos, esta variable también fue diferente estadísticamente, donde el sólido al 40 % y al 10 % son los que dieron mayor diámetro de tallo (Figura 2., cuadro 8).

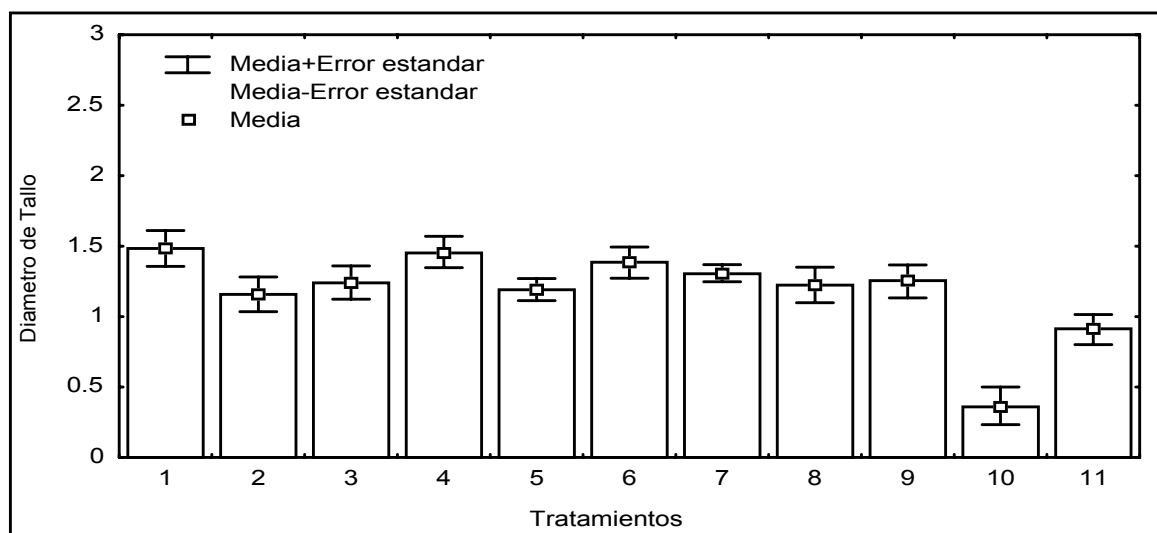


Figura 2. Diámetro de Tallo en cm de la planta a los 30 dds.

Número de hojas

El número de hojas también fue diferente estadísticamente en los tratamientos evaluados; las mezclas que dieron plantas con mayor número de hojas fueron las mezclas al 80 %, 90 % en comparación con las de más mezclas de sólidos.

Figura 3. Cuadro 8.

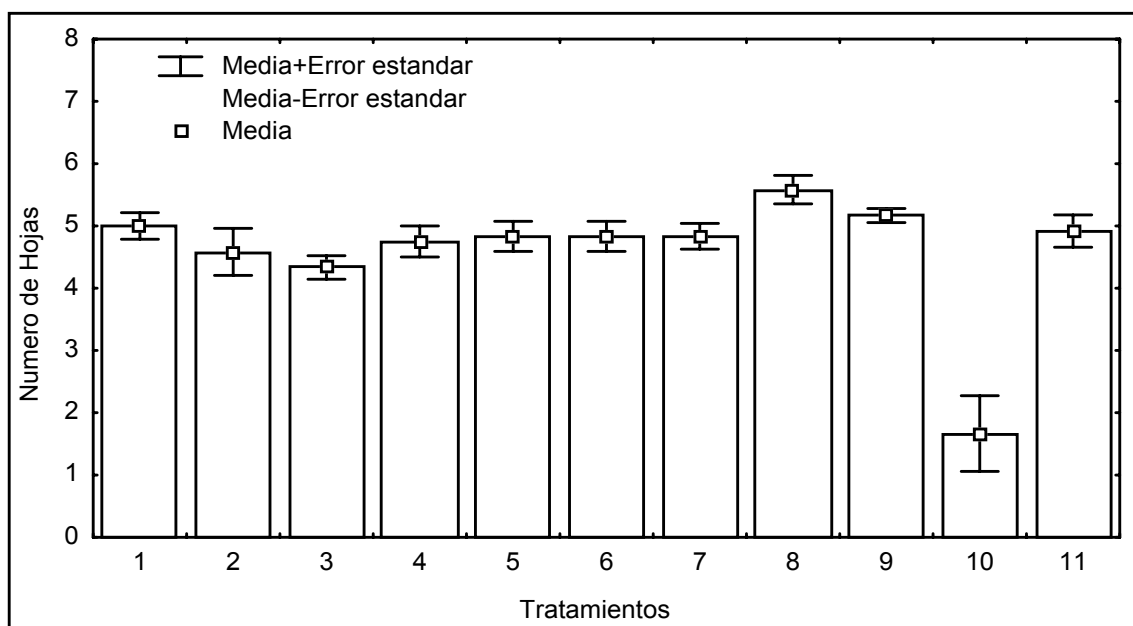


Figura 3. Número de hojas por planta a los 30 dds.

Peso Fresco

La biomasa producida por la planta, expresada en g también fue diferente en las mezclas de sólidos de vermicomposta que fueron evaluados y sobresalen las mezclas, al 40 % y al 50 % en comparación con el testigo.

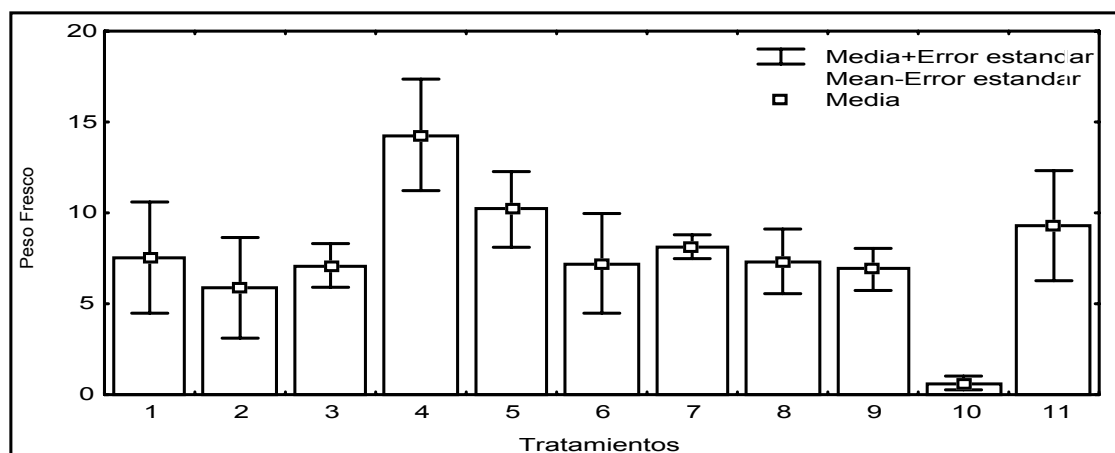


Figura 4. Peso Fresco (Biomasa) expresada en g a los 30 dds.

Peso Seco

La producción de materia seca o peso seco total también fue significativa estadísticamente las mezcla de sólido que sobresale es al 40 % con respecto a las demás mezclas. Figura 5. Cuadro 8.

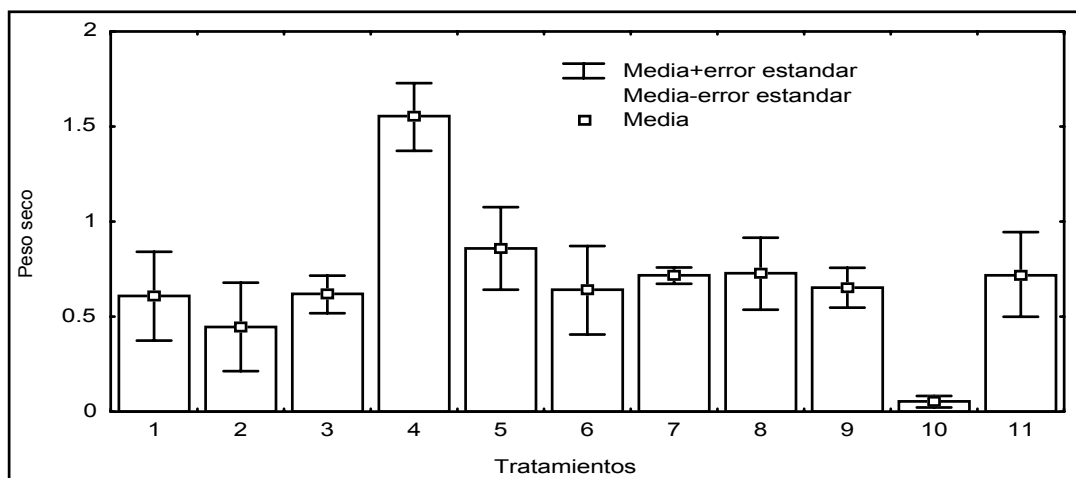


Figura 5. Peso seco (Materia Seca) en g a los 30 dds.

En general la mezcla de sólido que dio mejor resultado fue a la concentración de 40 % de sólido de vermicomposta y 60 % de peat moss, ya que se obtuvo una mayor altura de plantas, diámetro de talle, mayor producción de biomasa y materia seca. Esto sugiere que a esta concentración se diluye el efecto de la conductividad eléctrica y se aprovecha la fertilidad del sustrato, porque se deduce que el producto no se puede utilizar directamente como sustrato para producción de planta pero sí como mejorador de sustratos como peat -moss.

Cuadro 8. Valores promedio de las variables evaluadas en los diferentes tratamientos.

No	Tratamiento	Diámetro de Tallo	Altura de Planta	Número de Hojas	Peso Fresco Total	Peso Seco Total
1	Sól. Vermicompost 10%	1.48	6.71	5.00	7.54	.61
2	Sól. Vermicompost 20%	1.16	6.41	4.58	5.87	.45
3	Sól. Vermicompost 30%	1.24	6.32	4.33	7.11	.62
4	Sól. Vermicompost 40%	1.46	9.38	4.75	14.29	1.55
5	Sól. Vermicompost 50%	1.19	6.75	4.83	10.19	.86
6	Sól. Vermicompost 60%	1.38	7.17	4.83	7.22	.64
7	Sól. Vermicompost 70%	1.31	7.89	4.83	8.14	.72
8	Sól. Vermicompost 80%	1.23	8.23	5.58	7.33	.73
9	Sól. Vermicompost 90%	1.25	8.49	5.17	6.89	.65
10	Sól. Vermicompost 100%	.37	1.94	1.67	.64	.05
11	Peat-Moos 100%	.91	8.06	4.92	9.29	.72

CONCLUSIONES

- El sólido de vermicomposta no se puede utilizar directamente como sustrato debido a su conductividad eléctrica alta 4.890 mmhos/cm.
- El sólido de vermicomposta dio mejor resultado como mejorador del sustrato a la concentración de 40 % de sólido y 60 % de peat moss.
- Se recomienda hacer análisis biológicos para determinar las características que hacen que sirva como mejorador.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, B. M. 1993. Sustratos. Características y propiedades. Curso Superior de Especialización sobre Cultivos sin Suelo. FIAPA. ALMERÍA, España pp 47-61.
- Fernández, M.M.; Aguilar, M.I.; Carrique J.R.; Tortosa, J.; García, C.; López, M.; Pérez, J.M. 1998. Suelo y medio ambiente en invernaderos. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería. Almería. Cultivos Sin suelo. Curso Superior de Especialización. Ed. Instituto de Estudios Almerienses.
- Hidroponia como alternativa de producción vegetal; [www.ch castillo. Tripod.com / hidroponia / curso / sustratos.htm](http://www.chcastillo.com/tripod.com/hidroponia/curso/sustratos.htm).
- Jean D. Aylsworth. Producción de pepino. Reducción de los costos del sustrato. Productores de Hortalizas. Abril 1996. Pag. 32. CANOVAS, F.; DÍAZ, J.R. 1993.
- Llurba, M. 1997. Parámetros a tener en cuenta en los sustratos. Revista Horticultura Nº 125 - Diciembre 1997.
- Sade, A. 1997. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones generales. Ed. Hazera España 90, S.A. Tel Aviv. Israel.
- Terres, V.; Artetxe, A.; Beunza, A. 1997. Caracterización física de los sustratos de cultivo. Revista Horticultura Nº 125 - Diciembre 1997.
- Tipos de sustratos de cultivo. [www. Infoagro.com/ industria_ auxili... o_sustratos. Asp](http://www.infoagro.com/industria_auxilio_sustratos.asp).
- Urrestarazu, M. 1997. Manual De Cultivo Sin Suelo. Ed. Servicio de Publicaciones Universidad de Almería. Almería