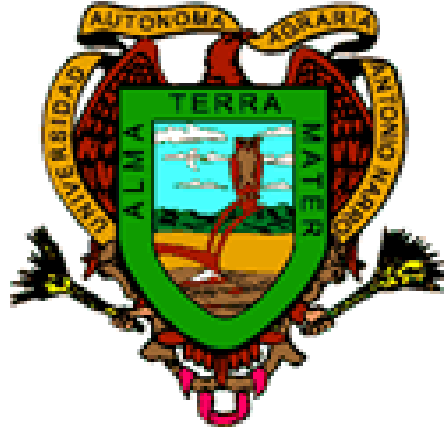


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Análisis de Diferentes Sustratos para la Producción de Plántula de Tomate
(*Lycopersicon esculentum* Mill)

Por:

MARIANO MARTÍNEZ BELMONTE

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México
Febrero de 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Análisis de Diferentes Sustratos para la Producción de Plántula de Tomate
(*Lycopersicum esculentum* Mill)

TESIS

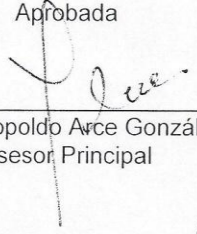
Por:

MARIANO MARTINEZ BELMONTE

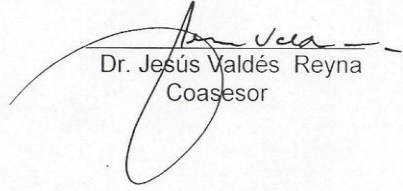
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

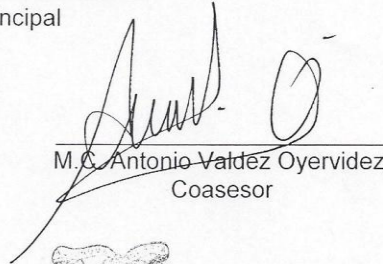
Aprobada



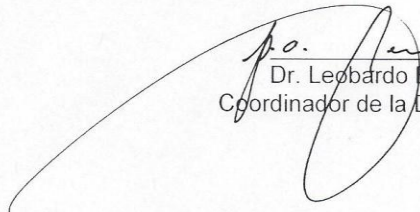
M.C. Leopoldo Arce González
Asesor Principal



Dr. Jesús Valdés Reyna
Coasesor



M.C. Antonio Valdez Oyervidez
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2015

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a mi Padre Jehová, que sin su gran ayuda uno de mis mas grandes proyectos no hubiera sido posible, ya que el siempre estuvo a mi lado, otorgándome su fortaleza cuando más lo necesite y de esta manera poder seguir adelante.

A mi ALMA TERRA MATER por darme la oportunidad de llegar a ser un profesional, y haber adquirido esa formación única llena de valores que me han sido tan útiles en la vida

Al Departamento de Botánica por todos lo conocimientos que recibí y que han sido muy importantes y necesarios para poder vencer cualquier reto que se me presente.

A la Dirección de Ecología de Ramos Arizpe por darme la oportunidad de empezar ahí a laborar como profesional y que la he considerado como una segunda Universidad.

A la **Ing. Patricia Morales Algaba** gracias por depositar en mi su confianza y apoyo, cuando inicie en el campo laboral.

Al Ing. Francisco Alemán Granados por ayudarme a terminar este trabajo y por sus constantes consejos y alientos de ánimo.

A mi esposa Araceli Zavala González, por esa persistencia de que todo lo que iniciamos debe quedar plasmado en algo, como en este caso obtener el título como Ingeniero.

Al Ing. Urbano Flores Rosales, por sus comentarios de cómo poder ser mejor cada día, como profesional y como persona.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

MARILU BELMONTE Y VICENTE MARTINEZ CRUZ (+)

Por ser uno de los principales pilares por el apoyo que me ofrecieron en mi estancia en la universidad principalmente con sus consejos y sacrificios para que yo saliera adelante, por lo cual siempre estaré agradecido, Padre aunque estés ausente nunca olvidare tu gran sustento y a ti madrecita por confiar en mi.

A MI ESPOSA E HIJOS:

Gracias Mariano Alejandro, Axel Fernando, Vincent Saúl, David Mariano y a ti mi querida Esposa Araceli Zavala, por siempre estar a mi lado y compartir conmigo mis triunfos y fracasos.

A MIS HERMANOS:

ERIK, LEVI, A MI QUERIDA HERMANITA EUNICE:

Por todo el tiempo tan bonito que me han regalado al estar a su lado y sobre todo el apoyo y comprensión que sentía de ustedes al regresar a la universidad y sentir nuevos bríos de luchar por toda la familia.

A MIS QUERIDOS ABUELITOS ARTEMIO BELMONTE RAMIREZ (+) E INES SALVADOR BENITES (+) :

Aunque ya no están físicamente conmigo siempre voy a estar agradecido por haber tenido el tiempo para escuchar todos mis problemas, darme sabios consejos y sobre todo por crear en mi esa meta de salir adelante y poder ser mejor que lo que tenía enfrente de mí, quiero decirles que siempre van a estar presentes en mi mente y en mi corazón y así será por todos los días de mi vida, ya que a ustedes les debo en gran parte el que hoy haya terminado mi carrera profesional, en donde quiera que se encuentren los quiero mucho.

A MIS TIOS:

C. NANCY BELMONTE

C. ESTHER BELMONTE

C. RAQUEL BELMONTE

C. ANGELICA BELMONTE

C. SERGIO MORAN

C. SILVIANO DE LA ROSA

C. YULIA BELMONTE

C. PEDRO MORAN

C. ISRAEL JIMENEZ (+)

Por todos los consejos que una vez me ofrecieron y sobre todo las motivaciones que yo sentía cada vez que los veía de siempre salir adelante.

A MIS AMIGOS (AS)

Jesús, Rodolfo, Francisco, Jaime, Fernando, José Carmen, Antonio, Roberto, Emilio, Carlos, Gerardo, Atilano, Juan Luís, Ana Patricia, Roció, Gabriela, Yessica, Karina, Daniela, Gisela, Ana Quiroz, Julio, Gabino, Sergio, Gerardo, por todos los momentos que pasamos juntos compartiendo alegrías, tristezas y apoyándonos desde que llegamos a la universidad hasta que nos tuvimos que separar y así vivir una de las etapas más bonitas de nuestra vida.

Por todo lo anterior muchas gracias:

Atte:

Mariano Martínez Belmonte

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo durante los meses de abril a junio del 2013 en el invernadero ocho del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El objetivo fue evaluar diferentes sustratos orgánicos para la producción de plántula de tomate utilizando cascara de cacao, celulosa, perlita y peat-moss los cuales fueron: T1 Perlita50% + Peat moss 50%; T2 Peat moss 100%; T3 Celulosa 100%; T4 Celulosa 20% +cacao 80%; T5 Celulosa 40% + cacao 60%; T6 Celulosa 60% + cacao 40%; T7 Celulosa 80% + cacao 20%; T8 Cacao 50% + perlita 50%; T9 Cacao 100%; T10 Cacao 50% + Peat moss 50%.

Se realizaron dos evaluaciones a los 40 y 60 días después de realizada la siembra; las variables evaluadas fueron: longitud de raíz, longitud de plántula, peso fresco de raíz, peso fresco plántula, peso seco de raíz, peso seco de plántula y fijación del sustrato a la raíz.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 10 tratamientos y 200 repeticiones/tratamiento y donde se emplearon 15 plántulas para su evaluación. El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico de diseños experimentales FAUANL, versión 2.5 de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares,1994).

Se pudo apreciar en el presente trabajo que para las variables de raíz que forman longitud, peso fresco y peso seco que el mejor tratamiento fue el dos consistente en Peat moss 100%

Por otra parte, para las variables de plántula (longitud, peso fresco y peso seco) el tratamiento nueve, cacao al 100% fue el que tuvo mejores resultados.

Para la variable de fijación del sustrato a la raíz el mejor tratamiento fue el 10 (cacao 50 % + perlita 50%).

Palabras clave: plántulas de tomate, *Lycopersicon esculentum*, sustratos, celulosa, cáscara de cacao.

Correo electrónico Belmonte.mariano@gmail.com

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	
DEDICATORIA.....	
RESUMEN.....	
INDICE.....	
INDICE DE CUADROS.....	
INDICE DE FIGURAS.....	
INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Generalidades de los sustratos.....	4
Características de los sustratos.....	6
Propiedades físicas.....	6
Granulometría.....	6
Porosidad.....	7
Retención de agua.....	8
Propiedades químicas.....	8
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	9
Potencial hidrógeno (pH).....	9
Salinidad.....	9
Relación carbono/nitrógeno (C/N).....	9
Propiedades biológicas.....	10
Descripción general de algunos sustratos.....	10
Peat-moss o turba.....	10
Composta natural de cáscara de cacao.....	12
Sustratos naturales.....	14
Gravas.....	14
Arenas.....	14
Tierra volcánica.....	14
Corteza de pino.....	15
Sustratos artificiales.....	15
Lana de roca.....	15
Perlita.....	15
Vermiculita.....	16
Poliestireno expandido.....	16

La composta.....	16
Desechos celulósicos.....	17
Algunos trabajos realizados con sustratos.....	18
MATERIALES Y METODOS	
Localización del área experimental.....	20
Descripción del material experimental.....	20
Material de campo.....	20
Preparación de los sustratos y siembra de la semilla.....	21
Descripción de tratamientos.....	21
Diseño experimental utilizado.....	22
Variables evaluadas.....	22
Control fitosanitario.....	23
Riegos.....	23
RESULTADOS Y DISCUSION	
Longitud de raíz.....	24
Longitud de plúmula.....	25
Peso fresco de raíz.....	26
Peso fresco de plúmula.....	27
Peso seco de raíz.....	28
Peso seco de plúmula.....	29
Fijación del sustrato en la raíz.....	30
CONCLUSIONES.....	31
LITERATURA CITADA.....	33
APENDICE.....	37
INDICE DE CUADROS	
Cuadro	Página
1.- Porosidad total de distintos materiales utilizados como sustratos.....	7
2.- Retención de agua de varios materiales utilizados como sustratos....	8
3.- Relación carbono/nitrógeno (C/N) presentada en algunos sustratos...	10
4.- Tratamientos utilizados en este experimento.....	21
1-A.- Análisis de varianza para la variable longitud de raíz.....	37
2-A.- Análisis de varianza para le variable longitud de plúmula.....	38
3-A.- Análisis de varianza para la variable peso fresco de plúmula.....	38
4-A.- Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz.....	39
5-A.- Análisis de varianza para la variable peso seco de raíz.....	40
6-A.- Análisis de varianza para la variable peso seco de plúmula.....	41
7-A.- Análisis de varianza para la variable fijación del sustrato a la raíz...	42

INDICE DE FIGURAS	
Figura 1.-Respuesta de la longitud de raíz a los diferentes sustratos utilizados.....	29
Figura 2.- Respuesta de la longitud de plúmula a los diferentes sustratos utilizados.....	30
Figura 3.- Respuesta del peso fresco de raíz a los diferentes sustratos utilizados.....	31
Figura 4.- Respuesta de peso fresco de plúmula a los diferentes sustratos utilizados.....	33
Figura 5.- Respuesta del peso seco de raíz a los diferentes sustratos utilizados.....	34
Figura 6.- Respuesta del peso seco de plúmula a los diferentes sustratos utilizados.....	35
Figura 7.- Respuesta de la fijación del sustrato a la raíz con los diferentes sustratos utilizados.....	36

INTRODUCCION

El tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) ocupa un lugar preponderante con relación al desarrollo económico y social de la agricultura a nivel mundial, en menos de un siglo se ha convertido en un cultivo alimenticio importante. Entre los principales países productores de tomate, destacan China con una producción 12,838.44 toneladas que representan el 15% de la producción mundial, E.U. 11,719.00, Turquía 7,250.00 con 14 y 9% respectivamente; seguido de Italia, Egipto, España, Brasil, Federación Rusa y Chile. Holanda es el principal exportador y Alemania es el principal importador (Grain, 1998).

El tomate está considerado como una de las especies hortícolas más importantes por la superficie sembrada, por su valor comercial y su consumo en fresco o procesado durante todo el año, es una rica fuente de vitaminas y minerales. Es por ello que es preciso crear nuevas técnicas que puedan asegurar la producción. Para el ciclo otoño-invierno 2000-2001 en nuestro país se sembraron 40,400 ha, obteniendo un rendimiento promedio de 30.7 ton/ha (SAGARPA, 2001).

Se considera que su cultivo es una fuente de ocupación de mano de obra, en la que se estima que se emplean aproximadamente entre 172 a 189 trabajadores para el cultivo de 75 mil ha, lo cual representa un 3.3 % de la población económicamente activa empleada en el sector agropecuario. Con esto

evidencia la importancia que reviste el cultivo de tomate por la generación de empleo en el medio rural (Muñoz, *et al.* 1995).

En los últimos años en México, la producción de cultivos hortícolas ha cobrado gran 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 obtener plantas con buen desarrollo en las primeras etapas, es por eso que el sustrato es un factor muy importante, ya que de este depende una buena germinación y desarrollo de las plántulas.

El uso de materiales orgánicos como sustratos para la producción de plántula 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 depósito 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, Aviles (1999).

Los absorbentes, entre los cuales podemos citar los desperdicios celulósicos y la cáscara de cacao son algunos materiales que poseen una alta capacidad de retención de agua, estos productos han sido mezclados con diferentes productos comerciales con el propósito de incrementar la retención de humedad y abaratar costos de los mismos (Wallace and Collette 1984).

Sin embargo, algunos subproductos como la cascarilla de café, fibra de coco, deyecciones de lombriz, y la cascara de cacao pueden ser utilizados como

sustitutos totales o parciales para la producción de plántula. Estos materiales son producidos en gran cantidad. Por ejemplo la cáscara de cacao, que es un desecho acumulado y compostado naturalmente, puede producir por cada kilogramo de cacao seco cosechado 10 Kg de cáscara fresca, lo que equivale a 2.2 Kg de sustrato compostado y seco. Una ha de cacao nos produce actualmente 10 toneladas de sustrato de cascara de cacao.

En base a lo anterior, el presente trabajo de investigación se llevo a cabo con la finalidad de encontrar un medio apropiado para el desarrollo de plántulas de tomate utilizando diferentes mezclas de algunos tipos de sustratos, teniendo los siguientes:.

OBJETIVOS

- Evaluar la elongación de plúmula y radícula de plántulas de tomate colocados en sustratos de desechos celulósicos y de cáscara de cacao.
- Evaluar las diferentes mezclas de sustratos comerciales peat - moss y perlita, así como diferentes combinaciones de los mismos con desechos celulósicos y de cáscara de cacao en el desarrollo de plúmula y radícula de plántulas de tomate.

Hipótesis

- Al menos una de las mezclas tendrá efecto positivo en el crecimiento de plántulas de tomate.

- Los sustratos orgánicos nacionales producirán plántulas de igual o mejor calidad que el sustrato comercial Peat- moss.

REVISION LITERATURA

Generalidades de los sustratos.

Se define como sustrato a todo material sólido distinto del suelo, natural o de síntesis mineral o en mezcla, que 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).

El sustrato adecuado al cultivo es aquél capaz de retener un volumen suficiente de agua, aire y nutrimentos en forma disponible para la planta. Así mismo debe ser bien drenado y permitir el rápido lavado del exceso de sales que se acumulan en el sustrato y daña a las plantas (Avidán, 2002).

Hassel (1994) menciona que muchos productores han cambiando la siembra directa, por el trasplante debido a que generan poblaciones más homogéneas, cosechas tempranas y maduración uniforme de las plantas; para esto hay que seleccionar la semilla, el medio de crecimiento y calidad de agua adecuados,

Por su parte, Miller (1994), indica que los trasplantes le permiten al productor reducir costos y aumentar utilidades ya que se logran más temprano las cosechas, se producen más cosechas por año, aumenta la tasa de germinación y se ahorra dinero al usar semillas híbridas,

Las ventajas más importantes que existen entre la propagación de trasplante y la siembra directa de acuerdo con Minero (1998).son:

- Uso intensivo de las áreas de producción.
- Producción escalonada de acuerdo con las fechas de siembra.
- Mejor control de malezas.
- Empleo eficiente de semillas.
- Mejor aprovechamiento de los insumos.
- Optimización de germinación del crecimiento de las plantas.

La producción de plántulas con el uso de sustratos bajo ambientes controlados ha sido una alternativa útil para cultivos de alta importancia como el tomate, ya que ha permitido incrementar la productividad, además de obtener un producto de mejor calidad, el cual puede ser obtenido con el uso más racional y reducido de los insumos y en consecuencia un menor daño ambiental (Bracho, 2005).

Uno de los factores más importantes en la producción de almácigos es el tipo de sustrato empleado. En la selección del sustrato se deben considerar las características físicas, químicas y biológicas (Blok y Wever, 2008) acorde al sistema de producción. Estas características son importantes para maximizar

la eficiencia de las estrategias de fertirrigación y reducir el efecto de los contenedores (bandejas, charolas) como son la presencia de pequeños reservorios de agua que dificultan el drenaje.

Recientemente ha sido mayor la demanda de investigación en la búsqueda de materiales de origen local y alternativos a la turba como medio de crecimiento (Bracho, 2005). El uso de estas alternativas hace más accesible la continuidad de estos sistemas de producción. Diferentes materias primas tales como arena, humus de lombriz, compost, aserrín de coco, bagazo de caña de azúcar, entre otros pueden ser utilizados en mezclas para obtener las características físico-químicas deseadas en un sustrato.

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 sustrato o dentro de las mismas partículas.

Las propiedades físicas de los medios de cultivo son de primera importancia, ya que una vez que el sustrato esté en el contenedor, y la planta creciendo en él, 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 es llamado espacio poroso o espacio vacío. Generalmente los sustratos tienen dos tipos de porosidad: interna y externa. La porosidad externa es la que 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).

La porosidad de un material es el porcentaje del volumen de espacios libres que se forman entre las partículas o dentro de las mismas. Estos espacios se clasifican en porosidad externa e interna, respectivamente. Los espacios porosos que se forman entre las partículas originan la porosidad externa. Ésta se genera por la forma de empaquetamiento y grado de compactación a la que se someten los materiales; además, está influida por el tamaño del recipiente y la forma, tamaño, naturaleza y características de las partículas constituyentes de la fracción sólida (Bástida, 2002).

Cuadro1. Porosidad total de distintos materiales utilizados como sustratos, García (1996).

Material	Porosidad total %
Peat Moss	91
Bagazo de Caña azúcar (sin	92

compostar)	
Deyección de lombriz de la pulpa del café	76
Composta natural de cáscara de cacao	85

Retención de agua.- No necesariamente la cantidad de agua contenida en un medio 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 de agua retenida. Y es la distribución del tamaño de los poros 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 trazara 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, García (1996).

Material	Retención de agua %
Peat Moss	84
Bagazo de caña azúcar(sin composta)	88
Deyección de lombriz de planta de café	64
Composta natural de cascara de cacao	78

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, suministro de nutrientes 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)..-Suma de cationes que puede ser absorbidos por unidad de peso o volumen del sustrato. Dichos cationes quedan retenidos frente al efecto lixiviante 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 nutrientes, mientras los materiales con baja CIC, como la mayoría de los sustratos minerales retienen cantidades reducidas de nutrientes y requieren una aplicación frecuente de fertilizantes, Abad (1993).

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

Salinidad._Es la concentración de sales solubles presentadas en la solución del sustrato, Abad (1993).

Relación (C/N). La relación Carbono/ 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, provocado 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, García (1996).

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

Propiedades biológicas

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

Descripción general de algunos sustratos.

Peat- Moss o turba.

La turba es un sustrato que se caracteriza por presentar una estructura mullida en la que 95% del volumen está constituido por espacios porosos, con alto contenido de materia orgánica, particularmente de tamaño intermedio; presenta excelente retención de humedad con efecto absorbente como esponja, que puede llegar a ser hasta 70% del volumen total. Presenta una alta porosidad, pero, por las características de sus partículas, tiene drenaje relativamente deficiente, que dificulta la aireación. Es de densidad y peso bajo, de 0.03 a 0.18 g/cm³, la densidad real es de 1.5 g/cm³, valor que se considera medio para los diferentes tipos de turbas. Contiene pocos nutrientes, pero ayuda a retener los fertilizantes al dispersarlos gradualmente, su estabilidad es de media a alta. Presenta ph de 3.5 a 4.0, aunque puede llegar hasta 8.0. tiene baja capacidad amortiguadora, elevada capacidad de intercambio catiónico y es fácil de mezclar con otros productos (Bástida, 2002).

Harmant (1996), define la turba como restos de vegetación acuática, de pantanos, ó marismas, que han sido conservados bajo el agua en estado de descomposición parcial debido a la falta de oxígeno, lo que hace más lenta la descomposición bacteriana y química del material vegetal.

Las turbas fundamentales son vegetales fosilizados a los que F.Peningfeld y P. Kurzman, citadas 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 a 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 vegetales:

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

Considerando a las turbas del tipo uno 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 de nutrimentos, así como una relación ligeramente ácida o neutra (o incluso básica).

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

Las del tipo dos, son restos vegetales 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 esfangos (*Sphagnum*) que representan el 90 % de la composición botánica de estas turberas (familia de los musgos), aunque también se presentan plantas de las familias Ericáceas, Ciperáceas y otras.

Composta Natural de Cáscara de Cacao. El cultivo de 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 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.

Nosti (1953), menciona que la cascara de cacao por si sola produce siete veces más peso que la cosecha, llegándose a formar aproximadamente 350,000 toneladas aproximadamente de cáscara por año a nivel nacional.

Este material es depositado generalmente a las orillas de los cacaotales, es llevado a los pozas naturales como rellenos o simplemente abandonado en el mismo lugar donde se quiebra la mazorca del cacao para sustraerle el grano. Una vez desechado se composta 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 + suelo de la región en proporciones 1:1 en base a volumen) para producir almácigos hortícolas, cultivos de plantación y plantas ornamentales.

Se tiene información de investigadores del INIFAP en Huimanguillo, Tabasco que han utilizado esta composta sola y mezclada con otros productos comerciales como la germinaza que es compuesto de fibra de coco en la producción de

plántulas de chile habanero, papayo y zapote principalmente obteniendo buenos resultados en cuanto a su capacidad de retención de humedad, facilidad de manejo al momento del llenado de charolas y también a la hora de extraer las plántulas, éstas conservan el cepellón en su forma original.

Sustratos Naturales

Gravas. Suelen utilizarse las que poseen un diámetro en 5-15 mm, destacan las gravas de cuarzo, la piedra pómez y las que contienen menos de 10% en carbonato de cálcico, su densidad aparente es de 1500-1800 Kg/m³, poseen una buena estabilidad estructural, su capacidad de retención del agua es baja si bien su porosidad es elevada (más de 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 de 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 óxido de hierro; también contienen calcio, magnesio, fósforo y algunos oligoelementos. La granulometría es muy variable al igual que las propiedades físicas. El pH de estas tierras es ligeramente ácido con tendencias a la neutralidad.

La capacidad de intercambio catiónico es tan baja que debe considerarse como nula. 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) ó compostados. Las cortezas crudas pueden provocar problemas de deficiencias de nitrógeno o de fitotoxicidad. Las propiedades físicas dependen del tamaño de sus partículas, y se recomiendan que de 20 a 40 % de las mismas sean con tamaño inferior a los 0.8mm. Es un sustrato ligero, con una densidad aparente de 0.1 a 0.45 g/cm³. La porosidad total es de 80-85%, la capacidad de retención de agua es de baja a media, siendo su capacidad de aireación muy elevada, Fernández. *et.al.*(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 se encuentran componentes como el sílice y óxidos de aluminio, calcio, magnesio, hierro, etc. Es considerado como un sustrato inerte ,con una capacidad de intercambio catiónico casi nula y un pH ligeramente alcalino, fácil de controlar. Tiene una estructura homogénea, un buen equilibrio entre agua y aire, presenta una degradación de su estructura, lo que condiciona que su empleo no sobrepase los tres años, Fernández *et.al.*, (1998).

Perlita. Se presenta en partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1.5 y 6 mm, con una densidad baja, generalmente inferior a los 100Kg/m³. Posee una capacidad de retención de agua de hasta 5 veces su peso y elevada porosidad; su capacidad de intercambio catiónico es prácticamente nula (1.5 - 2.5meq/100g); su durabilidad está limitada al tipo de cultivo, pudiendo llegar de 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 l de agua/m³ y posee buena capacidad de aireación, aunque con el tiempo tiende a compactarse. Posee una elevada capacidad de intercambio catiónico (80 -120 meq/l). Puede contener hasta 8% de potasio asimilable y hasta un 12% de magnesio asimilable. Su pH es próximo a la neutralidad (7 - 7.2), Llorba, (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 produce naturalmente cantidades enormes de materia orgánica como resultado del proceso de la fotosíntesis, materia orgánica que acabara en el suelo en forma de humus, proceso de humificación natural lento; sin embargo, éste puede ser acelerado, amontonando dicho material 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 , Cánovas *et.al.*, (1993).

El compostaje es la descomposición o degradación de los materiales de desechos orgánicos por una población mixta de microorganismos en un ambiente cálido, húmedo y aireado. Los desechos se amontonan juntos en una pila de manera que el calor generado en el proceso puede ser observado. Como resultado, sube la temperatura de la pila acelerando por lo 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).

Desechos celulósicos.

El desecho de la celulosa proviene de la industria productora de papel. El material con que se desarrolló este experimento se obtuvo de la empresa Kimberley Clark de México, S.A. de C.V. ubicado en el Km 21 de la autopista Monterrey – Saltillo en el municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, éste material es considerado como un desecho sin utilidad, sin embargo puede ser un buen sustrato para la producción de plántulas.

Este desecho es obtenido después de que la fibra celulosa es sometida a diferentes procesos durante la fabricación de papel, ésta contiene 60 % de humedad y 60 % de materia orgánica ya que la misma no es fácilmente aprovechable, además presenta un color gris claro, sin olor y su valor en la conductividad eléctrica es de 2025 mmhos/cm, en cuanto a su pH este se ubica entre 8.5 y 8.5.

Como ya se indico anteriormente, este material no tienen utilidad alguna, pero de acuerdo a sus características físicas y químicas a reserva de descartar la contaminación que pudiera generar al ir formando grandes depósitos, contiene un gran potencial ya que se ha observado que es bueno reteniendo humedad, lo que permite su utilización como sustrato y así eficientar el agua de riego, todas las propiedades lo hacen útil en el crecimiento de las plantas.

Algunos trabajos realizados con sustratos.

Montes (1997), realizó un trabajo con diferentes tipos de sustratos en la producción de plántula de tabaco (*Nicotiana tabacum* cv. Burley) utilizando como sustratos celulosa, guiche (desecho de tallado de fibra de lechuguilla) y suelo obteniendo mejores resultados en el crecimiento de planta con el sustrato de celulosa, sin embargo menciona que en ninguno de los tratamientos utilizados se alcanzó el porte requerido para definir que la plántula obtenida durante este trabajo se considere de calidad.

Ibarra (1997), estableció un experimento en que utilizó diferentes sustratos para la producción de plántula de tomate, empleando como materiales estiércol de bovino, deyección de la lombriz en pulpa de café, perlita, bagazo de caña de azúcar y composta de cáscara de cacao, obteniendo como mejor sustrato en cuanto a crecimiento de la plántula y biomasa con el material de deyección de lombriz en pulpa de café mezclado con suelo.

Rangel (1993) en una investigación utilizo como material vegetativo plántulas de girasol(*Helianthus annus* L.) var. Sunbright evaluando 3 diferentes sustratos: suelo de bosque 100%, suelo natural 50 % más perlita 50% y suelo natural bajo condiciones de invernadero, encontró que para las variables diámetro

de tallo, longitud de tallo (altura planta), precocidad y vaciado de cama los sustratos afectan significativamente dichos variables. Además, para los parámetros de número de hojas largo y ancho de la hoja, no se encontró diferencia significativa por lo que de acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda utilizar suelo orgánico.

Ortiz (2001), en una investigación en la que evaluó y caracterizó seis tipos de sustratos en la producción de plántula de chile *Capsicum annum* var. California Wonder 300, encontró que el mejor sustrato para los fines de su investigación resultó el que estaba constituido por composta mas perlita evaluando diferentes parámetros de crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área experimental

El presente trabajo de investigación se realizó de abril a junio del año 2013 en el invernadero N° 8 perteneciente al Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila; México, cuyas coordenadas geográficas son: 25° 22' de latitud norte y 101° 47' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, con una altitud de 1743 msnm.

Descripción del material experimental

El material genético utilizado consistió en semilla de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) tipo saladette variedad "Río Grande" de hábito de crecimiento determinado, que se caracteriza por ser de tamaño y forma uniforme; su adaptación comprende desde México (Baja California), Centroamérica Sudamérica y el Caribe (Petoseed, 1995).

Material de campo

- Charolas de poliestireno de 200 cavidades
- Peat-moss
- Cáscara de cacao
- Celulosa
- Semilla de tomate
- Regadera manual

- Regla de 50cm
- Papel estraza
- Balanza analítica
- Estufa de secado

Preparación de los sustratos y siembra de la semilla

Una vez lavadas y desinfectadas las charolas, se procedió al llenado de las mismas con el tratamiento (sustrato) correspondiente previamente identificadas; la siembra consistió en la colocación de una semilla de tomate var. “Río Grande” resultando un total de 200 unidades experimentales por tratamiento.

Descripción de tratamientos

Cuadro 4.- Tratamientos utilizados en este experimento

TRATAMIENTO	PROPORCIÓN
1= Peat-moss + perlita	50 % + 50 %
2= Peat-moss	100 %
3= Celulosa	100 %
4= Celulosa + cacao	20 % + 80%
5= Celulosa + cacao	40 % + 60 %
6= Celulosa + cacao	60 % + 40 %
7= Celulosa + cacao	80 % + 20 %
8= Cacao + perlita	50 % + 50 %
9= Cacao	100 %
10=Cacao + peat-moss	50 % + 50 %

Diseño experimental utilizado

El trabajo fue establecido en un diseño completamente al azar en el que se emplearon diez tratamientos y 200 repeticiones para cada uno de ellos utilizándose 15 plántulas para su evaluación. El análisis estadístico se llevo a cabo utilizando el paquete de Diseños Experimentales FAUANL , versión 2.5 de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, (Olivares, 1994).

Variables evaluadas

Longitud de plúmula y radícula. La plúmula fue medida desde la diferenciación del tallo hasta el ápice de la planta y la radícula desde la base o diferenciación de ésta.

Peso fresco de plúmula y radícula. Para la medición de estas variables se separaron con tijeras el tallo de la raíz, se pesaron en una balanza analítica y su peso fue expresado en gramos.

Peso seco de plúmula y radícula. Una vez realizado el peso fresco de estas variables, se colocaron en una bolsa de papel debidamente etiquetado para ser colocadas en una estufa de secado por 48 horas a una temperatura de 65°C.

Pasado este período de tiempo, se pesaron en la balanza anteriormente descrita y su peso se reporto en gramos.

Retención del sustrato a la raíz. Para la evaluación de esta variable se retiro cuidadosamente el sustrato pegado a la raíz de la plántula al momento de sacarla de su cavidad determinándose su peso en gramos con una balanza analítica.

La evaluación se llevo a cabo a los 50 días después de efectuada la siembra.

Control fitosanitario

Es importante mencionar que durante la realización del presente trabajo se llevaron a cabo algunas aplicaciones preventivas contra algunas plagas como la mosquita blanca (*Bemisia sp*), aplicando 1 cm³ / l de agua del producto comercial “Confidor”, así también como algunas enfermedades del complejo “Damping Off” donde se aplicaron fungicidas comerciales como “Captan” y Tecto 60”.

Riego

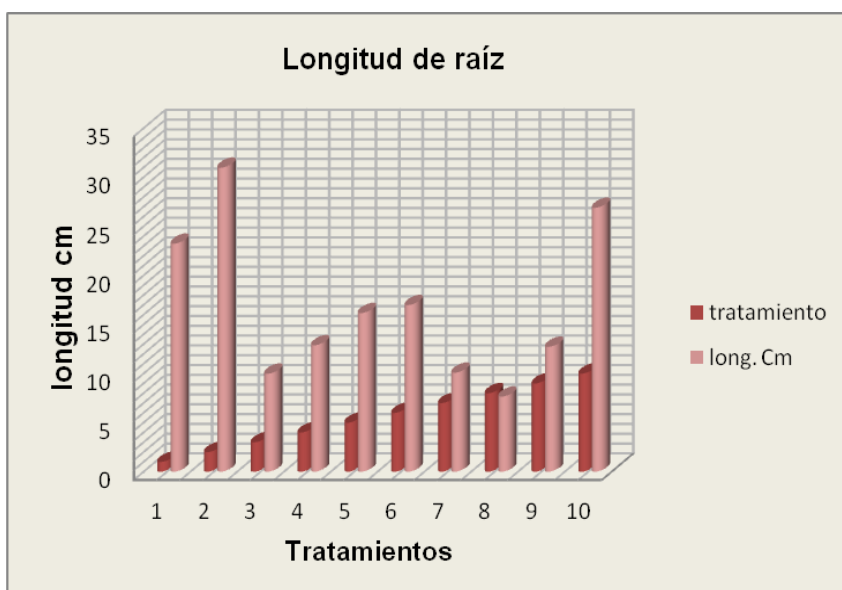
La aplicación se realizó diariamente utilizando una regadera manual de 10 l, donde se cuidó al máximo el impacto del agua sobre el sustrato para evitar que la semilla no fuera extraída de su cavidad, además, de que la cantidad de agua fuera la misma para cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza para la variable longitud de raíz nos muestra que se presenta diferencia altamente significativa entre tratamientos (cuadro 1 apéndice) donde se pueden apreciar que el mejor tratamiento fue el de N° 2 (peat- moss 100 %) ya que se observó una longitud de 30.98 cm seguido del tratamiento 10 (cacao 50 % + peat moss 50 %) con una longitud de 26.89 superando en un 25.01 % y 47 % a los tratamientos (peat-moss 50 % + Perlita 50 %) y 5 (celulosa 40 % y cacao 60 %) respectivamente, esto en relación con el tratamiento N° 2. Es importante mencionar que los tratamientos N° 3 constituido solo por celulosa 100 % y el 8 formado por perlita 50 % + cacao 50 % obtuvieron los valores más bajos con 9.98 cm y 7.65 cm de longitud respectivamente, es decir, presentan una diferencia de

más de 67 % en relación con el mejor tratamiento. Esto concuerda con Ortiz (2001), que llevo a cabo una investigación donde evaluó seis diferentes sustratos en la producción de plántula de Chile (*Capiscum annum*) var. California Wonder 300, encontró que el mejor sustrato en su investigación fue el formado por composta + perlita donde evaluó diferentes parámetros de crecimiento.

Fig. 1.- Respuesta de la longitud de raíz a los diferentes sustratos utilizados.

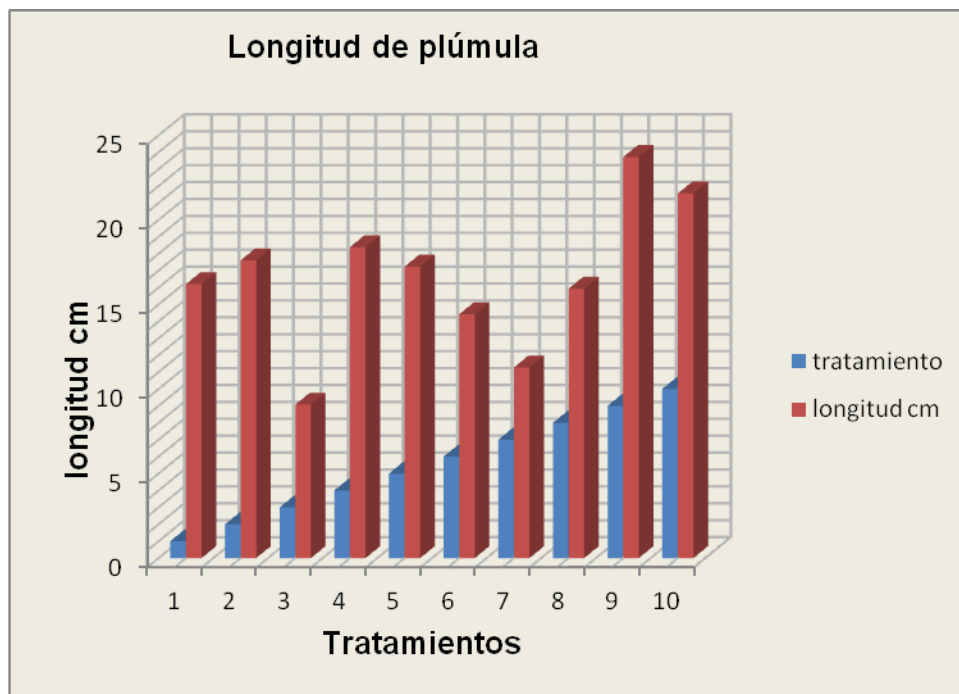


Los datos del cuadro 2 (apéndice) nos muestran diferencia altamente significativa donde se observó que la longitud de plúmula se vio favorecida con el tratamiento 9 (cacao 100 %) con una longitud de 23.72 cm, mientras que el valor más bajo se dio con el tratamiento N° 3 (celulosa 100 %) que obtuvo 9.07cm de longitud, es decir este tratamiento fue superado en un 61 % en relación con el mejor tratamiento ya mencionado; se observaron valores interesantes en los tratamientos 10, cacao 50 % + peat moss 50 %; 4, celulosa,

20 % + cacao 80 % y 2 peat- moss al 100 % cm una longitud considerable para incluirlas como plántulas normales.

Rangel (1993), en un trabajo de investigación utilizando como material vegetativo plántulas de girasol (*Helianthus annus* L.) y tres diferentes sustratos: suelo bosque 100%, suelo natural 50 % + perlita 50 % y suelo natural, encontró que para las variables de tallo, altura de planta , precocidad y vaciado de cama, encontró que los sustratos afectan significativamente dichas variables por lo que de acuerdo a los resultados obtenidos, recomienda utilizar suelo orgánico .

Fig. 2.- Respuesta de la longitud de plúmula a los diferentes sustratos utilizados.



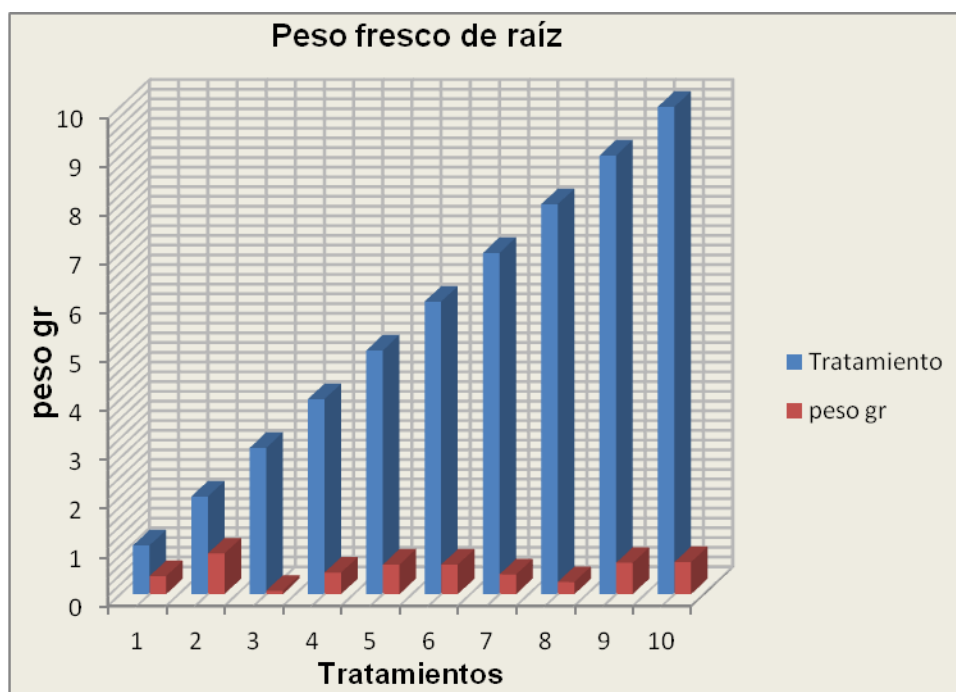
La comparación de medias y análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz nos muestra diferencia altamente significativa (cuadro 3 (apéndice) donde el mejor resultado se obtuvo con el sustrato de peat-moss al

100 % (t-2) con un peso de 0.8341 gr, seguido del tratamiento de caco 50 % + peat- moss 50 % (t-10) con 0.6585 gr, mientras que los tratamientos de cacao 50 % + perlita 50 % (T8) con 0.2478gr y celulosa 100 % (t3) con un 0.678 gr.

Estas diferencias entre tratamientos pueden atribuirse principalmente a las diferentes características físicas y químicas existentes entre los sustratos utilizados.

Resultados similares encontró Ibarra (1997), que estableció un experimento utilizando diferentes sustratos para la producción de plántula de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) obteniendo como mejor sustrato en cuanto a crecimiento de la planta y biomasa al material de deyección de lombriz en pulpa de café mezclada con suelo.

Fig. 3.- Respuesta del peso fresco de raíz a los diferentes sustratos utilizados.



Para la variable de peso fresco de plúmula, el análisis de varianza (cuadro 4 apéndice) nos mostró diferencia altamente significativa, donde el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento 9 (cacao 100 %) con un peso de 1.2455 gr, mientras que el valor más bajo se dio en el tratamiento 3 (celulosa 100 %) con 0.1261gr, es decir, se estableció una diferencia de 89.8% de éste con el tratamiento 9. Es importante destacar que el tratamiento 10 (cacao 50 % + peat- moss 50 %) también fue superado en un 24 % por el tratamiento de cacao al 100 %, conociéndose de antemano las características, propiedades y ventajas que ofrece el sustrato comercial peat-moss para la producción de plántula.

Es por esto que la cascara de cacao representa una buena fuente para la elaboración de sustratos orgánicos para la producción de plántulas.

Fig. 4.- Respuesta del peso fresco de plúmula a los diferentes sustratos utilizados.



Los datos del análisis de varianza y comparación de medias para la variable peso seco de raíz, nos indican diferencia altamente significativa observándose que el mejor tratamiento fue el 2 (peat-moss 100 %) con un valor de 0.1206 seguido del tratamiento 10 (cacao 50 % + peat- moss 50 %) con 0.0895 gr. Por otra parte, nuevamente el tratamiento 3 (celulosa 100 %) resultó ser el más bajo ya que obtuvo 0.0171 gr, es decir ,85 % más bajo que el tratamiento 2. Cabe destacar que el tratamiento 5 (celulosa 40 % + cacao 60 %) con 0.0655 gr es inferior al mejor tratamiento en un 45 % por lo que es necesario seguir realizando combinaciones de estos dos sustratos con diferentes concentraciones.

Esto concuerda con Ibarra (1997), que estableció un experimento utilizado como sustratos para la producción de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), estiércol de bovino, deyección de lombriz en pulpa de café, bagazo de caña de azúcar y composta de cáscara de cacao, encontrando al mejor sustrato del material de deyección de lombriz.

Fig. 5.- Respuesta del peso seco de raíz a los diferentes sustratos utilizados.



En el análisis de varianza y comparación de medias (cuadro 6 apéndice) para la variable de peso seco de plúmula se observó que el mejor resultado se dio con el tratamiento de cacao 100 % con un peso de 0.1272 gr y el tratamiento de cacao 50 %+ peat-moss 50 % con 0.1271 gr superando ambos valores al tratamiento de peat- moss (tratamiento comercial) en un 36 %; mientras que al de celulosa 100 % lo superó en un 81 %. Nosti (1953) señala que la cáscara de cacao depositada a las orillas de los cacaotales, una vez compostada la gente la

utiliza como sustrato mezclándola a razón de 1:1 con suelo para la producción de almácigos hortícolas, cultivos de plantación y plantas ornamentales.

Fig. 6.- Respuesta del peso seco de plúmula a los diferentes sustratos utilizados.



Para el caso de la variable de fijación del sustrato a la raíz, el análisis de varianza nos señala que el mejor tratamiento fue el 10(cacao 50 % + peat- moss 50 %) con un valor de 3.8277 gr seguido del tratamiento 2 (peat- moss 100 %). El tratamiento con valor más bajo lo presentó el de celulosa 100% con solo 1.1591gr seguido del tratamiento 7 (celulosa 80 % + cacao 20 %) con 0.8368; en esta variable se presenta una diferencia en porcentaje de 95 entre el mayor y el menor tratamiento.

Fig. 7.- Respuesta de la fijación del sustrato a la raíz con los diferentes sustratos utilizados.



CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos y a la discusión de los mismos, se puede afirmar que los objetivos del trabajo se lograron, permitiendo además aceptar la hipótesis planteada al inicio del mismo, la información obtenida en el presente trabajo de investigación permite emitir las siguientes conclusiones:

- Que para las variables relacionadas con la raíz, los mejores tratamientos fueron el 2 consistente en peat-moss 100% y el 10 compuesto por cacao 50 % + peat- moss 50%
- Para el caso de la plántula se observó que los tratamientos que consisten en cacao 100% seguido nuevamente del tratamiento 10 cacao 50% + peat-moss 50% fueron los mejores.
- Para la variable de fijación del sustrato a la raíz el tratamiento de cacao 50% +peat- moss 50% fue el de mayores resultados.
- Se observó además, que el tratamiento 3 consistente en 100% celulosa fue de los valores más bajos para todas las variables en estudio.
- En términos generales el tratamiento con peat-moss al 100% resultó ser mejor para algunas de las variables de estudio, sin embargo, considerando que la cascara de cacao se produce en grandes cantidades, resulta una buena alternativa como fuente de sustrato para la producción de plántula de tomate
- .Por otra parte el tratamiento de celulosa al 100 % reportó los valores más bajos, no obstante es necesario seguir realizando mezclas con diferentes concentraciones de celulosa con cacao, perlita o peat-moss para así obtener un sustrato de buena calidad y de bajo costo.

Literatura citada.

- Abad, B.M. 1993. Sustratos. Características o propiedades. Curso superior de De especialización sobre cultivos sin suelo. FIAPA. Almería, España.
- Ansorena, M.J. 1999. Sustratos. Propiedades y caracterización. Ed.Mundiprensa
- Blok C, G. Wever. 2008. Experience with selected physical methods to characterize the suitability of growing media for plant growth.
- Bracho, J. 2005. Caracterización de sustratos para la producción de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en charolas. Trabajo presentado para obtener el grado de Magister Scientiarum. Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado. pp. 91.
- Carpenter, T.1995. Obtenga la mejor mezcla de medios de cultivo. Productores de Hortalizas, año 4, N°5. pp. 10-12
- Canovas, F.A.F. , Hilgars, M., Jimenez, M.R., Mendizabal, 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., Biddleston, A.J., Gray, K.R., Tuhorairajan, K. 1991. Manual del suelo; producción y uso del composta 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 procedimiento. Tesis de licenciatura. UAAAN.
- Grain, T. 1998. Los tomates: el mundo los aprecia y los multinacionales los codician. Revista Biodiversidad 15 (3) 12-16. E.U.A.
- Hartman, H.T., y Kester, D.E., 1999. Propagación de plantas principios y practicas. 7^a reimpresión. Editorial continental. México.
- Hassell, R. 1994. El camino de la popularidad comienza con transplantes sanos. Productores de hortalizas. Año 3, N°5 pp.11-13.
- Hernández, E. 2001. Evaluación del residuo del tallado de la lechuguilla y cascacrilla de café como sustratos para la producción de planta. Tesis Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Ibarra Pérez, L.A. 1997. Efecto de tres sustratos orgánicos y una solución nutritiva en la producción de plántula de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Jean D. Aylswort. 1993. Producción de pepino, traducción de los costos del sustrato. Productores de hortalizas. Abril 1996, pag 32.
- Llurba, M. 1997. Parámetros a tener en cuenta en los sustratos. Revista Horticultura. N° 125. Diciembre de 1997.
- Miller, W.J. 1994. Gana Popularidad el Mercado de Productos de Invernadero. Productores de Hortalizas. Año 3, n° 5, p 6.
- Minero, A.A. 1998. Producción de transplante. Productores de hortalizas, Año 7, N°8, pp 18-22.
- Montes Arreola, A. 1997. Producción de plántula de Tabaco (*Nicotiana tabacum* cv. Burley) sobre diferentes sustratos y el control de Damping Off bajo

condiciones de invernadero. Tesis Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Muñoz Altamirano R.M., C.J. Altamirano; C. J. López 1995. Desarrollo de ventajas competitivas en la agricultura. UACH. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial CIESTAAM. México. p.p. 17-19.

Nosti, N.J.(1953). Cacao, café y té. Salvat editores, S.A Barcelona, España.pp 169 sede , A1997. Cultivo bajo condiciones forzadas. Nociones generales. Ed. Hazera España.90. S.A. Tel Aviv, Israel.

Olivares, S.E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUNANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N.L. México.

Ortiz Barroso, J.A. 2002. Evaluación de la producción de plántula de pimiento morrón (*Capsicum annum* L.) var. California Wonder 300 en diferentes sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero. Tesis Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Peto seed.1995. Seed for th world . Petoseed Co.Inc. Beeders Growers. Cal Graphic California. USA.

Rangel López, E.1993. Evaluación de Girasol (*Heliantus annus* L.) var. Sunbright como flor cortada bajo diferentes sustratos y niveles de nutrición. Tesis Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Sade, A. 1997. Cultivo bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Ed. Hazera, España. S.A. Tel Aviv. Israel.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación,
2001. Boletín de información oportuna del sector alimentario, nº 185.

Urrestarazu M. 1997. Manual de cultivo sin suelo. Ed. Servicio de Publicaciones,
Universidad de Almería, España.

Wallace, G.P. and C. J. Collete. 1984. Effects of hidrogel incorporation in peat-lite
on tomato growth and water relations. Soil Science. Plant Anal. Vol. 15.

APENDICE

Cuadro 1A.- Análisis de varianza para la variable longitud de raíz

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	7168.121094	796.457886	48.3181	0.000
Error	140	2307.710938	16.483650		
Total	149	9475.832031			

C.V.= 25.09 %

Tabla de medias

Tratamientos	Media
2	30.9800 A
10	26.8933 AB
1	23.2333 B
6	16.9800 C
5	16.1667 C
4	12.8867 CD
9	12.7267 CD
7	10.0933 D
3	9.9867 D
8	7.6533 D

NS= 0.01

Cuadro 2A.- Análisis de varianza para la variable longitud de plúmula

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	2553.847656	283.760864	94.6345	0.000
Error	140	419.789063	2.998493		
Total	149	2973.636719			

C.V.= 10.47 %

Tabla de medias

Tratamientos	Media
9	23.7200 A
10	21.5600 B
4	18.3867 C
2	17.6067 CD
5	17.2333 CDE
1	16.2000 DE
8	15.9267 EF
6	14.4200 F
7	11.2733 G
3	9.0733 H

NS= 0.01

Cuadro 3A.- Análisis de varianza para la variable peso fresco de plúmula

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	15.496765	1.721863	64.6559	0.000
Error	140	3.728363	0.026631		
Total	149	19.225128			

C.V.= 25.00 %

Tabla de medias

Tratamientos	Media
9	1.2455 A
10	0.9500 B
4	0.8453 BC
2	0.7536 C
1	0.7453 C
5	0.7067 C
8	0.5130 D
6	0.4174 D
7	0.2257 E
3	0.1261 E

NS= 0.01

Cuadro 4A.- Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	6.97803	0.775334	88.8185	0.000
Error	140	1.22218	0.008729		
Total	149	8.200121			

C.V.= 20.35 %

Tabla de medias

Tratamientos	Media
2	0.8341 A
10	0.6585 B
9	0.6435 B
5	0.6049 B
4	0.4428 C
6	0.4049 C
1	0.3716 CD
7	0.3145 DE
8	0.2478 E
3	0.0678 F

NS= 0.01

Cuadro 5A.- Análisis de varianza para la variable peso seco de raíz

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	0.122785	0.013643	77.4118	0.000
Error	140	0.010766	0.000077		
Total	149	0.133551			

C.V.= 14.51 %

Tabla de medias

Tratamientos	Media
2	0.1206 A
10	0.0895 B
5	0.0655 C
1	0.0636 C
9	0.0595 CD
6	0.0584 CD
7	0.0579 CD
4	0.0536 D
8	0.0186 E
3	0.0171 E

NS= 0.01

Cuadro 6A.- Análisis de varianza para la variable peso seco de plúmula

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	0.163762	0.018196	49.9396	0.000
Error	140	0.051010	0.000364		
Total	149	0.214771			

C.V.= 26.45 %

Tabla de medias

Tratamientos	Media
9	0.1272 A
10	0.1271 A
4	0.0858 B
2	0.0814 BC
1	0.0700 BCD
5	0.0647 CDE
8	0.0570 DE
6	0.0516 EF
7	0.0338 FG
3	0.0230 G

NS= 0.01

Cuadro 7A.- Análisis de varianza para la variable fijación de sustrato a la raíz

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	54.770004	6.085556	56.7106	0.000
Error	40	4.292358	0.107309		
Total	49	59.062363			

C.V.= 18.82 %

Tabla de medias

Tratamientos	Media
10	3.8277 A
2	3.0819 B
1	2.5204 B
9	1.7476 C
5	1.5749 CD
4	1.3381 CDE
6	1.2265 CDE
8	1.0931 DE
7	0.8368 E
3	0.1591 F

NS= 0.01