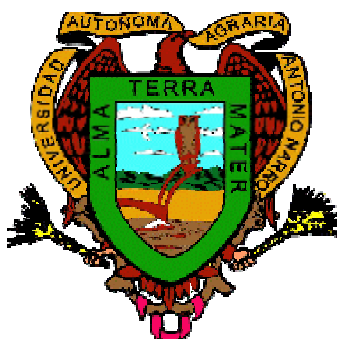


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



EVALUACIÓN DE LA COMPOSTA DE CÁSCARA DE CACAO
PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA Y MEJORADOR DEL
SUELO

Por:

LUIS MANUEL PERALTA TRUJILLO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura.
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2002

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

EVALUACIÓN DE LA COMPOSTA NATURAL DE CÁSCARA DE
CACAO PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA Y
MEJORADOR DEL SUELO

POR:

LUIS MANUEL PERALTA TRUJILLO

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

Dr. Adalberto Benavides Mendoza

Ing. Elyn Bacópulos Téllez

ASESOR PRINCIPAL

SINODAL

M.C. Reynaldo Alonso Velasco

M.C Jorge David Flores Flores

SINODAL

SINODAL

M.C. Leopoldo Arce González

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre del 2002

DEDICATORIA

A Dios, por ser quien me ilumina en mi camino; siendo siempre mi amigo fiel que nunca me desampara. A ti por que me creaste a tu imagen y semejanza, me tomaste en tus brazos para que no cayera en los momentos difíciles de la vida, y con tu bendición me hiciste pasar esta gran prueba de la vida.

A MIS PADRES:

Sr. Francisco Peralta Escobar y Sra. Dora Margarita Trujillo Ruíz, por la confianza que siempre me brindaron, por todos sus sacrificios, sus desvelos, consejos y sobre todo su ilusión de que culminara mis estudios.

A MIS ABUELITOS:

Sr. Manuel Trujillo de la Fuente + que la gracia de Dios esté con el, donde quiera que esté sepa que este triunfo es por el, por su gran apoyo, cariño y motivación que me dio en vida; te extraño. A mi abuelita María Guadalupe Ruíz por su cariño y su comprensión que me brinda.

A MIS HERMANAS:

Cecy, Lupita y Dory por el gran cariño que han depositado en mi y ante todo la unión que tenemos a pesar de la distancia.

A MI NOVIA:

Maty, por todos estos años de comprensión, apoyo y amor que me ha dado, porque sin ella no hubiese logrado esta meta.

A MIS SOBRINOS:

Carlitos, Sergio, Alejandra y Marifer por llenar de alegría mi familia y lograr que la felicidad siga manteniéndose en nuestro hogar.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con un eterno agradecimiento por los conocimientos y apoyo que de ella recibí para formarme como un profesional.

Al Dr. Adalberto Benavides Mendoza por permitirme trabajar y aprender de él bajo su asesoría y sobre todo por ser un amigo para mi, mostrándose paciente con este trabajo que hemos realizado.

Al Ing. Elyn Bacópulos Téllez por su gran apoyo que me brindó como asesor de este trabajo, pero mas que nada, por su absoluta amistad que brindó él y su familia: Sra. Ross y sus hijas Elly, Arte y Alejandra.

Al coordinador de Agronomía, el M.C. Reynaldo Alonso Velazco por su apoyo material y la ayuda como asesor.

Al M.C. Jorge David Flores Flores por su absoluta ayuda en este trabajo como asesor.

A la Srita. Matilde María Jiménez Fernández por su gran apoyo moral y sentimental, y su manera de impulsarme a culminar mi trabajo.

Al C. Alfredo Díaz Vicuña por su gran apoyo material y moral durante la realización de este trabajo.

A todos los maestros, que de alguna u otra forma intervinieron en mi formación profesional. Especialmente a los maestros de Horticultura.

A todos mis compañeros y amigos de la generación y muy especialmente a los que de alguna forma colaboraron para que se realizara esta tesis. Sergio, Gustavo, Lalo, Gaby, Zulma, Wendy, Diana, Yaqui, Liz, Narciso, Ernesto, Paco y demás.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
HIPÓTESIS.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Generalidades de los Sustratos.....	3
Características de los Sustratos.....	4
Propiedades Físicas.....	4
Granulometría.....	4
Porosidad.....	4
Retención de Agua.....	5
Propiedades Químicas.....	6
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).....	6
Potencial de Hidrógeno (pH).....	6
Salinidad.....	7
Relación Carbón Nitrógeno (C / N).....	7
Propiedades Biológicas.....	7
Materiales Evaluados y su Origen.....	8
Peat Moss ó Musgo de Pantano.....	8
Composta Natural de Cáscara de Cacao.....	9
Descripción General de Algunos Sustratos.....	10
Sustratos Naturales.....	10

Gravas.....	10
Arenas.....	10
Tierra Volcánica.....	11
Corteza de Pino.....	11
Fibra de Coco.....	11
Sustratos Artificiales.....	12
Lana de Roca.....	12
Perlita.....	12
Vermiculita.....	12
Poliestireno Expandido.....	12
La Composta.....	13
Características de un Buen Medio de Crecimiento.....	13
Problemas de Salinidad.....	14
MATERIALES Y METODOS.....	15
Ubicación del Área Experimental.....	15
Características Ecológicas del Área de Estudio.....	15
Clima.....	15
Suelo.....	15
Descripción del Material Biológico.....	15
Lechuga Great Lakes.....	15
Musgo de Pantano ó Peat Moss.....	15
Composta Natural de Cáscara de Cacao.....	16
Descripción de los Tratamientos	16
Etapa de Plántula.....	17
Establecimiento y Manejo del Experimento.....	17
Variables Evaluadas.....	18
Peso Fresco Aéreo.....	18
Peso Fresco de la Raíz.....	19
Peso Seco Aéreo.....	19
Peso Seco de la Raíz.....	19

Etapa de Planta en Maceta.....	19
Descripción del Material Biológico.....	19
Melón Cantalupo.....	19
Suelo Salino.....	20
Descripción de los Tratamientos.....	20
Diseño Experimental.....	20
Establecimiento y Manejo del Experimento.....	20
Variables Evaluadas.....	22
Peso Fresco Aéreo.....	22
Peso Fresco de la Raíz.....	22
Peso Seco Aéreo.....	22
Peso Seco de la Raíz.....	23
Número de Hojas.....	23
Peso del Fruto.....	23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
Etapa de Plántula en Charolas.....	24
Peso Fresco.....	24
Peso Seco.....	25
Etapa de Plántulas a Campo Abierto.....	26
Peso Fresco.....	26
Peso Seco.....	27
Etapa de Plantas en Maceta.....	28
Peso Fresco y Seco Aéreo	28
Peso Fresco y Seco de la Raíz.....	29
Número de Hojas.....	29
Peso del Fruto.....	29
CONCLUSIONES.....	32
LITERATURA CITADA.....	34
APÉNDICE	36
Diagnóstico de Salinidad y Sodicidad en Extracto de Saturación.....	36
Análisis de Fertilidad.....	36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Porosidad Total de Distintos Materiales Utilizados como Sustratos	5
Cuadro 2. Retención de Agua de Varios Materiales Empleados como Sustratos	6
Cuadro 3. Relación C / N Presentada en Algunos Sustratos.....	7
Cuadro 4. Valores Promedio Globales de los Tres Muestreos de Biomasa de Plántulas de Lechuga Realizados en Invernadero	24
Cuadro 5. Valores Promedio para las Variables de Biomasa de las Plantas en Campo Abierto a los 15 Días Después del Trasplante.....	26
Cuadro 6. Valores Promedio de Biomasa Aérea y Raíz, así como Peso de Frutos y No. de Hojas en Plantas de Melón en el Invernadero..	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Compostación Natural de Cáscara de Cacao y Prueba de Compostación de 100 mazorcas.....	10
Fig. 2. Resultados de Plántula a los 30 Días	25
Fig. 3. Gráfica de Peso Fresco Aéreo.....	29
Fig. 4. Gráfica de Peso Fresco de la Raíz.....	29
Fig. 5. Gráfica de Número de Hojas por Planta.....	30
Fig. 6. Gráfica de Peso del Fruto... ..	30

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el invernadero del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro localizado al sur de la Ciudad de Saltillo, Coahuila, en los meses de octubre a diciembre del 2000 y agosto a noviembre del 2001. Los objetivos de este trabajo fueron evaluar la viabilidad del sustrato de cacao *Theobroma cacao* para la producción de plántulas y su viabilidad como mejorador de suelos. Se buscó verificar si la sustitución completa o parcial de la cáscara de cacao permitía aumentar biomasa en plántula y aumentar producción en macetas. El diseño que se utilizó para los dos experimentos fue completamente al azar. En el primer experimento se colocaron semillas de lechuga de la variedad “Great Lakes” en charolas de poliestireno utilizando los siguientes tratamientos: Peat Moss al 100%, cáscara de cacao cribada al 100%, 66%, 33% (mezcladas con Peat Moss) y cáscara de cacao molida al 100%, 66% y 33% (mezcladas con Peat Moss). Posteriormente se llevaron a solución nutritiva en camas flotantes. Se tomaron 6 plantas por tratamiento y repetición a los 14, 21 y 28 días después de la siembra y se sacaron promedios de peso fresco y seco de planta y raíz. Los mejores resultados en biomasa aérea y raíz los presentó el tratamiento de 33% cacao cribado y 66% del Peat Moss. Los resultados de 66% de cacao, tanto cribado como molido, fueron superiores al testigo que fue el Peat Moss. Posteriormente se llevaron las plantas al campo y a los 15 días de trasplantadas no mostraron diferencia en la variable de peso fresco aéreo, pero en la variable de peso de la raíz se mostraron mejor los tratamientos de 33%, 66% de cacao cribado y el testigo.

En el segundo experimento se colocaron plantas de melón de la variedad “Cantalupo” en macetas. Con 5 tratamientos que fueron los siguientes: 100% de suelo, 100% de cacao cribado, 50%, 25% y 15% de cacao cribado (mezclado con suelo). Se realizaron 2 conteos de hojas y se tomaron dos

muestreos de plantas para sacar pesos fresco y seco. A los 3 meses de trasplantadas se sacó el peso de los frutos. El tratamiento que presentó mejores resultados fue el de 100% cacao cribado. A medida que aumentaba el % de cacao aplicado, aumentó el peso para todas las variables. El tratamiento de 25 y 50 % de cacao cribado aumentó en un 40% el peso fresco de la planta.

INTRODUCCIÓN

En nuestro planeta, vida es sinónimo de materia orgánica y todo lo que en él sucede es protagonizado por la naturaleza que se muestra como un cuerpo vivo capaz de sostenerse en equilibrio biológico , siendo entonces imprescindible el papel de la materia orgánica para enriquecer la vida biológica y mantener una tierra sana, productiva y fértil, de la que provenimos y a la que todos volveremos. Ecopol (1991).

En los últimos años en México, la producción de cultivos hortícolas ha cobrado un auge desde el punto de vista de superficie, divisas generadas y mano de obra requerida, lo cual obliga a la generación de tecnología propia, adecuada a esta evolución tecnológica.

Los altos costos de las semillas mejoradas han llevado a los productores a sustituir la siembra directa por el uso de trasplante para la optimización de la semilla y tener plantas con buen desarrollo en las primeras etapas, es por eso que el sustrato es un factor muy importante, porque de él depende una buena germinación y desarrollo de plántulas.

El uso de materiales orgánicos como sustratos para la producción de plántulas en charolas es una práctica común. El musgo de pantano o “Peat Moss” es un material de extenso uso por sus excelentes características. Como México no cuenta con depósitos de turba se tiene que importar este material de Canadá y Estados Unidos. Para 1997 la importación de musgo de pantano

proveniente de Canadá fue de 7,785.515 toneladas y de Estados Unidos 602.035 toneladas. Avilés (1999).

Sin embargo, algunos subproductos como la cascarilla de café, fibra de coco, deyecciones de lombriz y la cáscara de cacao pueden ser utilizados como sustitutos totales o parciales para la producción de plántula. Estos materiales son producidos en gran cantidad. Como ejemplo la cáscara de cacao, que es un desecho acumulado y compostado naturalmente, puede producir por cada kg de grano de cacao seco cosechado 10 kg de cáscara fresca, lo equivalente a 2.2 kg de sustrato compostado y seco. Una hectárea de cacao nos produce anualmente 10 toneladas de sustrato de cáscara de cacao.

Gracias a la existencia de estos sustratos orgánicos, surge la idea de probar estos materiales, lo que conlleva a generar este trabajo con el fin de generar información sobre el sustrato de cacao, planteándonos los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

Evaluar la capacidad del sustrato de cáscara de cacao para la producción de plántula de lechuga bajo condiciones de invernadero.

Evaluar el sustrato de cáscara de cacao como mejorador del suelo en plantas de melón en maceta bajo condiciones de invernadero.

HIPÓTESIS

La sustitución completa o parcial del Peat Moss con el sustrato de cáscara de cacao incrementa biomasa aérea y de raíz en plántula.

El empleo del sustrato de cacao como mejorador del suelo incrementa biomasa de planta y producción.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades de los Sustratos

Se define como sustrato a todo material sólido distinto del 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 sustrato ideal es aquel que sea económico, que esté disponible inmediatamente, que sea uniforme y completamente libre de patógenos, semillas de malezas o sustancias químicas peligrosas Carpenter. (1995).

Muchos productores han cambiado la siembra directa por el trasplante porque dan poblaciones más homogéneas, cosechas tempranas y maduración uniforme de las plantas; para esto hay que seleccionar la semilla adecuada, el medio de crecimiento y calidad del agua. Hassel (1994).

Los trasplantes permiten al productor reducir costos y aumentar utilidades por que se logran mas temprano las cosechas, se producen mas cosechas por año, aumenta la tasa de germinación y se ahorra dinero al usar semillas híbridas. Miller (1994).

Las ventajas mas importantes que existen entre la propagación de trasplante y la siembra directa son:

- Uso intensivo de las áreas de producción.
- Producción escalonada de acuerdo con las fechas de siembra.

- Mejor control de las malezas.
- Empleo mas eficiente de las semillas.
- Mejor aprovechamiento de los insumos.
- Optimización de la germinación del crecimiento de las plantas.

Minero (1998).

Características de los Sustratos

Propiedades Físicas

La estructura física de un sustrato está formada básicamente por un esqueleto sólido que conforma espacios porosos, que pueden estar llenos de agua o de aire y corresponden a espacios situados entre partículas de sustratos o dentro de las mismas partículas.

Las propiedades físicas de los medios de cultivo son de primer importancia, ya que una vez que el sustrato esté en el contenedor, y la planta creciendo en el, no es posible modificar prácticamente las características físicas básicas de dicho sustrato. Abad (1993).

Granulometría. Es común que los sustratos estén formados por la mezcla de partículas (corteza, arena, etc.) o fibras (turba, lana de roca) de diferentes tamaños. Dependiendo de la naturaleza de estos materiales, tendrán en su interior poros de diferentes tamaños que constituyen la porosidad interna o interparticular. Pero además, quedarán huecos entre las partículas (tanto más grande cuanto mayor será el tamaño de las partículas que componen el sustrato), que dan lugar a la porosidad intraparticular. De ahí la importancia de la granulometría en las propiedades físicas. Ansorena (1994).

Porosidad. Es la cuantificación del espacio ocupado por poros en un sustrato y también se denomina espacio poroso o espacio vacío. Generalmente los sustratos tienen dos tipos de porosidad: interna y externa. La porosidad externa

es la que se genera por el propio empacamiento de las partículas y depende del modo de empacamiento, tamaño del contenedor, tamaño, forma y naturaleza de las partículas. Ansorena (1994).

Cuadro 1. Porosidad Total de Distintos Materiales Utilizados como Sustratos

Material	Porosidad total %
Peat Moss	91
Bagazo de caña de azúcar (sin compostar)	92
Deyección de lombriz de la pulpa de café	76
Composta natural de cáscara de cacao	85

García (1996).

Retención de Agua. No necesariamente la cantidad de agua contenida en un medio de cultivo, está disponible para las plantas, ya que puede estar retenida por una fuerza muy elevada en donde la planta no es capaz de tomarla. Por lo tanto, es más importante conocer en un sustrato la capacidad que éste tiene para retener el agua disponible para las plantas que la cantidad total de agua retenida. Y es de la distribución del tamaño de los poros de donde depende la retención de agua por el medio a cada succión, por lo que es importante conocer para cada sustrato la cantidad de agua retenida en un intervalo de succiones. Succiones con las cuales se trazará una curva de liberación de agua del sustrato, que representa la cantidad de agua contenida en el medio de cultivo para cada tensión aplicada. Ansorena (1994).

Cuadro 2. Retención de Agua de Varios Materiales Empleados como Sustratos

Material	Retención de agua %
Peat Moss	84
Bagazo de caña de azúcar (sin compostar)	88
Deyección de lombriz de la pulpa de café	64
Composta natural de cáscara de cacao	78

García (1996).

Propiedades Químicas

Los materiales orgánicos son los componentes que contribuyen en mayor grado a la química de los sustratos, ya que interaccionan con la solución nutritiva, suministrando nutrimentos, actuando como reserva de los mismos, a través de la capacidad de intercambio catiónico, que a su vez, depende en gran medida del pH del medio.

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC). Es la suma de cationes que pueden ser absorbidos por unidad de peso o de volumen del sustrato. Estos cationes quedan retenidos frente al efecto lixivante del agua y están usualmente disponibles para las plantas.

Los materiales orgánicos poseen una elevada capacidad de intercambio catiónico, lo que representa un depósito de reserva para los nutrimentos, mientras los materiales con baja capacidad de intercambio catiónico, como la mayoría de los sustratos minerales, retienen cantidades reducidas de nutrimentos y requieren una aplicación frecuente de fertilizantes. Abad (1993).

Potencial de Hidrógeno (pH). El rango óptimo en sustratos orgánicos está comprendido entre 5.0 y 5.5, lo que no excluye que puedan crecer satisfactoriamente fuera de ese intervalo.

Salinidad. Es la concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato. Abad (1993).

Relación (C/N) La relación Carbón / Nitrógeno se usa como el índice de madurez y estabilidad de la materia orgánica. La relación C/N menor de 20 es la óptima para el cultivo en sustratos, ya que es un material orgánico maduro y estable. Cuando se utilizan como medio de cultivo materiales orgánicos inmaduros, existe una inmovilización del Nitrógeno y baja disponibilidad de Oxígeno, provocada por la actividad degradadora de los microorganismos del sustrato. Esto trae como consecuencia daños a las plantas cultivadas en este tipo de material. Abad (1993).

Cuadro 3. Relación C/N Presentada en Algunos Sustratos

Material	Relación C / N
Peat Moss	51
Bagazo de caña de azúcar (sin compostar)	220
Deyección de lombriz de la pulpa de café	5
Composta natural de cáscara de cacao	10

García (1996).

Propiedades Biológicas

Son parte fundamental en el estudio detallado de las propiedades de los sustratos hortícolas, porque la población microbiana es la responsable de la degradación biológica de los sustratos, lo que en modo global, puede resultar desfavorable ya que los microorganismos consumen nutrientes (Oxígeno y Nitrógeno principalmente) en competencia con el cultivo, además de liberar sustancias fitotóxicas y alterar las propiedades físicas. Abad (1993).

Materiales Evaluados y su Origen

Peat Moss o Musgo de Pantano. Las turbas fundamentalmente son vegetales fosilizados a los que F. Peningfeld y P. Kurzman, citados por Abad (1993), han definido como la forma disgregada de la vegetación de un pantano que no se ha descompuesto completamente por el exceso de agua y falta de oxígeno; estos materiales con el tiempo se van depositando formando estratos más o menos densos de materia orgánica, en los que se puede identificar los restos de las diferentes especies vegetales que lo forman.

Existen diferentes ecosistemas en donde pueden formarse estos restos de vegetales.

1) En el seno de las aguas freáticas (lagos, lagunas, etc.) influenciadas tanto de las aguas subterráneas como de las superficiales, y 2) En los terrenos encharcados de modo permanente (fuera del contacto de las aguas freáticas) que se alimentan exclusivamente de las precipitaciones atmosféricas. Abad (1993).

Considerando a las turbas del No. 1 como turberas bajas, que según el tipo de turbera y composición de las aguas freáticas, especialmente ricas en calizas y nutrimentos, pueden contener mayor o menor elementos nutritivos, así como una reacción ligeramente ácida o neutra (o incluso básica).

Este tipo de turberas pueden estar formadas por carrizos (*Phragmites* spp.) o de carices (*Carex* spp.) y turberas arboladas (*Alis* *Alnus* spp., sauces *Salix* spp.); así como otras muchas especies exigentes también en nutrimentos (*Junus* spp., *Typha* spp., etc.).

Las del tipo 2, son originarias de regiones frías con altas precipitaciones y humedad relativa elevada; haciendo que este tipo de turba sea extremadamente pobre en elementos nutritivos y presente una reacción fuertemente ácida. Dadas estas condiciones, solo las especies poco exigentes pueden establecerse, como los Esfagnos (*Sphagnum*) que representan cerca

del 90% de la composición botánica de estas turberas ericáceas, ciperáceas y otras.

Composta Natural de Cáscara de Cacao. El cultivo del cacao es de ambiente húmedo-tropical y las zonas más adecuadas para su desarrollo son Tabasco, Chiapas, parte de Oaxaca, Guerrero y Veracruz, estados que forman la mayor parte del sureste mexicano, donde actualmente se producen aproximadamente unas 50,000 toneladas de cacao por año, participando Tabasco con el 80 % de dicha producción. García (1996).

En el cacao al igual que en muchos productos agrícolas, se generan durante su proceso de elaboración, residuos, desechos, basuras y en el mejor de los casos subproductos que buscan tener un uso productivo.

La cáscara de cacao por sí sola supone 7 veces más peso que la cosecha Nosti (1953), llegándose a formar aproximadamente 350,000 toneladas de cáscara por año a nivel nacional. Este material es depositado generalmente a las orillas de los cacaotales, es llevado a las pozas naturales como relleno o simplemente abandonado en el mismo lugar donde se quiebra la mazorca del cacao para sustraerle el grano. Una vez desechado se compostea o degrada en forma natural, dando lugar a lo que la gente de la región llama tierra de cacao, que no es más que la composta de la cáscara de cacao. Dicha tierra es utilizada por muchos agricultores como sustrato o componente de mezcla de sustrato (composta de cáscara de cacao mas suelo de la región 1:1 relación en base a volumen) para producir almácigos hortícolas, cultivos de plantación y plantas ornamentales.

Se tiene información personal de investigadores del INIFAP en Huimanguillo, Tabasco que han utilizado la composta de cáscara de cacao sólo y mezclado con otros productos ya comercializados como la germinaza que es un compuesto de fibra de coco, en la producción de plántulas de chile habanero y papaya zapote principalmente; han obtenido buenos resultados en cuanto a

su capacidad de retención de humedad, facilidad de manejo en el momento de llenar las charolas y también a la hora de sacar las plántulas, éstas conservan el cepellón en su forma original.

Por éstos y muchos otros motivos, la composta de cáscara de cacao fue considerada como el eje central de esta investigación.



Fig. 1. Compostación Natural de Cáscara de Cacao y Prueba de Compostación de 100 Mazorcas

Descripción General de Algunos Sustratos

Sustratos Naturales

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. 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 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. La granulometría es muy variable al igual que sus propiedades físicas. El pH de las tierras volcánicas es ligeramente ácido con tendencias a la neutralidad. La capacidad de intercambio catiónico es tan baja que debe considerarse como nulo. Destaca su buena aireación, la inercia química y la estabilidad de su estructura. Tiene una baja capacidad de retención de agua, el material es poco homogéneo y de difícil manejo. Sade (1997).

Corteza de Pino. 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. Fernández (1998).

Fibra de Coco. Este producto se obtiene de desechos de coco. Tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 ó 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 a 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 coque. 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 el sílice y óxidos de aluminio, calcio, magnesio, hierro, etc. Es considerado como un sustrato inerte, con una CIC casi nula y un pH ligeramente alcalino, fácil de controlar. Tiene una estructura homogénea, un buen equilibrio entre agua y aire, pero presenta una degradación de su estructura, lo que condiciona que su empleo no sobrepase los 3 años. Fernández et al., (1998).

Perlita. 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 5 veces su peso y una elevada porosidad; su CIC es prácticamente nula (1.5 – 2,5 meq/100 g¹); 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 la turba, arena, etc. Fernández et al (1998).

Vermiculita. Puede retener 350 litros de agua por metro cúbico y posee buena capacidad de aireación, aunque con el tiempo tiende a compactarse. Posee una elevada CIC (80-120 meq/l). 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).

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 baja

capacidad de retención de agua y una buena posibilidad de aireación. Jean (1996).

La Composta

En la naturaleza se producen naturalmente cantidades enormes de materia orgánica como resultado del proceso de la fotosíntesis, materia orgánica que acabará en el suelo en forma de humus, proceso de humificación natural lento; sin embargo, éste puede ser acelerado, amontonando la materia orgánica y promoviendo en ella el proceso denominado composting y que consiste en la humificación artificial y acelerada de materia orgánica por una población microbiana en condiciones controladas de humedad, temperatura y aireación. Canovas et al., (1993).

El compostaje es la descomposición o degradación de los materiales de desechos orgánicos por una población mixta de microorganismos (microbios) en un ambiente cálido, húmedo y aireado. Los desechos se amontonan juntos en una pila de manera que el calor generado en el proceso pueda ser conservado. Como resultado, sube la temperatura de la pila acelerando por tanto el proceso básico de degradación natural, que normalmente ocurre con lentitud en desechos orgánicos que caen sobre la superficie del suelo. Dalzell et al., (1991).

Características de un Buen Medio de Crecimiento.

El medio de crecimiento, además de servir de soporte o anclaje a la planta, tiene que suministrar a las raíces unas cantidades equilibradas de aire, agua y nutrientes minerales.

Ahora, si las proporciones de estos componentes no son adecuadas, el crecimiento de la planta podrá verse afectado por asfixia debida a falta de oxígeno que impide la respiración de las raíces y de los organismos vivos que habitan el suelo; deshidratación por falta de agua, que puede llegar a producir

muerte a la planta; enfermedades producidas indirectamente por las causas anteriores, al volverse las plantas más susceptibles al ataque. Ansorena (1994).

El medio de crecimiento debe tener las siguientes características:

- Debe retener suficiente humedad para no regarlo con demasiada frecuencia.
- Debe ser suficientemente poroso de manera que escurra el agua excesiva, permitiendo una aireación adecuada.
- Debe estar libre de semillas y malezas, nemátodos y patógenos.
- No debe tener un alto nivel de salinidad.
- Debe proporcionar una provisión adecuada de nutrientes cuando las plantas permanecen en él un largo periodo.

Problemas de Salinidad

La salinización de los suelos ocurre bajo condiciones a favor de la acumulación de las sales solubles en agua, las sales son transportadas por este movimiento y son depositadas en el suelo o en la superficie cuando el agua se evapora. Tres de los principales factores que causan la salinización de los suelos son: clima, principalmente el seco que generalmente se localiza en las zonas áridas y semiáridas; mal drenaje y el riego, mayormente cuando se riega con aguas de mala calidad. Foth y Turk (1972).

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del Área Experimental.

El presente trabajo de investigación se realizó en el invernadero del departamento de Horticultura, ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), que geográficamente se encuentra localizada a 25° 22' latitud norte y 101° 00' longitud oeste, contando con 1742 msnm.

Características Ecológicas del Área de Estudio

Clima. El tipo de clima es BsoKw (e), que significa seco, con verano cálido y lluvias en verano, con temperaturas extremosas.

Suelo. La textura de los suelos varía de migajón arenoso a migajón arcilloso, localizados sobre un sustrato calcáreo duro, denominado petrocálcico.

Descripción del Material Biológico

Lechuga Great Lakes. Es una variedad de cabeza muy compacta de tamaño medio, de color verde oscuro, resistente a la floración prematura y quemazón de las puntas, mayor resistencia al transporte, pero de menor calidad culinaria, de aspecto liso medio; hoja aserrada, nervadura prominente.

Musgo de Pantano o Peat Moss. Es el material más empleado como sustrato para la producción de plántulas en charolas, por su alta retención de humedad, su contenido de materia orgánica y por ser uno de los materiales que ha dado los mejores resultados.

Composta Natural de Cáscara de Cacao. Es un material de origen orgánico, empleado como abono para jardines, en forma desintegrada. Tiene un contenido de materia orgánica de 34%, un 17% de proteína cruda y un porcentaje de 31.93 de fibra cruda. Su densidad es muy baja, 220 gramos por litro. Posee un alto contenido de cobre, magnesio, manganeso y potasio. Tiene un pH de 6.53 y una conductividad eléctrica de 0.720 mmhos/cm.

Descripción de Tratamientos

Se evaluó la composta natural de cáscara de cacao y el musgo de pantano (Peat Moss) como sustratos para la producción de planta de lechuga; en 7 tratamientos que a continuación se describen:

1. Musgo de pantano al 100% (MP 100)
2. Cáscara de cacao cribada al 100% (CC 100)
3. Cáscara de cacao molida al 100% (CM 100)
4. 66 % de musgo de pantano + 33 % de cáscara de cacao cribada (MP66 + CC33)
5. 66 % de musgo de pantano + 33 % de cáscara de cacao molida (MP66 + CM33)
6. 33 % de musgo de pantano + 66 % de cáscara de cacao cribada (MP33 + CC66)
7. 33 % de musgo de pantano + 66 % de cáscara de cacao molida (MP33 + CM66)

El experimento fue establecido en un diseño completamente al azar con 7 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento. Los datos se analizaron con el paquete estadístico de estadística.

Etapas de Plántula

Establecimiento y Manejo del Experimento

Primeramente se obtuvieron los materiales a evaluar; la cáscara de cacao se trajo de Comalcalco, Tabasco y el musgo de pantano se compró en Saltillo, Coahuila.

El musgo de pantano (Peat Moss) se utilizó tal y como se compró; pero la cáscara de cacao se obtuvo de la siguiente manera:

Se recolectó de los montones de cáscara que son residuos de la cosecha, con una pala recta y se llevaron 6 costales de cáscara desintegrada al sol por 2 días; pasados los días, se cribaron en una malla de 4 mm, obteniendo 4 costales cribados y 2 costales de residuos, cáscara entera, hojas y otros materiales. Los cuales fueron regresados a su lugar de origen.

Una vez obtenidos los 4 costales, se colocó el sustrato por 3 días al sol, para eliminar toda el agua y se pudieran trasladar menos pesado. De estos 4 costales que llegaron, se enviaron 2 costales a la universidad donde serían empleados para realizar este trabajo.

Uno de los costales se utilizó tal y como llegó y el otro fue molido en el laboratorio de nutrición con un molino de la marca Thomas – Whiley Modelo 4.

Se calculó el volumen del sustrato a utilizar en cada tratamiento, basándose en los porcentajes determinados de cada uno de ellos (las mezclas se hicieron de acuerdo al volumen). En el caso 1, 2 y 3 se llenaron las charolas con el material al 100% y en los otros casos se mezcló en base a volumen. En el caso 1 se llenaron todas las cavidades de las charolas (200) con el mismo material, pero en los demás casos la mitad de la charola con cacao cribado y la mitad de cacao molido; dando un total de 12 charolas)

Una vez llenas las charolas se sembró una semilla por cavidad a un cm de profundidad el día 30 de octubre, después se taparon con la misma mezcla y se acomodaron una sobre otra y se taparon con un plástico negro. Se dejaron así durante 3 días mientras se hicieron las camas flotantes donde permanecieron las charolas durante el tiempo que duró la evaluación; las camas flotantes se colocaron el día primero de noviembre, nivelando el suelo, y se hizo un agujero de 30 cm de profundidad, 2.5m de largo y 1.80 de ancho. Se colocó un plástico blanco, formando un contenedor que se llenó de agua y se depositaron las 12 charolas. Se colocó una solución nutritiva Douglas el 15 de noviembre y otra a la semana (22 de noviembre) y se previno de enfermedades fungosas con captan (1.5 gr/lt) y para las plagas aplicando gusation (1 gr/lt)

Se evaluó el primer peso fresco el día 14 después de la germinación, y evaluando el peso seco al 3er día de éste. El segundo evalúo de peso fresco se realizó el día 21 y el seco al 3er día, posteriormente se sacaron las plantas de las camas flotantes el día 27 y al día siguiente se hizo el 3er evalúo de plantas.

Se realizó un trasplante a campo abierto el día 29 de noviembre y a los 15 días de plantado se realizó un muestreo más de plantas.

Las plantas se pesaron en una balanza analítica marca AND HR – 120 y se llevaron a secar a una estufa marca Baxter a 65 °C.

Variables Evaluadas

Las variables que se evaluaron fueron: peso fresco aéreo, peso fresco raíz, peso seco aéreo y peso seco raíz.

Peso Fresco Aéreo

Se tomaron 4 plantas de cada tratamiento y repetición, tomando desde la base del tallo hasta la parte mas alta de la planta y se pesaron en una balanza analítica tipo AND HR – 120. La primera a los 21 días de la

colocación de las camas y las siguientes cada semana posteriormente; los resultados se expresaron en gramos.

Peso Fresco de la Raíz

Se tomaron las raíces de las 4 plantas usadas para el peso aéreo, se lavaron para eliminar el sustrato y se pesaron de la misma manera en la balanza analítica, el peso fue dado en gramos.

Peso Seco Aéreo

Para la determinación de esta variable se pusieron las plantas en bolsas de papel y se llevaron a la estufa tipo Baxter a 65 °C por 24 horas y se pesaron las muestras y los resultados se dieron en gramos.

Peso Seco de la Raíz

De la misma manera, las raíces se secaron en la estufa dentro de las bolsas previamente identificadas y se tomaron los resultados en gramos.

El trabajo fue dividido en 2 partes, la primera ya descrita y la segunda fue hecha de la siguiente manera:

Etapas de Planta en Maceta

Descripción del Material Biológico

Melón Cantalupo. Es un melón precoz, cuyas plantas adquieren un buen desarrollo. Las hojas son de color verde-gris oscuro. En general, los frutos son esféricos, con un peso entre 700 g y 1200 g, ligeramente aplastados, con 10 a 14 cm de diámetro, de costillas poco marcadas, con piel fina y pulpa de color naranja, muy perfumada y poco azucarada.

El fruto tiene una alta cantidad de crecimiento, llegando a la madurez entre los 30 y 40 días después del cuajado, en función de la variedad y de las condiciones climáticas en que se desarrolle. Cuando llega a la plena madurez el color de la piel cambia hacia el amarillo.

Suelo Salino

Se caracteriza por concentraciones excesivas de sales solubles de calcio, magnesio y sodio en la capa superficial. Las características de los suelos salinos son las siguientes: a) superficie acostada, agrietada y aparición de cristales o capa de sal, b) el pH de los suelos salinos es de hasta 8.5, c) crecimiento irregular de las plantas.

Este tipo de suelos contienen sales de calcio, magnesio y sodio en ciertas proporciones.

Descripción de los Tratamientos.

Se evaluó el sustrato de cacao empleado en la primera parte de la tesis, pero ahora utilizado como mejorador de suelo, comparándolo con el suelo de la zona, haciendo distintas mezclas; se llevaron a producción plantas de melón y los tratamientos fueron hechos de la siguiente manera:

1. 100 % suelo (100 S)
2. 85 % suelo + 15 % de cáscara de cacao (85 S + 15 C)
3. 75 % suelo + 25 % de cáscara de cacao (75 S +25 C)
4. 50 % suelo + 50 % de cáscara de cacao (50 S + 50 C)
5. 100 % cacao (100 C)

Diseño Experimental

El experimento fue establecido en un diseño completamente al azar con 5 tratamientos y 6 repeticiones por tratamiento. Los datos se analizaron con el paquete estadístico llamado estadística.

Establecimiento y Manejo del Experimento

Se obtuvieron los materiales a evaluar; el suelo se sacó de los alrededores del invernadero, se cribó y se obtuvo el suelo limpio.

El sustrato de cacao se obtuvo de la misma manera del experimento pasado de la manera cribada.

Se calculó el volumen y se hicieron los porcentajes de acuerdo al tratamiento. Se trasplantaron los melones a los 3 días de llenadas las bolsas; dichas plantas fueron obtenidas de charolas producidas con sustrato de espuma de poliuretano-almidón con cáscara de cacao en Peat Moss al 1%. Por Ismael Nava Salazar.

A los 3 días se aplicó oxiclورو de cobre para controlar inicios de cenicilla y para la prevención, cada semana se realizó una aplicación por 4 semanas, después para controlar la misma enfermedad se aplicó leche al 25% por 3 semanas.

Posteriormente, a la semana del trasplante se realizó un aclareo que no es más que dejar una planta por bolsa. Se le dio un riego por 2 semanas, después se le aplicó solución nutritiva Douglas (500 ml) cada 3 días; al llegar a los 2 meses de edad las plantas, se les aplicó cada 2 días. Los días que no le tocaba aplicar solución, se les colocaba solo agua.

Se aplicó el furadan, un insecticida para la mosquita blanca, a los 12 días de plantada y se repitió a la semana siguiente.

Se colocó una malla con cuadros de 20 cm/15 cm, marca tenax para sostenimiento de las plantas, a los 2 días del trasplante.

Se realizaron 2 conteos de hojas; el primero al mes de plantadas y el segundo 3 semanas después. Al mes del trasplante comenzaron a

aparecer las flores femeninas y debido a que en el invernadero no se encuentran insectos polinizadores, se requirió de polinización manual a partir de las primeras flores femeninas, esto por las mañanas de 7:30 a 8:30 AM, debido a que en ese horario el polen se encontraba mas viable.

Se presentaron problemas de *Fusarium oxysporum*, por lo que se aplicó un funguicida llamado saprol 200, 2 veces, al mes y medio de trasplante y a la semana siguiente. Debido a esta enfermedad se tuvieron que realizar podas de sanidad, para que no siguiera propagando la enfermedad, por 4 semanas.

Otro problema que se presentó fue la plaga araña roja, para ésta se aplicó jabón disuelto en agua al follaje y a la semana siguiente se aplicó agrimec 1.5 ml/l.

Se evaluó peso fresco de planta y raíz a los 78 días y a los 85 días del trasplante utilizando una balanza granatoria marca OHAUS .

Reunidas las 2 muestras se llevaron a secar al laboratorio de Nutrición en una estufa marca Baxter y se pesaron en una balanza granatoria tipo OHAUS.

Por último se evaluaron todos los frutos existentes a los 3 meses, tomando en cuenta el peso del fruto. Se utilizó una balanza granatoria marca OHAUS.

Variables Evaluadas

Las variables evaluadas fueron peso fresco aéreo, peso seco aéreo, peso fresco de la raíz, peso seco de la raíz, número de hojas y peso del fruto.

Peso Fresco Aéreo

Se tomó una planta por cada tratamiento, tomando desde la base del tallo hasta la parte apical, el primer evalúo se hizo a los 2 meses y medio del trasplante y el segundo a la semana siguiente. Las plantas fueron pesadas en una balanza granatoria marca OHAUS.

Peso Fresco de la Raíz.

De las mismas plantas tomadas para el peso fresco, se tomó el peso de las raíces, lavando el suelo de éstas para posteriormente pesarlas en la misma balanza.

Peso Seco Aéreo

Éste se sacó, llevando las muestras frescas a la estufa marca Baxter.

Peso Seco la Raíz

De la misma manera como se obtuvo el peso seco aéreo, se pesaron las muestras de la raíz.

Número de Hojas

Se tomó contando la cantidad de hojas existentes en las plantas dos veces; la primera al mes de trasplantadas y la segunda a la 3ra semana posteriormente.

Peso del Fruto

Se realizó pesando los frutos de cada tratamiento en una balanza granatoria de la marca OHAUS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Etapa de Plántulas en Charolas

Cuadro 4. Valores Promedio Globales de los Tres Muestreos de Biomasa de Plántulas de Lechuga Realizados en Invernadero.

Tratamiento	PFA	PFR	PSA	PSR
100 % Peat Moss	0.6007 bc	0.1822 c	0.0402 abc	0.0114 c
100 % cacao cribado	0.5004 ab	0.1130 b	0.0335 ab	0.0062 ab
100 % cacao molido	0.3018 a	0.0499 a	0.0178 a	0.0032 a
66 % cacao cribado	0.6647 bcd	0.1668 c	0.0454 bc	0.0092 bc
66 % cacao molido	0.6916 bcd	0.1631 bc	0.0441 bc	0.0084 bc
33% cacao cribado	0.8877 d	0.1945 c	0.0608 cd	0.0103 c
33 % cacao molido	0.8000 cd	0.1850 c	0.0743 d	0.0097 bc

Los promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según una prueba de DMS con 0.05

PFA = Peso Fresco Aéreo, PFR = Peso Fresco Raíz, PSA = Peso Seco Aéreo, PSR = Peso Seco de la Raíz.

Peso Fresco

En la variable PFA el mejor tratamiento fue el de 33% cacao cribado con 66% Peat Moss que estadísticamente fue significativo al testigo y numéricamente mejor a todos; como lo muestra el cuadro 4. Los tratamientos de 66% y 33% de cacao cribado y cacao molido revueltos con Peat Moss, se comportaron iguales estadísticamente. El tratamiento que mostró el valor más bajo fue el de 100 % cacao molido, debido a que probablemente retuvo demasiada agua, lo que provocó que las plantas disminuyeran su crecimiento.

Hernández (2001) encontró un mayor peso fresco con el testigo de Peat Moss y el tratamiento de 75% de Peat Moss + 25 % de perlita, esto se asemeja al 33% aplicado de cacao y que fue uno de los mejores tratamientos.

En la Variable PFR el mejor tratamiento en valores numéricos fue el 33 % cacao cribado, pero estadísticamente se comportó igual al testigo y a las demás muestras, con excepción de los tratamientos del 100% cacao mostrando un valor más bajo.

Como podemos observar en el cuadro 4, en todas las variables el tratamiento que mostró mejor desempeño fue el 33% de cacao cribado con 66 % de Peat Moss, por lo que se concluye que al agregar un porcentaje de cacao cribado al Peat Moss podemos obtener mayor biomasa aérea. En un trabajo similar Ibarra (1997) encontró en plántulas de tomate que a los 15 días la cáscara de cacao con suelo mostró mayor altura de planta por lo que nos lleva a pensar en que tenía mayor peso fresco.

Peso Seco

Como nos muestra el cuadro 4 en la variable de PSA los mejor tratamientos fueron el 33% de cacao cribado y el 33 % cacao molido, mostrándose estadísticamente significativos al testigo y mejor que los otros tratamientos numéricamente.

Esto no concuerda con lo que nos dice Nava (2002) ya que el probó el cacao + espumas de poliuretano y resultó el tratamiento más bajo numéricamente para el caso de peso seco de planta, resultando mejor el tratamiento con poliacrilamida.

En la variable de PSR los mejores tratamientos numéricamente fueron 33 % cacao cribado, 33 % cacao molido y 66 % de cacao cribado. El tratamiento que mostró menor desempeño fue el 100 % cacao molido. Los

tratamientos con algún porcentaje de cacao mostraron un buen desempeño en las variables de peso seco, por lo que una combinación de 50 y 50 podría funcionar de manera adecuada.

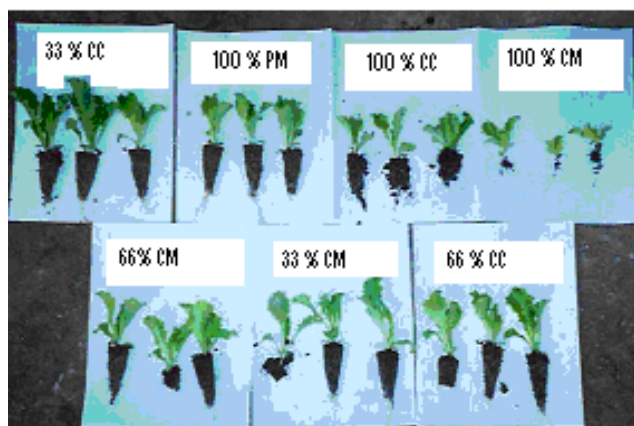


Fig. 2. Resultados de Plántula a los 30 días

Etapas de Plántulas a Campo Abierto

Cuadro 5. Valores Promedio para las Variables de Biomasa de las Plantas en Campo Abierto a los 15 Días Después del Trasplante.

Tratamiento	PFA	PFR	PSA	PSR
100 % Peat Moss	2.7288 a	0.4928 a	0.3767 ab	0.0548 a
100 % cacao cribado	2.0814 a	0.6727 ab	0.2547 a	0.0630 ab
100 % cacao molido	2.1991 a	0.6458 ab	0.2595 a	0.0620 ab
66 % cacao cribado	2.4410 a	0.9554 b	0.3689 ab	0.1009 c
66 % cacao molido	2.2151 a	0.8448 b	0.2674 a	0.0701 abc
33% cacao cribado	2.8861 a	0.8245 b	0.4653 b	0.1037 c
33 % cacao molido	2.6782 a	0.9574 b	0.3823 ab	0.0947 bc

Los promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según una prueba de DMS con 0.05

PFA = Peso Fresco Aéreo, PFR = Peso Fresco Raíz, PSA = Peso Seco Aéreo, PSR = Peso seco de la raíz.

Peso Fresco

Como nos muestra el cuadro 5 en la variable de PFA todos los tratamientos se comportaron igual, lo que significa que al momento del trasplante las plantas con

puro cacao o con parte de éste van a obtener los mismos resultados en cuanto a peso fresco aéreo. La variable PFR se comportó igual, solo que estadísticamente los tratamientos de 100 % cacao cribado y molido mostraron los valores más bajos pero no se presentaron plantas muertas. Ibarra (1997) encontró que a los 22 días después del trasplante el mejor tratamiento fue el de cacao cribado + suelo + deyecciones de lombriz, el sí encontró diferencias en esta variable en cuanto a sus tratamientos.

Peso Seco

El tratamiento de 33 % cacao cribado y molido, 66% cacao cribado y el testigo se comportaron igual estadísticamente para el caso de PSA y para la otra variable de PSR los mejores tratamientos fueron los que tenían 33 y 66 % de cacao cribado y molido, mostrando diferencia estadística a todos los tratamientos del 100%. (Ibarra, 1997) encontró que las deyecciones de lombriz + suelo y el cacao cribado + suelo presentaron el mayor peso seco a los 10 y 22 días después del trasplante. Teniendo como más bajo tratamiento el de Bagazo de caña + suelo.

Etapas de Plantas en Maceta.

Cuadro 6. Valores Promedio de Biomasa Aérea y Raíz, así como Peso de Frutos y No. de Hojas en Plantas de Melón en el Invernadero.

Tratamiento	PFA	PSA	PFR	PSR	PESOFRUT	NUMHOJ
100 S	127.25 c	14.55 c	11.00 b	1.05 b	102.02 a	40.83b
85 S + 15 C	151.95 bc	20.55 c	24.60 b	3.35 ab	106.12 a	47.00b
75 S + 25 C	209.35 ab	32.90 ab	24.40 b	3.00 b	110.21 a	51.72 ab
50 S + 50 C	208.45 abc	29.35 abc	27.20 b	3.25 ab	114.59 ab	54.22 ab
100 C	255.50 a	36.55 a	66.00 a	7.15 a	117.09 b	62.72 a

Los promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según una prueba de DMS con 0.05

PFA = Peso Fresco Aéreo, PFR = Peso Fresco Raíz, PSA = Peso Seco Aéreo, PSR = Peso seco de la raíz.

Peso Fresco y Seco Aéreo

Como nos indica el cuadro 6 y la figura 3 a medida que aumenta el contenido de cacao, se incrementa el peso fresco aéreo. El tratamiento 5 (100% cacao) muestra una diferencia del doble contra el tratamiento del 100 % suelo.

Los tratamientos donde se aplicaron 25 y 50 % de cacao no muestran significancia en cuanto al tratamiento de 100% cacao, como lo muestra el cuadro 6.

Como nos muestra la figura 3, al aplicar un 50 % de cacao incrementa un 40% en comparación con el 100 % suelo. El tratamiento de 100% cacao, 50% cacao y 25% cacao mezclado con suelo se comportaron igual estadísticamente para las variables de peso fresco aéreo y raíz. Cano en (1997) evaluó 4 sustratos empleados como hidroponia, donde encontró que el Hortiperl mostró un mayor tamaño de plantas en comparación del aserrín, olote y paja. Lo que

nos lleva a pensar que el peso fresco y seco de la planta fue mejor con este sustrato.

Peso Fresco y Seco de la Raíz

Como nos muestra el cuadro 6 y la figura 4, el tratamiento de 100% cacao se mostró mayor a todos los tratamientos en la variable de peso fresco de la raíz. Todos los tratamientos restantes se comportaron igual estadísticamente. El tratamiento de 50% cacao y 50% suelo se mostró numéricamente diferente al testigo aumentando el doble del peso fresco de la raíz. Al pasar la muestra por el secado, ya no se comportó igual que el resultado de peso fresco mostrándose mejores los tratamientos de 100% cacao, 50 % cacao y 15 % cacao.

El tratamiento que mostró menor desempeño fue el del suelo al 100%.

Número de Hojas

A medida que aumenta el contenido de cacao se muestra un incremento en la cantidad de hojas, como nos muestra la figura 5.

Se muestran igual estadísticamente los tratamientos de 25, 50 y 100 % de cacao. El que presenta menor número de hojas fue el tratamiento de 100% suelo.

Estos datos pudieron variar por las enfermedades presentadas que hicieron que descendiera el número de hojas, así como las podas de sanidad.

Los tratamientos de 100% suelo y 15% cacao presentaron mayor incidencia de enfermedades debido a que eran las plantas más débiles.

Peso del Fruto

En la gráfica 6 se muestra que entre más porcentaje de cacao se agregó, mayor fue el peso de la fruta.

El mejor tratamiento fue el 100% cacao, mostrando un fruto de mayor peso.

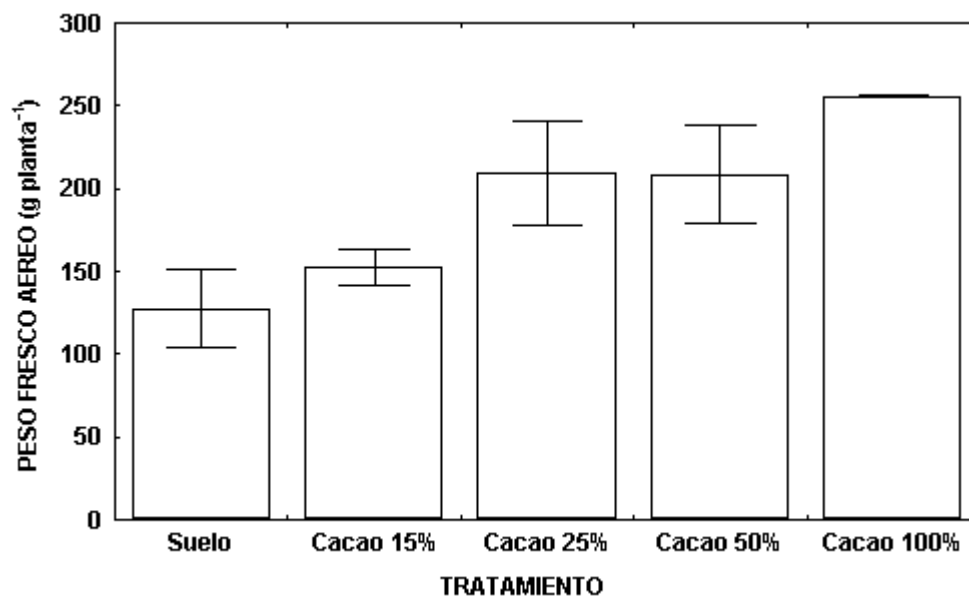


Fig. 3. Gráfica de Peso Fresco Aéreo

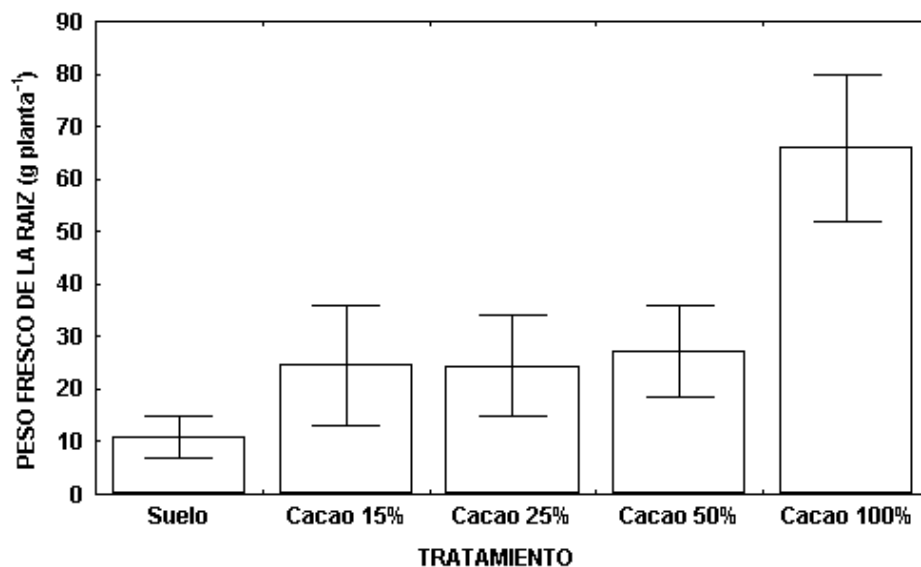


Fig. 4. Gráfica de Peso Fresco de la Raíz

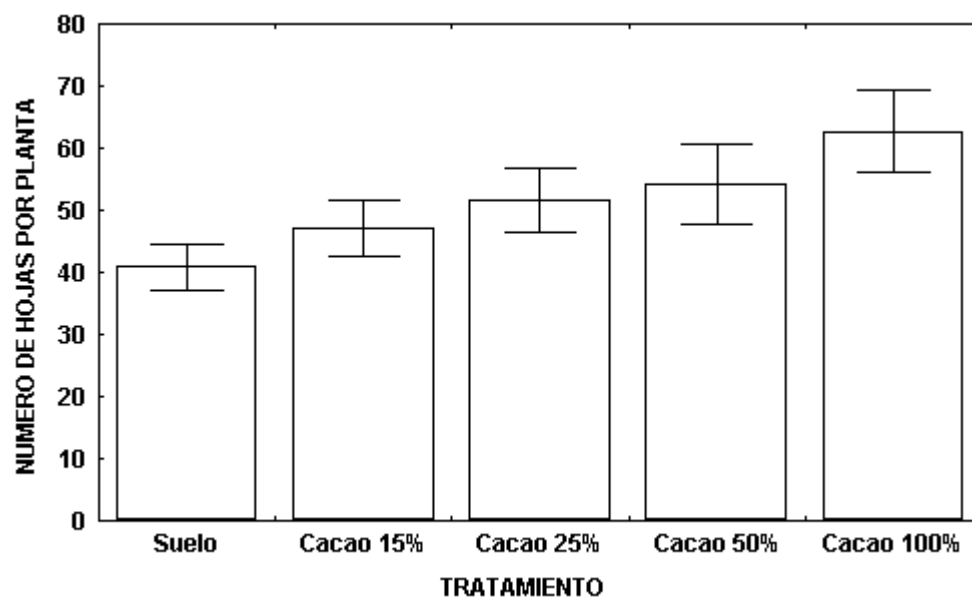


Fig. 5. Gráfica de Número de Hojas por Planta

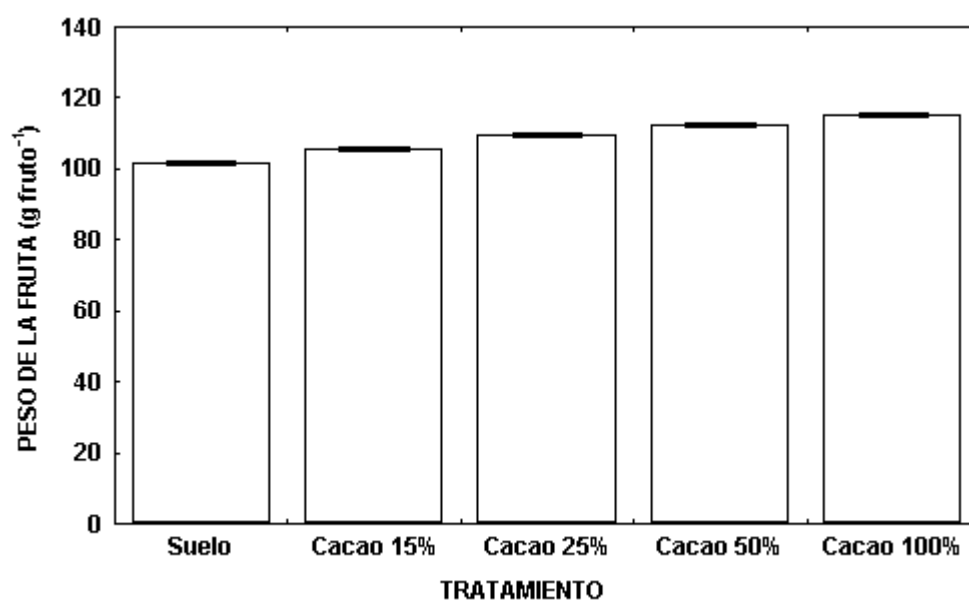


Fig. 6. Gráfica de Peso del Fruto

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se llegó a las siguientes conclusiones:

En la etapa de producción de plántula en invernadero el mejor tratamiento fue el que contenía 33% de cacao cribado y 66 % de cacao cribado mezclados con Peat Moss mostrando un aumento en biomasa aérea y en raíz.

Los tratamientos de 66% de cacao cribado y molido se comportaron numéricamente mejores que el testigo en cuanto a biomasa aérea , por lo que se concluye que si aplicamos una medida de 50 % de cacao y 50 % de Peat Moss podemos obtener plantas superiores al Peat Moss al 100 %. Esto trae como consecuencia un ahorro en el material de propagación de plantas, debido al bajo costo del sustrato de cacao.

El tratamiento de 100 % cacao cribado, se comportó igual estadísticamente al 100 % Peat Moss, pero con problemas al sacar la planta, ya que no formaba un buen cepellón; por lo que podríamos utilizar otro material para sustituir el Peat Moss y darle el soporte que requiere la planta, así, sustituir por completo el Peat Moss.

El tratamiento de 100 % cacao molido, fue el tratamiento que mostró menor crecimiento, debido probablemente a problemas de oxigenación, por la elevada retención de agua de sus partículas.

Al llevar las plántulas a campo, no mostraron diferencia entre ellas, y lograron crecer satisfactoriamente en la parte aérea y no así en la raíz, mostrándose mejor los tratamientos que contenían cacao.

En la etapa de plantas en producción de melón, al emplear el sustrato de cacao como mejorador de suelo incrementa la biomasa aérea y de raíz, mostrándose un mayor incremento cuando se aplicaba una cantidad mas elevada de sustrato de cacao.

La mezcla de 50 % de cacao con 50% de suelo mostró un aumento del doble en cuanto el peso fresco y raíz de la planta.

El sustrato de cacao es una buena opción para la producción de plántulas y como mejorador del suelo.

LITERATURA CITADA

Abad, B M. 1993. Sustratos. Características y Propiedades. Curso Superior de Especialización sobre Cultivos sin Suelo. FIAPA. Almería, España.

Ansorena,M,J.1994.Sustratos. Propiedades y Caracterización. Ed. Mundiprensa.

Carpenter, T. 1995. Obtenga la Mejor Mezcla de Medios de Cultivo. Productores de Hortalizas, Año 4, No. 5, pp 10- 12.

Cano, P. 1997. Evaluación de Cuatro Sustratos en Hidroponia Bajo el Sistema Vertical con el Cultivo del Chile (Capsicum annuum L.) Tesis de Licenciatura. UAAAN.

Canovas, F. A. F., Hilgers, M., Jiménez, M. R., Mendizábal, V. M., Sanchez,G.F.,1993.Tratado de Agricultura Ecológica. Cuadernos Monográficos. Departamento de Ecología y Medio Ambiente. Instituto de Estudios Almerienses de la Diputación de Almería.

Dalzell, H.W., Biddlestone, A.J., Gray, K.R., Thurairajan, K. 1991. Manejo del Suelo: Producción y Uso del Composte en Ambientes Tropicales y Subtropicales. Boletín de Suelos de la FAO 56. Servicio de Recursos, Manejo y Conservación de Suelos Dirección de Fomento de Tierras y Aguas, FAO. Roma.

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.

García, A. B. 1996 Algunos Sustratos Orgánicos; sus Mezclas Caracterización y Procedimientos. Tesis de Licenciatura. UAAAN

Hassell, R. 1994. El Camino de la Popularidad Comienza con Trasplantes Sanos. Productores de Hortalizas. Año 3, No. 5 pp 11-13.

Hartman, H. T. y Kester, D. E. 1989. Propagación de Plantas, Principios y Prácticas. 3era. Impresión. Editorial C.E.C.S.A. México.

Hernández, E. 2001. Evaluación del Residuo del Tallado de la Lechuguilla y Cascarilla de Café, como Sustratos para la Producción de Planta. Tesis Licenciatura. UAAAN

Ibarra, L. 1997. Efecto de Tres Sustratos Orgánicos y una Solución Nutritiva en la Producción de Plántulas de Tomate. (Lycopersicon esculentum) Tesis Licenciatura. UAAAN.

Jean D. Aylsworth. Producción de Pepino. Reducción de los Costos del Sustrato. Productores de Hortalizas. Abril 1996. Pág. 32 CANOVAS, F.; DIAZ, J.R. 1993.

Llurba, M. 1997. Parámetros a Tener en Cuenta en los Sustratos. Revista Horticultura No. 125 – Diciembre 1997.

Miller II, W.J.1994. Gana Popularidad el Mercado de Productos de Invernadero. Productores de Hortalizas (página del Publisher) Año 3, No. 5, p 6.

Minero, A. A. 1998. Producción de Trasplante. Productores de Hortalizas, Año 7, No. 8, pp 18 – 22.

Nava. I (2002) Uso de Espumas Hidrofílicas para Aumentar la Eficiencia de Uso del agua en el Cultivo de Melón. (Cucumis melo L) bajo Invernadero. Tesis de Licenciatura UAAAN.

Nosti, N. J. (1953). Cacao, Café y Té. Salvat Editores, S. A. Barcelona, España. pp 169 Sade, A. 1997. Cultivos bajo Condiciones Forzadas. Nociones Generales. Ed. Hazera España 90, S.A. Tel Aviv. Israel.

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

APENDICE

Diagnóstico de Salinidad y Sodicidad en Extracto de Saturación.

		VALOR	CLASIFICACIÓN
CONDUC. ELECTRICA	mmhos/cm.	0.720	SUELO NO SALINO
pH	meq/l	6.53	
CALCIO	meq/l	4.620	BAJO
MAGNESIO	meq/l	1.880	BAJO
SODIO	meq/l	0.570	BAJO
POTASIO	meq/l	0.044	BAJO
CARBONATOS	meq/l	0.000	
BICARBONATOS	meq/l	2.320	BAJO
SULFATOS	meq/l	1.329	BAJO
REL. DE ABS. DE SODIO		0.316	
CLORUROS	meq/l	3.468	BAJO

Análisis de Fertilidad

S	P	Ca	Zn	Cu	Mn	Fe	Mg	K	B	N. org.
3.71	3.82	782.18	1.88	1.90	20.98	5.22	725.97	1144.50	0.89	63.77
BAJO	BAJO	MOD.	MEDIO	MOD.	MOD.	MOD	MOD.	ALTO	MOD	239.77
		BAJO		ALTO	ALTO	BAJO	ALTO		BAJO	KG/Ha
										N
										Disp.

PATRONATO PARA LA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA DEL ESTADO DE COAHUILA

LABORATORIOS PIAEC A.C

Arteaga, Coahuila, México

