Evaluación de siete medios de crecimiento para la producción de plántulas de lechuga (*Lactuca sativa L.)* y maíz dulce (*Zea mays L.)*

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por:

Olivier Charles Nuyens Stebler

Zamorano-Honduras
Diciembre, 1998

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Olivier Charles Nuyens Stebler

Zamorano-Honduras
Diciembre, 1998

Evaluación de siete medios de crecimiento para la producción de plántulas de lechuga (*Lactuca sativa. L*) y maíz dulce (*Zea mays. L*)

Presentado por:

Olivier Charles Nuyens Stebler

Aprobada:

_____	_____
Alfredo Montes, Ph.D. Asesor Principal	Alfredo Montes, Ph.D. Jefe de Departamento
_____	_____
Roque Barrientos, M.B.A Asesor	Antonio Flores, Ph.D. Decano Académico
_____	_____
Daniel Kaegi, M. Sc. Asesor	Keith Andrews, Ph.D. Director

_____

Odilo Duarte, Ph.D.
Coordinador PIA

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso

A Tanya Muller

A mi familia

A mi país Guatemala

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme guiado por un buen camino.

A mis padres y hermanos por su apoyo y su ejemplo.

A Tanya por su cariño, amor, paciencia y ayuda.

Al Dr. Montes por su enseñanza, apoyo y ayuda.

A las personas que conforman el Departamento de Horticultura.

A Carlos Ludeña , Sebatían Valdivieso y Giovana Muñoz.

RESUMEN

Nuyens, Olivier 1998. Evaluación de siete medios de crecimientos para la producción de plántulas de lechuga (*Lactuca sativa L.*) y maíz dulce (*Zea mays L*).

El objetivo del experimento fue determinar el efecto de diferentes medios de crecimiento: Fibra de coco con Turba de musgo en proporciones de 1:1 y 2:1, Fibra de coco con Compost y Arena (2:1:1), Fibra de coco con Bocashi y Arena (2:1:1), Casulla de arroz con Compost y Arena (4:2:1) (testigo), Casulla de arroz con Turba de musgo y Arena (4:2:1) y Casulla de arroz con Bocashi y Arena (4:2:1) en plántulas de lechuga y maíz dulce, con la finalidad de incrementar la calidad de las plántulas. Las variables evaluadas fueron diámetro de tallo, peso húmedo radicular, peso seco radicular, consistencia del pilón, altura de la planta y longitud radicular, en la etapa de plántula, para la cual se realizó un Diseño Completamente al Azar. En el campo se midieron variables como frutos comerciales, frutos no comerciales y rendimiento para lo cual se realizó un análisis con Bloques Completos al Azar. En lechuga, los medios de crecimiento solo tuvieron efecto en el peso seco radicular, en el peso húmedo radicular y en la longitud de planta ($P<0.01$). En el maíz dulce los medios de crecimiento tuvieron efecto en el diámetro, consistencia del pilón, peso seco radicular, peso húmedo, longitud radicular y longitud de la planta ($P<0.10$). En lechuga, los rendimientos no fueron afectados por los medios habiendo diferencia solamente en el peso de cabezas no comerciales ($P<0.10$), en cambio en el maíz dulce si hubo diferencias en el rendimiento y en peso de frutos comerciales ($P<0.10$). En el análisis económico, se notó que medios de crecimiento que contenían fibra de coco y turba de musgo a pesar de tener los mejores rendimientos no eran económicamente viables debido a la turba que elevó los costos considerablemente, dejando beneficios netos negativos. Siendo el mejor medio de crecimiento el testigo por tener los menores costos y el mayor beneficio en la lechuga En el maíz dulce, el testigo fue superado por el tratamiento 3, con una tasa de retorno marginal de 267%. En general los rendimientos fueron fuertemente afectados por la condiciones climáticas como la lluvia, que afectaron la polinización en maíz dulce y aumentaron pudriciones en lechuga.

Palabras claves: medio de crecimiento, compost, bocashi.

Componentes alternativos para el uso en medios de crecimiento para la producción de plántulas

Los medios de crecimiento deben proveer las condiciones ideales como, aireación, drenaje, anclaje y retención de humedad para obtener plántulas de calidad y pilones más manejables al menor costo posible.

Es converniente evaluar diferentes medios y sus componentes para explotaciones comerciales, por lo que se llevó a cabo un experimento en Zamorano (Honduras), este consistió en evaluar 7 medios de crecimiento: fibra de coco con turba de musgo en proporciones de 1:1 y 2:1, fibra de coco con compost (materia orgánica descompuesta) y arena (2:1:1), fibra de coco con bocashi (componente que contiene gallinaza, harina de uso y carne, semolina de arroz, cal y melaza) y arena (2:1:1), casulla de arroz con compost y arena (4:2:1), casulla de arroz con turba de musgo y arena (4:2:1) y casulla de arroz con bocashi y arena (4:2:1).

Los medios fueron evaluados en plántulas de lechuga y maíz dulce, midiendo en ambos: Diámetro del tallo, consistencia del pilón, peso seco y húmedo radicular, longitud de la planta y longitud radicular y además se midieron los rendimientos en cada uno de los cultivos.

Los resultados del experimento indican que los medios con fibra de coco y turba de musgo tiene los mejores resultados ya que dan pilones más consistentes, más crecimiento radicular, más peso seco radicular y mayor rendimiento. Pero por otro lado, estos medios son muy caros, por lo que no son económicamente viables, debido al alto precio de la turba de musgo. Las condiciones climática, imperantes durante el ensayo, no fueron favorables para el cultivo de ambas hortalizas por exceso de lluvia.

Se debe seguir con esta investigación y evaluar estos medios en otros cultivos y tomar en cuenta otros componentes que esten disponibles en la zona para buscar alternativas viables y depender lo menos posible en componentes importados que hacen que los medios dejen de ser económicamente y técnicamente atractivos para el productor.

CONTENIDO

	Portadilla …….	i
	Autoría ……	ii
	Página de firmas……...	iii
	Dedicatoria……...	iv
	Agradecimientos……..	v
	Resumen ……..	vi
	Nota de prensa…….	vii
	Contenido…….	viii
	Indice de cuadros…….	x
	Indice de figuras……..	xii
	Indice de anexos……...	xiii
1.	**INTRODUCCION……**	**1**
2.	**REVISION DE LITERATURA……**	**2**
2.1	Generalidades del cultivo de lechuga……...	2
2.2	Generalidades del cultivo de maíz dulce…….	3
2.3	Transplantes……	3
2.4	Medios de crecimiento……..……..	5
2.5	Componentes de medios de crecimiento……...……..	6
2.6	Formulaciones…….	9
3.	**MATERIALES Y METODOS…….**	**10**
3.1	Experimento…….	10
3.1.1	Establecimiento de la parcela experimental…….	10
3.1.2	Tratamientos……..……..	10
3.1.3	Manejo agronómico…….…….	11
3.2	Recolección de datos……	12
3.3	Análisis estadístico……...	13
3.4	Análisis económico……...	14
4.	**RESULTADOS Y DISCUSION……**	**15**
4.1	Análisis estadístico……...	15
4.1.1	Efecto de las variables en plántulas de lechuga…….....	15
4.1.2	Efecto de las variables en plántulas de maíz dulce……...	15
4.1.1.1	Comparación de los tratamientos en plántula de lechuga…….	16

4.1.2.1	Comparación de medias de tratamientos en plántulas de maíz dulce…….	18
4.1.1.2	Efecto de las variables agronómicas en lechuga……..	22
4.1.2.2	Efecto de las variables agronómicas en maíz dulce…….	23
4.1.1.3	Comparación de medias de los tratamientos para rendimiento de lechuga……..	25
4.1.2.3	Comparación de medias de los tratamientos para rendimiento de maíz dulce…….	25
4.2	Análisis económico……..	28
4.2.1	Presupuesto parcial de lechuga y maíz dulce	28
4.2.2	Análisis marginal y de dominancia de lechuga y maíz dulce	29
5.	**CONCLUSIONES…….**	**31**
6.	**RECOMENDACIONES……**	**33**
7.	**BIBLIOGRAFIA……**	**34**
8.	**ANEXOS……**	**36**

INDICE DE CUADROS

1. Descripción de los tratamientos……. 11

2. Nomenclatura de las variables agronómicas para lechuga y maíz dulce… 13

3. Resultados del análisis de varianza de variables en plántulas de lechuga y maíz dulce y su nivel de significación…… 16

4. Efecto de los tratamientos en el peso seco radicular (PESOSEC) en lechuga. El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significativo (P<0.1)…….…. 17

5. Efecto de los tratamientos en el peso húmedo radicular (PESOHU) en lechuga El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significativo(P<0.1)……..……. 17

6. Efecto de los tratamientos en la longitud de planta (LONPLA) en lechuga. El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significativo (P<0.1)……. 18

7. Efecto de los tratamientos en el diámetro del tallo (DIAMET) en maíz dulce. El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significativo (P<0.1)……. ..…….. 19

8. Efecto de los tratamientos en la consistencia del pilón (CONSIST) en maíz dulce. El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significativo (P<0.1)…….. 19

9. Efecto de los tratamientos en el peso seco radicular (PESOSEC) en maíz dulce. El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significativo (P<0.1)…….……. 20

10. Efecto de los tratamientos en el peso húmedo radicular (PESOHU) en maíz dulce. El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significativo (P<0.1)……..……. 21

11. Efecto de los tratamientos en la longitud radicular (LORAD) en maíz dulce. El Zamorano, Honduras 1998.Diferencias a un nivel significativo (P<0.1)…… 21

12. Efecto de los tratamientos en la longitud de la planta (LOPLA) en maíz dulce. El Zamorano, Honduras 1998.Diferencias a un nivel significativo (P<0.1)……..…….. 22

13. Resultados del análisis de varianza de variables agronómicas en lechuga y maíz dulce y su nivel de significancia……. 24

14. Efecto de los tratamientos en el peso de frutos no comerciales (FNC) en lechuga. El Zamorano, Honduras 1998.Diferencias a un nivel significativo (P<0.1)……. 25

15. Efecto de los tratamientos en el peso de frutos comerciales (FC) en maíz dulce. El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significativo (P<0.1)……. 25

16. Efecto de los tratamientos en el rendimiento (REND) en maíz dulce. El Zamorano, Honduras 1998.Diferencias a un nivel significativo (P<0.1)……...…… 26

17. Presupuesto parcial de los diferentes medios de crecimiento para la producción de lechuga…….. 28

18. Presupuesto parcial de los diferentes medios de crecimiento para la producción de maíz dulce…….. 29

19. Análisis marginal y de dominacia de los diferentes medios de crecimiento para la producción de lechuga……... 30

20. Análisis marginal y de dominacia de los diferentes medios de crecimiento para la producción de maíz dulce…….…. 30

INDICE DE FIGURAS

1. Rendimiento de lechuga…….. 27

2. Rendimiento de maíz dulce……. 27

INDICE DE ANEXOS

1. Presupuesto de costos comunes de lechuga…… 37

2. Presupuesto de costos comunes de maíz dulce……... 38

3. Presupuesto de costos diferenciales de producción de plántulas de maíz dulce y lechuga…… 39

1. INTRODUCCION

El cultivo de maíz dulce (*Zea mays*) y el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) son unos de las hortalizas más cultivadas en centroamérica y en todo el mundo. Según Peirce (1987) la lechuga se ha convertido en uno de los vegetales más importantes en el consumo per cápita ya que la popularidad de las ensaladas a aumentado inmensamente en los ú1timos años. La popularidad de estas hortalizas se debe a su amplio rango de adaptabilidad , su sabor, su corto período vegetativo, su valor nutricional y su alta capacidad de retorno. Además, es una buena fuente de trabajo en el sector agrícola.

Ambas hortalizas se pueden propagar por semilla, lo cuál funciona sin problemas, pero en los últimos 15 años el método de transplantes a cobrado importancia a nivel mundial. La respuesta a esta tendencia son las ventajas que ofrece el transplante como son: la uniformidad; concentra las cosechas y disminuye el número de cosechas por cultivo, aumento en el porcentaje de pegue, reducción del ciclo de cultivo, permitiendo más ciclos por año y retorno más alto por unidad de área, y uso más eficiente de la semilla (South, 1993). Según Peirce (1987) el transplante es una opción para cultivar en zonas restringidas por el clima, para uniformizar el espaciamiento de las plantas, asegurar rendimientos potenciales y buenos precios en el mercado.

La calidad de un transplante depende en gran parte del medio, los ingredientes y la proporción de los mismos (Peirce, 1987). Un medio de crecimiento para propagación de plántulas debe tener cuatro funciones principales: Debe servir de reservorio de nutrimentos para la plántula, debe retener agua en una forma que sea disponible para la plántula, a la vez permitir un intercambio de gases entre la raíz y la atmósfera que la rodea, y finalmente el medio debe proveer un buen anclaje y soporte para la plántula.

Del medio de crecimiento depende en gran parte el desarrollo morfológico de la plántula y la consistencia que tenga el pilón al momento de transplantar. El objetivo del estudio es determinar que medio crecimiento, que proporciones y que ingredientes son los más adecuados para sacar plántulas con pilones más manejables y mayores rendimientos.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE LECHUGA

La lechuga es una de las hortalizas más importantes debido a la popularidad de las ensaladas y a las propiedades saludables de la misma. Desde 1917 el consumo de esta hortaliza a aumentado enormemente (Edmond et al., 1988).

La lechuga es originaria de Africa, Asia Menor, Irán y Pakistan, aunque especies silvestres se encuentran diseminadas por todo el mundo (Montes, 1996). La lechuga cultivada *Lactuca sativa* difiere de la especie silvestre *L.serriola* en sus anchas hojas bajeras, y que tiende a formar cabeza (Peirce, 1987). La lechuga pertenece a la familia Compositae, es un planta anual de fotoperíodo largo, posee hojas de una amplia variedad de colores, desde verde claro hasta rojo oscuro. Las hojas pueden ser lisas o crespas. Al llegar a la fase reproductiva forma un eje floral que puede tener una altura de hasta 1 m. La inflorescencia se presenta en capítulos de panojas con 15 o 30 flores, el fruto que se forma es un aquenio (Montes, 1996). La raíz es pivotante con numerosas raíces laterales. Se caracteriza por su rápido crecimiento, las primeras raíces crecen cerca de la superficie donde eventulamente se concentra la mayor parte de ellas (Peirce, 1987)

La lechuga sufre de termodormancia, ya que a diferencia de otras hortalizas, la lechuga necesita de bajas temperaturas para germinar. La temperatura óptima para germinar es de 18 a 21 °C , temperaturas arriba de 26 °C detienen la germinación causando termodormancia. La severidad de este problema depende de el cultivar. La luz infraroja promueve la germinación y la luz roja lejana inhibe la germinación. Termodormancia resultante de altas temperaturas en el suelo, pueden ser disipadas con riego por aspersión (Peirce, 1987). Para Montes (1996) estos factores si afectan la germinación pero agrega que la latencia por alta temperatura también se debe a la deficiencia de oxígeno causada por altas temperaturas, a cambios metabólicos y también a la disminución de la solubilidad de los gases causados por altas temperaturas.

Según Montes (1996) la lechuga es de clima templado, pero que debido a la selección y adaptación que ha sufrido este cultivo se puede producir en el trópico sin problemas. La temperaturas óptimas para la lechuga son de 13 a 18 °C, siendo la temperatura mínima 7 °C y la temperatura máxima 25 °C.

2.2 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE MAIZ DULCE

El maíz dulce es originario de los Andes en la región de Perú. Del Perú, el Maíz fue llevado al norte donde se cruzó con un maíz llamado 'Tripsacum' y dió origen a un híbrido 'Teosinte', este al cruzarse con el maíz primitivo, dió origen al maíz reventón, maíz dentado, etc. La selección de maíz dulce empezó a tener importancia con la llegada de Colón a América. A partir de 1970, fueron introducidos los cultivares híbridos con altos contenidos de azúcares y los cultivares superblancos (Montes, 1996).

El maíz dulce es una planta herbacea, anual, monoica, monocotiledónea, que se caracteriza por su alto contenido de azúcar. Su sistema radicular es adventicio en su mayoría, con una gran cantidad de pelos absorventes, los cuales ocupan los primeros 30 cm. del perfil del suelo. El tallo posee varios nudos, los cuales están envueltos por las hojas distribuidas en forma alterna a lo largo del tallo. Las hojas poseen una superficie pubescente, son lanceoladas con márgenes ondulados. Las flores son unisexuales. La flor femenina es una panícula terminal, la cual da origen a la mazorca, que esta constituida por múltiples frutos denominados granos (Montes, 1996).

Según Edmond et al. (1988) el maíz es unos de los cultivos que reporta mayor crecimiento cuando la temperatura es elevada, siempre y cuando ésta se encuentre en el rango de 10 a 32 °C. Para Montes (1996) el maíz puede ser cultivado desde el nivel del mar hasta los 4000 metros sobre el nivel del mar. La temperatura de germinación oscila de 16 a 32 °C, aunque la mayoría tienen su óptima geminación a los 30 °C. Prefiere suelos francos con buen drenaje y con buena cantidad de materia orgánica. El pH óptimo debe estar entre 5.6 a 6.8.

2.3 TRANSPLANTE

Según Peirce y Zandstra (1988) el uso de transplantes ya es una parte integral de la producción de hortalizas en casi todas las partes el mundo. Aunque si existe tecnología para implementar la técnica de siembra directa, para la mayoría de los vegetales el transplante es una técnica que posee más ventajas que la siembra directa. Para Melnick (1997), el transplante era una tendencia para producciones comerciales; ahora es un hecho.

Las principales ventajas del transplante según South (1993), son uniformidad en el cultivo, concentración de la cosecha, mayor establecimiento de plantas, ningún problema de pérdida de semilla por pájaros, mayor eficiencia en el uso de semilla, y permite mayor número de ciclos por año y unidad de área. Para Denisen (1987), el transplante nos permite rapidez en el inicio de las plantas, economía en el espacio y cultivo de plantas de temporada larga en climas de temporada corta. Knott (1955), comparte estas ventajas y además menciona que las plántulas deben tener un crecimiento robusto, no muy

suculento, debe estar libre de enfermedades, tener un buen desarrollo radicular y una consistencia de pilón satisfactoria.

Una forma de transplantar es por medio de plantas a raíz desnuda, el problema es que el cese de crecimiento es más marcado que con plántulas con pilón. Para Price y Zandstra (1988), el cese en el crecimiento es imposible de prevenir, aunque el deterioro de las plántulas y la estimulación del crecimiento radicular si son posibles. Cuanto más frecuentemente son dañados los pelos absorventes, cuanto más va a ser restringuida la planta , por lo tanto el rendimiento al final del ciclo será considerablemente reducido (Knott, 1955). La raíz desnuda expone la plántula a un fuerte estrés, causando dificultad para fijarse en el suelo y la posible pérdida de la plántula (Montes, 1996). Este problema puede ser resuelto usando transplantes con pilón, produciendo plántulas en las bandejas u otros recipientes especiales.

En cultivos como lechuga, repollo y tomate la regeneración radicular ocurre rápidamente, pero por el otro lado en cultivos como melón, calabaza y maíz dulce la regeneración radicular es lenta (Christopher, 1958). La lechuga sobrevive facilmente el transplante, y plantas como el maíz dulce no se transplantan exitosamente usando métodos usuales de transplante (Knott, 1955). Para Edmond at al. (1988) existe una relación directa entre la velocidad de regeneración radicual y la velocidad de recuperación.

Para Edmond et al.(1988), en general, a mayor edad o tamaño, menor es la habilidad de la plántula para recuperarse del paro de crecimiento ocasionado por el transplante. Esto se debe a que las plantas grandes, tienen un sistema radicular más extenso, por lo que al momento del transplante pierden la parte más tierna de las raíces. Además las plantas grandes tienen más hojas, lo que causa una menor absorción de agua en relación a la cantidad de agua transpirada. Christopher (1958) sostiene que en general entre más temprano sea el transplante ocurre menor retraso en el crecimiento.

La suberización es otro de los problemas que se da con transplantes, consiste en la formación de una sustancia llamada suberina que se forma en la corteza o en la endodermis, o en ambas. Esta sustancia previene el paso de agua de los pelos radiculares a el xilema. La rapidez con que ocurra este fenómeno depende de la planta; en plantas como el maíz dulce, la suberización ocurre más pronto que en plantas como el tomate. Lógicamente entre más pronto ocurra este proceso, más difícil es la recuperación de las mismas (Edmond at al., 1988).

2.4 MEDIOS DE CRECIMIENTO

Para Peirce (1987) la calidad de una plántula depende de el medio de crecimiento, agua, luz, ventilación, nutrición. El medio debe ser estéril para evitar ataque de patógenos, de textura liviana y con adecuada capacidad de retención de agua. Según Hartman y Kester (1997) un medio de crecimiento debe ser lo suficiente denso para mantener las semillas en su lugar, debe retener suficiente humedad para no regar con mucha frecuencia, debe ser suficientemente poroso de manera que escurra el exceso de agua y que permita una aireación adecuada. También debe estar libre de semilla de malezas, nemátodos y diversos patógenos, no debe tener un alto nivel de salinidad, debe poderse pasteurizar, proveer una adecuada provisión de nutrimentos. Para Nelson (1985) un medio de crecimiento debe permitir un buen anclaje para la planta, debe proveer un intercambio de gases entre las raíces y la atmósfera que la rodea, debe retener agua de forma que sea disponible para la planta y servir de reservorio de nutrimentos para la planta. Ball (1985), afirma lo anteriormente dicho y además menciona que un medio de crecimiento debe ser reproducible. Para Ecke et al.(1990), las características más importantes que se buscan en cualquier medio de crecimiento, son estructura física y ausencia de compuestos tóxicos.
Para medios de crecimiento se puede usar mezclas que contengan suelo compostado. La tendencia es hacia el uso de mezclas sin suelo, que contienen vermiculita y perlita con nutrimentos. Incluso ha tenido éxito el uso de gel como medio de sustrato (Peirce, 1987).

Mezclas livianas tiene mayor porosidad y que el problema es que se compactan fácilmente, por efecto de los riegos, reduciendo el número de poros grandes, lo que resulta en una menor tasa de infiltración y aireación (Ecke et al. 1990).
El contenido de nutrientes depende de los ingredientes que contenga la mezcla. Por ejemplo, perlita y arena no contienen nutrimentos; por el contrario el suelo, el musgo y la vermiculita si aportan nutrimentos, aunque el musgo es el ingrediente que menos aporta nutrimentos (Hartman y Kester, 1997). Para Krauskopf (1990) el balance de nutrimentos en el medio de crecimiento es importante para tener éxito en el crecimiento de plántulas.

Es de suma importancia analizar el agua de riego, ya que altos niveles de bicarbonato pueden alterar el pH del medio y afectar las plántulas. El sodio, boro y el cloruro son tóxicos para algunas plantas y el sodio puede tener influencia en la estructura del medio (Krauskopf, 1990). El pH como en cualquier suelo, debe estar cerca de la neutralidad y muchos de los ingredientes como la turba de musgo y el musgo esfagnífero poseen un pH bajo, que varía de 3 a 5 dependiendo en el tipo de turba que se esté utilizando, por lo que se recomienda aplicar cal para neutralizar el pH (Hartman y Kester, 1997). Según Nelson (1985), el musgo posee un pH por debajo de 4.0, la arena y la perlita de 7.0 y la vermiculita poseen un pH alcalino mayor a 7.0. Para Krauskopf (1990), el pH para un medio que no contiene suelo debe ser de 5.8 a 6.2 y para un medio que contiene más del 20 porciento de suelo del volumen total, el pH debe estar entre 6.2 a 6.8. Según Nelson (1985) el pH controla la disponibilidad de los nutrimentos.

2.5 COMPONENTES DE MEDIOS DE CRECIMIENTO

- **Suelo**

Hartman y Kester (1988), señalan que el suelo tiene tres fases (sólida, líquida y gaseosa), las cuales deben presentarse en forma adecuada, para obtener un crecimiento satisfactorio. La parte sólida está compuesta por formas tanto orgánicas como inorgánicas. La parte inorgánica consiste en residuos de la descomposición de la roca madre de diferentes tamaños, desde grava hasta partículas coloidales. Las partículas de mayor tamaño proporcionan sostén y las partículas coloidales sirven de reservorio de nutrimentos. La parte orgánica está constituida por organismos vivos y huertos como insectos, hongos, bacterias. Por esto, se recomienda la pasteurización de los medios, especialmente en estos que contiene suelo en la mezcla. Los organismos muertos y las partes de plantas se descomponen y forman el humus.

La parte líquida del suelo, está constituida por agua que contiene minerales disueltos, así como oxígeno, bióxido de carbono. La fase gaseosa es muy importante para la planta por el intercambio de gases de las raíces con la atmósfera que las rodea y el crecimiento de microorganismos benéficos.

- **Arena**

La arena consiste en pequeños granos de roca, resultado de una intemperización de varias rocas. Está formada en mayor proporción por un complejo de sílice. La arena es el ingrediente más pesado de los materiales usados para los medios de crecimiento, pesando alrededor de 1290 kg/m³. Debe ser fumigada o tratada con calor, para eliminar semillas de malezas y patógenos (Hartman y Kester, 1997). Se usa en medios de crecimiento para adicionar una textura gruesa necesitada para asegurar un buen drenaje y una buena aireación (Nelson, 1985).

- **Turba**

La turba está constituida por restos de vegetación acuática de zonas pantanosas, que han sido conservados bajo el agua en estado de descomposición parcial. Por falta de oxígeno la descomposición es lenta. La composición de la turba es muy variable, dependiendo de la vegetación de la cual se ha originados , su estado de descomposición, contenido de minerales y grado de acidez. El U.S. Bureau of Mines reconoce tres tipos de turba: turba de musgo, turba de júnceas y turba humosa. Estas diferentes turbas se diferencian por su material de origen, contenido de nitrógeno, pH y capacidad de retención de humedad (Hartman y Kester, 1997)

- **Musgo esfagnífero**

Para Hartman y Kester (1997), el musgo esfagnífero es un producto deshidratado de residuos jóvenes o porciones de plantas de pantanos ácidos. Es relativamente estéril, ligero y tiene una gran capacidad de retención de agua, pudiendo absorver de 10 a 20 veces su peso en agua. Contiene pocos minerales y por su origen posee un pH de 3.5 a 4.0 y además tiene propiedades fungistáticas, lo que inhibe el crecimiento de plántulas. Según Nelson (1985), la estructura fina de el musgo esfagnífero permite que propicie un buen intercambio de gases.

- **Vermiculita**

La vermiculita es un mineral micáceo que se expande al calentarlo, integrado por partículas que están formadas por capas delgadas, separadas, con cantidades microscópicas de agua entre ellas. Cuando se calienta a 1090 °C el agua se evapora y se separan las capas, formando granos pequeños, porosos, tipo esponja. Ya expandida la vermiculita es muy liviana, es de reacción neutra, con buenas propiedades de amortiguamiento químico y no es soluble en agua. También tiene buena capacidad de intercambio catiónico, por lo que puede contener nutrientes en reserva y liberarlos lentamente. Además contiene magnesio y potasio (Hartman y Kester, 1997). Según Nelson (1985), es un excelente componente para un medio de crecimiento porque provee nutrientes, tiene una alta rentención de agua, posee buena aireación y baja densidad lo que lo hace muy liviano. Pero por otro lado, es el ingrediente más caro, lo que hace que no se use muy frecuentemente.

- **Perlita**

Es un sustituto de la arena y provee aireación. Su principal ventaja sobre la arena es el peso ya que es bastante liviana. Perlita está compuesta por roca volcánica que es triturada a 982 °C, formando partículas blancas con numerosas celdas de aire en su interior. La humedad no es absorvida por la perlita, sino solo se adhiere a su superficie. La perlita es estéril, químicamente inerte y casi neutro en cuanto a pH. Es considerablemente más costosa que la arena (Nelson, 1985). Para fines hortícolas según Hartman y Kester (1997), se recomienda utilizar partículas de 1.6 a 3.0 mm. de diámetro.

- **Piedra pómez**

La piedra pómez está constituida en su mayor parte por bióxido de silicio y óxido de aluminio, con trazas de hierro, calcio, magnesio, y sodio en forma de óxidos. La piedra pómez se clasifica por tamaño y no es tratada con calor. La principal función de la pómez es aumentar la aireación y el drenaje en los medios de crecimiento (Hartman y Kester, 1997).

- **Corteza, viruta o aserrin**

El aserrín, la corteza y virutas resultante de el procesamiento de árboles de madera dura como el pino, cedro o abeto, pueden ser usados como componente del medio de crecimiento, con funciones similares a la turba de musgo. Este material debe compostarse por su alta relación de C:N y también porque algunos de estos materiales contienen compuestos tóxicos como resinas, terpenos, fenoles y taninos. La velocidad de descomposición depende de las especies de madera que se están utilizando (Hartman y

Kester, 1997). Para Nelson (1985), el compostaje tiene otro beneficio además de los anteriormente mencionados y es que aumenta la capacidad de intercambio catiónico ya que la corteza y el aserrín fresco no retienen los fertilizantes muy bien debido a una baja capacidad de intercambio catiónico.

- **Compost**

La composta, es la descomposición biológica de material orgánico voluminoso en condiciones controladas. El proceso se lleva a cabo en tres fases: la etapa inicial que lleva unos días, en la cual ocurre la descomposición de materiales solubles, la segunda etapa, que dura varios meses, durante la cual se elevan las temperaturas y son desintegrados los compuestos de celulosa y la tercera etapa, en la cual se estabiliza, disminuyéndose la temperatura, los microorganismos colonizan el material. Para acelerar y uniformizar la descomposición, se puede añadir nitrógeno y voltear el material semanalmente, (Hartman y Kester, 1997).

El pH de el compost se encuentra aproximadamente en 8.5 y el contenido de sales es normalmente alto (Nelson, 1985). Debido a que la composta posee bacterias, hongos e insectos debe pasteurizarse antes de usarlo en un medio de crecimiento (Hartman y Kester, 1997).

- **Casulla de arroz**

La casulla de arroz normalmente es de color amarilla y tiene una longitud de 5 a 10 mm y de ancho varía de 2.5 a 5.0 mm. La parte interna es fibrosa, estriada y tiene alto contenido de lignina. En su exterior, la capa externa contiene un alto contenido de silicatos (Nelson, 1985).

La casulla de arroz se utiliza en el suelo por sus beneficios como fertilizante. Se puede utilizar para estos propósitos entero o como ceniza quemada, para aumentar la absorción de sílice por las plantas. El uso de casulla de arroz en los medios de crecimiento, aumenta el porcentaje de materia orgánica. La casulla de arroz amoniatada, se puede usar en medios para la germinación de algunas semillas como la de papaya, maracuyá (Nelson, 1985).

- **Bocashi**

Este material está compuesto de varios ingredientes como lo son tierra negra, bagazo de caña, (puede sustituirse con casulla de arroz), gallinaza, carbón, cal agrícola (puede sustituirse con harina de hueso), semolina de arroz, melaza, levadura (seca), agua, bocashi. Dependiendo del análisis de suelo, se puede agregar roca fosfórica. Para la preparación de este material se debe cernir previamente el bagazo de caña, la gallinaza y el carbón que se deberá pulverizar o triturar.

Es importante conservar la proporción de los ingredientes para una fermentación balanceada y uniforme. Después de preparado el bocashi, deberá ser volteado durante los primeros 3 a 4 días, dos veces al día con el propósito de controlar temperatura de fermentación ya que esta no debe pasar de los 55 a 60 °C y proveer una buena aireación. A partir del 5 día de volteado, solo se debe voltear una vez por día hasta completar su maduración a los 20 dias.

2.6 FORMULACIONES

Los criterios para escoger los ingredientes para formular un medio de crecimiento son: el costo del material, la disponibilidad y el uso que se le quiere dar al material. Para Nelson (1985), la mayoría de medios de crecimiento usados, contienen suelo como ingrediente, además este medio tipicamente está compuesto por partes iguales de suelo, arena y musgo esfagnífero, con enmiendas de fósforo y ajustados al pH necesario. La ventaja del uso de suelo para medio de crecimiento, es su alta capacidad de intercambio catiónico y alta capacidad de retención de agua. Cuando una parte del suelo es sustituido por arena, esta capacidad se ve reducida, por lo que que se recomienda usar musgo esfagnífero para aumentar la capacidad de intercambio catiónico.

Para Nelson (1985), un medio con suelo requiere de tres enmiendas de nutrientes : la primera con cal para ajustar el pH, la segunda consiste en la aplicación de superfosfato y la tercera es una aplicación de una mezcla de micronutrientes. Buenos medios de crecimiento no deben contener más 3 ingredientes .

Los primeros medios sin suelos fueron las mezclas UC (Universidad de California), que están compuestos de turba de musgo y arena con 5 variantes en el porcentaje en que se encuentran cada uno de los ingredientes. Otras mezclas que fueron desarrolladas en la Universidad de Cornell que usan como ingredientes, la vermiculita y turba de musgo. Otra opción es la mezcla de corteza de pino, con arena y turba de musgo en una proporción de 3: 1: 1 respectivamente ; en esta mezcla se agrega turba, debido a la baja retenci6n de agua de la corteza (Nelson, 1985).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 EXPERIMENTO

3.1.1 Establecimiento de la parcela experimental

El experimento se realizó en el lote 41 de zona III, de el Departamento de Horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. El ensayo fue llevado a cabo durante el período comprendido entre julio y noviembre de 1998. Zamorano está ubicado en el valle del Río de Yeguare, Honduras, a 14° latitud norte y 87° longitud oeste. Zamorano se encuentra a 800 metros sobre el nivel del mar. La temperatura promedio anual es de 24° C, y la precipitación promedio anual es de 1100 mm.

El maíz dulce fue transplantado el 26 de agosto de 1998, mientras la lechuga fue transplantada en diferentes fechas debido a la influencia que tuvo el medio de crecimiento sobre la germinación de la semilla de lechuga. El tratamiento 1, fue transplantado el 1 de septiembre de 1998, con 19 días de edad , los tratamientos 3,4,6 fueron transplantados el 4 de septiembre con 22 días de edad y los tratamientos 2,5,7 fueron transplantados el 7 de septiembre con 25 días de edad. Para el maíz dulce se utilizó el cultivar "Challenger" y para la lechuga se utilizó el cultivar "Ithaca". El maíz dulce y la lechuga fueron sembrados en bandejas de plástico negro de 96 celdas.

Las plántulas de maíz fueron transplantadas a un distanciamiento de 25 cm entre planta y 75cm entre hilera. La lechuga se transplantó a hilera simple a una distancia de 25 cm entre planta y 75 cm entre hilera.

3.1.2 Tratamientos

Se evaluaron distintos medios de crecimiento para plántulas, usando diferentes proporciones de ingredientes tales como: fibra de coco, casulla de arroz, arena, turba de musgo, bocashi y compost. Todas las mezclas fueron fertilizadas con igual cantidad de 18-46-0, 0-0-60, urea y cal. Después de sembradas permanecieron por dos días en el cuarto oscurro para su germinación. Al tercer día se movieron hacia el invernadero tipo ‘‘Quonsett’’ para su posterior crecimiento.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Componentes			Proporción
1	Fibra de coco	**Turba de**	-	1:1
2	Fibra de coco	**musgo**	-	2:1
3	Fibra de coco	Turba de musgo	Arena	2:1:1
4	Fibra de coco	Compost	Arena	2:1:1
5 (testigo)	Casulla de arroz	Bocashi	Arena	4:2:1
6	Casulla de arroz	Compost	Arena	4:2:1
7	Casulla de arroz	Turba de musgo Bocashi	Arena	4:2:1

El tratamiento 5 es la mezclas de medio de crecimiento usado comercialmente en la escuela, el cual se usó posteriormente como testigo en el análisis estadístico.

Para evaluar el efecto de las diferentes mezclas se midieron variables como: diámetro del tallo, peso húmedo de la raíz, peso seco de la raíz, consistencia del pilón, altura de la planta y longitud radicular. En el campo se evaluaron los tratamientos de acuerdo con el rendimiento final del cultivo. En esta fase se midieron pesos de frutos comerciales y frutos no comerciales.

En la fase de invernadero las unidades experimentales estaban constituidas por, las bandejas con cada uno de los medios de crecimiento, las cuales fueron asignadas de acuerdo a un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. En la fase de campo, las unidades experimentales consistieron de 4 camas de 5 m de largo las cuales fueron asignadas de acuerdo a un diseño de bloques completamente al azar. Los cuatro bloques se encontraban distribuidos adyacentemente.

3.1.3 Manejo Agronómico

En la fase de invernadero, los distintos materiales fueron mezclados en sus diferentes proporciones, obteniendo un volumen de 0.11 m^3 para cada tratamiento. Se pusieron en sacos individuales y se marcaron para la posterior pasteurización.

Los materiales fueron traídos de diferentes lugares; la turba de musgo fue traída de los Estados Unidos y los otros materiales fueron comprados en el país. La casulla de arroz se quemó con el propósito de aumentar su porosidad. El compost utilizado fue preparado en la sección de invernaderos con desperdicios de plantas y medio.

La desinfección se hizo con vapor de agua producido por una caldera. Se metieron los sacos con cada uno de los medios en el trailer en combinación con el medio de crecimiento de la sección y se pasteurizó a 90 °C por 2 horas.

La fertilización inicial se llevó a cabo después de la pasteurización del medio el mismo día de la siembra. La fertilización se determinó en base volumen de los medios, tomando como referencia la fertilización inicial, utilizada en la sección. La fertilización constó de 75 gr de 18-46-0, 75 gr de 0-0-60 y además se encalaron cada uno de los medios con 200 gr de cal. Después de incorporar la mezcla de fertilizante, se procedió a llenar las bandejas y a sembrarse manualmente. De lechuga, se sembraron tres semillas por golpe y de maíz dulce, se sembraron dos semillas por golpe. De cada tratamiento se sembraron 7 bandejas.

Después de sembradas las bandejas, se regaron y luego se metieron a un cuarto oscuro, donde permanecieron por 2 días. De el cuarto oscuro se transladaron las bandejas al invernadero tipo ‘‘Quonsett’’. Ahí recibieron tres riegos diarios (6:30 am, 10:00 am y 2:30 pm). También se realizó un raleo tanto a la lechuga como al maíz dulce después de 8 días de germinados.

En la fase de campo el maíz dulce se transplantó a los 13 días, mientras que la lechuga del tratamiento fue transplantada después de 19 días de sembrada. La lechuga de los tratamientos 3,4,6 fue transplantada después de 22 días y la lechuga de los tratamientos 2,5,7 fue transplantada a los 25 días después de sembrada. El distanciamiento entre camas fue de 75 cm y 25 cm entre plantas. Después del transplante se proporcionó un riego por aspersión para disminuir el estrés causado por el transplante. Además de la fertilización básica, se fertilizó posteriormente a los 15 días y a los 30 días en ambos cultivos.

3.2 RECOLECCION DE DATOS

Las variables a nivel de invernadero fueron medidas a los 13 días en el maíz dulce y a los 19,22 y 25 días en lechuga. Para la medición del diámetro del tallo, altura de la planta y profundidad radicular se utilizó un pie de rey. Para la medición de peso húmedo se utilizó una balanza. Para la medición del peso seco de la raíz; éstas se metieron a un horno por 48 horas y posteriormente se pesaron en una balanza electrónica. Las variables relativas a la cosecha fueron medidas en cada cosecha. Estas variables fueron peso y número de los frutos comerciales y no comerciales. Los datos se recolectaron a partir de las dos camas centrales de cada parcela dejando sin evaluar un metro a cada extremo de las hileras.

Se estimaron los coeficientes técnicos y los precios que determinaron los precios comunes de producción, costos de producción, cosecha y el precio de cada uno de los materiales. Las estimaciones que ser hicieron, povienen de los datos obtenidos a partir de los registros y conversaciones con el personal de campo de la Sección de Hortalizas del Departamento de Horticultura en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

3.3 ANALISIS ESTADISTICO

Para el análisis de los datos a nivel de invernadero se usó un diseño completamente al azar y para el análisis de los datos a nivel de campo se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones en el maíz dulce y con tres repeticiones en la lechuga, utilizando un análisis de varianza y una prueba Duncan para comparación de medias. Para el análisis de datos se utilizó el programa ‘‘Statistical Analysis System’’ (SAS/STAT) versión 6.04. El cuadro 2 muestra las variables agrnonómicas analizadas y su medida

Cuadro 2. Nomenclatura de las variables agronómicas para lecuga y maíz dulce

Código	Variable
DIAMET	Diámetro del tallo
CONSIST	Consistencia del pilón
PESOSEC	Peso seco radicular
PESOHU	Peso húmedo radicular
LORAD	Longitud radicular
LOPLA	Longitud de la plántula
FC	Frutos comerciables
FNC	Frutos no comerciables
REND	Rendimiento

El modelo lineal que se ajusta es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Valor de la variable dependiente (peso seco radicular, peso húmedo radicular, altura de la planta, longitud radicular, diámetro y consistencia del pilón)

μ = Media del experimento

β_j = Efecto de los bloques

ε_{ij} = Efecto del error experimental

3.4 ANALISIS ECONOMICO

3.4.1 Análisis marginal comparativo

Se evaluó cual de los tratamientos era de conveniencia con el ingreso neto más alto calculando todos los costo comunes para todos los tratamientos y los costos propios de cada tratamiento, empleando la metodología de análisis marginal comparativo propuesto por el CIMMYT para la formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 ANALISIS ESTADISTICO

4.1.1 Efecto de la variables en plántulas de lechuga

Los resultados del análisis de varianza de las variables de la lechuga y maíz dulce en fase de plántulas están resumidas en el cuadro 3.

De acuerdo a los resultados del ANOVA, en las plántulas de lechuga no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables diámetro del tallo (DIAMET), longitud radicular (LORAD) y consistencia del pilón (CONSIST) a una probabilidad de (P<0.1). En ambas variables el ajuste del modelo fue muy bajo (R^2= 0.0774) y (R^2=0.0713) respectivamente.

En las variables peso seco radicular (PESOSEC), peso húmedo radicular (PESOHU) y longitud de la planta (LOPLA) se detectaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos (P< 0.01). En estas variables el ajuste del modelo no fue alto, con excepción de la variable peso húmedo radicular (PESOHU) en donde el ajuste del modelo fue satisfactorio (R>0.51).

4.1.2 Efecto de las variables en plántulas de maíz dulce

En el maíz dulce, los resultados difieren de los resultados de la lechuga. Debido a que en todas la variables se detectaron diferencias entre los tratamientos (P<0.1). En las variables diametro del tallo (DIAMET) y longitud radicular (LORAD) se detectaron diferencias significativas (P<0.1) y en las variables consistencia del pilón (CONSIST), peso seco radicular (PESOSEC), peso húmedo radicular (PESOHU), longitud radicular (LORAD) y la variable longitud de la planta (LOPLA) se encontraron diferencias altamente significativas (P<0.01).

El ajuste del modelo fue mayor en las variables consistencia del pilón y en la variable peso seco radicular (R>0.5).

Cuadro 3. Resultados del análisis de varianza de variables en plántulas de lechuga y maíz dulce y sus niveles de significación.

FUENTE DE VARIACION		DIAMET	CONSIST	PESOSEC	PESOHU	LORAD	LOPLA
Modelo	Lechuga	0.2342	0.2858	0.0001**	0.0001**	0.1516	0.0014**
	Maíz dulce	0.0192*	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.0412*	0.0059**
Tratamiento	Lechuga	0.2342	0.2858	0.0001**	0.0001**	0.1516	0.0014**
	Maíz dulce	0.0192*	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.0412*	0.0059**
Coeficiente de Variación	Lechuga	11.63	28.86	60.41	41.95	17.80	11.80
	Maíz dulce	21.69	22.28	36.77	28.44	18.82	14.07
R^2	Lechuga	0.0774	0.0713	0.2375	0.5196	0.0898	0.1954
	Maíz dulce	0.1405	0.6397	0.5110	0.3695	0.1229	0.1657

****altamente significativo (P< 0.01), * significativo (P<0.1)**

4.1.1.1 Comparación de medias de los tratamientos en plántulas de lechuga. Las separaciones de medias para la variables respectivas a las plántulas de lechuga, se detallan únicamente para las variables en las cuales se encontró diferencia significativa entre los diferentes medios de crecimiento. Para la lechuga la separación de medias se encuentra detallada en los cuadros 4,5,6 para las variables peso seco radicular, peso húmedo radicular y longitud del planta respectivamente.

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos en el peso seco radicular (PESOSEC)en lechuga. El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significatico de (P<0.1).

TRATAMIENTO	MEDIA	**AGRUPACION DUNCAN P<0.1**	
(3) F. de coco, Compost, Arena (2:1:1)	0.08986	A	
(2) F. de coco, T. de musgo (2:1)	0.05830	B	
(1) F. de coco, T. de musgo (1:1)	0.05573	B	C
(5) C. de arroz, Compost, Arena (4:2:1)	0.05033	B	C
(6) C. de arroz, T. musgo, Arena (4:2:1)	0.04068	B	C
(7) C. de arroz, Bocashi, Arena (4:2:1)	0.03943	B	C
(4) F. de coco, Bocashi, Arena (4:2:1)	0.03483		C

En cuanto al peso seco, el tratamiento 3 fué el mejor. Esto se debió a que las condiciones de nutrición, porosidad y retención de humedad fueron las mejores para que se tuvieran las mejores condiciones de crecimiento y mayor acumulación de materia seca radicular (Peirce, 1987). Un alto peso seco radicular nos da raíces vigorosas por lo que el retraso en crecimiento de la plántula va a ser menor, y el crecimiento activo se iniciará lo antes posibles un vez transplantada. Los tratamientos con mejor peso radicular contenian una buena fuente de materia orgánica, las cuales fomentaban un buen intercambio catiónico, por lo que los nutrimentos estaban en forma disponible, durante el desarrollo de la plántula, logrando así una alta acumulación de materia seca en las raíces. Los medios con bocashi fueron los tratamientos con menor peso seco radicular, aunque este componente contiene bastantes ingredientes ricos en nitrógeno estos no son del todo disponibles para la planta por ser subproductos de la industria arrocera y cañera.

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos en el peso húmedo radicular (PESOHU) en lechuga. El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significativo de ($P<0.1$).

TRATAMIENTO	MEDIA	AGRUPACION DUNCAN P<0.1
(3) F. de coco, Compost, Arena (2:1:1)	0.74000	A
(1) F. de coco, T. de musgo (1:1)	0.52000	B
(5) C. de arroz, Compost, Arena (2:1:1)	0.33333	C
(2) F. de coco, T. de musgo (2:1)	0.32667	C
(7) C. de arroz, Bocashi, Arena (4:2:1)	0.28333	C
(6) C. de arroz, T. de musgo, Arena (4:2:1)	0.28000	C
(4) F. de coco, Bocashi, Arena (4:2:1)	0.25000	C

El tratamiento con mayor peso húmedo radicular fué el tratamiento 3 y se debió a la cantidad de materia orgánica, proporcionada por la fibra de coco y el compost, en el medio de crecimiento. Lo que causó que el medio se mantuviera con buena cantidad de humedad entre riego y riego (Hartman y Kester, 1997). El alto peso húmedo radicular se pudo deber a la capacidad de la fibra de coco y la turba de musgo de mantener humedad lo que mantuvo a las raíces hidratadas. En cambio medios con bocashi fueron los tratamientos con menor peso húmedo, se asume que esto se debió a que este componente contiene partículas más gruesas y más grandes lo que hacía que el agua se drenara rápidamente. En medios como este se recomendaría reducir el tiempo entre riegos.

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos en la longitud de la planta (LONPLA)en lechuga. El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significatico de (P<0.1).

TRATAMIENTO	MEDIA	AGRUPACION DUNCAN P<0.1
(6) C. de arroz, T. de musgo, Arena (4:2:1)	103.133	A
(7) C. de arroz, Bocashi, Arena (4:2:1)	102.800	A
(3) F. de coco, Compost, Arena (2:1:1)	101.267	A
(5) C. de arroz, Compost, Arena (4:2:1)	99.600	A
(1) F. de coco, T. de musgo (1:1)	99.667	A
(4) F. de coco, Bocashi, Arena (2:1:1)	95.267	A
(2) F. de coco, T. de musgo (2:1)	86.067	B

Para un buen desarrollo de la planta se necesita que el medio de crecimiento proporcione buena cantidad de nutrientes y que retenga suficiente humedad. También debe proveer suficiente aireación y estar libre de contaminantes, semillas de malezas y plagas (Peirce, 1987). Para Edmond et al. (1988) a mayor tamaño de la planta, menor es la habilidad de la plántula para recuperarse del paro de crecimiento. La diferencia en alturas en la plantas de lechuga se debió principalmente al atraso en la germinación, causado por la descomposición de la materia orgánica del medio de crecimiento. Esto aumentó la temperatura del medio, sometiendo a la semilla de lechuga a termodormancia. Para Peirce (1987), la semilla de lechuga entra en termodormancia a temperaturras arriba de 26 ºC. Montes (1996) menciona que las altas temperaturas causan deficiencia de oxígeno, cambios metabólicos y reducción en la solubilidad de gases. Aunque si se detectaron diferencias significativas para longitud, la prueba duncan nos dice que ningún tratamiento es más efectivo que otro y esto probablemente debido a la competencia por la luz, que hace que las plántulas se nivelen a casi una misma altura.

4.1.2.1 Comparación de medias de tratamientos en plántulas de maíz dulce. Para el maíz dulce en todas las variables, se encontraron diferencias significativas. A continuación se presenta el resumen de las separaciones de medias en los cuadros 7,8,9,10,11,12 para las variables diámetro del tallo, consistencia del pilón, peso seco radicular, peso húmedo radicular, longitud radicular y longitud de la planta respectivamente.

Cuadro 7. Efecto de los tratamientos en el diámetro del tallo (DIAMET) en maíz dulce. El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significativo (P<0.1).

TRATAMIENTO	MEDIA	AGRUPACION DUNCAN P<0.1		
(6) C. de arroz, T. de musgo, Arena (4:2:1)	3.4667	A		
(3) F. de coco, Compost, Arena (2:1:1)	3.4000	A		
(5) C. de arroz, Compost, Arena (4:2:1)	3.3333	A	B	
(2) F. de coco, T. de musgo (2:1)	3.2667	A	B	
(4) F. de coco, Bocashi, Arena (2:1:1)	3.1333	A	B	
(1) F. de coco, T. de musgo (1:1)	2.9000		B	C
(7) C. de arroz, Bocashi, Arena (4:2:1)	2.6667		B	C

Plantas con mayor diámetro, al final de la fase de invernadero son más resistentes a los riegos por aspersión después del transplante y así el período de recuperación del crecimiento activo por parte de la planta se reduce. Por el otro lado, éstas no deben ser las plantas más grandes ya que plantas grandes tiene problemas en el transplante, por tener un mayor área foliar lo que causa una mayor transpiración, afectando así el crecimiento de la plántula debido a una menor absorción de agua en relación al agua transpirada (Edmond el al., 1988).

Cuadro 8. Efecto de los tratamientos en la consistencia del pilón (CONSIST) en maíz dulce. El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significativo . (P<0.1).

TRATAMIENTO	MEDIA	AGRUPACION DUNCAN P<0.1			
(1) F. de coco, T. de musgo (1:1)	4.0000		**A**		
(2) F. de coco, T. de musgo (2:1)	3.6667	A			
(4) F. de coco, Bocashi, Arena (2:1:1)	3.2000		B		
(3) F. de coco, Compost, Arena (2:1:1)	2.7333			C	
(6) C. de arroz, T. de musgo, Arena (4:2:1)	2.5333			C	
(5) C. de arroz, Compost, Arena (4:2:1)	2.4667			C	
(7) C. de arroz, Bocashi, Arena (4:2:1)	1.3333				D

Para la variable consistencia del pilón se encontró que los mejores medios de crecimiento fueron los medios que contenían fibra de coco combinados con turba de musgo, esto se debe a que son materiales livianos. Además la consistencia está estrechamente relacionado con el contenido de materia orgánica. El tratamiento 5 (testigo) resultó tener

la peor consistencia de pilón. Los medios sin arena tiene mejor consistencia debido a que la arena tiene un peso alto lo que dificulta que las raíces logren mantener el pilón. Lo mismo sucede con el bocashi, que por sus partículas muy grandes que hacen que el medio no sea compacto, esto ocurre particularmente cuando el bocashi está en combinación con la casulla de arroz que aunque provee un excelente drenaje, hace que los pilones sean muy sueltos por su poca tendencia agregarse con otras partículas. Cuando el bocashi está en combinación con la fibra de coco, da como resultado pilones buenos y esto se pude deber a que la fibra de coco tiene filamentos más pequeños los cuales tienen mayor superficie de contacto, lo que hace que las partículas se adhieran mejor. Otra cosa que puede influir en la consistencia de pilón es el largo de la raíz, el tratamiento 1 obtuvo la mayor longitud radicular por lo que se podría decir que entre más raíces hay mejor consistencia del pilón.

Cuadro 9. Efecto de los tratamientos en el peso seco radicular (PESOSEC) en maíz dulce. El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significativo (P<0.1).

TRATAMIENTO	MEDIA	AGRUPACION DUNCAN P<0.1		
(7) C. de arroz, Bocashi, Arena (4:2:1)	0.24224	A		
(6) C. de arroz, T. de musgo, Arena (4:2:1)	0.22903	A		
(5) C. de arroz, Compost, Arena (4:2:1)	0.18534		B	
(4) F. de coco, Bocashi, Arena (2:1:1)	0.16544		B	
(3) F. de coco, Compost, Arena (2:1:1)	0.11136			C
(2) F. de coco, T. de musgo (2:1)	0.09277			C
(1) F. de coco, T. de musgo (1:1)	0.09277			C

Un buen medio de crecimiento debe proveer un buen anclaje, buen intercambio gaseoso, retener agua en forma disponible y debe de servir de reservorio de nutrientes, para fomentar un crecimiento adecuado y acumulación de materia seca (Nelson, 1985).

Cuadro 10. Efecto de los tratamientos en el peso húmedo radicular (PESOHU) en maíz dulce. El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significativo (P<0.1).

TRATAMIENTO	MEDIA	AGRUPACION DUNCAN P<0.1		
(6) C. de arroz, T. de musgo, Arena (4:2:1)	1.3800	A		
(7) C. de arroz, T. Bocashi, Arena (4:2:1)	1.2933	A	B	
(5) C. de arroz, Compost, Arena (4:2:1)	1.2600	A	B	
(3) F. de coco, Compost, Arena (2:1:1)	1.2067	A	B	
(4) F. de coco, Bocashi, Arena (2:1:1)	1.1267		B	
(1) F. de coco, T. de musgo (1:1)	0.7967			C
(2) F. de coco, T. de musgo (2:1)	0.7267			C

Peirce (1987) afirma que pesos frescos altos, junto con otras características morfológicas de la planta, están relacionadas con un buen abastecimiento de nitrógeno en el medio de crecimiento.

Cuadro 11. Efecto de los tratamientos en la longitud radicular (LORAD) en maíz dulce. El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significativo (P<0.1).

TRATAMIENTO	MEDIA	AGRUPACION DUNCAN P<0.1		
(1) F. de coco, T. de musgo (1:1)	91.867	A		
(5) C. de arroz, Compost, Arena (4:2:1)	87.067	A	B	
(6) C. de arroz, T. de musgo, Arena (4:2:1)	82.400	A	B	C
(3) F. de coco, Compost, Arena (2:1:1)	80.000		B	C
(4) F. de coco, Bocashi, Arena (4:2:1)	79.667		B	C
(2) F. de coco, T. de musgo (2:1)	79.400		B	C
(7) C. de arroz, Bocashi, Arena (4:2:1)	73.133			C

Para Edmond et al. (1988), plantas grandes tienen un sistema más extenso por lo que al transplante pueden tener problemas de recuperación por el daño ocasionado a la parte más tierna de la raíz en la cuál se ubican la mayor parte de pelos absorventes. También un crecimiento abundante de la raíz mejora la consistencia del pilón permitiendo ser más manejable. El tratamiento 1 fue el de mayor longitud radicular se pudo haber debido a que como no contiene materiales pesados y contiene bastante materia orgánica el medio no tendió a compactarse y la penetración de la raíz por el medio fue fácil al igual que con los tratamientos 5 y 6 los cuales a pesar de contener arena que es una material pesado, contienen bastante material orgánica.

Cuadro 12. Efecto de los tratamientos en la longitud de la planta (LOPLA) en maíz dulce. El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significativo (P<0.1).

TRATAMIENTO	MEDIA	AGRUPACION DUNCAN P<0.1
(6) C. de arroz, T. de musgo, Arena (4:2:1)	85.467	A
(5) C. de arroz, Compost, Arena (4:2:1)	82.533	A
(4) F. de coco, Bocashi, Arena (2:1:1)	80.000	A
(1) F. de coco, T. de musgo (1:1)	79.400	A
(3) F. de coco, Compost, Arena (2:1:1)	78.267	A
(2) F. de coco, T. de musgo (2:1)	78.267	A
(7) C. de arroz, Bocashi, Arena (4:2:1)	68.800	B

La longitud de la planta es un indicador de que el medio proporcionó cantidades adecuadas de nitrógeno y que la disponibilidad del mismo también fue adecuada, lo que permitió un crecimiento vigoroso de las plantas. Este crecimiento es bueno hasta cierto punto ya que transplantar una planta muy grande no es recomendable por el alargamiento en el período de recuperación de la plántula después del transplante. Existió una diferencia significativa entre los tratamientos, lo quiere decir que unos crecieron más rápido que otros por lo que el número de días a transplante debe establecerse para cada tratamiento para evitar el problema de transplantar plantas muy grandes. Aunque si se detectaron diferencias entre tratamientos en la separación de medias (duncan) no se puede decir que uno es mejor que otro ya que todo los medios son igual de eficientes y esto se pudo deber a la competencia por la luz que hubo entre las plantas por lo que las alturas se uniformizaron.

4.1.1.2 Efecto de las variables agronómicas en lechuga

Los resultados del análisis de varianza para las variables agronómicas están detalladas en el cuadro 13.

El modelo ajustado para las variables de rendimiento en lechuga fueron representativos (R^2>0.67). Para la variables frutos comerciales (FC) y rendimiento (REND), no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (P< 0.10). Los diferentes medios de crecimiento no influenciaron en el rendimiento, esto se pudo deber a que tampoco hubo diferencias entre los tratamientos, en las variables como consistencia, longitud radicular y diámetro, prácticamente ninguna plántula se vió en ventaja sobre las demás, para tener un crecimiento más vigoroso y por lo tanto un rendimiento significativamente superior. A pesar que las plántulas estuvieron listas para el transplante en diferente fecha, los rendimientos no fueron diferentes. Si se detectó diferencias

altamente significativas entre los bloques (P<0.01). La razón de esto pudo ser que partes del lote permanecieron encharcadas durante gran parte del experimento. En estas parte las cabezas fueron más pequeñas pero más compactas y en las partes secas fueron cabezas más grande pero no compactas. Para la variable frutos no comerciales (FNC), se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (P<0.1).Para esta los bloques no fueron significativos. Pero estas diferencias se debieron principalmente a las condiciones adversas que imperaron durante el ensayo y no por efectos de los diferentes medios de crecimiento.

4.1.2.2 Efecto de las variables agronómicos en maíz dulce. En el maíz dulce, para las variables frutos comerciales (FC) y para la variable rendimiento (REND) el ajuste del modelo fue representativo (R^2> 0.62). El ajuste del modelo para la variable frutos no comerciales (FNC) fue bajo (R^2= 0.1637). Se encontraron diferencias significativas para las variables frutos comerciales y rendimiento (P<0.10). En este caso al contrario de la lechuga si se detectaron diferencias entre los tratamientos para todas las variables de la plántulas como lo son: diámetro, consistencia del pilón, peso seco radicular, peso húmedo radicular, longitud radicular y longitud de la planta. Por esta razón se podría decir que algunas plántulas fueron transplantadas con ciertas ventajas sobre las demás y el tiempo de recuperación crecimiento activo fue menor en ciertas plántulas lo que pudo influenciar el rendimiento. Otra explicación de las diferencias entre rendimientos, es que las lluvias y los vientos durante la floración, acamaron plantas de maíz, haciendo que el maíz gastara su energía en recuperarse y no en el llenado de grano. Para estas variable también se encontraron diferencias significativas entre los bloques (P<0.10). Al igual que en la lechuga hubo partes encharcadas, lo que hicieron que el maíz dulce no se desarrollara bien y redujera su rendimiento. Para la variable frutos no comerciales (FNC) no se encontraron diferencias significativas.

Cuadro 13. Resultados del análisis de varianza de variables agronómicas en lechuga y maíz dulce y su nivel de significancia.

FUENTE DE VARIACION		FC	FNC	REND
Modelo	Lechuga	0.0350*	0.0401*	0.0352*
	Maíz dulce	0.0131*	0.9236	0.0153*
Tratamiento	Lechuga	0.5250	0.0349*	0.5258
	Maíz dulce	0.0570*	0.8216	0.0630*
Bloque	Lechuga	0.0028**	0.1636	0.0028**
	Maíz dulce	0.0102*	0.8709	0.0118*
Coeficiente de Variación	Lechuga	13.92	73.53	13.92
	Maíz dulce	12.73	38.67	12.78
R^2	Lechuga	0.6795	0.6705	0.6792
	Maíz dulce	0.6292	0.1637	0.6213

** altamentente significativo (P<0.01) * significativo (P<0.10)

4.1.1.3 Comparación de medias de los tratamientos para rendimientos de lechuga. Para la lechuga se presenta el resumen de separación de medias, para la variable frutos no comerciales en el cuadro 14.

Cuadro 14. Efecto de los tratamientos en el peso de frutos no comerciales (FNC) en lechuga. El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significativo (P<0.1).

TRATAMIENTO	MEDIA	AGRUPACION DUNCAN P<0.1		
(5) C. de arroz, Compost, Arena (4:2:1)	0.0000	A		
(4) F. de coco, Bocashi, Arena (2:1:1)	0.1667	A	B	
(3) F. de coco, Compost, Arena (2:1:1)	0.2000	A	B	
(6) C. de arroz, T. de musgo, Arena (4:2:1)	0.2000	A	B	
(2) F. de coco, T. de musgo (2:1)	0.4333		B	C
(1) F. de coco, T. de musgo (1:1)	0.4667		B	C
(7) C. de arroz, Bocashi, Arena (4:2:1)	0.7333			C

El testigo fue el tratamiento con menos frutos no comerciales, pero estas diferencias se debieron al las condiciones de exceso de humedad que imperaron durante el ensayo.

4.1.2.3 Comparación de medias de los tratamientos para rendimientos en maíz dulce. Para la separación de medias se presentan los cuadros 15 y 16 para las variables frutos comerciales y rendimiento.

Cuadro 15. Efecto de los tratamientos en el peso de frutos comerciales (FC) en maíz dulce. El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significativo (P<0.1).

TRATAMIENTO	MEDIA	AGRUPACION DUNCAN P<0.1		
(1) F. de coco, T. de musgo (1:1)	4.5750	A		
(3) F. de coco, Compost, Arena (2:1:1)	4.4750	A		
(5) C. de arroz, Compost, Arena (4:2:1)	4.1250	A	B	
(4) F. de coco, Bocashi, Arena (2:1:1)	3.9750	A	B	C
(2) F. de coco, T. de musgo (2:1)	3.9250		B	C
(7) C. de arroz, Bocashi, Arena (4:2:1)	3.7750		B	C
(6) C. de arroz, T. de musgo, Arena (4:2:1)	3.3750			C

El tratamiento 1 tuvo el mayor rendimiento esto se debe a que este tratamiento fue el de mejor consistencia de pilón. Esto minimizó el daño a las raíces en el momento de el transplante y esto a su vez redujo el período de recuperación de la planta en el transplante (Edmond et al 1988). Las condiciones ambientales repercutieron en la cantidad de frutos comerciales por la mala polinización causada por el exceso de lluvia durante la etapa de floración.

Cuadro 16. Efecto de los tratamientos en el rendimiento (REND) en maíz dulce. El Zamorano, Honduras 1998. Diferencias a un nivel significativo (P<0.1).

TRATAMIENTO	MEDIA	AGRUPACION DUNCAN P<0.1		
(1) F. de coco, T. de musgo (1:1)	6.0750	A		
(3) F. de coco, Compost, Arena (2:1:1)	5.9400	A		
(5) C. de arroz, Compost, Arena (4:2:1)	5.4750	A	B	
(4) F. de coco, Bocashi, Arena (2:1:1)	5.2750	A	B	C
(2) F. de coco, T. de musgo (2:1)	5.2225		B	C
(7) C. de arroz, Bocashi, Arena (4:2:1)	5.0250		B	C
(6) C. de arroz, T. de musgo, Arena (4:2:1)	4.4950			C

El medio de crecimiento repercutió en el rendimiento, y esto principalmente por la calidad del pilón. Pilones muy buenos tendieron a mejorar el rendimiento por razones anteriormente mencionados. En la Figura 1 se presentan los rendimientos para los diferentes tratamientos de lechuga, y aunque no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos en los rendimientos, ésta gráfica ilustra que el tratamiento 1 (fibra de coco, turba de musgo en proporción 1:1) es el de mayor rendimientos seguido del testigo (casulla de arroz, compost y arena en proporción 4:2:1).

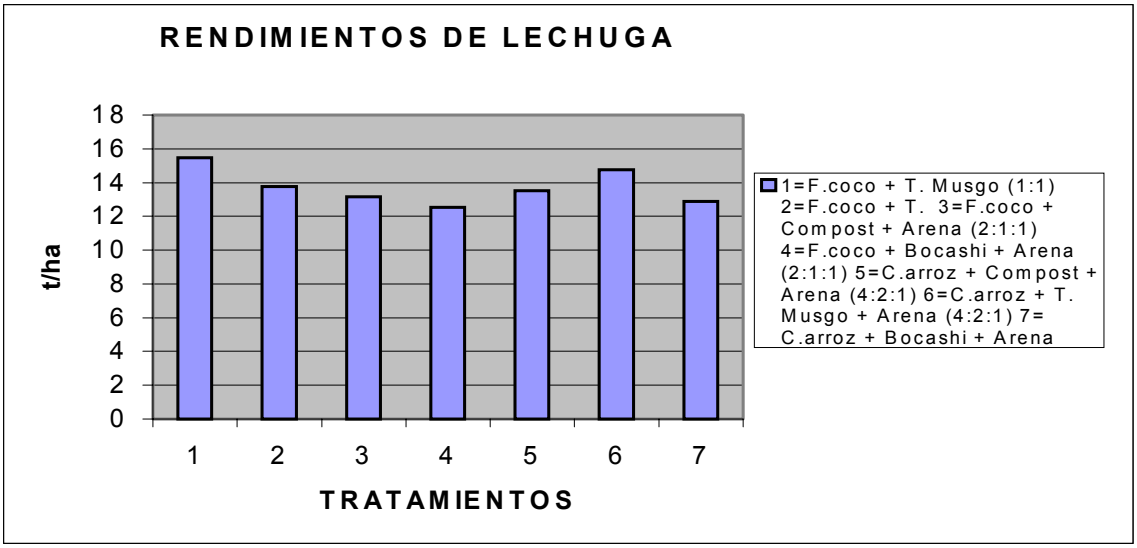
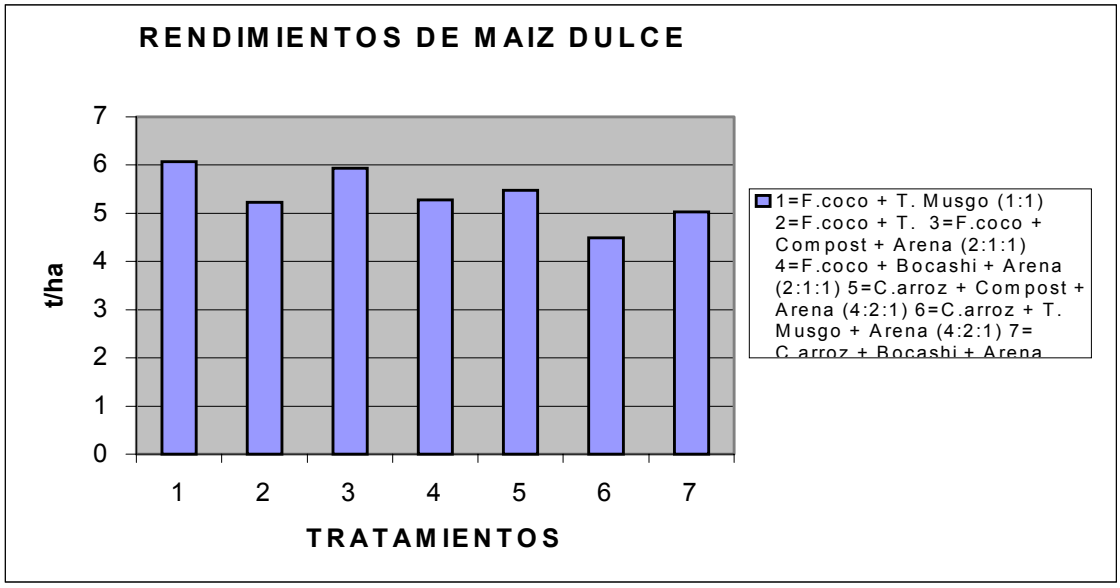


Figura 1. Rendimiento de lechuga.

En la Figura 2 se muestran los rendimientos respectivos a los tratamientos; al contrario de la lechuga en el maíz dulce si se detectaron diferencias significativas, siendo el tratamiento1 (fibra de coco, turba de musgo en proporción 1:1) el mayor, seguido por el tratamiento 3 (fibra de coco, compost y arena en proporción 2:1:1).

Figura 2. Rendimiento de maíz dulce.



4.2 ANALISIS ECONOMICO

4.2.1 Presupuesto parcial de lechuga y maíz dulce

Para el análisis se utilizó el método de presupuesto parcial, para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos diferenciales y beneficios de los tratamientos alternativos (CIMMYT, 1976). Para todo el ciclo del cultivo tanto para la lechuga como para el maíz dulce, se calcularon los costos comunes para todo los tratamientos; dichos costos están representados en el Anexo 1 y 2 . Los beneficios netos se determinaron basándose en los beneficios brutos y los costos variables determinados por componentes de los medios de crecimiento.

El presupuesto parcial para la lechuga está detallado en el Cuadro 17, el ajuste de los rendimientos medios fue en un 5%, esto con el propósito de obtener rendimientos reales y para reducir la sobre estimación de los rendimientos al momento de extrapolar los rendimientos de la parcela experimental a una hectárea. Esta sobre estimación de los rendimientos se debe a errores cometidos al medir la superficie cosechada, también porque las parcelas experimentales tienden a ser más uniformes.

Los tratamientos 1 y 2, en cuanto al beneficio neto, arrojan cifras negativas debido a la turba de musgo, la cual tiene un precio bastante elevado lo que infla los costos del medio de crecimiento, no obstante, el tratamiento tiene 2, tiene menores costos porque este medio a pesar de contener los mismos componentes, posee la turba de musgo en menor proporción. Ambos tratamientos poseen los beneficios brutos más altos, pero estos se ven opacados por la razon antes mencionada. El tratamiento 5, el cual representa al testigo, tuvo el menor costo y el mayor beneficio neto. Los precios y los costos por componente de los medios de crecimientos están detallados en el Anexo 3. El precio utilizado fue de 3.3 Lps/kg.

Cuadro 17. Presupuesto parcial de los diferentes medios de crecimiento para la producción de lechuga.

Tratamiento	Rendimiento medio (kg/ha)	Rendimiento Ajustado (kg/ha)	Beneficio bruto	**Total de costos** que varían (Lps/ha)	Beneficios netos
1	15,463	14,690	48,477	65,915	-17,438
2	13,777	13,088	43,191	47,759	-4,568
3	13,150	12,492	41,225	12,724	28,502
4	12,537	11,910	39,303	31,057	8,146
5	13,510	12,834	42,354	11,164	31,190
6	14,750	14,012	46,241	24,238	22,003
7	12,883	12,239	40,388	19,833	20,555

Para el maíz dulce se presenta el resumen del presupuesto parcial en el cuadro 18. El detalle de los costos de los componentes y sus precios están presentados en el Anexo 3. Los costos que varían son los mismos para la lechuga y para el maíz dulce ya que las bandejas utilizadas fueron las mismas, necesitando el mismo volumen de medio de crecimiento.

Al igual que en la lechuga los tratamientos 1 y 2, tuvieron beneficios netos bajos, el tratamiento 1, tiene los beneficios brutos más altos aunque también posee el costo más alto, debido a la alta proporción de la turba de musgo que contiene este medio crecimiento. El tratamiento con mayores beneficios netos fue el tratamiento 3, seguido por el testigo que también tuvo el menor costo al igual que en la lechuga. El precio utilizado para el maíz dulce fue de 13 Lps/kg.

Cuadro 18. Presupuesto parcial de los diferentes medios de crecimiento para la. producción de maíz dulce.

Tratamiento	Rendimiento medio (kg/ha)	Rendimiento Ajustado (kg/ha)	Beneficio bruto	**Total de costos** que varían (Lps/ha)	Beneficios netos
1	6,075	5,771	75,026	65,914.82	9,111
2	5,222	4,961	64,492	47,759.09	16,732
3	5,940	5,643	73,359	12,723.71	60,635
4	5,275	5,011	65,146	31,057.15	34,089
5	5,475	5,201	67,616	11,163.99	56,452
6	4,495	4,270	55,513	24,238.05	31,275
7	5,025	4,774	62,059	19,833.21	42,226

4.2.2 Análisis marginal de dominancia de lechuga y maíz dulce

El análisis marginal y de dominanacia; un tratamiento es dominado cuando sus beneficios son menores y sus costos diferenciales si aumentan. Para la lechuga el análisis está resumido en el Cuadro 19. Consiste en el ordenamiento de los tratamientos de acuerdo a los costos que varían en forma ascendente.

Para la lechuga todos los tratamientos fueron dominates con excepción del testigo a partir de este todos los beneficios netos disminuyen, habiendo también un incremento en el total de costos que varían. Esto quiere decir que una inversión mayor no se justifica debido a que los beneficios no logran cubrir estos costos. La tasa de retorno marginal nos expresa lo que el agricultor puede esperar ganar en promedio con su inversión cuando decide cambiar una práctica (CIMMYT,1976).

Cuadro 19. Análisis marginal y de dominancia de los diferentes medios de crecimientos Para la producción de lechuga.

Tratamiento	Total de costos que varían (Lps/ha)	Beneficio neto	Relación entre tratamientos	Tasa de Retorno Marginal
5	11164	31190		
3	12724	28502	Dominado	-172 %
7	19833	20555	Dominado	-112 %
6	24238	22003	Dominado	33 %
4	31057	8146	Dominado	-203 %
2	47759	-4568	Dominado	-76 %
1	65915	-17438	Dominado	-71 %

El análisis marginal para el maíz dulce está detallado en el Cuadro 20, en este caso solo el tratamiento 3 resulta ser dominante y tiene una tasa de retorno marginal de 267 porciento. Esto nos indica que la adpción del medio de crecimiento 3 (fibra de coco, compost y arena en una proporción de 4:2:1) paga cada Lps. 1 extra que invirtamos y obtenemos Lps. 1.67 más.

Cuadro 20. Análisis marginal y de dominancia de los diferentes medios de crecimientos para la producción de maíz dulce.

Tratamiento	Total de costos que varían (Lps/ha)	Beneficios netos	Relación entre Tratamientos	Tasa de Retorno Marginal
5	11164	56452		
3	12724	60535		267 %
7	19833	42226	Dominado	-194 %
6	24238	31275	Dominado	-188 %
4	31057	34089	Dominado	-16 %
2	47759	16732	Dominado	-12 %
1	65915	9111	Dominado	-66 %

Todos los demás tratamientos son dominados ya que tienen costos incrementales y sus beneficios netos son decrecientes. En este caso si se justifica cambiar del tratamiento 5 que es el testigo (casulla de arroz, compost y arena en proporción de 4:2:1) a el tratamiento 3 (fibra de coco, compost y arena en proporción de 4:2:1) ya que la tasa de retorno marginal es favorable. En el caso de la lechuga es preferible seguir utilizando el medio de crecimiento 5 (testigo) ya que ninguna de las demás opciones justifica su uso. El uso de una de estas opciones significaría, que no se recuperaría la inversión y además se perdería dinero por adoptar estos medios de crecimiento.

5. CONCLUSIONES

Medios con alto contenido de materia orgánica afectaron la germinación de la lechuga y alargaron el tiempo desde siembra a transplante, debido a altas temperaturtas en el medio, lo que causó termodormancia en la semilla de lechuga.
Los medios con turba de musgo y fibra de coco tuvieron las mejores consistencias de pilón ya que mejoraron su estructura en maíz dulce. En la lechuga no tuvieron el mismo efecto por su limitada cantidad de raíces. Medios con contenido de bocashi tuvieron pobre consistencia, debido al contenido de partículas grandes, aunque estos mismos tuvieron el mayor peso seco en el maíz dulce.

En la lechuga el tratamiento (fibra de coco, compost y arena en proporción de 2:1:1) dió el pesos seco y húmedo radicular más alto.

En cuanto a la durabilidad en el transporte y manejo del pilón en maíz dulce, medios con contenido de fibra de coco y turba de musgo en diferentes proporciones fueron mejores; terminando con una consistencia muy buena después del transporte.

En lechuga los tratamientos no tuvieron ningún efecto en los rendimientos habiendo solo diferencia en la cantidad de cabezas no comerciales. El testigo fue el que menor cantidad de cabezas no comerciables tuvo, aunque esto se pudo deber a las malas condiciones climáticas. En el maíz dulce si se presentaron diferencias entre los tratamientos siendo los más altos los medios que contenían fibra de coco, estos mismos tuvieron mayor longitud radicular , lo cual permitió un anclaje y un desarrollo de raíces más rápido.

Tanto en el maíz como en la lechuga, los rendimientos se vieron afectados por la lluvias, en el maíz en la polinización, en la lechuga en la cantidad de cabezas podridas.

El usar componentes importados aumenta los costos considerablemente,por lo que su uso no se justifica.

En la lechuga los mayores beneficios netos se vieron con tratamiento 5 (testigo) ya que sus costos son los menores. En el maíz dulce los mayores beneficios netos los tiene el tratamiento 3.

Técnicamente medios de crecimiento con fibra de coco son bastante viables, pero económicamente no lo son, por su contenido de turba de musgo.

En el maíz dulce el hecho de sustituir el testigo (casulla de arroz, compost y arena) por el tratamiento 3 (fibra de coco, compost y arena) paga la inversión y además produce ganacias.

Todos los tratamientos excepto el testigo tuvieron mayores costos diferenciales y menores beneficios netos.

6. RECOMENDACIONES

Usar un componente alternativo en combinación con la fibra de coco a modo de usar un componente más barato en combinación con la fibra de coco.

Hacer un ensayo en condición favorable para el cultivo de lechuga y maíz dulce para evitar la disminución en los rendimientos por efecto de las lluvias.

Probar estos medios en cultivos como tomate y otras hortalizas y ver sus diferentes respuestas a los mismos.

Evaluar cuantitativamente propiedades físicas de los medios de crecimiento como: capacidad de retención de agua y espacio poroso.

7. BIBLIOGRAFIA

BALL, V. 1985. Ball red book. 14ed. Englewood Cliffs, New York, E.E.U.U., Prentice-Hall. 720p.

CHRISTOPHER, E.P. 1958. Introductory Horticulture. New York, E.E.U.U., McGraw-Hill. 482p.

CIMMYT. 1976. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México D.F., México, CIMMYT. 79 p.

DENISEN, E. L. 1987. Fundamentos de horticultura. México, D.F., México, LIMUSA. 604p.

ECKE, P.; MATKIN, O.A.; HARTLEY, D.E. 1990. The poinsettia manual. 3ed. Paul Ecke Poinsettias. 87p.

EDMOND, J.B.; SENN, T.L.; ANDREWS, F.S. 1988. Principios de horticultura. Trad. por Federico Garza F. 3ed. México, C.E.C.S.A. 575p.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. 1997. Propagación de plantas. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. 5ed. México, C.E.C.S.A. 759p.

KNOTT, J.E. 1955. Vegetable Growing. 5ed. Philadelphia, E.E.U.U., LEA & FEBIGER. 358p.

KRAUSKOPF, D.M. 1990. Important Test for Transplants. Vegetable Grower (E.E.U.U.) 38(4): 74 – 77.

MELNICK, R. 1997.. Plugging into Transplant Trends. Vegetable Grower (E.E.U.U.) 45(4): 10 – 11.

MONTES, A. 1996. Cultivos de hortalizas en el trópico. Honduras, Departamento de Horticultura, Escuela Agrícola Panamericana. 208p.

NELSON, P.V. 1985. Greenhouse operation and management. 3ed. Englewood Cliffs, New Jersey, E.E.U.U., Prentice-Hall. 598p.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, T.H. 1988. Bioestadística; principios y procedimientos. Trad. por Ricardo Martinez B. Naucalpán de Juárez, Méx., McGraw-Hill/ interamericana de México. 622p.

SOUTH, L. 1993. Direct Seed or Transplant: Which is Your Choice. Vegetable Grower (E.E.U.U.) 41(4): 16 – 18.

PEIRCE, L.C. 1987. Vegetables: characteristics, production, and marketing. New York, E.E.U.U., John Wiley & Sons. 433p.

PRICE, H.C.; ZANDSTRA, B.H. 1988. Maximize Transplant Performance. Vegetable Grower (E.E.U.U.) 36(4): 10 – 16.

8. ANEXOS

Anexo 1. Presupuesto de costos comunes de lechuga

COSTOS VARIABLES	Unidad	Costo unit.	Cantidad	Sub-total	Total
Mano de obra					**4982.60**
Preparación de medios	horas	4.43	1.69	7.49	
Siembra de semilla	horas	4.43	1.5	6.65	
Preparación de camas	horas	4.43	103.31	457.66	
Transplante	horas	4.43	73.79	326.89	
Riego/Aspersión	horas	4.43	2.13	9.44	
Riego/Gravedad	horas	4.43	21	93.03	
Deshierba	horas	4.43	662	2932.66	
Fertilización	horas	4.43	126.5	560.40	
Cosecha	horas	4.43	132.82	588.39	
Materia prima					**14962.44**
Semilla	unidad	0.1	106600	10660.00	
18-46-0	kg	3.87	300	1161.60	
0-0-60	kg	2.49	200	497.20	
Cal	kg	1.02	7.93	8.09	
Urea	kg	3.28	132.87	435.55	
Gallinaza	tonelada	110	20	2200.00	
Maquinaria y equipo					**2603.49**
Caldera	hrs	130	2	260.00	
Acareo de plantas	hrs	64	0.5	32.00	
Arado	hrs	107	1.5	160.50	
Rastreado	hrs	107	2.5	267.50	
Surcado	hrs	71	2	142.00	
Voleadora	hrs	35	1	35.00	
Bomba de riego	hrs	17.75	96.14	1706.49	
COSTOS FIJOS					
Gastos administrativos	mes	300	2	600	**600**
COSTOS TOTALES					**23147.9**

Anexo 2. Presupuesto de costos comunes de maíz dulce

COSTOS VARIABLES	Unidad	Costo unit.	Cantidad	Sub-total	Total
Mano de obra					**4165.97**
Preparación de medios	horas	4.43	1.69	7.49	
Siembra de semilla	horas	4.43	1.5	6.65	
Transplante	horas	4.43	118	522.74	
Riego/Aspersión	horas	4.43	2.17	9.61	
Riego/Gravedad	horas	4.43	25	110.75	
Deshierba	horas	4.43	294.7	1305.52	
Fertilización	horas	4.43	127.03	562.74	
Aplicaciones sanitarias	horas	4.43	187.39	830.14	
Cosecha	horas	4.43	182.92	810.34	
Materia prima					**31024.00**
Semilla	unidad	0.15	106600	15990.00	
18-46-0	kg	3.87	300	1161.60	
0-0-60	kg	2.49	200	497.20	
Cal	kg	1.02	7.93	8.09	
Urea	kg	3.28	365.85	1199.26	
Gallinaza	tonelada	110	20	2200.00	
Curacron 400 EC	cc	0.16	5182.9	829.26	
Metasysox 25 EC	cc	0.235	571.54	134.31	
Manzate 80 WP	cc	0.0736	1524.39	112.20	
Dipel 2X	gr	0.4308	6707.25	2889.48	
Lorsban 4E	cc	0.1263	1219.5	154.02	
Volaton 1.5G	gr	0.17	2567.5	436.48	
Lannate 90 WP	gr	0.8069	6707.28	5412.10	
Adherente	gr	0.5	3958.9	1979.45	
Maquinaria y equipo					**2548.11**
Caldera	hrs	130	2	260.00	
Acareo de plantas	hrs	64	0.5	32.00	
Arado	hrs	107	1.5	160.50	
Rastreado	hrs	107	2.5	267.50	
Surcado	hrs	71	2	142.00	
Voleadora	hrs	35	1	35.00	
Bomba de riego	hrs	17.75	93.02	1651.11	
COSTOS FIJOS					
Gastos administrativos	mes	300	2	600	**600**
COSTOS TOTALES					**38338.08**

Anexo 3. Presupuesto de costos diferenciales de producción de plántulas de maíz dulce y
lechuga

Densidad de plantas (plantas/ha) 66666
Precio de Fibra de coco (Lps/pie³) 3.055
Precio de Casulla de arroz (Lps/pie³) 1.6
Precio de Bocashi (Lps/pie³) 24.5
Precio de Turba de musgo (Lps/pie³) 31.60
Precio de Compost (Lps/pie³) 30

Tratamiento	Costos de los componentes						**Total de costos diferenciales**
	Fibra de Coco	Turba de musgo	Compost	Bocashi	Casulla de arroz	Arena	
1	5724.72	60190.1	0	0	0	0	65914.82
2	7632.36	40126.73	0	0	0	0	47759.09
3	5723.97	0	4999.94	0	0	1999.8	12723.71
4	5723.97	0	0	23333.18	0	2000	31057.15
5	0	0	6530.52	0	3980.43	653.04	11163.99
6	0	19604.62	0	0	3980.43	653	24238.05
7	0	0	0	15199.78	3980.43	653	19833.21