

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Departamento de Producción Agrícola y Animal
Licenciatura en Agronomía

Informe Final de Servicio Social Legal:

Evaluación de sustratos alternativos para la producción de plántula de lechuga (*Lactuca sativa*), brócoli (*Brassica oleracea*), coliflor (*Brassica oleracea* var. botrytis) en el Estado de Puebla.

Prestador de Servicio Social:

Sánchez Armendáriz Jorge

Matrícula 203345215

Asesor Interno:

Ing. Armando Medrano Valverde

Número Económico: 13211

Lugar de Realización

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco

Fecha de inicio y término

15 de agosto del 2011 al 15 de febrero del 2012

Índice

Resumen.....	2
Introducción.....	3
Marco Teórico	4
Propiedades de sustratos para plantas.....	4
Porosidad.....	4
Densidad.....	4
Estructura	4
Reactividad Química.....	5
Químicas.....	5
Físico-químicas.....	5
Bioquímicas	5
Propiedades Biológicas	5
Velocidad de descomposición	5
Características del sustrato ideal	6
Propiedades físicas	6
Propiedades químicas	6
Características de los sustratos a utilizar	7
Peat-moss.....	7
Corteza de pino (aserrín).....	7
Médula de caña	8
Objetivo general y específicos.....	8
Objetivos específicos.....	8
Metodología utilizada.	8
Actividades realizadas.....	11
Objetivos y metas realizados.....	13
Resultados, discusión y conclusiones	13
Recomendaciones.....	21
Literatura citada.....	22

Resumen

El trasplante como método de establecimiento de cultivos es un componente importante en los sistemas de producción de hortalizas. Para poder llevar a cabo de manera exitosa esta parte del proceso es necesario contar con plántulas sanas, de alta calidad y vigor, ya que con esas características tendrán la capacidad de continuar su desarrollo y expresar su potencial productivo cuando se establezcan en el campo. Sin embargo, esa capacidad de desarrollo depende del correcto funcionamiento de sus estructuras desarrolladas durante la germinación y emergencia en la etapa de producción de plántula. En la producción de plántulas de hortalizas existen factores como la humedad, la temperatura, la aireación, la luz y la disponibilidad de nutrimentos que influyen sobre su calidad. Se realizó una evaluación agronómica para la producción de plántula de hortalizas (lechuga, brócoli y coliflor) establecidos en diferentes sustratos, en el Estado de Puebla en la zona productora de Cuapixtla de Madero, bajo condiciones de casa sombra en el periodo de 15 de agosto del 2011 al 15 de febrero del 2012, en charolas de unicel de 200 cavidades, con tres sustratos, aserrín al 100%, mezcla de médula de caña y aserrín al 50-50 y peat moss al 100%. Se evaluaron los días a emergencia, los porcentajes de germinación, uniformidad de plántula, hojas verdaderas y crecimiento radicular. El sustrato de aserrín mostró un comportamiento de bajos parámetros evaluados como: menos germinación, mayor tiempo para emergencia, menos crecimiento radicular y más días para poder cosechar la plántula, la mezcla de médula de caña y aserrín 50-50% presentó mejores cualidades del aserrín en germinación, emergencia, hojas verdaderas y días a cosecha de plántula. El mejor sustrato fue el "peat moss" las plántulas presentaron mejores parámetros evaluados como menos días a emergencia, mayor porcentaje de germinación, mejor uniformidad y mayor crecimiento radicular. Se propone el uso de este sustrato aunque es más caro adquirirlo, se tendrían ahorros considerables, al permitir a la planta germina más rápido y en mayor porcentaje, homogénea, nos da buena aireación en la raíz, una absorción de nutrientes y su almacenamiento de los mismo, la plántula se desarrolla de manera más rápida y acortando los días de cosecha, para genera un ahorro en fertilizante, riego y mano de obra, teniendo buenas plántulas en menos tiempo, para poder satisfacer las necesidades de los productores.

Introducción

El uso de sustratos provenientes de turbas es común en la producción de plántula de jitomate. Por lo regular son mezclas de diferentes productos que tienden a mejorar las características físicas y químicas del mismo, con el fin de brindar a la planta un medio óptimo para su desarrollo. A nivel comercial las turbas presentan un problema referido con el conocimiento de sus características, las cuales no son proporcionadas por el proveedor, además de su alto costo y la baja disponibilidad en el mercado.

El sustrato tiene cuatro funciones importantes (Rodríguez, 2004):

- Proveer de agua suficiente a la plántula,
- Suministrar los nutrimentos necesarios para el buen crecimiento y desarrollo de la plántula,
- Permitir el buen intercambio gaseoso entre el sustrato y el sustrato y
- Servir como soporte físico a la plántula.

Actualmente en México, la agricultura se orienta al logro de altos rendimientos y calidad al menor costo, para lo cual se necesita semilla con excelentes características genéticas.

Proporcionar las condiciones óptimas para el desarrollo de la plántula es fundamental para garantizar la calidad y sanidad de la planta hasta la etapa de producción (Soto y Roldan, 2002).

Uno de los factores más importantes en la producción de lechuga es el tipo de sustrato empleado. En la selección del sustrato se deben considerar las características físicas (Blok y Wever, 2008), químicas (Pastor, 1999) y biológicas, 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) como son la presencia de pequeños reservorios de agua y dificultar el drenaje (Fonteno, 1993).

En los últimos años se ha considerado el *Sphagnum* (peat-moss) como el material más utilizado para sustrato en la producción de plántula de hortalizas por el hecho de que este material proviene de fuentes naturales con un lento proceso de renovación y se puede conseguir diferentes tipos de peat-moss, con diferentes concentraciones de nutrimentos, específicamente Ca y Mg (Molina, 2006).

En el presente trabajo se evaluó el uso de diferentes sustratos (médula de caña, aserrín y peat-moss) para la producción de plántula de hortalizas (lechuga, brócoli, coliflor).

Marco Teórico

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (Fuentes, 1999).

Por lo tanto, bajo la denominación de sustrato pueden entrar diferentes formulaciones. Comercialmente existen diferentes presentaciones como: sustrato universal, especial para plantas de interior, especial para plantas de exterior, para cactus y otros (Fuentes, 1999).

Propiedades de sustratos para plantas.

Porosidad

La porosidad es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85%, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones.

La porosidad debe ser abierta, pues la porosidad ocluida, al no estar en contacto con el espacio abierto, no sufre intercambio de fluidos con él y por tanto no sirve como almacén para la raíz. El menor peso del sustrato será el único efecto positivo. El espacio o volumen útil de un sustrato corresponderá a la porosidad abierta.

El grosor de los poros condiciona la aireación y retención de agua del sustrato. Mientras en unos son ocupados por el agua otros lo estarán por el aire. El equilibrio aire/agua es muy importante ya que influye en la frecuencia de riego (Fuentes, 1999, Pastor, 1999).

Densidad

Hay dos formas de expresar la densidad de un sustrato. La densidad aparente, se define como la masa contenida en la unidad de volumen, incluyendo el volumen ocupado por los poros. La densidad real es la densidad de las partículas sólidas del sustrato (Fuentes, 1999, Pastor, 1999).

Estructura

La estructura es otra de las propiedades de un sustrato y puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilares. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente, pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas.

Reactividad Química

La reactividad química es la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que alimenta las plantas a través de las raíces. Esta transferencia es recíproca entre sustrato y solución de nutrientes y puede ser debida a reacciones de distinta naturaleza:

Químicas

Se deben a la disolución e hidrólisis de los propios sustratos y pueden provocar efectos fitotóxicos por liberación de iones.

- Efectos carenciales debido a la hidrólisis alcalina de algunos sustratos que provoca un aumento del pH y la precipitación del fósforo y algunos microelementos.
- Efectos osmóticos provocados por un exceso de sales solubles y el consiguiente descenso en la absorción de agua por la planta.

Físico-químicas

Son reacciones de intercambio de iones. Se dan en sustratos con contenidos en materia orgánica o los de origen arcilloso (arcilla expandida) es decir, aquellos en los que hay cierta capacidad de intercambio catiónico. Estas reacciones provocan modificaciones en el pH y en la composición química de la solución nutritiva por lo que el control de la nutrición de la planta se dificulta.

Bioquímicas

Son reacciones productoras de la biodegradación de los materiales componentes en el sustrato.

Se producen sobre todo en materiales de origen orgánico, destruyendo la estructura y variando sus propiedades físicas. Esta biodegradación libera CO₂ y otros elementos minerales por destrucción de la materia orgánica (Fuentes, 1999).

Propiedades Biológicas

Los microorganismos compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes. También pueden degradar el sustrato y empeorar sus características físicas de partida. Generalmente disminuye su capacidad de aireación, pudiéndose producir asfixia radicular. Así las propiedades biológicas de un sustrato se pueden concretar en (Soto y Roldan, 2002)

Velocidad de descomposición

La velocidad de descomposición es función de la población microbiana y de las condiciones ambientales en las que se encuentre el sustrato. Esta puede provocar deficiencias de oxígeno y de nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. La disponibilidad de compuestos biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas) determina la velocidad de descomposición (Soto y Roldan, 2002).

Efectos de los productos de descomposición.

Muchos de los efectos biológicos de los sustratos orgánicos se atribuyen a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son los productos finales de la degradación biológica de la lignina y la hemicelulosa. Una gran variedad de funciones vegetales se ven afectadas por su acción (Soto y Roldan, 2002).

Actividad reguladora del crecimiento.

Es conocida la existencia de actividad por parte de las auxinas en los extractos de muchos materiales orgánicos utilizados en los medios de cultivo (Soto y Roldan, 2002).

Características del sustrato ideal

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc. Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plántulas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo:

Propiedades físicas

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

Propiedades químicas

- Reactividad química es la baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente.
- Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- Baja salinidad.
- Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.
- Mínima velocidad de descomposición (Fuentes, 1999.).

Características de los sustratos a utilizar

Peat-moss

La turba o peat-moss es un material orgánico compacto, de color pardo oscuro y rico en carbono. Está formado por una masa esponjosa y ligera en la que aún se aprecia los componentes vegetales que la originaron. Tiene propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se emplea como combustible y en la obtención de abonos orgánicos.

La formación de la turba constituye la primera etapa del proceso por el que la vegetación se transforma en carbono mineral. Se forma como resultado de la putrefacción y carbonización parcial de la vegetación en el agua ácida de las turberas. La formación de las turberas es relativamente lenta como consecuencia de una escasa actividad microbiana, debida a la acidez del agua o a la baja concentración de oxígeno. El paso de los años va produciendo una acumulación de turba que puede alcanzar varios metros de espesor, a un ritmo de crecimiento entre medio y diez centímetros cada cien años. La composición de la turba es la siguiente: Carbono: 59%, Hidrógeno: 6%, Oxígeno: 33% y Nitrógeno: 2% (Fuentes, 1999, Pastor, 1999).

Hay varios tipos de turbas que se pueden clasificar en dos grupos: turbas rubias y negras.

Las turbas claras o café clara, tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas. Las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor contenido de materia orgánica. La turba en estado fresco alcanza el 98% de humedad, una vez desecada puede usarse como combustible. La turba también se usa en jardinería para mejorar suelos por su capacidad de retención de agua. Es más frecuente el uso de turbas rubias en cultivos sin suelo, debido a que las negras tienen una aireación deficiente y unos contenidos elevados de sales solubles. Las turbas rubias tienen un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero son muy variables en cuanto a su composición ya que depende de su origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfieren en la nutrición vegetal, al presentar un pH que oscila entre 3.5 y 8.5. Se emplea en la producción ornamental y de plántulas hortícolas en semilleros (Fuentes, 1999, Pastor, 1999).

Corteza de pino (aserrín)

Se pueden emplear cortezas de diversas especies vegetales, aunque la más empleada es la de pino, procede básicamente de la industria maderera. Las cortezas crudas pueden provocar problemas de deficiencia de nitrógeno y de fitotoxicidad. Las propiedades físicas dependen del tamaño de sus partículas, y se recomienda que el 20-40% de dichas partículas sean con un tamaño inferior a los 0.8 milímetros. Es un sustrato ligero, con una densidad aparente de 0.11 a 0.45 g/cm³. La porosidad total es superior al 80-85%, la capacidad de retención de agua es de baja a media, siendo su capacidad de aireación muy elevada. El

pH varía de medianamente ácido a neutro. La capacidad de intercambio catiónico es de 55 meq/100 g (Fuentes, 1999).

Médula de caña

Tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 o 4 veces su peso, un pH ligeramente ácido (6.3-6.5) y una densidad aparente de 200 kg/m³. Su porosidad es bastante buena y debe ser lavada antes de su uso debido al alto contenido de sales que posee (Fuentes, 1999, Pastor, 1999).

Objetivo general y específicos

- Evaluar el uso de diferentes sustratos (médula de caña, aserrín y peat-moss) para la producción de plántula de hortalizas (lechuga, brócoli y coliflor).

Objetivos específicos

- Evaluar los días de emergencia con el uso de cada sustrato en los diferentes cultivos.
- Determinar los porcentajes de emergencia
- Altura de la plántula
- Determinar los días a cosecha de las plántulas en cada variedad.
- Medir el crecimiento radicular de cada cultivo en cada sustrato.

Metodología utilizada.

Se realizó una evaluación agronómica para la producción de plántula de hortalizas (lechuga, brócoli y coliflor) establecidos en diferentes sustratos, en el Estado de Puebla en la zona productora de Cuapiaxtla de Madero, bajo condiciones de casa sombra en el periodo de 15 de agosto del 2011 al 15 de febrero del 2012, en charolas de unicel de 200 cavidades, con tres sustratos aserrín al 100%, mezcla de médula de caña y aserrín al 50-50 y peat moss al 100%.

Se utilizaron semillas de lechuga (*Lactuca sativa*) variedad ruby sky, brócoli (*Brassica oleracea*) variedad tahoe y coliflor (*Brassica oleracea* var. botrytis) cultivar Juno.

Los sustratos evaluados y sus propiedades fisicoquímicas se muestran en el cuadro 1. Cada sustrato se preparó en un área desinfectada, manteniendo la proporción en la distribución de cada materia prima con los sustratos en mezcla. El volteo y homogenización de la mezcla de sustrato se realizó manualmente.

Cuadro 1. Porosidad total, capacidad de retención de agua y densidad de masa de los sustratos empleados en la evaluación agronómica de almácigos de hortalizas.

Material repetición	Preparación	Porosidad Total (%)	Capacidad de retención de agua (%)	Densidad de masa (g/ml)	Materia Prima
TESTIGO	Aserrín	75.92	55.34	0.102	Desperdicio del proceso de acerrado de la madera fermentado.
R2	Aserrín	75.92	55.34	0.102	Desperdicio del proceso de acerrado de la madera fermentado.
R3	Aserrín	75.92	55.34	0.102	Desperdicio del proceso de acerrado de la madera fermentado.
TESTIGO	Médula de caña aserrín -	79.09	66.98	0.373	Bagazo subproducto de la preparación de azúcar y Desperdicio del proceso de acerrado de la madera
R2	Medula de caña aserrín -	79.09	66.98	0.373	Bagazo subproducto de la preparación de azúcar y Desperdicio del proceso de acerrado de la madera
R3	Medula de caña aserrín -	79.09	66.98	0.373	Bagazo subproducto de la preparación de azúcar y Desperdicio del proceso

					de acerrado de la madera
TESTIGO	Peat moss	81.82	53.80	0.091	material orgánico compacto, de color pardo claro hasta oscuro y rico en carbono, tiene propiedades físicas y químicas variables
R2	Peat moss	81.82	53.80	0.091	material orgánico compacto, de color pardo claro hasta oscuro y rico en carbono, tiene propiedades físicas y químicas variables
R3	Peat moss	81.82	53.80	0.091	material orgánico compacto, de color pardo claro hasta oscuro y rico en carbono, tiene propiedades físicas y químicas variables

La unidad de contenedor correspondió a charolas de unigel de 200 cavidades. La siembra se realizó el mismo día para todos los cultivos y en todos los sustratos. Se sembró una semilla por celda. Las condiciones climáticas promedio dentro de la casa sombra fueron de 299,98 $\mu\text{M}/\text{m}^2\text{s}^{-1}$ de radiación fotosintéticamente activa, 38% de humedad relativa y 22,26 °C de temperatura. Para adecuar las necesidades hídricas a la capacidad de retención de agua de

cada sustrato, se calendarizó un programa de riegos (Cuadro 2). El riego del almácigo se hizo con una bomba de espalda de 16 litros. La fertilización se aplicó en el agua de riego y se hizo de manera homogénea para todos los tratamientos y cultivos. El programa de fertirriego incluyó aplicaciones de 25-10-00 en una concentración de 2,5 g/l a los doce, dieciséis y veinte días y aplicaciones de 20-20-20 en una concentración de 2,5 g/l a los seis, 16, 20, 24, 28, 20 y 32 días.

Cuadro 2. Distribución de frecuencia de riego

Repetición	Sustrato	Número de riegos
TESTIGO	Aserrín	2
R2	Aserrín	3
R3	Aserrín	3
TESTIGO	Medula de caña – aserrín	4
R2	Medula de caña – aserrín	4
R3	Medula de caña – aserrín	4
TESTIGO	Peat moss	5
R2	Peat moss	4
R3	Peat moss	4

Actividades realizadas

La presente investigación se realizó en el municipio de Cuapiaxtla de Madero, Puebla, en la colonia nueva Rosita, en el vivero San José y San Isidro los cuales se dedican a la producción de plántula de hortalizas, se usaron tres sustratos para producción de plántula de hortalizas tomando como testigo la forma de producción de la zona, teniendo a la médula de caña y el peat-moss como alternativos, se realizó una siembra con cada sustrato en cada cultivo (lechuga, brócoli y coliflor) con sus dos respectivas repeticiones de cada uno, para medir parámetros como germinación, emergencia, uniformidad, crecimiento de la plántula, crecimiento radicular, días a cosecha de las plántulas y las evaluaciones se realizaron de acuerdo al grado de desarrollo del cultivo. Dio inicio con la siembra de una semilla por cavidad en charolas de unicel, las cuales fueron debidamente lavadas y desinfectadas (ya que se tomaron las que se ocupan en el vivero, para tener las mismas condiciones de sanidad), para cada variedad y cada testigo, así como sus dos repeticiones realizadas en las mismas fechas, se realizó la supervisión a los 3 y 4 días de haber sembrado, para comenzar las evaluaciones de porcentajes de emergencia.

Se realizó el cernido de aserrín que se almacena en una superficie de 3000 m² en las instalaciones del vivero, con un total aproximado de 5000 kg/día. Posteriormente se llevaba al área de siembra, donde se preparaban las charolas germinadoras de unicel, desde el lavado en agua en punto de ebullición

mezclada con cal para su desinfección y poder prepararlas con sustrato de aserrín, para poder sembrar de manera mecanizada.

Una vez sembradas las semillas, se pasaron al área de germinación en una bodega donde tenían buena aeración, y poca luz, para facilitar la emergencia, se supervisaron durante todo el proceso, al germinar, se llevaron al área de casa sombra (cuenta con el 40% de sombra) para permitir una adaptabilidad favorable, no permitir el contacto directo con la luz solar e ir llevando a cabo la adaptabilidad

El riego se realizó al principio sólo con agua, ya que siendo plantas recién emergidas puedan sufrir daños por los componentes de los fertilizantes.

Una vez adaptadas y en crecimiento se procede a la realizar aspersiones con productos preventivos, para evitar daños por hongos y bacterias patógenas, así como insectos.

Cuando la planta presentaba sus primeras hojas verdaderas, se comenzaron los riegos, con fertilizante, cómo se efectúan en el vivero, con fórmula 25-10-00, para lograr desarrollo, tanto radicular y foliar, estos riegos se efectuaban cada tercer día, hasta poder llegar a cosecha de la plántula.

Teniendo la plántula lista para su trasplante a campo se realizaron las evaluaciones de los siguientes indicadores:

Las variables que se evaluaron fueron las siguientes:

Días a emergencia: responde a los días que tardaron en emerger al menos el 50% de las plántulas colocadas en cada charola.

Altura de la plántula: se realizo desde la base del tallo, hasta la última hoja, una vez que estaban listas para trasplante a campo.

Número de hojas verdaderas: se realizo el conteo de las hojas antes de trasplante a campo.

Días a cosecha: el tiempo transcurrido desde la siembra hasta la cosecha, para poder pasar a campo.

Crecimiento radicular: de la base del tallo hasta la punta de última raíz.

Las evaluaciones se realizaron según el grado de desarrollo de cada cultivo y dependiendo a la variable a evaluar, emergencia en los primeros seis días después de la siembra, días a cosecha a los 35 días y crecimiento radicular al ser cosechada de la charola y estar lista la plántula para su trasplante a campo.

Se realizó la capacitación a productores de la zona, con exposición teórica y práctica, sobre la producción de plántula dando el acompañamiento técnico en

todo el proceso, con los tres tipos de sustratos evaluados, en diferentes periodos y diversos temas como:

- Selección de semillas
- Selección de sustratos
- Manejo de sustratos
- Selección de charolas germinadoras
- Manejo agronómico en la germinación
- Control de plagas y enfermedades en el germinador
- Nutrición de plántula
- Riego para sistemas de germinación
- Análisis de costos de producción

La capacitación para la producción de plántula se realizó dos veces por semana en distintas partes del municipio de Cuapiaxtla de Madero, para tratar de satisfacer las necesidades de los productores en el proceso productivo.

También se realizaron actividades de asistencia técnica con los productores, en cuanto a manejo de cultivos, manejo integrado de plagas y enfermedades.

Objetivos y metas realizados.

- Se realizó la evaluación de sustratos alternativos para la producción de plántula de hortalizas en la zona.
- Se mejoró la calidad en la producción de plántulas para satisfacer las necesidades de los agricultores de la zona.
- Se propuso reducir los costos en la producción de plántula de buena calidad.
- Logramos alternativas de producción con el uso de diferentes sustratos que beneficie tanto a los productores de plántulas como a los agricultores.

Resultados, discusión y conclusiones

La evaluación se realizó de manera gráfica, contando con la aceptación de los productores de la zona, como se muestran en la siguiente tabla y posteriormente en sus respectivas graficas:

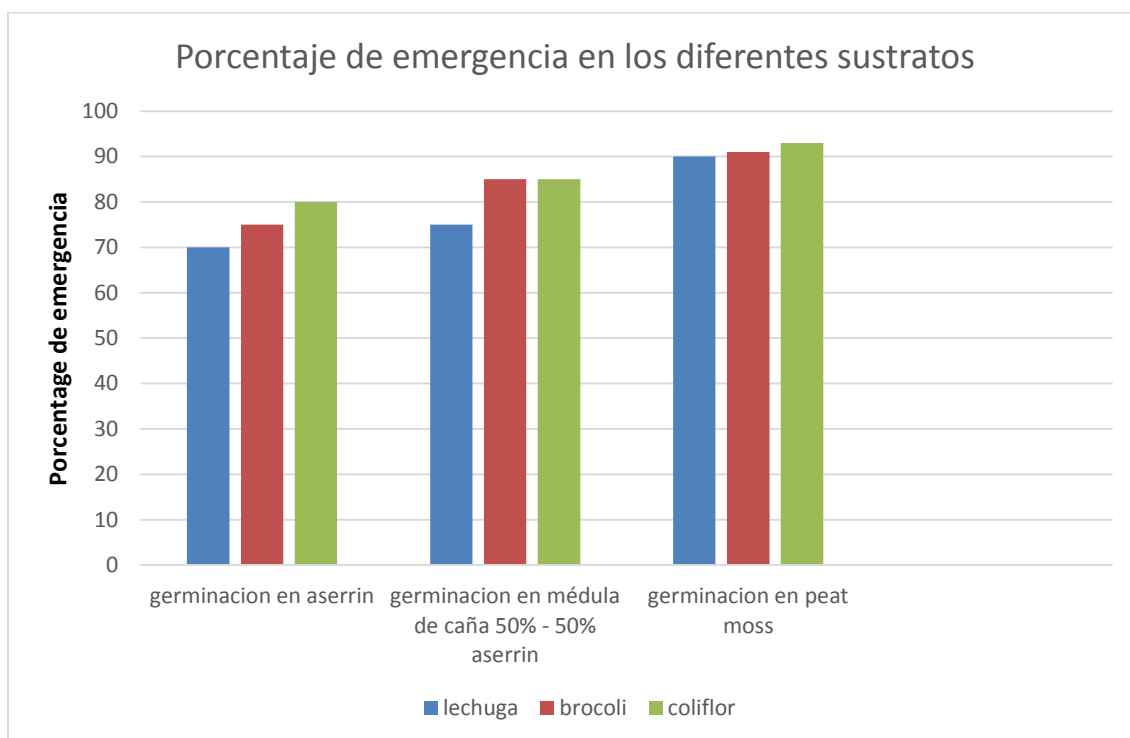
Tabla 1. Variables evaluadas, porcentaje de germinación, emergencia, altura de la plántula, días a cosecha y crecimiento radicular, según la etapa de crecimiento y evaluación realizada.

Cultivo	Sustrato	Días a Emergencia	% de emergencia	Altura de la plántula (cms.)	Número de Hojas verdaderas	Crecimiento radicular (longitud en cms.)

Lechuga	Aserrín 100%	5	70	10	4	4
	R1 Mezcla de médula de caña-aserrín 50-50%	4	73	12	4	5
	R2 peat moss 100%	3	89	14	5	8
Brócoli	Aserrín 100%	6	74	11	3	5
	R1 Mezcla de médula de caña-aserrín 50-50%	5	84	12.5	4	6
	R2 peat moss 100%	4	90	14.5	5	10
Coliflor	Aserrín 100%	5	79	11	5	6
	R1 Mezcla de médula de caña-aserrín 50-50%	4	84	12.5	5	8
	Peat moss 100%	4	92	14	5	12

Porcentajes de emergencia.

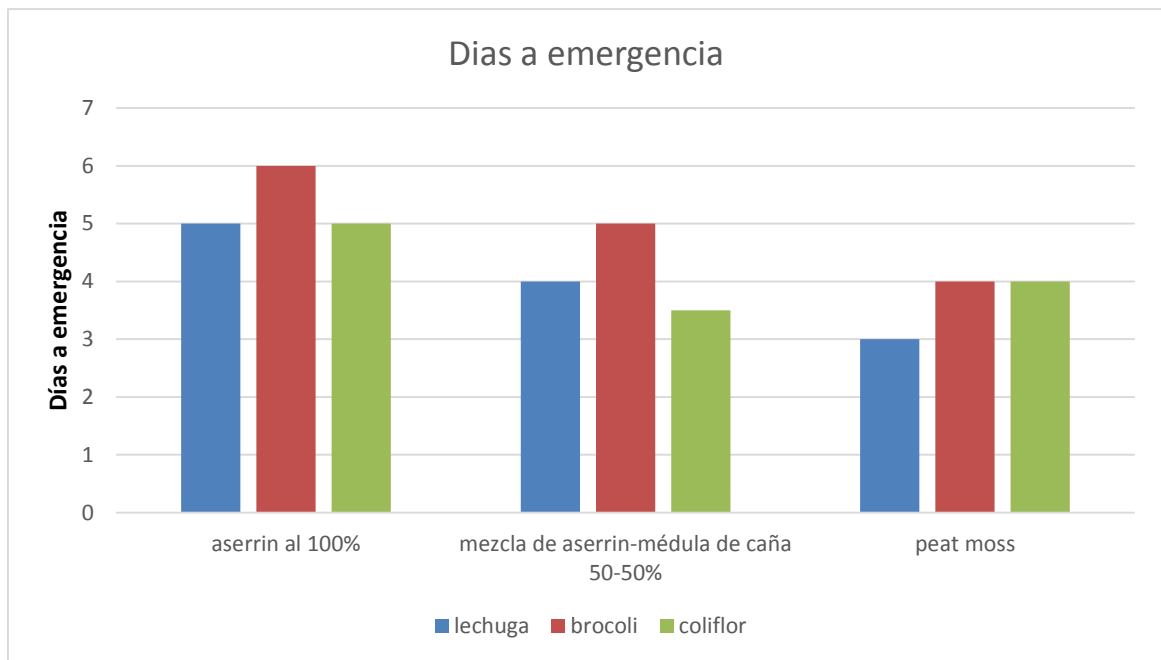
El porcentaje de emergencia de las variedades de brócoli, lechuga y coliflor, se dieron de la siguiente manera con los diferentes tipos de sustrato, una vez que se supervisaban día con día después de su colocación en el área de germinación.



Gráfica.1 Porcentajes de emergencia

Días a emergencia

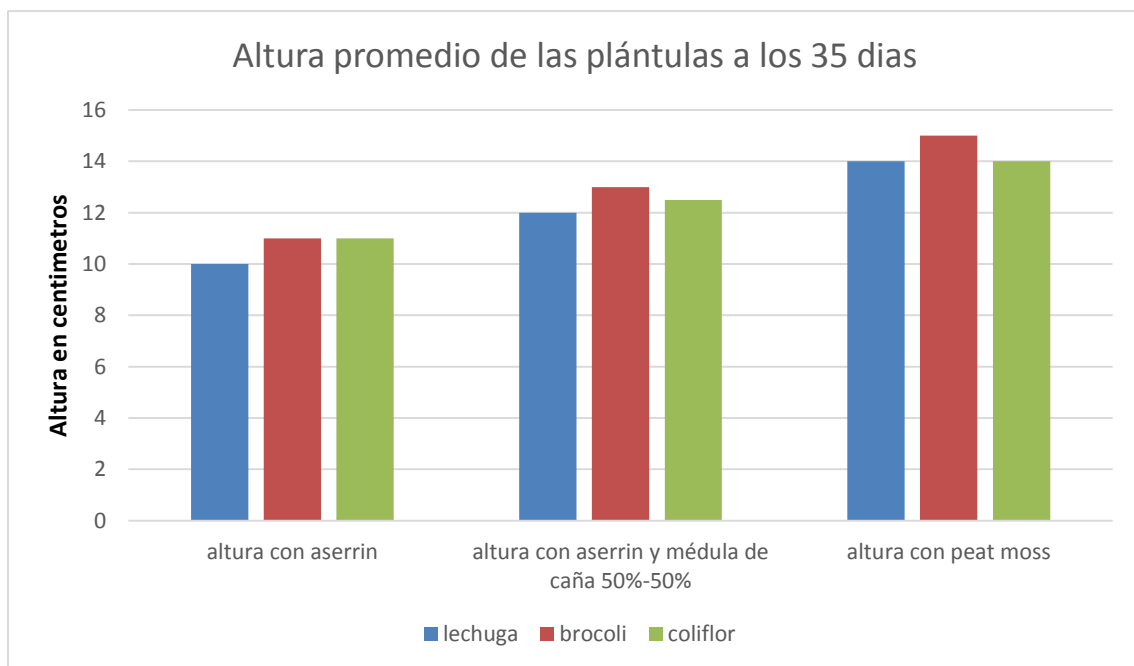
Los días a emergencia de cada variedad en cada tipo de sustrato, se llevaron a cabo con la constante supervisión de las charolas de germinación después de haber sido preparadas y puesta en el germinador, obteniendo los siguientes resultados.



Grafica 2. Días a emergencia.

Altura de plántula

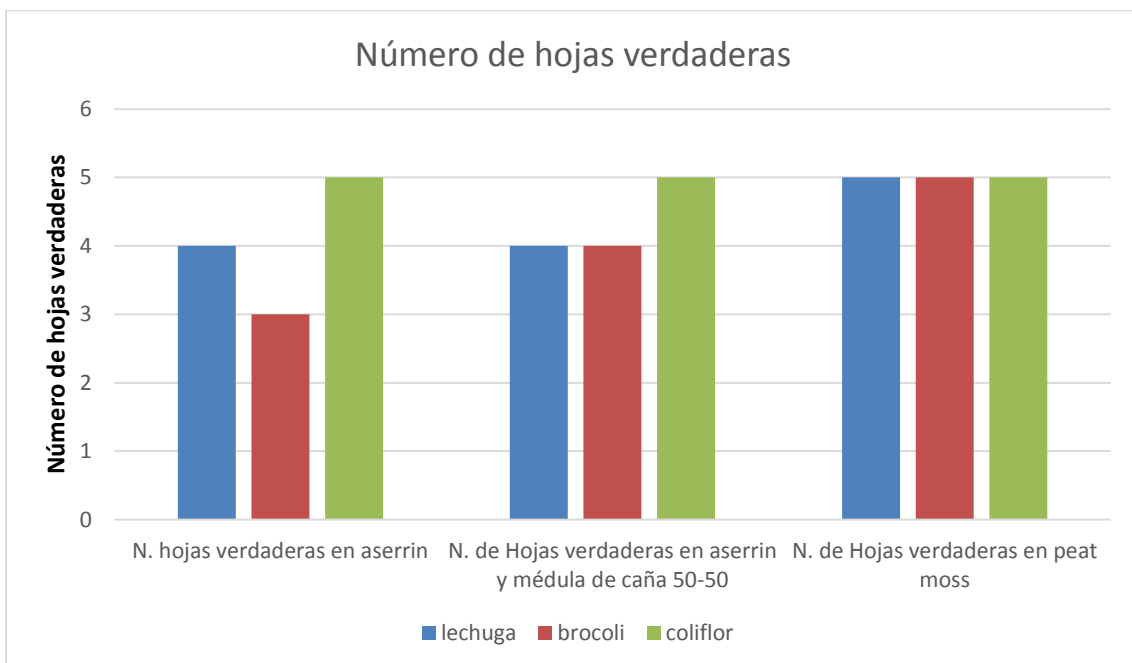
La altura de las plántulas con los diferentes tipos de sustratos se obtuvo, con la colecta y muestra de 10 plantas por charola de cada variedad a los 35 días de su siembra obteniendo los siguientes resultados como se muestra en la siguiente gráfica.



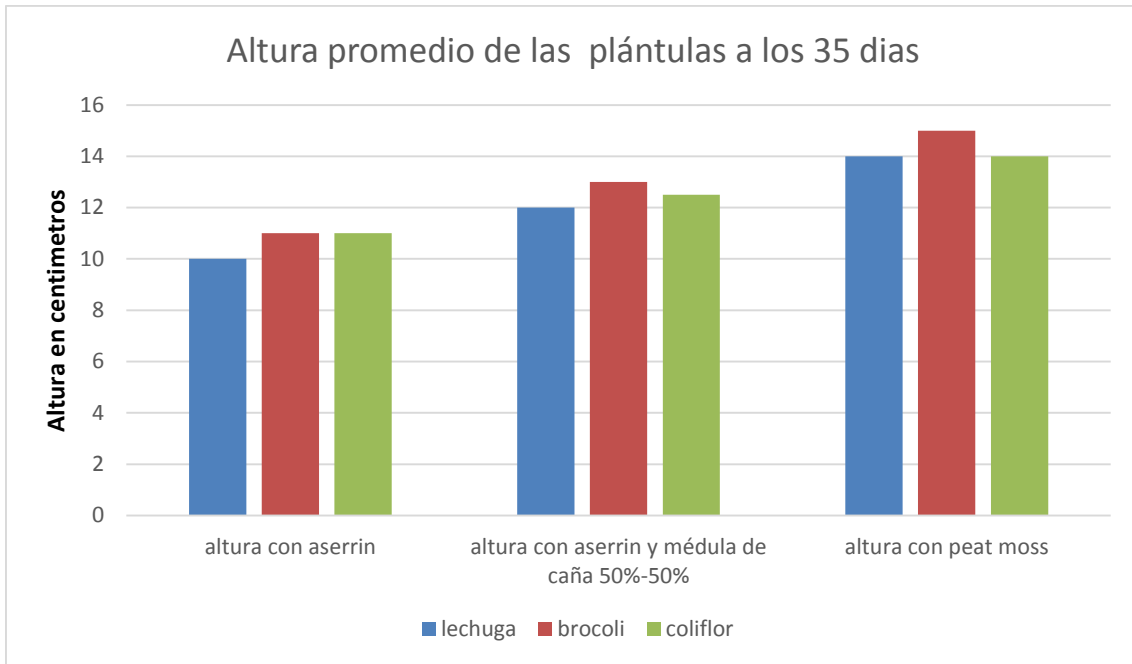
Grafica 3. Altura promedio en cada sustrato.

Días a cosecha de plántula

Los días a cosecha de la plántula se obtuvieron una vez que se han cosechado de la charola y en los cuales los parámetros de medición fueron la altura y número de hojas verdaderas, para poder determinar su cosecha de las charolas y poder ser llevadas a campo para trasplante.



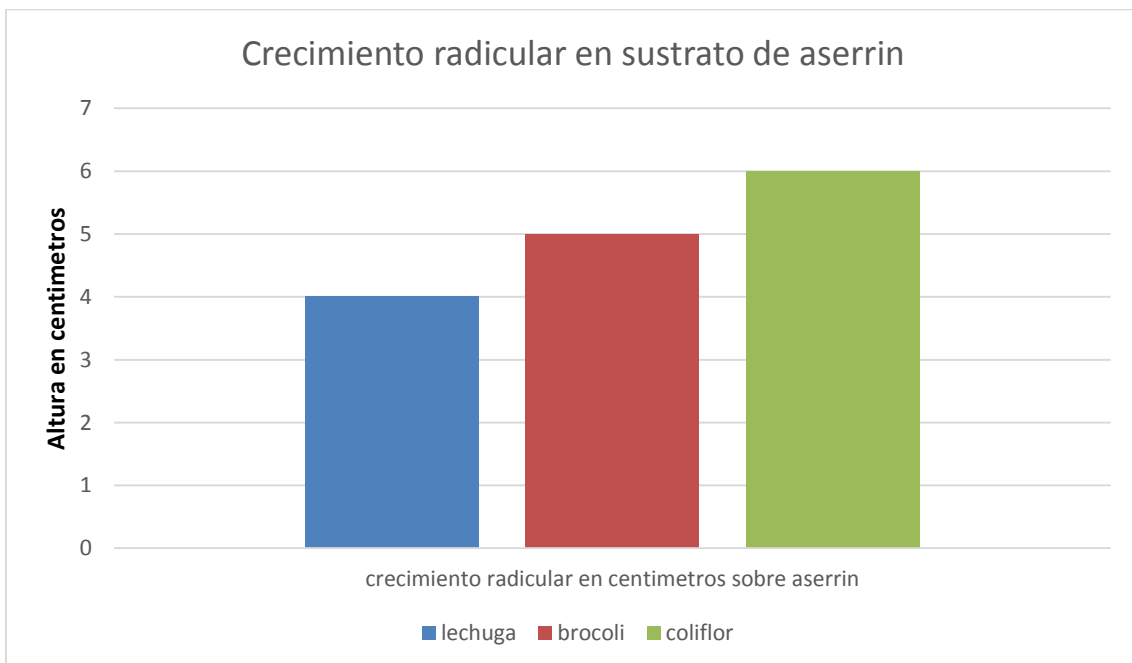
Grafica 4. Hojas verdaderas por sustrato.



Grafica 5. Altura promedio en cada sustrato.

Crecimiento radicular

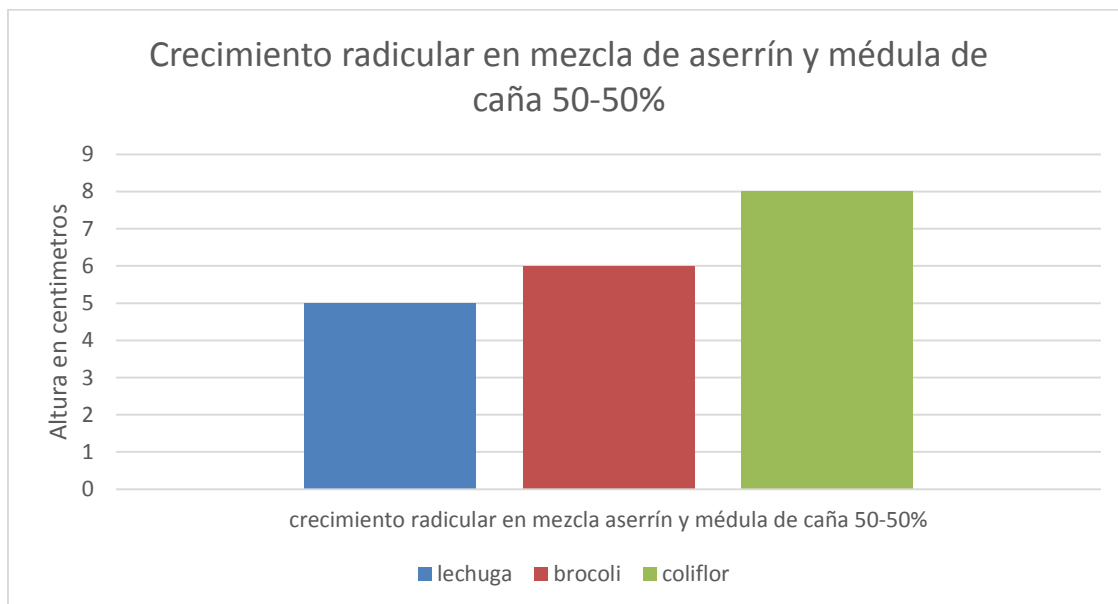
El crecimiento radicular se obtuvo de las muestras (10 plantas por variedad de cada sustrato), ya que se cosecharon las plántulas se les retiró cuidadosamente todo el sustrato de la raíz para poder realizar la medición a lo largo, obteniendo los siguientes resultados.



Grafica 6. Crecimiento radicular en aserrín.

Crecimiento radicular en sustrato de médula de caña y aserrín 50%-50%

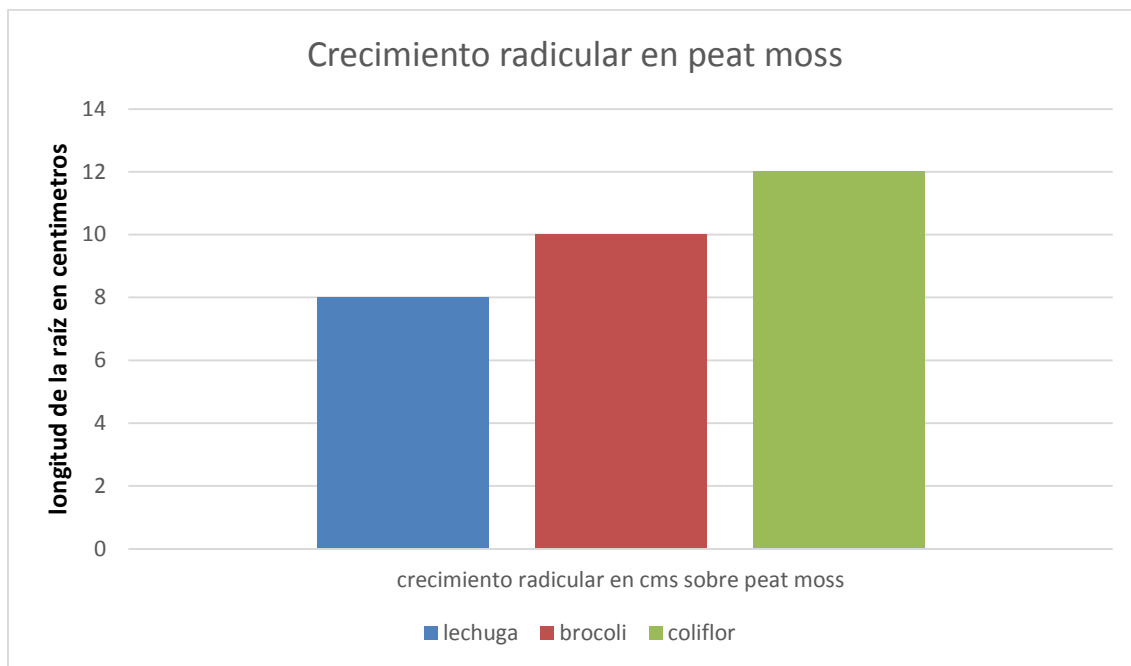
El crecimiento radicular, en esta mezcla se dio de manera adecuada en cada variedad de semilla utilizada, la de mejor crecimiento, fue semilla de coliflor, que presento un buen crecimiento de raíz, antes de su trasplante a campo.



Grafica 7. Crecimiento radicular en mezcla

Crecimiento radicular en sustrato de peat moss

En este sustrato el crecimiento de la raíz fue favorable para cada semilla de las tres diferentes variedades, a comparación de los demás sustratos, mejorando la calidad de la plántula.



Grafica 8. Crecimiento radicular en peat moss.

Discusión

El uso de distintos tipos de sustratos, en este caso aserrín, que se utiliza de manera común en la mayoría de los viveros de la zona, la mezcla de médula de caña y aserrín, que se propone como alternativa, tratando de minimizar costos de producción y la introducción de peat moss, un sustrato comercial utilizado en la mayoría de los grandes viveros a nivel mundial, por su gran valor, es importante la evaluación de los objetivos para conocer las ventajas y desventajas de cada sustrato en cada variedad de hortalizas, para conocer los costos de producción y tratar de dar una buena alternativa, para los productores de plántula, así como para los consumidores que son los productores de hortalizas en campo.

Teniendo en cuenta cada parámetro podremos llegar a la alternativa que satisfaga las necesidades de cada sector involucrado en la producción primaria (en este caso hortalizas de brócoli, lechuga y coliflor).

Conclusión

En la actualidad la mejora en los procesos productivos es una necesidad, para poder satisfacer a los productores, en el la zona productora de Cuapiaxtla, hace ya una década que se está realizando la innovación productiva con la incursión a la producción de plántula de hortaliza, dejando así la siembra directa, esto para tratar de mejorar las unidades de producción, al tener ventajas al momento del trasplante desde el ahorro de pérdidas en compra de semilla, fertilizantes, mano de obra, bajando así los costos de producción y tratar de obtener mayores

ganancias, con la finalidad de seguir realizando las actividades primarias de producción.

Recomendaciones

Los resultados nos arrojan que el mejor sustrato es el peat moss, sin embargo, la mezcla de médula de caña- aserrín al 50% también mostró notables garantías a la hora de usarlo.

El peat moss nos garantiza:

- Mejor germinación
- Menos días a emergencia
- Mejor tamaño de plántula
- Homogeneidad de plántula
- Más hojas verdaderas
- Menos días a cosecha de la plántula
-

La mezcla de aserrín y médula de caña 50% nos da las siguientes características:

- Buena germinación
- Buena emergencia
- Buen tamaño de plántula
- Buen número de hojas verdaderas
- Menos días a cosecha en comparación con el aserrín
- Costos más económicos en comparación con el peat moss
- Buena plántula para trasplante a campo

Se propone el uso de la mezcla de aserrín y médula de caña, para tener ahorros considerables, la semilla emerge más rápido y en mayor porcentaje, homogénea, nos da buena aireación en la raíz, una absorción de nutrientes y su almacenamiento de los mismo, para que la plántula se desarrolle de manera más rápida y acortando los días de cosecha que genera un ahorro en fertilizante, riego y mano de obra, teniendo buenas plántulas en menos tiempo, para poder satisfacer las necesidades de los productores.

El uso de peat moss es una buena alternativa y sin duda la mejor, pero el sólo hecho de elevar los costos de producción en un 15% aproximadamente, afectaría no sólo a los viveristas, al tener que aumentar los costos de la plántula, sino también a los productores, al pagar elevados costos de producción en plántula.

Siendo Cuapiaxtla de Madero, Puebla, una zona de alta importancia en la producción agrícola, se puede considerar una buena alternativa de comercialización la producción de plántula de lechuga, brócoli y coliflor, teniendo una gran proyección de mercado, la mayor parte de la zona es productora de estas variedades, siempre y cuando considerando plántula de calidad, a buen precio y acompañando a los productores con asistencia técnica en el desarrollo de los cultivo, garantizando así el compromiso de la asistencia técnica, para la mayor parte de las zonas productoras, esto con la finalidad de evitar pérdidas y sobre todo ganarse la confianza de los productores agrícolas.

Literatura citada

Castro B., R. 1998. Índices nutrimentales en tomate de cáscara. Tesis de Maestro en Ciencias. CP. Edafología. 87 p.

Blok, C., Wever A. 2008. Variación de las propiedades de 5 sustratos a base de turba en relación con los métodos de análisis utilizados. Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas

Fuentes, J. 1999. El suelo y los fertilizantes. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España, 352 p.

Fonteno, J. 1993. Manejo agroecológico de plagas. *In* Agroecología y Agricultura Sostenible. Módulo 2. CLADES-CEASISCAH Ed. La Habana, Cuba. p 20-35.

Molina, R. 2006 Sustratos y tecnología de almácigo. *In*: Memoria de cursos de producción en ambientes protegidos. UCR-CYTED. San José, Costa Rica. 25 p.

Pastor, S. J. N. 1999. Utilización de sustratos en viveros. Terra Latinoamericana. México 17(3):231-235.

Rodríguez, M. R. 2004. Desarrollo y caracterización de sustratos orgánicos a partir del bagazo de agave tequilero. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Montecillos, Texcoco. México. 134 p.

Soto M. C. y Roldan Q. G. 2002. Evaluación de sustratos para la producción de almácigo de hortalizas. Agronomía Mesoamericana. Costa Rica 13 pág.

