



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE BRASSICAS CON SUSTRATO DE PEAT
MOSS, LOMBRICOMPOSTA Y TIERRA DE MEZQUITE.**

Por:

Guadalupe Hernández Estrada

**Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agroecólogo**

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Abril 2011



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE BRASSICAS CON SUSTRATO DE PEAT
MOSS, LOMBRICOMPOSTA Y TIERRA DE MEZQUITE.**

Por:

Guadalupe Hernández Estrada

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de

Ingeniero Agroecólogo

ASESORES:

Dr. Juan Carlos Rodríguez Ortiz

Dr. Jorge Alonso Alcalá Jáuregui

M.C. Antonio Buen Abad Domínguez

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Abril 2011

PAGINA DE APROBACIÓN

El trabajo titulado **“Producción de plántulas de Brassicas con sustrato de peat moss, lombricomposta y tierra de mezquite”** fue realizado por la **C. Guadalupe Hernández Estrada**, como requisito parcial para obtener el título de **Ingeniero Agroecólogo** y fue revisado y aprobado por el suscrito comité de Tesis.

Dr. Juan Carlos Rodríguez Ortiz

Dr. Jorge Alonso Alcalá Jáuregui

M.C. Antonio Buen Abad Domínguez

Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez Romo, S.L.P. a 14 de Marzo del 2011.

DEDICATORIA

De manera muy especial, dedico este trabajo de graduación principalmente a mi madre Sofía Estrada por haberme dado la vida así como por haber inculcado en mí el amor por el estudio, y a la superación día con día.

A la memoria de mi mamá Chole y mi tía Pachita, por transmitirme sus sabios consejos y al igual que mi madre por haberme inculcado el amor por el estudio, así como mi mas grato agradecimiento por que en todo momento ambas apoyaron y motivaron a seguir adelante en mi vida profesional.

Mis hermanos; Francisco, Juana María y Martha Sofía, porque siempre me apoyaron y motivaron a seguir adelante, a pesar de que era pesado ellos siempre me tendieron su mano y cariño para salir adelante.

Mis amigos los revueltos, Ceci, Helen, Chema y Nicho quienes siempre me brindaron su amistad y apoyo sin recibir nada a cambio, desde el comienzo de este proyecto y hasta el día de hoy los quiero muchísimo, así como a un nuevo amigo Rubén RF.

Carpio, Taurino, Roció y Arazay porque hemos compartido durante mucho tiempo tan bellas experiencias, así como nuestras vidas juntos por más de 8 años.

A mis profesores que a lo largo de la carrera me tendieron su mano, apoyo y que siempre vieron en mi la entereza para salir adelante.

Por ultimo a una persona muy especial que apareció en mi vida y que por este corto tiempo que tenemos de conocernos me apoyó y me motivó a seguir adelante, mil gracias Adán Rodríguez Larios.

EN FIN A TODOS AQUELLOS QUE CONFIARON EN MI Y QUE ME
TENDIERON SU MANO A LO LARGO DE TAN GRAN PROYECTO, CREO QUE
NO ME QUEDE MAS QUE DARLES LAS. . . **!!! GRACIAS !!!**

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios por haberme dado la oportunidad de llegar hasta donde he llegado.

A mi alma mater Universidad Autónoma de San Luis Potosí, en especial a la Facultad de Agronomía quien me permitió crecer a nivel provisional, así como por haberme prestado todas las facilidades para desarrollarme en el ámbito profesional.

A los pioneros en este trabajo, mis asesores el Dr. Juan Carlos Rodríguez Ortiz, Dr. Jorge Alcalá Jáuregui y M.c Antonio Buen Abad Domínguez, por haberme concedido la oportunidad de desarrollar mis habilidades y por permitirme participar a lo largo de la carrera en diversos proyectos dentro y fuera de la Facultad.

A los profesores que me apoyaron durante mi estancia en esta Facultad, al Profesor Núñez, Woo, Villar, a la maestra Alejandra, a la maestra Coco, Marco, en fin también a aquellos que forjaron mi profesión durante casi 5 años.

A los administrativos, Josefina quien siempre me tendía su mano cuando necesitaba una palabra de aliento, a don copi, don miguel, don panchito quienes siempre me regalaban una sonrisa y un lindo saludo todos los días, así como su confianza.

En general a todos aquellos que aportaron un granito de arena en mi formación profesional, ¡¡GRACIAS!!.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIAS	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE CUADROS	viii
SUMMARY	ix
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	3
Hipótesis	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Producción de Hortalizas	4
Producción de Brásicas	5
Producción de plántula	6
Siembra en semilleros	7
Sustratos	7
Peat moss	8
Sustratos alternativos	9
Lombricomposta	10
Tierra de mezquite	11
MATERIALES Y MÉTODOS	12
Descripción de la zona donde se realizó el experimento	12
Características del área de estudio	12
Metodología del estudio	14
Tratamientos	14
Características Individuales de los Sustratos	14
Peat moss	14

	Página
Lombricomposta	15
Tierra de mezquite	16
Características Físicas y Químicas de la Mezcla de los	
Sustratos	17
Físicas	17
Químicas	18
Evaluación de Sustratos en la Producción de Plántulas de Brassicas	18
Material genético	18
Establecimiento de tratamientos en las charolas	19
Diseño Experimental y Evaluación	19
Análisis estadístico	21
Análisis Económico	21
RESULTADOS	22
Caracterización Físico de las Mezclas de Sustratos	22
Porosidad total	22
Capacidad de aireación	23
Capacidad de retención de agua	24
Caracterización Físico-Química de la mezcla de sustratos	25
pH	25
CE	25
Evaluación de sustratos en la Producción de Plántula	27
Brócoli	27
Coliflor	28
Repollo	30
Análisis Económico	32
DISCUSIÓN	34
CONCLUSIONES	39
RECOMENDACIONES	40
REVISIÓN DE LITERATURA	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Grafica representativa de los principales productores de hortalizas que proveen a Estados Unidos.....	5
2	Mapa representativo de los principales estados productores de plántula de brassicas	6
3	Área de estudio	12
4	Imagen representativa de la parcela, útil y el efecto orilla	20
5	Porosidad total	22
6	Capacidad de aireación	23
7	Capacidad de retención de agua	24
8	Comparación del pH ideal con el obtenido en el experimento	25
9	Comparación de CE ideal con el obtenido en el experimento	26

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Características Principales del Peat Moss	15
2	Características de la Lombricomposta	16
3	Análisis económico	21
4	Resultado de análisis de varianza de las variables en brócoli	28
5	Resultados de la prueba de tukey de Brócoli	29
6	Resultado de análisis de varianza de las variables en coliflor	30
7	Resultados de la prueba de tukey de Coliflor	31
8	Resultado de análisis de varianza de las variables en repollo	32
9	Resultados de la prueba de tukey de Repollo	33
10	Análisis económico de sustratos por charola	34

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con los objetivos de caracterizar física y químicamente tres mezclas de sustrato a base de peat moss, lombricomposta y tierra de mezquite, evaluarlos en la producción de plántulas de brócoli, coliflor y repollo, así como estimar su valor económico. Los tratamientos fueron: T1 = 80% de peat moss + 20% de lombricomposta, T2 = 80% de tierra de mezquite + 20% de lombricomposta y T3 = 40% peat moss + 40% de lombricomposta y 20% de lombricomposta. Se concluye, en cuanto a la caracterización física y química de las mezclas de sustratos lo siguiente: Porosidad total, el tratamiento 1 (80 % peat moss + 20 % lombricomposta) fue el más cercano al valor ideal con un 80% de porosidad total, el T2 (80 % tierra de mezquite + 20 % lombricomposta) tuvo un porcentaje de porosidad fue del 66% y el T3 (40 % peat moss + 40 % tierra de mezquite y 20 % lombricomposta). Capacidad de aireación, el T1 logró tener una capacidad de aireación del 25%, valor que se encuentra dentro del rango óptimo, el T2 logró un porcentaje de aireación de 16% y el T3, al igual que el T1, obtuvo un 25%. Capacidad de retención de agua, el T1 tuvo una capacidad de aireación del 55.2% valor que se encuentra dentro del rango óptimo, los T2 y T3 obtuvieron por igual una capacidad de retención de agua del 50%. pH, el T1 tuvo un pH de 6.53 (dentro de lo ideal), el T2 obtuvo un valor elevado con 7.31, el T3 obtuvo un pH 6.42. Conductividad Eléctrica, el T1 tiene una CE de 3.45 dS m^{-1} , el T2 con 8.2 dS m^{-1} , este valor sobrepasa el nivel óptimo, el T3 la CE es de 5.66 dS m^{-1} , todos rebasaron el valor ideal que es de $< 1.5 \text{ dS cm}^{-1}$. En cuanto a la evaluación del efecto de tres mezclas de sustratos en la producción de brassicas se obtuvo: Para la producción de plántula de brócoli y coliflor se tiene como mejor mezcla al T3, ya que si bien fue similar al T1 en las propiedades físicas y agronómicas, este tratamiento logró el 100% de plántulas con cepellón completo en ambos cultivos. Otro fundamento para recomendar el T3 con respecto al T1 es el haber obtenido un costo de producción de ¢ 18 menos. En el cultivo del repollo los T1 y T3 presentaron propiedades fisicoquímicas y agronómicas similares, superiores al T2. Sin embargo, no podemos recomendarlos en la producción de plántula por presentar solo el 89% de planta con cepellón completo, ya que a nuestro juicio un lote de plántulas debe ofrecer el 100% de plantas con raíz completa. Por último el valor económico por charola de las mezclas fueron: T1 \$4.0, T2 \$3.62, y T3 \$3.82.

SUMMARY

This work was carried out with the objective of physically and chemically characterize three mixtures of substrate based on peat moss, vermicomposting and mesquite land, evaluate the production of seedlings of broccoli, cauliflower and cabbage, and to estimate its economic value. The treatments were: T1 = 80% peat moss + 20% vermicompost, T2 = 80% of the land of mesquite + 20% of vermicompost and T3 = 40% peat moss + 40% and 20% vermicompost vermicomposting. We conclude, in terms of physical and chemical characterization of mixtures of substrates as follows: total porosity, treatment 1 was the closest to the ideal value of 80% of total porosity T2 had a percentage of porosity was 66% and T3. Air capacity, the T1 was able to have an air capacity of 25% which is within the optimum range, T2 aeration rate achieved 16% and T3, as well as the T1, with 25%. Water holding capacity, the T1 had an air capacity of the 55.2% value found within the optimum range, the T2 and T3 were equally a water holding capacity of 50%. pH, the T1 had a pH of 6.53 (in ideal), T2 obtained a high value to 7.31, the T3 obtained a pH 6.42. Electrical conductivity, the T1 has an EC of 3.45 dS m^{-1} , T2 with 8.2 dS m^{-1} , this value exceeds the optimum level, T3 is the EC of 5.66 dS m^{-1} , all exceeded the ideal value is of $<1.5 \text{ dS m}^{-1}$. As for the evaluation of the effect of three mixtures of substrates in the production of brassicas are obtained: For the production of seedlings of broccoli and cauliflower mixture is best T3, because although it was similar to T1 in the physical and agronomic, this treatment achieved 100% of seedlings with full root ball in both crops. Another rationale for recommending T3 compared to T1 is to have obtained a production cost of 18 ¢ less. In the cultivation of cabbage from the T1 and T3 had similar physicochemical properties and agronomic, superior to T2. However, we can not recommend them in the production of seedlings to present only 89% of plant with root ball completely, because we believe a batch of seedlings should offer 100% of plants with complete roots. Finally, the economic values of the mixing were: T1 \$ 4.0, \$ 3.62 T2 and T3 \$ 3.82.

INTRODUCCIÓN

Las hortalizas en México han constituido una de las fuentes principales del mejoramiento del bienestar económico de las sociedades agrícola modernas. Ya que su dinámica productiva ha permanecido estable debido a que el producto está relacionado con los mercados más rentables internos y externos. Su producción tuvo un crecimiento acelerado durante los años de 1990 – 2005, pasando del 12.3% al 19% del valor total de la producción agrícola nacional. Su alta rentabilidad se debe a su alto grado de organización para la producción, inversión y el acceso a modernos canales de comercialización (Villa, 2008).

El inicio de las actividades en la producción de hortalizas es con la producción de plántulas en cultivos como las Brassicas que en invernadero se garantiza su adaptación, desarrollo y ahorro de semillas y mayor supervivencia. Resulta primordial obtener plantas de calidad ya que así podrá tener mejor arraigo en campo, menor estrés, mayor desarrollo, etc., una planta de menor calidad difícilmente se podrá mantener viva o se verá afectada en su rendimiento final. La producción mundial ha seguido creciendo y ha evolucionado notablemente en la medida que ha avanzado la tecnología en los productos y equipos y en el conocimiento del comportamiento de las plantas. Los últimos años se dio énfasis particular al uso eficiente del tiempo, del espacio y del personal a través de la mecanización. Los esfuerzos de la investigación actual están orientados a mejorar la calidad y uniformidad del producto y a evitar pérdidas en la producción (Koranski, 2011).

La producción de plántulas en invernadero con uso de charolas de poliestireno tiene como fin reducir el periodo de producción, menor costo, brindar las condiciones aptas para tener un mejor crecimiento, disminuir el impacto ambiental, entre otros. (Figuroa, 2005).

Un componente elemental para la producción de plántulas son los sustratos, que se define como un material sólido, distinto del suelo, natural o sintético, mineral u orgánico, en mezcla o solo, el cual sirve como soporte para la planta y medio de desarrollo para la raíz. Las principales funciones de los sustratos son: depósito de

nutrientes, retención de agua para las plantas, intercambio de gases y mejor anclaje de las plantas. La elección del medio de crecimiento óptimo puede reducir los costos del manejo requerido para la producción de plantas con buena calidad. Antes de ser utilizado es importante tener conocimiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas, ya que de ellas depende el éxito o fracaso del cultivo (Rodríguez, 2008).

Actualmente el sustrato más usado en la agricultura tecnificada es el “Peat moss”, el cual se obtiene a partir de un musgo en terrenos con exceso de agua y fangosos. Se utiliza para acondicionar del suelo, puede retener 15 veces su peso seco en cantidad de agua, mejora la capacidad de retención de nutrientes y agrega acidez al suelo. Por lo tanto su utilización, para la producción de plántulas resulta muy costosa en estas zonas no existen las condiciones necesarias para que se desarrolle por consiguiente hay que importarlo de Canadá. Actualmente en el estado de Guanajuato se genera una derrama económica en la producción de brócoli al utilizar este insumo la cual ascienden a los \$7 446 000 de pesos, equivalentes a 647 478.26 dólares (Díaz *et al*, 2006).

Debido a que la utilización de sustratos comerciales genera un daño tanto económico como ambiental es de suma importancia la utilización de productos de nuestra zona que disminuyan de manera significativa los daños tanto económicos como ambientales; a producción buena y rentable (Guerrini y Trigueiro, 2004).

En algunas zonas productivas de San Luis Potosí, S.L.P., algunos productores utilizan la tierra de mezquite como sustrato en la producción de plántulas de cultivos de hortalizas, con la intención de reducir gastos costos por compra de peat moss. Sin embargo se desconoce sus propiedades fisicoquímicas y por lo tanto su efecto en el crecimiento de plantas (solo o combinándolo con otros materiales) es poco entendible.

Por otro lado los materiales de peat moss, requiere de aplicaciones periódicas de fertilizantes, esto hace poco sustentable la práctica, ya que el 75% de la demanda de fertilizantes inorgánicos sintéticos es cubierta en nuestro país principalmente por: China, Ucrania, Canadá y Estados Unidos (de Santiago, 2009).

Ante tal panorama, es necesario comenzar a fomentar la búsqueda de tecnologías más sustentables que hagan al campo mexicano menos dependiente del exterior; y a una disminución en la fuga de divisas el este sector. La utilización de sustratos alternativos orgánicos ha resultado ser una de las opciones más factibles en México, debido a que

aportan nutrientes vegetales, y condiciones de aireación y humedad adecuadas para el desarrollo de plantas. Se puede obtener en algunos casos de la misma fuente de producción, a precios muy accesibles (Schauenburg, 2006).

Objetivos

Caracterizar física y químicamente tres mezclas de sustrato a base de peat moss, lombricomposta y tierra de mezquite.

Evaluar el efecto de tres mezclas de sustratos peat moss, lombricomposta y tierra de mezquite en la producción de plántulas de brócoli, coliflor y repollo

Estimar el valor económico de las mezclas a base de peat moss, lombricomposta y tierra de mezquite.

Hipótesis

La mezcla de peat moss con lombricomposta, tierra de mezquite o ambos, proporcionan propiedades físico químicas adecuadas para producir plántulas de brassicas de buena calidad igual o mejor que al usar peat moss solo y a menor costo de producción.

REVISIÓN DE LITERATURA

Producción de Hortalizas

El cultivo de las hortalizas se ha practicado ampliamente en nuestro país desde épocas remotas, porque contamos con las características idóneas en la mayoría del territorio.

A lo largo del tiempo han constituido un alimento óptimo por sus cualidades, ya que contiene grandes cantidades de vitaminas, las cuales ejercen una influencia vital para regular las funciones de nuestro organismo. Otra de las tantas cualidades es su amplia producción a nivel mundial, siendo esta para el consumo fresco, tanto para la industrialización como para la exportación. A nivel mundial se produce en 26 397 600 hectáreas lo que deja una derrama económica de 4.5 millones de pesos en sistemas de tipo artesanal y 28 millones de pesos en sistemas más tecnificados (Turchi, 2001).

Cabe mencionar que las hortalizas son de suma importancia en nuestro país, esto porque representa un fuente de comida, trabajo en todo proceso de producción llevada por un gran demanda, su alto valor en el mercado ya sea fresco o de manera industrializado a nivel local, regional o nacional. La producción en el país se caracteriza por una elevada tecnificación, teniendo un promedio de 89.3% de producción bajo sistema de riego y 10.7 bajo sistema de temporal durante el 2000 – 2005. Lo que contribuye en el aumento del precio de manera significativa (Alcázar, 2011).

Actualmente México se ha convertido en un dinámico exportador de hortalizas dirigidas principalmente hacia EUA, con un valor total de \$15,200 millones de dólares en el 2009, con un 92% de crecimiento en los últimos años. (Reho, 2010).

PAÍSES PROVEEDORES DE HORTALIZAS PARA EUA 2006 (% VALOR)

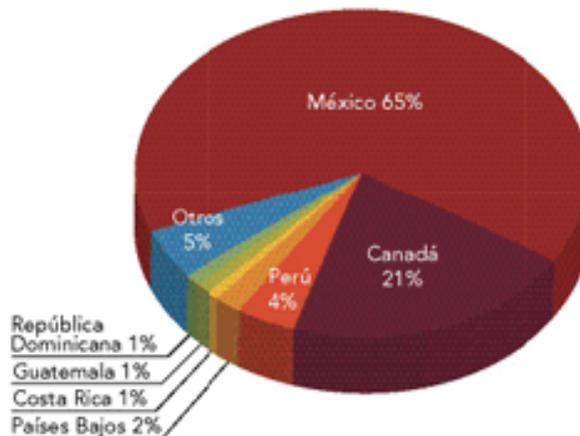


Figura 1. Representación de los principales productores de hortalizas que proveen a Estados Unidos.

Producción de Brassicas

Las brassicas son originarias del este de Europa, y regiones templadas de Asia. Las variedades cultivables son anuales, bianuales y existen también arbustivas, en fin prácticamente para todo el ciclo productivo. Se caracteriza por ser un cultivo con alto grado nutricional, necesita un buen espacio, desarrollarse en suelos con un pH de 6.5 a 7.0 con un buen contenido de materia orgánica, es resistente a la siembra directa.

Dentro de las brassicas más importantes encontramos tres, las cuales sobresalen por su calidad y alta derrama económica, estas son, brócoli, coliflor y repollo (Veo verde, 2010).

La producción de *Brassicas* se lleva a cabo principalmente en los estados de Sinaloa, Guanajuato, Querétaro, estado de México, Baja California, Jalisco, Morelos y en menor parte San Luis Potosí. Con una superficie de 512,000 de hectáreas del cual representa solo el 3.5% de la producción. Las brassicas poseen ciertas características de suma

importancia para él ser humano ya que aportan; vitamina C, fósforo, vitamina A, fibra, etc. (Siller, 2005).

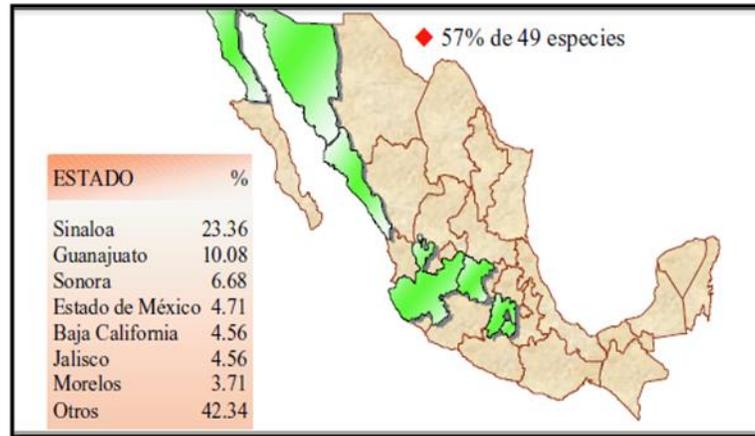


Figura 2. Mapa representativo de los principales estados productores de plántula de Brassicas.

Producción de plántula

Producción mundial de plántulas ha seguido creciendo y ha evolucionado notablemente en la medida que ha avanzado la tecnología en los productos y equipos y en el conocimiento del comportamiento de las plantas.

En los últimos años se dio énfasis particular al uso eficiente del tiempo, del espacio y del personal a través de la mecanización. Los esfuerzos de la investigación actual están orientados a mejorar la calidad y uniformidad del producto y a evitar pérdidas en la producción. Los productores han rebasado la etapa de conocer los factores que determinan la producción vegetal; ahora están aprendiendo las nuevas tecnologías para modificar dichos factores y obtener plantas de calidad con las especificaciones deseadas.

La producción de plántulas requiere del compromiso por parte del productor de realizar las inversiones y el esfuerzo necesarios. La inversión inicial es indispensable para disponer del equipo e infraestructura idóneos. El productor debe hacerse a la idea de que en el mercado solamente es aceptable la máxima calidad. Sólo la atención a los detalles y el deseo de aprender y entrenar al personal a medida que avanza la tecnología asegurarán el éxito de una operación de producción de plántulas (BallSeed, 2011).

Siembra en semilleros

Es una de las partes más importantes, de la producción de hortalizas en este caso de *Brassicas* se potencializa su propagación mediante la germinación en semilleros, para después trasplantarlas a su lugar definitivo en el cual cumplirán su ciclo.

Su uso es por: semillas pequeñas, y requieren una capa pequeña que las recubra para su optima germinación, así como un mayor aporte de nutrientes.

El objetivo de un semillero es el incremento de la germinación, facilitar el cuidado y supervisión de las plantas emergentes, lo que permite la selección de las plantas antes de su traslado.

Puede ser una parcela pequeña trabajada directamente sobre el suelo o bien sobre una charola de poliuretano, acompañado de diversos sustratos que permitirán el aporte de nutrientes a la plántula. El tamaño va a estar en función al número de semillas que se desean germinar (Heaff, 1982).

Sustratos

Se caracterizan por ser compuestos fino, con buena aireación libre de enfermedades y semillas de maleza. La mezcla puede consistir en general entre un 65 – 70% de materia inerte y el 30% restante de material orgánico.

Los sustratos se clasifican en cuatro grandes grupos:

Sustratos minerales. Aquí se encuentran la arena, grava y roca volcánica, su función principal es proveer de buena porosidad al medio, mayor absorción de agua y nutrientes, así como mayor aeración para la raíz.

Sustratos minerales tratados. Son la perlita, vermiculita, arcilla y lama de roca. Sus contribuciones hacia la planta es mayor retención de agua, buena porosidad, baja densidad aparente y buena aireación hacia la parte radicular.

Sustratos orgánicos sintéticos. La espuma de poliuretano, la cual se caracteriza por su alto grado de porosidad, aireación de un 90% y baja retención de agua.

Sustratos orgánicos naturales. Fibra y polvo de coco, peat moss, composta, musgo, corteza de pino y algunos tipos de aserrín, su uso es principalmente para brindar a la planta buena capacidad de aireación, elevada porosidad, y tiene un alto grado de aporte de nutrientes a la planta. A este tipo de sustratos también se les conoce como convencionales debido a su utilización durante años, entre los más comunes se encuentra el peat moss (Chávez, 2008).

Peat Moss

Es un fango, del género de entre 150-350 de especies de musgos comúnmente llamados *musgos de turbera* (en países anglosajones: *peat moss*) Los miembros de este género pueden retener grandes cantidades de agua dentro de sus células. Algunas especies pueden retener más de 20 veces su peso seco en agua.

Se distribuye ampliamente en el Hemisferio Norte, sobre todo en áreas de tundra húmedas, donde puede cubrir grandes extensiones de territorio. Las poblaciones más septentrionales del *musgo de turbera* están en el archipiélago de Svalbard. Existen también grandes superficies en el Hemisferio Sur, principalmente en Nueva Zelanda, Tasmania, y el sur de Chile y Argentina, pero éstas contienen relativamente pocas especies. Por último algunas habitan en las alturas de Los Andes tropicales, así como también existen varias especies de la cuenca del Amazonas y de las costas del mar Caribe.

Principalmente sirve como un aditivo de suelo que aumenta la capacidad del suelo para ser más completo en materia orgánica y menos compacta. Esto es a menudo necesario cuando se está tratando con el suelo muy arenoso, o si la planta necesita mucha humedad como por ejemplo las plantas carnívoras, a menudo encontradas en pantanos (CSPM, 2011).

Función

Básicamente son cuatro las principales funciones de los sustratos que deben de ser cumplidas por el mismo para el buen desarrollo de las plantas;

- Sirve como depósito de nutrientes
- Retención de agua y disponibilidad de la misma para la planta
- Promueve el intercambio de gases entre la raíz y la atmósfera del exterior del sustrato
- Proporciona un soporte mecánico para mantener la planta erecta

Es importante saber que algunos de los sustratos pueden contener estas cuatro funciones pero no el nivel requerido.

Riego

La cantidad de agua debe ser abundante con un porcentaje del 100, con una temperatura de 24°C. Este debe ser diario según las necesidades de la planta y al clima y época en la que se realice la siembra; así como la zona (Slideshare, 2011).

Sustratos alternativos

La finalidad de los sustratos es producir plántulas de buena calidad, con mayor abundancia en periodos más cortos, pero lo más importante con una reducción significativa de los costos. Otras de las características de la utilización de sustratos alternativos a los comerciales, es que se reducen los impactos que pudiera tener el mismo hacia el ambiente, debido a que la forma en la que se obtiene no requiere de la perturbación de ningún medio. Así como el desecho del mismo al momento de finalizar su vida útil no causa ningún impacto medio ambiental de importancia. Entre los sustratos alternativos encontramos el uso de la lombricomposta así como la tierra de mezquite, ya que se caracterizan por ser medios en los cuales las plántulas se pueden desarrollar de manera normal como en un medio tradicional.

Es de suma importancia tomar en cuenta cinco aspectos que ayudaran a la rentabilidad de nuestro sustrato:

- ✓ Deberá ser rentable
- ✓ Deberá ser disponible
- ✓ Un bajo impacto ambiental
- ✓ El costo que implica su utilización
- ✓ Disminuir la dependencia de importación del exterior.

El objetivo de su utilización es generar un desarrollo uniforme lo que garantice la mayor supervivencia de la plántula antes y después del trasplante, generando un estabilidad tanto física como química para la planta. Así como una mayor masa radicular, esto mediante la producción con el más bajo impacto ambiental mediante la utilización de sustratos ecológicos y renovables (Osa, 2011).

Lombricomposta

Forma parte de un proceso histórico y científico que marca la progresiva incorporación de prácticas ecológicas en la agricultura comercial, que revierte el empobrecimiento de los suelos y el deterioro ambiental, reciclando aquellos residuos orgánicos que por su naturaleza y contenido, resultan de gran utilidad para la conservación ecológica y la sostenibilidad de los cultivos.

En general consiste en una práctica tecnificada que implica la crianza de lombrices a altas densidades de población bajo condiciones controladas que son desarrolladas y alimentadas con residuos orgánicos (Feliu y Olguín 2006).

Es una técnica en expansión, y en un futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de suelos de las zonas rurales. En la composición del humus están presentes todos los nutrientes: nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, manganeso, hierro, cobre, zinc , carbono, etc., en cantidades suficientes para garantizar el perfecto desarrollo de las plantas (ICADER, 2011).

Tierra de mezquite

Está conformada por una porción de suelo mezclada con residuos del mismo mezquite, estas partículas constan de residuos de materia degradada del mezquite, así como ramas y hojas del mismo. En algunos casos puede contener la vaina o fruto y partículas minerales (arcilla, limo y arena).

En algunos municipios del estado de San Luis Potosí, S.LP., lo utilizan como sustrato pero de manera desconocida ya que no saben en concreto cuales son características por lo tanto no pueden modificar su utilización.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la Zona donde se Realizó el Experimento

Localización

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el área de Horticultura de la Facultad de Agronomía, de la U.A.S.L.P. ubicada en el Ejido Palma de la Cruz, en el Municipio de Soledad de Graciano Sánchez.

Localizado en la coordenadas geográficas $100^{\circ}51'44.34''$ de longitud oeste y $22^{\circ}14'03.62''$ de latitud norte, con una altura de 1835 metros sobre el nivel del mar (Figura 3).



Figura 3. Área de estudio.

Características del área de estudio

El clima seco templado, con una franja al suroeste de clima semi seco templado. La temperatura media anual es de 17.1°C , la temperatura cálida comprende los meses de marzo a octubre y el periodo frío de noviembre a febrero. Su precipitación pluvial es de 362 mm.

El área se encuentra cubierta por una población vegetal típica de las zonas templadas áridas, entre las que pueden encontrarse mezquite, matorral espinoso, nopaleras y pastizal.

La fauna se caracteriza por las especies dominantes como: coyote, liebre, pájaro y víbora. En cuanto a la orografía se establece en una planicie y sólo se encuentran

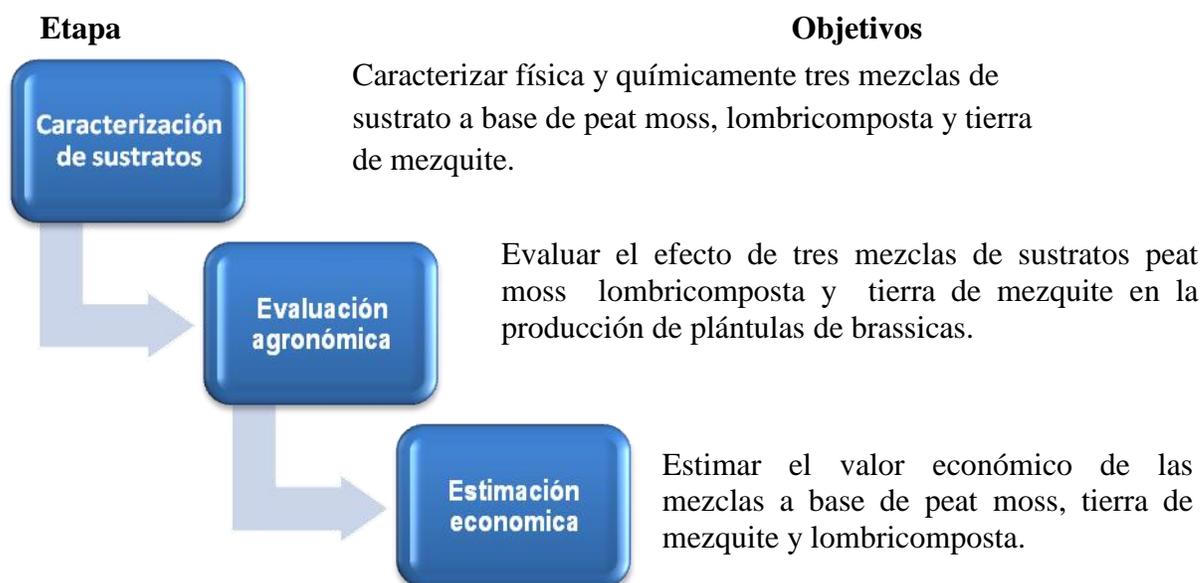
formaciones montañosas de poca consideración en la parte norte, formadas por los cerros Guapillas, Gordo y Santa Cruz, que varían en una altura promedio de los 1,900 metros sobre el nivel del mar. En cuanto a la hidrografía está compuesto por cuerpos de aguas superficiales que sólo benefician en cierta manera a la parte este de su territorio, mismos que son de carácter intermitente, entre los más importantes se tienen el Arroyo La Morita, Arroyo Las Trancas y Las Canoas, además de contar con mantos de aguas subterráneas que han sido aprovechadas para el consumo agropecuario y doméstico.

La zona se caracteriza por tener una formación edafológica de tipo aluvial, ausente de roca, únicamente al norte y noreste se encuentran pequeños afloramientos de caliza, así como reolita, basalto y toba. Predomina el tipo litosoleutrico al norte, noroeste; el xerosol háptico de textura media al oeste y sureste y el phaeozem lúvico y castañozem lúvico de textura media y pendientes planas menores al 8% al norte. Son suelos aptos para uso pecuario, el uso actual del suelo es agrícola con bajo rendimiento y pastoreo extensivo.

Las principales actividades son agricultura, esta actividad tiene como principales cultivos: maíz, frijol y cebada; como cultivos perennes que tienen importancia en la región está la alfalfa. La comercialización de los productos debido a las necesidades humanas se destina al autoconsumo y cuando se tienen excedentes se comercializa en el ámbito local o hacia la misma región (INFDM, 2002).

Metodología del Estudio

Se realizó en tres etapas, cada una fue para cubrir los objetivos establecidos en el presente estudio.



Tratamientos

Se utilizaron tres sustratos para producción de plántula de brócoli, coliflor y repollo, que fueron peat moss, tierra de mezquite y lombricomposta. Se mezclaron en diferentes proporciones en relación volumen/volumen, formando los siguientes 3 tratamientos:

1. 80% Peat moss + 20% Lombricomposta
2. 80% Tierra de mezquite + 20% Lombricomposta
3. 40% Peat moss + 40% Tierra de mezquite + 20% Lombricomposta

Características Individuales de los Sustratos

Peat moss

Las características fisicoquímicas se muestran en el cuadro 1, que son dadas por la empresa HydroEnvironment.

La marca del producto que se utilizó es; Premier peat moss Louvre®.

Cuadro 1. Características Principales del Peat Moss

PROPIEDADES	PEAT MOSS
pH	4.0
CE dS m⁻¹	0.5
MO %	93.8
Da aparente (g cm⁻¹)	0.11
Dr. Real (g cm⁻¹)	1.56
Porosidad %	95 – 97 %
Capacidad de aireación	15 – 40 %
Capacidad de retención de agua	55 – 80 %
CIC (meq/100gs)	100 - 140

Fuente; Castellanos (2003) y Castellanos y Vargas (2008)

Lombricomposta

La marca del producto es Nutriterra, de la empresa Lombricultura Mexicana S.A de C.V. las características fisicoquímicas se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Características de la Lombricomposta

DETERMINACIONES	RESULTADOS
Humedad	17.5%
pH	8.4%
Materia orgánica	41.7%
Carbón Orgánico	24.1%
Ácido Húmico	5.3%
Ácido Fúlvico	4.3%
Carbón/Nitrógeno	5.8%
Fosforo Total	0.8% de P
Nitrógeno Amoniacal	0.3%
Nitrógeno Total	4%
Fosforo asimilable	247.5ppm de P ₂ O ₅
Potasio Total	1.1%K
Calcio	58%
Magnesio	40.4%
Bacterias	341.9 x 10 ⁵ UFC g ⁻¹
Hongos	34.7 x 10 ⁴ UFC g ⁻¹
Actinomicetos	30.0 x 10 ⁵ UFC g ⁻¹
Total de microorganismos	375.0x 10 ⁵ UFC g ⁻¹

Fuente: Empresa Lombricultura Mexicana S.A de C.V

Tierra de mezquite.

La tierra de mezquite es un material obtenido de la parte baja del mismo árbol, que consta en su mayoría por material orgánico en descomposición a base de rama, hojas y algunos frutos. No existen reportes de las características de este sustrato, pero es de suma importancia mencionar que se utiliza en la actualidad como un medio para la producción de plántula.

Caracterización Física y Química de las Mezclas de Sustratos

Físicas

Se realizaron bajo la metodología citada por Castellanos y Vargas (2008). El procedimiento fue el siguiente:

1. Medición de la maceta, con agua destilada tapando los orificios que tiene en el fondo para evitar que el agua se drene por ahí, el volumen que fue utilizado para llenar la maceta se denomina como **volumen del sustrato o contenedor**.
2. Determinación de la porosidad del sustrato. Se consolida el sustrato dentro de la maceta, con ayuda de unos ligeros golpes para ayudar a que el sustrato quede bien distribuido, agregando poco a poco el sustrato.
3. Con ayuda de un cilindro granulado se agregara lentamente agua al sustrato que ha sido colocado en la meseta hasta saturarlo, sin rebasar el nivel que ha ocupado el sustrato. Se deja reposar por un periodo de 12 a 24 h, para después de este periodo se cuantifica el volumen que ha sido agregado para saturar el sustrato este dato se denomina como un estimador de la **porosidad total**.
4. Determinación de la capacidad de aireación, se coloca la maceta sobre un recipiente de 1 L facilitando el drenado de la maceta (en un periodo de 30 minutos.). cuantifique el volumen de drenaje y a este valor se le denomina **capacidad de aireación** o sea la porción del espacio poroso total ocupado por aire.
5. Determinación de la capacidad de **retención de agua**, este valor se calcula restando el volumen de agua drenado del volumen aplicado para saturar el sustrato. Aquí no se considera la humedad contenida en el sustrato que ha sido secado (al aire).

Cálculos

- A. Volumen del sustrato o volumen del contenedor.
- B. Volumen del agua agregado al sustrato para saturar
- C. Volumen de agua drenado.

Porosidad Total (%) = $(A / B) * 100$

Capacidad de aireación (%) = $(C / A) * 100$

Capacidad de retención de agua = **Porosidad total** – **Capacidad de aireación**

Volumen del sustrato. Se obtiene llenando el contenedor a su capacidad esto sin ningún sustrato, se determina con ayuda de una probeta de 100 ml.

Porosidad total. Es el porcentaje de volumen que no está ocupado por la fase sólida. Este dato se obtiene dividiendo el volumen de agua usado entre el volumen que fue agregado al sustrato hasta saturarlo, multiplicándolo por cien.

Capacidad de aireación. Se cuantifica el volumen que ha sido drenado para después restarlo al volumen del contenedor por cien. Esto nos indica el espacio poroso total ocupado por el aire.

Capacidad de retención de agua. Se define como la cantidad de agua contenida en el medio. Para obtenerlo se resta el volumen de agua drenando al volumen de agua que fue usado para saturar el sustrato.

Químicas

Se realizaron bajo la metodología citada por la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis:

Conductividad eléctrica. Por medio de conductímetro (determinación AS-18).

pH. Por medio de potenciómetro (determinación AS-02).

Evaluación de Sustratos en la Producción de Plántulas de Brassicas.

Material genético

Coliflor: *Brassicas oleraceae*, variedad botánica gemmifera variedad agronómica Botrytis. De la empresa semillera Harris Moran[®] (Harris Moran, 2011).

Repollo: *Brassica oleraceae* variedad botánica capitata, variedad agronómica Bravo f1. Se caracteriza por ser una planta de color azul- verde atractivo, con un alto potencial de rendimiento. De la empresa semillera Harris Moran[®] (Harris Moran, 2011).

Brócoli: *Brassica oleracea* variedad botánica Itálica, variedad agronómica Fantástico. De la empresa semillera Seminis[®] (Seminis, 2011).

Establecimiento de tratamientos en las charolas

Se utilizaran 9 charolas de poliestireno de 288 cavidades de 17 ml cada una, para poder ser utilizadas pasaron por un proceso de desinfección; principalmente con un lavado de la misma con agua y abundante jabón. Para después ser sometidas a un proceso de desinfección con ayuda de cloro, se sumergieron por un periodo de 5 minutos, para después dejarlas secar al sol.

Las mezclas se realizaron en base a proporciones con ayuda de un bote de plástico de 1 L., se realizan por separado comenzado con el tratamiento uno el cual constaba de 80% peat moss más 20% de Lombricomposta, a la mezcla se le adiciono agua hasta que fuera la suficiente, ni muy saturada pero tampoco tan seca. Al termino se procedió a colocar el sustrato a la charola llenando solo $\frac{3}{4}$ partes de la misma. Este mismo procedimiento se llevó a cabo por cada uno de los tratamientos.

Después de llenar las charolas se realiza la siembra de los contenedores utilizando semillas de; brócoli, coliflor y repollo. Al término cada charola se cubrió totalmente con el sustrato, para después ser etiquetadas con el nombre del cultivo y la mezcla del tratamiento.

Las charolas se acomodaron en una sola columna (una arriba de otra), en cuanto a los riegos fueron cada tercer día con ayuda de una regadera y solo se expandían para el mismo. Al momento de la emergencia de las plantas se expandieron de manera uniforme de tal manera que a ninguna le diera el sol más que a otra.

Diseño Experimental y Evaluación

El diseño que se utiliza fue completamente al azar con 3 tratamientos por cada cultivo y 7 repeticiones, que fueron las plántulas tomadas de la parcela útil la cual se conformó de los alveolos internos de cada charola (Figura 4).

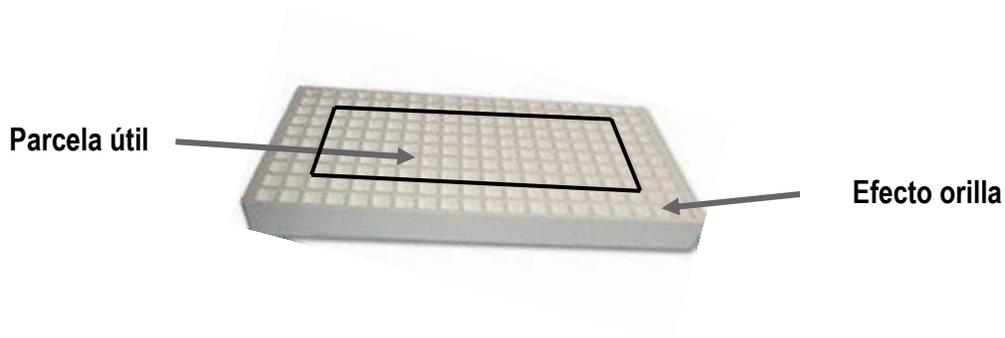


Figura 4. Imagen representativa de la parcela, útil y el efecto orilla

A los 25 días de después de la siembra se procedió a la evaluación de los tratamientos. Se consideraron las siguientes variables agronómicas:

1. **Número de hojas.** Se recolectaron 7 plantas de la parcela útil y se contaron el número de hojas completamente desarrolladas.
2. **Altura de planta (cm)** Se tomaron 7 plantas al azar por tratamiento de la parcela útil. Se utilizó una regla de 30 cm de longitud.
3. **Área foliar (cm²).** Se tomaron 7 plantas representativas a cada tratamiento de la parcela útil y se colocaron las hojas sobre una hoja blanca, para después fotocopiarla y medir el área foliar de cada una.
4. **Unidades SPAD.** Se realizó con el aparato medidor de clorofila SPAD-502 (Spectrum Technologies, Inc.).
5. **Porcentaje de cepellón.** Se extrajeron siete plantas, de estas se contaron el número de plántulas con cepellón completo. Por regla de tres se determinó el porcentaje de cepellón.
6. **Peso seco de la parte aérea.** Se tomaron 7 plantas al azar por tratamiento de la parcela útil. Se utilizó una balanza analítica. Se coloca en la estufa de aire frio a una temperatura de 65° por dos días, se pesó tallo y hojas.
7. **Peso seco de raíz.** Se recolectaron 7 plantas por tratamiento de la parcela útil. El peso implico el secado en una estufa HTP-24, a una temperatura de 65° por dos días, se pesó solo raíz, para después pesar la planta ya seca sin raíz.
8. **Peso total.** Se determinó con la suma del peso de la parte aérea más el eso seco de la raíz.

9. Relación peso seco parte aérea/ peso seco raíz. Se obtuvo dividiendo el peso de la parte aérea entre el peso seco de la raíz.

Análisis Estadístico

Se realizara el análisis de varianza para todas las variables del estudio a través del software de Diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, versión 2.5 (Olivares, 1996).

El análisis estadístico consistió en ingresar los datos obtenidos en el software en el método estadístico de bloques al azar, en las variables significativas se procedió a realizar la prueba de comparación de medias con la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

Análisis Económico

Se realizó un análisis de costos de los 3 diferentes tipos de sustratos estimando la el costo de cada uno de los materiales de manera individual y por medio de reglas de tres se estimaron el costo de las mezclas (Cuadro 3).

Para el caso de la peat moss y lombricomposta se consideraron los costos de los establecimientos comerciales donde se adquirieron. Para la tierra de mezquite, se estimó el costo de mano de obra que en campo se paga por la recolección de un volumen medio de 20 kg el costal.

Cuadro 3. Análisis económico

Producto	Costo/kg
Peat moss	\$ 27.00
Lombricomposta (Nutriterra)	\$ 2.50
Tierra de mezquite	\$ 1.00

RESULTADOS

Caracterización Física de las Mezclas de Sustratos

Porosidad total

El valor ideal de porosidad total propuesto por Abad (1993) que debe contener un sustrato o una mezcla del mismo es de un 85%. De manera individual el peat moss es el sustrato que tiene mayor capacidad de aireación con un 90% seguido de la lombricomposta con un 54% y al final la tierra de mezquite con un 52% siendo esta la más baja de manera individual.

En cuanto a las mezclas se tuvo como resultado que el T1 fue el más cercano al valor ideal con un 80% de porosidad total, valor que consideramos muy aceptable. Esto nos indica que la lombricomposta provocó una disminución del 10% de porosidad total, en comparación con el peat moss solo que fue del 90%.

En cuanto al T2 el porcentaje de porosidad fue del 66%, siendo de los tres tratamientos el de menor porosidad total, se atribuye este efecto principalmente a la tierra de mezquite, que en lo individual obtuvo una porosidad total de 52%.

El T3 obtuvo un valor de 72% de porosidad, este valor está intermedio entre los valores individuales determinados para cada sustrato. El agregar el peat moss a la mezcla de tierra de mezquite y lombricomposta, se mejoró la porosidad total (Figura 3).

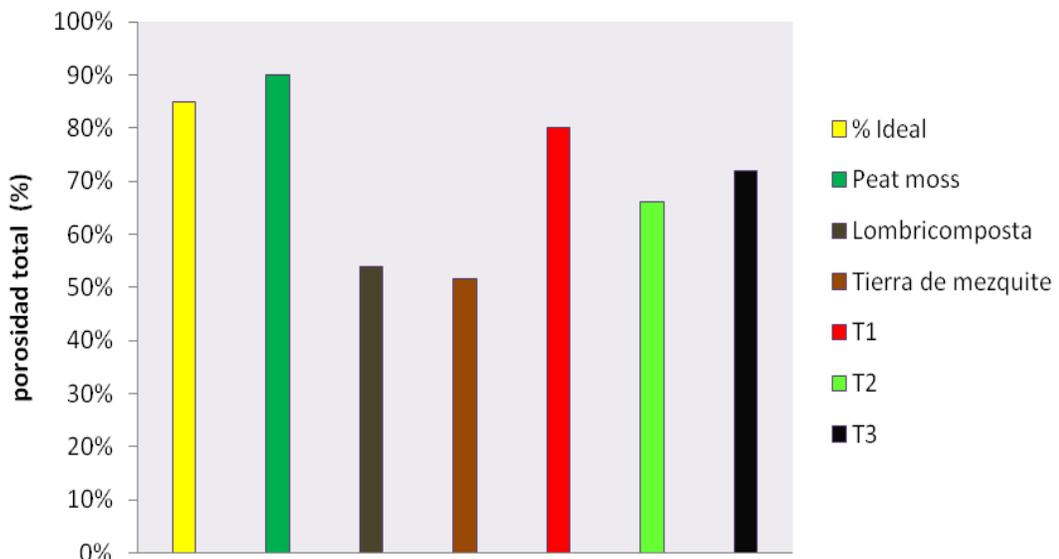


Figura 5. Porosidad total.

Capacidad de aireación

Abad (1993) menciona que el valor ideal para la capacidad de aireación en los sustratos oscila entre el 20 y 30%. De manera individual el peat moss es el sustrato que tiene mayor capacidad de aireación con un 27.5%, seguido de la lombricomposta con un 16.8% y al final la tierra de mezquite con un 12%.

En cuanto a las mezclas el T1 logró tener una capacidad de aireación del 25%, valor que se encuentra dentro del rango óptimo. Esto nos dice que al mezclar un sustrato con alta capacidad de aireación como lo es el peat moss con la lombricomposta esta se mantiene en el rango óptimo, lo que el efecto de este último es mínimo.

En el T2 el porcentaje de aireación fue de 16%, debido a que los sustratos utilizados para este tratamiento fueron aquellos que individualmente contenían bajo porcentaje de aireación. Por lo tanto no aumenta el mismo manteniéndose en un valor medio entre los dos sustratos (Figura 4).

Por último el T3, al igual que el T1, obtuvo un 25%, lo que indica que la mezcla de; peat moss, lombricomposta y tierra de mezquite favorece la capacidad de aireación, esto porque se utiliza uno con alto porcentaje seguido de uno medianamente bueno con otro con baja capacidad de aireación, resultado un sustrato con buena capacidad de aireación.

Por lo anterior se consideran como idóneos en cuanto a la característica física de capacidad de aireación al T1 y T3, ya que se encuentran dentro del porcentaje ideal

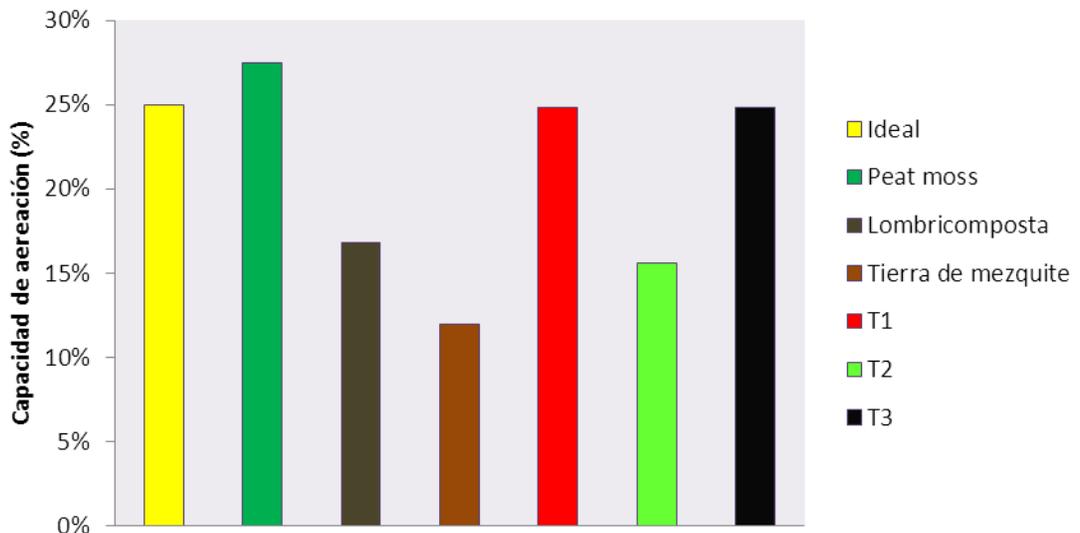


Figura 6. Capacidad de aireación.

Capacidad de retención de agua

Abad (1993) menciona que el valor ideal para la capacidad de retención de agua oscila entre el 50 y 70%. De manera individual el peat moss es el sustrato que tiene mayor capacidad de aireación con un 62.5%, seguido de la lombricomposta con un 37.2% y al final la tierra de mezquite con un 39.72%.

En cuanto a las mezclas el T1 tuvo una capacidad de aireación del 55.2% valor que se encuentra dentro del rango óptimo, indicando que existe una relación entre la mezcla de un sustrato con alta retención de agua como lo es el peat moss con uno de mediana como la lombricomposta. Disminuyendo un 8% al mezclarse lo que no representa mayor significancia.

El T2 tiene una capacidad de retención de agua del 50%, se observa una mejora de la mezcla en relación a los sustratos individuales, ya que al mezclar dos sustratos de baja capacidad como lo es la tierra de mezquite y la lombricomposta se observa un beneficio positivo, en cuanto a esta característica física se refiere, alcanzando en este caso un valor considerado como ideal.

En cuanto al T3 obtuvo un 50% de retención de agua, igual al T2. Se observa una relación entre los tres sustratos, ya que al sumar cada uno del porcentaje que se obtuvieron de manera individual y dividirlo entre los tres se aproxima al valor encontrado. Lo que indica que al asociar dichos sustratos interactúan en beneficio del medio permitiendo tener un valor intermedio entre los sustratos.

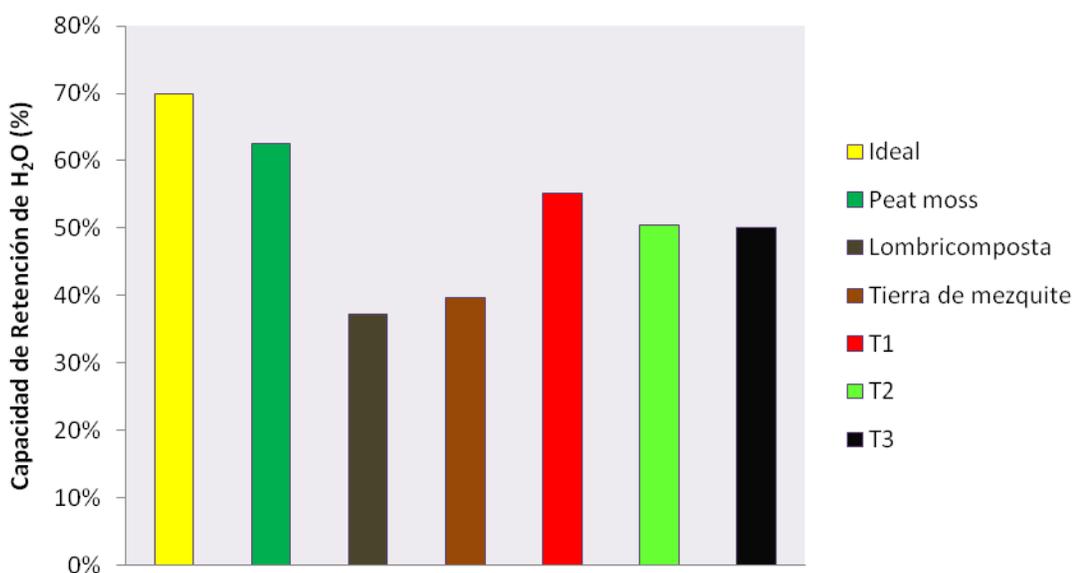


Figura 7. Capacidad de Retención de H₂O.

Caracterización Química de las Mezclas de Sustratos

pH

Los datos obtenidos en la caracterización de los sustratos permiten darnos una idea de la forma que se encuentran de manera individual y al combinarse. Según Abad (1993), el pH ideal es de 5.5-6, de manera individual encontramos que el peat moss contiene un pH de 5.5, seguido de la tierra de mezquite con 7.87 y por último la lombricomposta con 6.87, los dos últimos rebasan el nivel ideal de un sustrato.

En cuanto a las mezclas el T1 tuvo un pH de 6.53 lo que indica que al mezclar un sustrato ácido con uno alcalino permite generar un equilibrio entre ambos, pero no obstante al mezclarlos rebasa el nivel óptimo con 1.87.

El T2 obtuvo un valor elevado con 7.31, rebasando el nivel óptimo indicando que al mezclar la tierra de mezquite con lombricomposta eleva el pH casi 1.31,

Por su parte el T3 obtuvo un pH 6.42, la mezcla crea mejor pH que en lo individual, pero al igual que los anteriores rebasa el nivel óptimo.

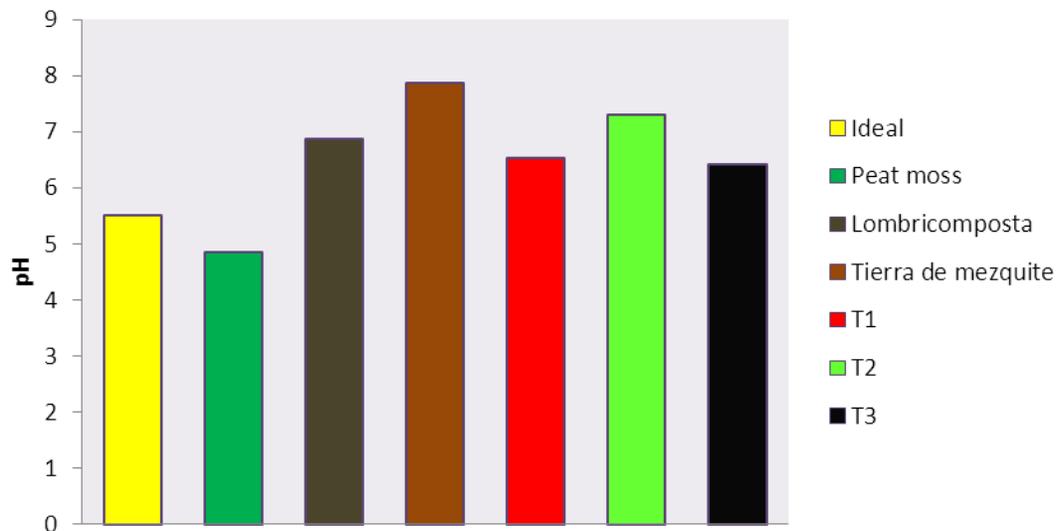


Figura 8. Comparación de pH ideal contra el obtenido en el experimento.

CE

Según Abad (1993), el valor ideal para la CE es < 1.5 , en nuestra caracterización encontramos que el peat moss tuvo un valor por debajo de dicho nivel, que fue de 1.18

dS m^{-1} , mientras que la lombricomposta y tierra de mezquite sobrepasaron por mucho el límite, 5.5 dS m^{-1} y 12.46 dS m^{-1} respectivamente.

En cuanto a las mezclas el T1 tiene una CE de 3.45 dS m^{-1} , este valor se atribuye a que el peat moss tiene una baja concentración estando dentro del rango ideal mientras que la lombricomposta es ligeramente alta, provocando al mezclarse una disminución significativa de la CE. Pero no obstante el valor sobrepasa el nivel óptimo. Este tratamiento resultó ser el mejor de las tres mezclas.

El T2 con 8.2 dS m^{-1} , este valor sobrepasa el nivel óptimo debido a que la mezcla se compone de un sustrato extremadamente salino como la tierra de mezquite y uno con salinidad alta como la lombricomposta, esto quiere decir que la composta tuvo la función de bajar el contenido de sales en la mezcla, casi 4 dS m^{-1} . Aún con esta disminución, el valor de la CE sigue siendo demasiado alto.

En cuanto al T3 la CE es de 5.66 dS m^{-1} , esto quiere decir que mediante la mezcla del peat moss, lombricomposta y tierra de mezquite equilibra el contenido de sales entre los ya mencionados, esto porque la tierra de mezquite se caracteriza por tener el mayor valor y al combinarlo con dos elementos de baja CE esta se disminuye de manera significativa, pero no se caracteriza por ser óptima ya que al igual que el T1 y T2 sobrepasa el nivel óptimo.

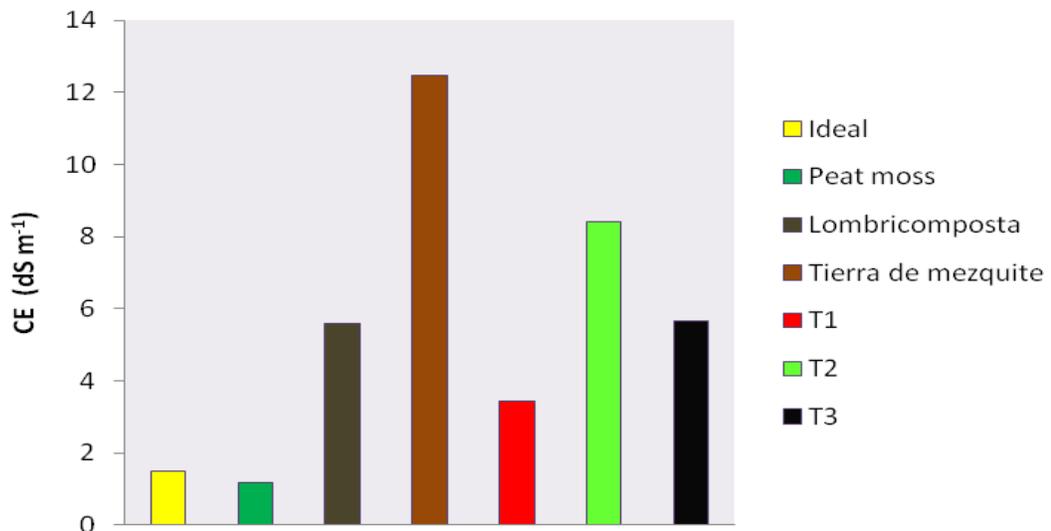


Figura 9. Comparación de CE ideal contra el obtenido en el experimento.

Evaluación de Sustratos en la Producción de Plántula

Brócoli

En el cuadro 4 se observan seis variables con diferencia significativa entre los tratamientos: % de cepellón, altura de planta, área foliar, peso seco raíz, relación peso seco brote/raíz y en la unidades SPAD. La prueba de comparación de medias muestra que los tratamientos más sobresalientes fueron el T1 y T3 (cuadro 5). Entre estos consideramos el T3 como el más importante ya que es superior al T1 de manera significativa en el ANOVA en la variable de porcentaje de plántulas con cepellón completo. El T3 logró que se extrajera el cepellón completo, y el T1 solo logro el 64.28%.

Cabe mencionar que el T2 solo destaco de manera significativa a los demás tratamientos en la variable de unidades SPAD. Pero esto no significo una ventaja en la calidad de las plántulas.

Cuadro 4. Resultado de análisis de varianza de las variables en brócoli.

Variable	CM	F	P>F	CV (%)
Numero de hojas	0.047	0.30	0.74	14.18
% de cepellón extraído	8751.17	19.04	0.000	33.22
Altura de planta (cm)	45.54	32.22	0.000	6.69
Área foliar (cm ²)	26.25	24.70	0.001	6.69
Peso seco brote (g)	0.0022	0.73	0.73	34.11
Peso seco raíz (g)	0.026	4.92	0.027	79.28
Peso total (g)	0.013	1.89	0.192	34.01
Relación peso / raíz	54.20	2.82	0.098	109.68
Unidades SPAD	124.08	16.74	0.002	7.39

Cuadro 5. Resultados de la prueba de tukey de Brócoli

Variables	Tratamientos		
	1	2	3
Numero de hojas	2.71 a	2.85 a	2.85 a
Porcentaje de cepellón extraído	64.28 b	29.28 c	100.00 a
Altura de planta (cm)	21.00 a	17.30 b	15.02 c
Área foliar (cm ²)	7.95 ab	5.89 b	9.21 a
Peso seco brote (g)	0.16 a	0.17a	0.18 a
Peso seco raíz (g)	0.10 b	0.17 a	0.18 a
Peso total (g)	0.240 a	0.34 a	0.36 a
Relación peso / raíz	1.86 b	1.15 b	1.00 a
Unidades SPAD	34.46 b	42.50 a	33.52 b

Media con distinta literal dentro de una fila don significativamente diferente ($P \leq 0.05$)

Coliflor

En el cuadro 6 se observan cinco variables con diferencia significativa entre los tratamientos: porcentaje de cepellón completo, altura de planta, área foliar, peso seco raíz y relación peso seco brote/raíz.

En la prueba de comparación de medias el T1 sobresale en todas las variables, pero al igual que el brócoli el T3 logro en la variable % de cepellón extraído con un 100%, mientras que el T1 logro 47.144% siendo este similar al T2 que fue de 46.42% (cuadro 7).

Cuadro 6. Resultado de análisis de varianza de las variables en coliflor

VARIABLE	CM	F	P>F	CV (%)
Numero de hojas	0.33	1.50	0.26	17.68
PCE	6008.33	8.14	0.06	44.14
Altura de planta (cm)	26.25	24.70	0.001	6.69
Área foliar (cm ²)	34.16	7.08	0.017	27.28
Peso seco brote (g)	0.031	0.97	0.593	99.90
Peso seco raíz (g)	0.011	18.52	0.000	25.65
Peso total (g)	0.064	1.97	0.181	64.71
RPS B/R	6.25	3.19	0.076	69.44
Unidades SPAD	12.93	2.48	0.144	5.61

PCE=Porcentaje de plántulas con cepellón completo.

RPS B/R= Relación peso seco brote/raíz

Cuadro 7. Resultados de la prueba de tukey de Coliflor.

Variables	Tratamiento		
	1	2	3
Numero de hojas	2.71 a	2.42 a	2.85 a
PCE	47.14 b	46.42 b	100.00 a
Altura de planta (cm)	14.90 a	17.90 b	13.40 b
Área foliar (cm ²)	9.12 a	9.95 a	8.07 b
Peso seco brote (g)	0.17 a	0.17 a	0.15 a
Peso seco raíz (g)	0.17a	0.12 b	0.11 c
Peso total (g)	0.34 a	0.30 ab	0.25 a
RPS B/R	1.00 a	1.38 b	1.34 b
Unidades SPAD	41.70 a	38.82 a	41.50 a

Media con distinta literal dentro de una fila don significativamente diferente ($P \leq 0.05$)

PCE=Porcentaje de plántulas con cepellón completo.

RPS B/R= Relación peso seco brote/raíz

Repollo

En el cuadro 8 se observan siete variables con diferencia significativa entre los tratamientos: % de cepellón, altura de planta, área foliar, peso seco raíz, relación peso seco brote/raíz y en la unidades SPAD.

La prueba de comparación de medias muestra que los tratamientos más sobresalientes fueron el T1 y T3. En esta ocasión dichos tratamientos no lograron tener el 100% de las plántulas con cepellón completo. Ambos alcanzaron un valor igual que fue de 84.2 %. El T3 supero al T1 en la variable de altura de planta.

Al igual que el brócoli el T2 fue el mejor en unidades SPAD atribuyéndosele este beneficio a la tierra de mezquite (cuadro 9).

Cuadro 8. Resultado de análisis de varianza de las variables en repollo

VARIABLE	CM	F	P>F	CV (%)
Numero de hojas	0.42	0.79	0.52	22.36
PCE	9010.71	14.65	0.01	36.26
Altura de planta (cm)	32.14	13.41	0.003	8.69
Área foliar (cm ²)	13.98	5.24	0.029	8.67
Peso seco brote (g)	0.01	4.39	0.036	20.64
Peso seco raíz (g)	0.034	1.89	0.192	111.6
Peso total (g)	0.087	3.70	0.055	42.90
RPS B/R	19.61	2.66	0.109	68.98
Unidades SPAD	95.62	20.43	0.001	6.75

PCE=Porcentaje de plántulas con cepellón completo.

RPS B/R= Relación peso seco brote/raíz

Cuadro 9. Resultados de la prueba de tukey de Repollo

TRATAMIENTO	1	2	3
Numero de hojas	3.14 a	3.57a	3.14a
PCE	89.28 a	27.14 b	89.28 a
Altura de planta (cm)	16.10 b	16.60 b	17.72 a
Área foliar (cm ²)	11.97 a	9.95 b	11.26 ab
Peso seco brote (g)	0.22 a	0.17 a	0.23 a
Peso seco raíz (g)	0.07 a	0.03 b	0.07 a
Peso total (g)	0.29 a	0.21 b	0.31 a
RPS B/R	3.0 a	4.7b	2.9 a
Unidades SPAD	28.26 b	36.84 a	31.00 b

Media con distinta literal dentro de una fila don significativamente diferente ($P \leq 0.05$)

PCE=Porcentaje de plántulas con cepellón completo.

RPS B/R= Relación peso seco brote/raíz

Análisis Económico

El T1 es de los que más comúnmente son utilizados en la actualidad para la producción de plántula en general, al realizar el análisis económico que implicaba la utilización de 80% peat moss más 20% lombricomposta se estimó en base al costo por tratamiento, lo que equivalía a un costo neto de \$4.0 por charola, y en base a los resultados obtenidos podemos decir que es medianamente económico y eficiente en la producción de plántula.

Para el T2 en base al análisis encontramos que de los tres se consideró como el más económico ya que la mezcla de 80%tierra de mezquite más 20%lombricomposta era equivalente a \$3.62, aunque en cuanto a calidad de la planta fue el menos eficiente. Y por último el T3 con la mezcla de 40% peat moss, 40%tierra de mezquite y 20% de lombricomposta, al realizar la mezcla implicaba invertir un costo neto de \$3.82, esto indica que al combinar los tres sustratos aumenta la eficiencia en costo, teniendo el mismo efecto que si se produjera con uno comercial, pero lo más importante es que económicamente es viable.

Es posible reducir costos por concepto de la compra de lombricomposta al producirla el productor esto porque los insumos que utilizaría para la elaboración de la misma lo pueden obtener del mismo lugar donde produce, lo que indica una reducción de costos significativa. Y si esta se combina con otro producto que puede ser utilizado como sustrato y que se encuentre en la zona el costo sería aún más bajo y los beneficios tanto económicos y en producción serían mayor.

Es importante considerar que la lombricomposta en este estudio fue comprada a una empresa agrícola, y es posible reducir aún más el costo si se produce en la parcela del productor (cuadro 10).

Cuadro 10. Análisis económico de sustratos por charola.

TRATAMIENTO	PEAT MOSS	TIERRA DE MEZQUITE	LOMBRICOMPOSTA	COSTO TOTAL
T 1	\$ 2.16	*	\$ 1.86	\$ 4.00
T 2	*	\$ 1.76	\$ 1.86	\$ 3.62
T 3	\$ 1.08	\$ 0.88	\$ 1.86	\$ 3.82

DISCUSIÓN

Para la producción de plántula de brócoli y coliflor se tiene como mejor mezcla a la del T3 (40% peat moss + 40% de tierra de mezquite + 20% de lombricomposta), ya que si bien fue similar al resultado al T1 en la propiedades físicas y agronómicas, en la variable de porcentaje de plántula con cepellón completo fue del 100% en ambos cultivos.

Esta variable es sumamente importante, ya que al contar las plantas con raíz completa y bien desarrollada, la planta podrá tener al trasplante mayor capacidad de arraigo así como trabajar rápidamente con una mayor absorción de nutrientes, las raíces incompletas solo trabajan parcialmente ya que destinarán energía en hacer crecer su raíz (Infoagro, 2011). A lo anterior Valenzuela (2003) señalan que una de las ventajas de las plántulas se trasplantan en cepellón es que se evita el “adormecimiento” que ocurre en trasplantes a raíz desnuda. También destaca que el manejo adecuado de los almácigos ofrece la posibilidad de obtener plántula de calidad, con características deseables, tales como sana, vigorosa, con sistema radical bien desarrollado, hojas de buen tamaño y coloración, que esté disponible para replantar cuando se requiera, confiable para un rápido establecimiento en el campo, libre de plagas, tolerante a cambios ambientales y que su tamaño y desarrollo sean homogéneos

Una raíz débil también será propensa a contagio por parte de microorganismos patógenos como; *Fusarium*, *Alternaria solani*, *Phytophthora* por mencionar algunos (Rodríguez, 2011).

Cabe mencionar que el T1 logro un valor de CE mayor que el T3, pero no fue suficiente para superarlo. Si ambos tratamientos fueron similar, incluso el T1 logro mejorar las características fisicoquímicas que el T3, nos hace pensar que la tierra de mezquite provoca una diferencia entre ambos ya que en este caso realizó una función en beneficio del crecimiento y desarrollo de raíces. Esta pudo deberse a la presencia de fósforo o a un menor balance de nutrientes. M. V. (2003) indica que las diferentes concentraciones de fosforo mejora la entrada y salida de la humedad, también logra un desarrollo en la parte aérea, mayor altura y peso seco, en cuanto a la raíz esta se destacó

por ser más fina y larga, con un porcentaje bueno lo que provocando una mayor absorción de nutrientes.

Otros fundamentos para recomendar el T3 en la producción de plántula de brócoli y coliflor es el costo económico que fue de un costo de $\text{¢}18$ menos, que si bien resulta un ahorro pequeño, en el caso de que su uso se en cantidades grandes de charolas a siembra puede ser significativo.

El hecho de usar un menor volumen de peat moss es desde el punto de vista de dependencia tecnológica, muy relevante ya que este producto es importado desde Canadá, principalmente, lo que indica además una salida de recursos económicos del país. Por su parte, el uso de tierra de mezquite se colecta en un área de producción con un costo mucho menor, sin embargo se debe coleccionar en consideración de no sobre explotar ya que el mantillo que se forma alrededor de los árboles de mezquite cumple una función importante para este ecosistema, aportando materia orgánica y nutrientes. Su uso se debe hacer de una manera racional evitando el sobre explotación de este recurso natural. Actualmente se ha reportado en Morelos, México problemas con el uso irracional de la tierra de hoja extraída de los cerros aledaños a la zona por productores de plantas ornamentales (Guerrero, 2005).

En el cultivo del repollo los T1 y T3 presentaron propiedades fisicoquímicas y agronómicas similares, superiores al T2. Sin embargo, no podemos recomendarlos en la producción de plántula por presentar solo el 89% de planta con cepellón completo, ya que a nuestro juicio un lote de plántulas debe ofrecer el 100% de plantas con raíz completa.

En cuanto al T2 se observan propiedades fisicoquímicas con valores muy críticos destacándola CE que fue de 8.2 dS cm^{-1} , lo que es excesivamente alto y sin duda provocó el poco desarrollo de raíces aunado a un pH de 7.3, valores de porosidad total, capacidad de aireación y capacidad de retención de agua menos idóneos que lo obtenido por los otros tratamientos.

Cabe mencionar que el efecto del T2 en las unidades SPAD, ya que fue significativamente mayor a los T1 y T3 en brócoli y repollo. Esta unidad se relaciona con el contenido de clorofila de las hojas y con el contenido de nitrógeno total (Mendoza, 1998). Sin embargo, no se observa ventaja alguna en las variables

agronómicas, quizá el efecto de sales pudo haber reducido cualquier efecto benéfico en la plántula.

Según Castellanos *et al.* (2008), el rango de pH para el desarrollo en los tres cultivos es de 6 a 7.5, por lo tanto se tiene que los tres mezclas propician dichas condiciones. Sin embargo, los valores más ácidos crearán una mejor solubilización y absorción de nutrientes. Esto es otra causa más a favor de los tratamientos 1 y 3, y en contra del T2.

Por otro lado, las dosis de 20% de lombricomposta, si bien se recomienda en brócoli y repollo, esta debe ser revisada por su alto contenido de sales solubles que contiene (5.5 dS m^{-1}) el cual al mezclar con peat moss logra tener un valor de 3.45 dS m^{-1} (límite de daño en planta adulta), y en combinación con la tierra de mezquite fue de 8.2 dS m^{-1} y con mezcla fue de 5.66 dS m^{-1} . En este estudio, es posible que el riego continuo y las características físicas de cada uno de los tratamientos aminoraran el contenido de sales, ya que se provocó un lavado del sustrato reduciendo el contenido de las sales (Sonneveld, 2010).

Márquez *et al.* (2008) mencionan que los sustratos elaborados con mezclas de composta más sustratos inertes con un 10% de composta mezclado con otro sustrato aumenta la producción en cuanto al desarrollo de la planta así como a su producción, sin embargo suele aumentar ligeramente el contenido de sales en el sustrato sobre todo si este se encuentra seco.

Por último se observó que el T1 superó al T3 en las propiedades fisicoquímicas: porcentaje de porosidad total, capacidad de aeración, capacidad de retención de agua, pH y CE. Pero el T3 fue superior al T1 en la variable de porcentaje de plántula con extracción de cepellón completo. Si la única diferencia entre ambos sustratos es la tierra de mezquite, consideramos que esta pudo tener un efecto sobre la raíz mejorando el balance nutricional y una mejor aportación de fósforo (ecoSorb, 2011).

Informaciones Agronómicas (2010), señala que la presencia de fósforo en los sustratos incrementa el crecimiento de raíces y de la parte aérea, lo que indica la máxima fijación de N., mientras que Rincón (2003) indicó que la presencia de fósforo incrementa el tamaño de planta, la longitud radicular y por consiguiente el peso seco radicular. Debido a una relación Ca:P de 10:1, por lo tanto la presencia de fósforo es de suma importancia para el desarrollo de la plántula teniendo un efecto positivo en la simbiosis.

En general hay que considerar que el objetivo del mismo es proponer la utilización de sustratos que tengan un bajo impacto económico, siempre y cuando el que se recomiende no sea sobre explotado ya que a su vez este se puede suplir por otro que se encuentre en la misma zona.

Osa Busto (2011) determinó que el objetivo que su utilización es generar un desarrollo uniforme lo que garantice la mayor supervivencia de la plántula antes y después del trasplante, generando una estabilidad tanto física como química para la planta. Así como una mayor masa radicular, esto mediante la producción con el más bajo impacto ambiental mediante la utilización de sustratos ecológicos y renovables. Tomando en cuenta aspectos que ayudaran a que sea más sustentable su utilización:

- ✓ Deberá ser rentable
- ✓ Deberá ser disponible
- ✓ Un bajo impacto ambiental
- ✓ El costo que implica su utilización
- ✓ Disminuir la dependencia de importación del exterior.

Pastor (1999) el manejo adecuado de un sustrato en la producción de plántulas, es más importante que sus propiedades, ya que un sustrato puede comportarse de manera muy deficiente si no se maneja adecuadamente, mientras que un sustrato inadecuado puede obtener producciones adecuadas si su manejo es el adecuado.

CONCLUSIONES

En cuanto a la caracterización física y química de las mezclas de sustratos se concluye lo siguiente:

Porosidad total. El tratamiento 1 (80 % peat moss + 20 % lombricomposta) fue el más cercano al valor ideal con un 80% de porosidad total. El T2 (80 % tierra de mezquita + 20 % lombricomposta) tuvo un porcentaje de porosidad fue del 66% y el T3 (40 % peat moss + 40 % tierra de mezquite y 20 % lombricomposta).

Capacidad de aireación. El T1 logró tener una capacidad de aireación del 25%, valor que se encuentra dentro del rango óptimo. El T2 logró un porcentaje de aireación de 16% y el T3, al igual que el T1, obtuvo un 25%.

Capacidad de retención de agua. El T1 tuvo una capacidad de aireación del 55.2% valor que se encuentra dentro del rango óptimo, los T2 y T3 obtuvieron por igual una capacidad de retención de agua del 50%.

pH. El T1 tuvo un pH de 6.53 (dentro de lo ideal), el T2 obtuvo un valor elevado con 7.31, el T3 obtuvo un pH 6.42.

Conductividad Eléctrica. El T1 tiene una CE de 3.45 dS m^{-1} , el T2 con 8.2 dS m^{-1} , este valor sobrepasa el nivel óptimo, el T3 la CE es de 5.66 dS m^{-1} . Todos rebasaron el valor ideal que es de $< 1.5 \text{ dS cm}^{-1}$.

En cuanto a la evaluación del efecto de tres mezclas de sustratos en la producción de brassicas se obtuvo:

Para la producción de plántula de brócoli y coliflor se tiene como mejor mezcla al T3, ya que si bien fue similar al T1 en las propiedades físicas y agronómicas, este tratamiento logró el 100% de plántulas con cepellón completo en ambos cultivos. Otro fundamento para recomendar el T3 con respecto al T1 es el haber obtenido un costo de producción de $\$ 18$ menos.

En el cultivo del repollo los T1 y T3 presentaron propiedades fisicoquímicas y agronómicas similares, superiores al T2. Sin embargo, no podemos recomendarlos en la producción de plántula por presentar solo el 89% de planta con cepellón completo, ya que a nuestro juicio un lote de plántulas debe ofrecer el 100% de plantas con raíz completa.

Por último el valor económico por charola de las mezclas fueron: T1 \$4.0, T2 \$3.62, y T3 \$3.82.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar diferentes materiales locales que poseemos para determinar la capacidad del mismo para ser utilizado como sustrato alternativo, en base al costo que implica su utilización y mínimo efecto sobre el medio ambiente.
2. Evaluar dosis distintas de sustratos previamente para establecer las posibles combinaciones que beneficien la producción de plántula de cierto cultivo de interés.
3. Evaluar las características fisicoquímicas del mismo, así como las agronómicas deseables ya que ambas determinan la calidad de la plántula así como el producto final.
4. Efecto de las sales en la producción de plántula puede ser mínimo, por tanto es de suma importancia tomar en cuenta que tipo de cultivos son tolerantes y cuáles no, para determinar qué tipo de mezclas pueden ser afines con la combinación de pequeñas dosis de lombricomposta.
5. Evaluar los diferentes sustratos alternativos en base al costo que implica su utilización.

REVISIÓN DE LITERATURA

- Abad, M. (1993). Sustratos para el cultivo en suelo: inventario y características. In: Curso superior de especialización sobre cultivos sin suelo F. Canovas y J. R. (eds), pp 63-80.
- Alcazar O. Juan Carlos. (Online) 2011. Manual básico, Producción de hortalizas, disponible en; http://www.utn.org.mx/docs_pdf/novedades/MANUAL_HORTALIZAS_PESA_CHIAPAS_2010.pdf (Consultado 2011, febrero 16).
- BallSeed. (Online) 2011, Recomendaciones Generales para Producción de Plántulas. Disponible en; <http://www.faxsa.com.mx/semflor1/seaaa10.htm>. (Consultado 2011, enero 26).
- Chávez Noel, Et al, 2008. Desinfección de suelos y sustratos en la agricultura. México, editorial Universidad Autónoma de Chapingo, pp 9-28.
- Canadian Sphagnum Peat Moss. (Online) 2011. Sustentable peatland management. Disponible en; <http://www.peatmoss.com/index.php> (Consultado 2011, febrero 14).
- Castellanos, J. Z. (2003). Los sustratos en la producción hortícola bajo invernadero. In; Memorias en CD de curso internacional de producción de tomate en invernadero. Eds. INTAGRI, Cuernavaca, Morelos, México.
- Castellanos, J. Z. y P. Vargas. 2008. Los sustratos en la horticultura protegida. In: Manual de producción de tomate en invernadero. Editor J. Z. Castellanos. INTAGRI, México.
- De Santiago, 2009. Si importas. In: Productores de hortalizas. Año 18, No. 4 de Abril. 2009. Ed. Meister media. Disponible en www.fertilizantes.org www.hortalizas.com/viewpoints/expressionwall. (Consultado 2011, Febrero 1).
- Diaz Serrano, F. R., P. Sánchez García, M. Sandoval Villa R. Quintero Lizaola, M. Soto Hernández y A. Martínez García. 2006. Fenólicos solubles en sustratos de paja de trigo y su efecto en plántulas de brócoli. *Tierra latinoamericana* 24. 327 – 335.

- ecoSorb (2011). Tierra de hoja, disponible en; <http://www.tauern.cl/areaJardin/linea/fichas/TIERRADEHOJA.pdf> (Consultado, Marzo 3).
- Feliú, J. y Olguin Y. 2006. Una propuesta de desarrollo sustentable para la región huasteca del estado de San Luis Potosí. Ed. Trillas, México. pp 8 – 12.
- Figueroa Castillo. 2005. Producción de plántulas de hortalizas en invernadero. In: De riego. Especial invernaderos. pp 34 – 39.
- Guerrini A, RM Trigueiro. (Online) 2004. Atributos físicos y químicos de substratos compuestos por biosólidos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa. Disponible en; <http://www.scielo.cl/scielo.php>.(Consultado 2011, enero 25)
- Guerrero B. (2005). Instituto nacional de ecología, problemáticas ambientales del estado de Morelos. Disponible en; <http://www2.ine.gob.mx/>. (Consultado, Marzo 3)
- Heaef Van, *et al.*, 1982. Manual para la Educación Agropecuaria, Producción Vegetal, edit. Trillas, 112p
- Harris Moran, Seed Company. (Online) 2011. Catálogo de productos. Disponible en; <http://www.harrismoran.com>. (Consultado; 2011, Febrero 2).
- Hortalizas (Online) 2006. Productores de Hortalizas, disponible en, <http://www.hortalizas.com/pdh> (consultado 2011, febrero 17).
- Ingeniería y Consultoría Ambiental para el Desarrollo Rural. (Online), 2011. Disponible en; <http://icaader.awardspace.com/index.php?idmenu=3>. (Consultado; 2011, Enero 26).
- Informaciones agronómicas (2010). Efecto del fosforo en la fijación de nitrógeno. Disponible en; <http://www.ipni.net> (Consultado, Marzo 3).
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de San Luis Potosí. (Online) 2002. Disponible en; <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/sanluispotosi/municipios/24001a.htm> (Consultado; 2011, enero 12)
- Koranski S. (Online) 2011, Recomendaciones Generales BallSeed para Producción de Plántulas; Iowa State University. Disponible en; <http://www.faxsa.com.mx/semflor1/seaaa10.htm> (Consultado 2011, enero 25).

- Márquez H. *et al* (2008). Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. *Agric. Téc. México* 34 (1) 69 -74.
- Mendoza R. (1998). Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en Tomate mediante un medidor portátil de clorofila. Disponible en; <http://redalyc.uaemex.mx> (consultado, Marzo 3)
- M. V. (2003). Efecto del fosforo de un efluente cloacal sobre la morfología interna y externa *Eichhornia crassipes* en un humedal artificial. Disponible en, http://www.limnetica.com/Limnetica/limne24b/L24b263_fósforo_Eichhornia_humedal_artificial.pdf (Consultado, Marzo 3).
- Olivares S. E. 1996. Paquete de diseños experimentales FAUNAL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía de la UANL. Marín, N.L., México.
- Osa Busto Frankys Maikel. (Online) 2011. Experiencia con el sustrato de coco como una opción para el viverismo de los cítricos y otros frutales en México. Disponible en: <http://www.conciver.com> (Consultado 2011, febrero 17).
- Pastor Sáez J. N. (1999). Utilización de sustratos en viveros. *Terra*, vol. 17, núm. 3. Pp 2314 – 235.
- Rincón J. José, Gallardo Yessica, Leal Monica y Rojas Yubisay. (Online) 2003. Efecto de la relación calcio:fósforo en el suelo sobre el crecimiento y nodulación de plantas. Disponibl en; <http://www.losmedicamentos.net/articulo/efecto-de-la-relacion-calciofosforo-en-el-suelo-sobre-el>. (Consultado, Marzo 3).
- Rodríguez K. (2011). Estudio de la incidencia de los principales patógenos en suelos agrícola. Disponible en; <http://www.todopapa.com.ar/pdf>. (Consultado, Marzo 3).
- Rodríguez Ortiz Juan Carlos, Rodríguez Fuentes Humberto, Loredó Osti Catarina, Alcalá Jáuregui Jorge Alonso (2008). Sustratos alternativos para la producción hortícola, Editorial Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, S.L.P., México, 82p.
- Turchi A. (2001). Guía Práctica de horticultura, España, Edit. CEAC. S.A. pp 5-6.
- Schauenburg. I. 2006. Humus, its structure and role in agriculture and environment Symposium humus et plant. Editorial Media. California. pp 8-10
- Seminis . (Online) 2001. Catalogo de productos, disponible en; <http://www.seminis.com>. (Consultado; 2011, Febrero 2).

- Slideshare. (Online) 2011. Producción de plántulas de Hortalizas, disponible en;
<http://www.slideshare.net/luisdi/produccion-de-plntulas-de-hortalizas>.
(Consultado 2011, enero 31).
- Sonneveld C. (Online) 2010. La salinidad en cultivos sobre sustratos. Disponible en;
<http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/44049-La-salinidad-en-cultivos-sobre-sustratos.html>. (Consultado, Marzo 3)
- Veo verde. (Online) 2010. Brassicas, plantas para todos los gustos, disponible en;
<http://www.veoverde.com/2009/04/brassicas-plantas-para-todos-los-gustos>
(Consultado 2011, febrero 16)
- Valenzuela L. (2003). Producción de plántulas, UAS. Disponible en;
<http://www.horticultivos.com/component/content/article/49-front-page/247-seleccion-de-semillas-para-la-produccion-de-plantulas>. (Consultado, Marzo 3)
- Villa Issa Manuel R. *et al*, 2008, ¿Qué hacemos con el campo mexicano?, Editorial Mundi-prensa, México, pp 121 -124.