

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL



TRABAJO DE TESIS

Evaluación de diferentes sustratos de Suelo , Gallinaza y Zeolita , en la producción de posturas de tomate en bandejas para transplante.

Trabajo presentado al Honorable Tribunal Evaluador, para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo

AUTORES:

Br. Fátima del Carmen Hernández García
Br. Lesbia Mercedes González Velásquez

ASESORES:

Ing. Agr. Elmer Saúl López Silva
Ing. Agr. MSc. Leonardo García Centeno

Managua, Abril del 2003.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a DIOS por habernos dado la oportunidad de haber concluido nuestros estudios universitarios.

A nuestros padres que no desmayaron en su apoyo para profesionalizarnos.

A todos nuestros amigos y amistades que nos apoyaron durante nuestros estudios, en especialmente a los Ingenieros: E. Saúl López Silva, Oliver García Rizo y Álvaro Benavides.

Al personal del CENIDA especialmente a Lic. Jacqueline López Martínez y a la Sra. Catalina Sánchez.

A todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron en la elaboración de nuestro trabajo de investigación.

Fátima del Carmen Hernández García.

Lesbia Mercedes González Velásquez.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de Diploma a DIOS por permitirme alcanzar una meta importante en mi vida.

A mis padres Manuel Hernández Solórzano y a mi madre Marta García Molina a quienes debo la formación de mis valores y principios.

A mis queridos hermanos Jorge y Juan Hernández García que con sus consejos y apoyo me ayudaron a salir triunfante de mi carrera.

Les agradezco de corazón a la Familia González Velásquez que me brindaron su apoyo y amor en todo momento.

A todos ellos Gracias.

Fátima del Carmen Hernández García.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi DIOS por permitirme haber concluido mi carrera.

A mis padres Rafael González Orozco y a mi madre Lesbia Velásquez quienes siempre me brindaron y apoyaron en la formación de mis estudios.

En especial a mi apreciado hermano Rafael González que siempre me brindo su mano.

A mis hermanas Rebeca, Jezabel, Dania González y sobrinos, Kevin, Kenneth, Maybeling, Cecilia, Rafael González.

A mis cuñados Ana Cecilia Castillo y Harold Mayorga.

Que son parte de mi motivación y alegría.

A mis amigos que son muy especial y que estuvieron momentos malos y buenos y que nunca negaron su mano amiga quienes son: Ing. Saúl López y Fátima Hernández.

Lesbia Mercedes González Velásquez

ÍNDICE

<i>Agradecimientos</i>	<i>I</i>
<i>Lista Anexos</i>	<i>ii</i>
<i>Lista de Cuadros</i>	<i>ii</i>
<i>Lista de Ilustraciones</i>	<i>II</i>
RESUMEN	3
I Introducción	4
II Revisión de literatura	6
2.1. Conceptos básicos	6
II.1.1 Características de los sustratos	6
II.1.2 Gallinaza	7
II.1.3 Zeolitaclinoptilolita	8
III Materiales y métodos	11
3.1. Descripción del sitio experimental	11
3.2. Descripción del experimento	13
3.2.1. Tratamientos	13
3.2.2. Diseño experimental	13
3.3. Descripción del manejo del experimento	13
3.3.1. Variables medidas	14
3.3.2. Análisis estadístico	15
3.3.3. Análisis económico	16
4. Resultados y discusión	17
4.1. Altura de plantas (cm.)	17
4.2. Diámetro del tallo (mm.)	19
4.3. Número de hojas por plantas	21
4.4. Pesos secos de: planta, sistema radical, parte aérea y relación parte aérea – sistema radical	23
5. Evaluación económica DE COSTOS	25
6. Conclusiones	27
7. Recomendaciones	28
8. Bibliografía	29
Anexos	31

LISTA ANEXOS

Anexo 1 Análisis de Varianza de la variable altura de planta (cm).....	32
Anexo 2 Análisis de varianza de diámetro de planta (mm).....	33
Anexo 3 Análisis de varianza de hojas verdadera por dde	34
Anexo 4 Análisis de Varianza de Peso Seco	35
Anexo 5 Presupuestos de costos de producción de plántulas por sustrato por Ha	37
Anexo 6 Separación de medias para la altura de planta en cm.	38
Anexo 7 Separación de medias para la variable diámetro de planta en mm.	38
Anexo 8 Separación de medias para la variable número de hojas por plantas.	39
Anexo 9 Separación de medias para la variable de peso seco total por planta, sistema radical y parte aérea.	39

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Descripción de Tratamientos y Análisis químico de las diferentes mezclas utilizadas en el ensayo.	12
Cuadro 2 Costo de producción de plántula por sustrato en relación con la altura (cm)	25

LISTA DE ILUSTRACIONES

Figura 1 Estructura globular de la Zeolita	9
Figura 2 Promedios mensuales de Temperatura y Precipitación en el Sitio del Experimento.	11
Figura 3 Arreglo y distribución del ensayo, UNA	14
Figura 4 Toma de altura de planta.	18
Figura 5 Toma de diámetro de planta	20
Figura 6 Toma de datos del número de hojas por planta.	22
Figura 8 Relación altura - costo, por sustrato.	26

RESUMEN

Se realizó un estudio de diferentes mezclas de sustrato para la producción de posturas en bandejas para transplante en el cultivo del tomate, utilizando la variedad Río Grande. Este estudio se llevó a cabo en la Universidad Nacional Agraria (REGEN), en el periodo comprendido entre Abril 2002 a Julio 2002, con el objetivo de determinar el efecto individual de los tratamientos y el efecto de grupos de tratamientos de diferentes niveles de Suelo, abono orgánico (Gallinaza) y Zeolita como sustrato en la producción de posturas. Los tratamientos resultantes de las mezclas y evaluados fueron siete. El diseño experimental fue un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres repeticiones en un arreglo uní factorial. Las variables evaluadas fueron: Altura (cm), Diámetro (mm) y Número de hojas, el peso seco total por planta, peso seco aéreo y peso seco del sistema radical. Los resultados evidencian que el sustrato Gallinaza más Zeolita promueven un mayor crecimiento de altura, diámetro y un aumento en el número de hojas, al igual que el aumento del peso seco total, peso seco aéreo y peso seco del sistema radical. No se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos en la relación parte aérea - sistema radical. Las posturas que presentaron los mayores valores promedios de altura, diámetro y número de hojas fue con el sustrato Gallinaza. Los tratamientos que presentaron menor costo cuando la postura alcanza una altura óptima mayor de 15 cm fueron Gallinaza y Gallinaza más Zeolita (9:1) El costo de producción con estos dos tratamientos fue de C\$ 0.13 y C\$ 0.14 por plántula, respectivamente.

I INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Es originario de las regiones tropicales de América del Sur, pero su distribución es mundial. En Perú, Bolivia, México y Ecuador, se encuentran variedades, de las cuales procede el tomate cultivado (Cáceres, 1984). En el ámbito mundial se producen 45 millones de toneladas anuales (Villareal, 1982)

En Nicaragua el Departamento de Matagalpa es la zona de mayor producción de hortalizas. El Valle de Sébaco produce el 90.5 % de producción total de hortalizas de Matagalpa. El cultivo de tomate demanda mucha fuerza laboral, genera divisas y abastecimiento para el consumo. Las variedades que más se cultivan son: UC – 82, VF – 134, Nápoles, Río Grande, Tropic y Peto – 48. El tomate es relativamente rico en vitaminas A y B; y minerales como el Hierro (Escorcía, 1993)

En Nicaragua el tomate ocupa uno de los primeros lugares, tanto en consumo como en producción y comercialización, los rendimientos promedios varían en 12 a 18 ton/ha. En el país anualmente se cultivan de 2,000 a 2,500 ha. En Nicaragua la siembra, producción y comercialización de tomate están dirigidas al período en que las condiciones climatológicas son favorables para el cultivo, es decir, la época seca de noviembre a abril. (INTA, 1999)

El presente trabajo de investigación compara los efectos de diferentes mezclas de abono orgánico más Zeolita en tres diversas proporciones y cada una por separado en la producción de posturas de una variedad de tomate (Río Grande), así como dos testigos (uno de Suelo y otro de Gallinaza). La necesidad de la búsqueda de mejores sustratos para la producción de posturas de calidad en hortalizas es motivada por la falta de investigación científica en este campo, en nuestro país.

Debido a la falta de información científica que permita poder contar con un sustrato equilibrado en el aspecto nutricional, con propiedades físicas y químicas que permitan el buen desarrollo de posturas de hortalizas y la creciente utilización de bandejas en su producción. Se hace necesario llevar a cabo un estudio que pueda definir algunos parámetros para la mezcla de sustrato para la producción de posturas en bandejas. Lo que ha motivado la realización de este trabajo, que pretende encontrar un punto aceptable de la

mezcla de Zeolita y Gallinaza como sustrato, que pueda optimizar la calidad de las posturas.

Por lo tanto se pueden plantear los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar el efecto de diferentes mezclas de Suelo , abono orgánico y Zeolita como sustratos en la producción de posturas de tomate en bandejas.

Objetivos específicos

1. Determinar la mejor mezcla para el desarrollo de posturas de tomate desde el punto de vista agronómico.
2. Determinar la mejor mezcla de sustrato para la producción de posturas de tomate desde el punto de vista económico.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Conceptos básicos

El término sustrato se aplica en la horticultura a todo material, natural o sintético, que se puede utilizar para el desarrollo del sistema radical aislado del Suelo , desempeñando un papel de soporte para la planta y que puede intervenir o no en el proceso de nutrición. Las propiedades del sustrato condicionan sus posibles usos, el manejo y las prácticas de cultivos que se deben aplicar, para proporcionar a la planta las condiciones adecuadas para su desarrollo (Martínez, 1989, citado por Teres, *et al*, 1995).

Según Foucard (1997), los cultivos fuera del Suelo en contenedores se caracterizan por la puesta a disposición del sistema radical de la planta de un reducido volumen de sustrato inferior al espacio que tendría a su disposición en plena tierra. De ahí la importancia de la elección de sustratos y de sus cualidades físicas, para asegurar el crecimiento y desarrollo óptimo de los cultivos.

En Nicaragua no existen datos sobre la producción de plántulas de tomate para la siembra de cultivos a escala comercial.

II.1.1 Características de los sustratos

Según Mori (2001) y Teres *et al* (1995), también exponen algunas características deseables en los sustratos:

- Retener el agua en forma disponible para la planta.
- Proporcionar oxígeno para la respiración radical.
- Suministrar nutrientes.
- Ser un soporte para la planta en crecimiento: anclaje.
- Mantener el pan de tierra para el transplante
- El sustrato debe asegurar un buen suministro de agua y aire.
- El sustrato debe permitir una buena circulación tridimensional de la solución nutritiva.

- Es importante la estabilidad física y química del sustrato debe asegurar la misma al menos durante el periodo de utilización recomendado.
- Es imprescindible la ausencia de patógenos y elementos tóxicos para las plantas a cultivar.
- Cuanto menor sea la capacidad de cambio del sustrato, mejor control nutricional. Es conveniente un sustrato químicamente inerte.
- El sustrato debe ser homogéneo en sus características, y estas deben estar definidas y ser conocidas por el usuario.
- Cuanto más ligero sea el sustrato más fácil podrá instalarse y los costos de dicha operación serán menores.

II.1.2 Gallinaza

Yágodin (1986), asegura que es un abono orgánico de excelente calidad, la Gallinaza se compone de las deyecciones de las aves de corral y de material usado como cama que por lo general es la cascarilla de arroz mezclada con cal en pequeña proporción, la cual se coloca en el piso. La Gallinaza es un apreciado fertilizante orgánico, relativamente concentrado y de rápida acción. Lo mismo que el estiércol, contiene todos los nutrientes básicos indispensables para las plantas, pero en mucha mayor cantidad.

La Gallinaza se puede utilizar en la mayoría de los cultivos, por su alto contenido de nitrógeno, es importante ajustar el empleo de fertilizantes nitrogenados para evitar los excesos. El contenido de potasio es bajo, por lo que deberá ser especialmente necesario utilizar un fertilizante potásico (FAO, 1986; citado por Larios y García, 1999).

Paniagua (1994), asegura que la Gallinaza contiene niveles altos de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y microelementos,

Dependiendo de su origen, puede aportar otros materiales orgánicos en mayor o menor cantidad, las cuales mejoran las condiciones físicas del Suelo. Según Yágodin (1994), el contenido medio de nutrientes de la Gallinaza fresca es de 1.42 % de N, 1.06 % P_2O_5 y 0.47% K_2O .

Sus usos en los viveros:

- La pregerminación y desarrollo de las posturas tiene una duración aproximada de 18 a 20 días y los agricultores la vienen experimentando de tres maneras:
 - Bandejas en invernadero de piso.
 - Bandejas sin invernadero con protección contra el sol y la lluvia.
 - Cajones de madera sobre el piso o levantado.

“La Gallinaza es un fertilizante relativamente concentrado y de rápida acción, lo mismo que el estiércol contiene todos los nutrientes básicos indispensables para la planta, pero en mucha mayor cantidad.” (Yagodin *et al*, 1986).

II.1.3 Zeolitaclinoptilolita

En la naturaleza se han identificado más de 40 especies de Zeolitas diferentes y a su vez existen varias especies de Zeolitas sintetizadas artificialmente. En la actualidad sólo en Japón hay unas 15 empresas produciendo Zeolitas. La clase de las Zeolitas incluye un gran número de aluminio-silicato alcalino y alcalinotérreo hidratado, principalmente de sodio y calcio, que contienen cantidades variables de agua en el interior de los huecos interiores de la estructura. En la Figura 1 se muestra un ejemplo de Zeolita con estructura globular. El diámetro de los poros varía entre 2 y 7 Å y algunas Zeolitas llegan a tener hasta un 50% de huecos. Gracias a estas características estructurales las Zeolitas han alcanzado un amplio grado de utilización como filtros moleculares, filtros iónicos, intercambiadores iónicos e intercambiadores gaseosos y catalizadores. Desde hace más de 100 años se conocen las propiedades de las Zeolitas como intercambiadores de iones, sin embargo, dichas propiedades no alcanzaron una razón de utilidad industrial hasta después de 1960. Cada especie de Zeolita tiene un patrón de intercambio de cationes específico, por lo que unos cationes son intercambiados más fácilmente que otros. Por ejemplo, la clinoptilolita intercambia preferencialmente amonio frente a sodio. La alta capacidad de intercambio catiónico (CIC) de algunas Zeolitas sintéticas puede alcanzar valores de 1000 meq/100g, pero las Zeolitas naturales (clinoptilolita, erionita, phillipsita, etc.) suelen tener valores inferiores. La más comúnmente encontrada en el mercado de alimentación animal

es la Zeolita tipo clinoptilolita (Aluminio-silicato sódico potásico hidratado) y sus valores de CIC pueden estar alrededor de los 200 meq/100g; esto es también asegurado por Besoain (1985) cuando confirma que el intercambio de cationes (CIC) está muy ligado a la amplitud del canal; mientras más ancho sea el canal en su parte más angosta, mayor diámetro podrá tener el catión que se introduzca en él. La CIC de las Zeolitas es alta y varía entre los 100 y 300 meq/100gr. En esta propiedad se funda el sistema de agrandamiento de agua por permutitas, (Castaing, 2000).

Las Zeolitas forman una familia de silicatos hidratados bien definidos que se parecen estrechamente unas a otras en composición, en condiciones de formación y por lo tanto en modo de ocurrencia. Su estructura es parecida a la de los feldespatoideos pero presenta la peculiaridad de poder ganar o perder agua y de intercambiar algunas de sus cationes en función de las características del medio. Son comunes como producto de alteración de tobas volcánicas ácidas y como componentes de los Suelos y sedimentos marinos, (Castaing, 2000).

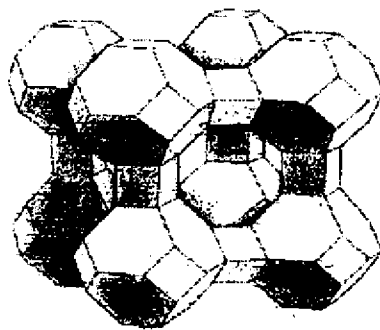


Figura 1 Estructura globular de la Zeolita .

En nuestro país se presentan Zeolitas en sus tres tipos de origen, en el caso de las rocas volcánicas, las rocas encajonantes, son basaltos columnares y andesitas basálticas, la estructura zeolítica posee en este caso un rumbo noreste y los minerales que le conforman en algunos casos son coincidentes con los de ignimbritas dacíticas del grupo coyol, acompañado de minerales propios de alteraciones hidrotermales, tales como: cloritas, feldespato, alto contenido de sílice libre y asociado. Su uso potencial va desde la extracción de potasio del agua marina para producción de cloruro de potasio, así como la elaboración de jabones fortificados, pastas dentales, plástico, cosméticos, insecticidas, plaguicidas,

pinturas, fertilizantes, lubricantes, endulzadores de agua, azulejos, lavamanos, inodoros; en la producción hortícola, fruticultura, flores, en la peletización de alimentos de animales en todas sus esferas e incluso los de producción avícola, camarón y tilapia.

De las más de 40 especies de Zeolitas conocidas en la actualidad, sólo 10 tipos se han probado en alimentación animal. La clinoptilolita es una de las Zeolitas con mayor número de referencias bibliográficas, aunque existen algunos trabajos referidos a Zeolitas sintéticas, (Castaing, 2000).

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del sitio experimental

El experimento se estableció en los terrenos de la Universidad Nacional Agraria, Km 12 ½ de la Carretera norte, en el Municipio de Managua, departamento de Managua. A una altura de 52 msnm. entre las coordenadas: Latitud Norte 12° 10' 00" y 12° 9' 52" y los Longitud Oeste 86° 10' 52" y 86° 9' 40".

La zona se caracteriza por una Temperatura promedio anual de 26.8 °C y una Precipitación anual promedio de 1,115.8 mm (INETER, 2002). Los promedios de Temperatura y Precipitación, prevaecientes durante el periodo del ensayo se presentan en la Figura 2.

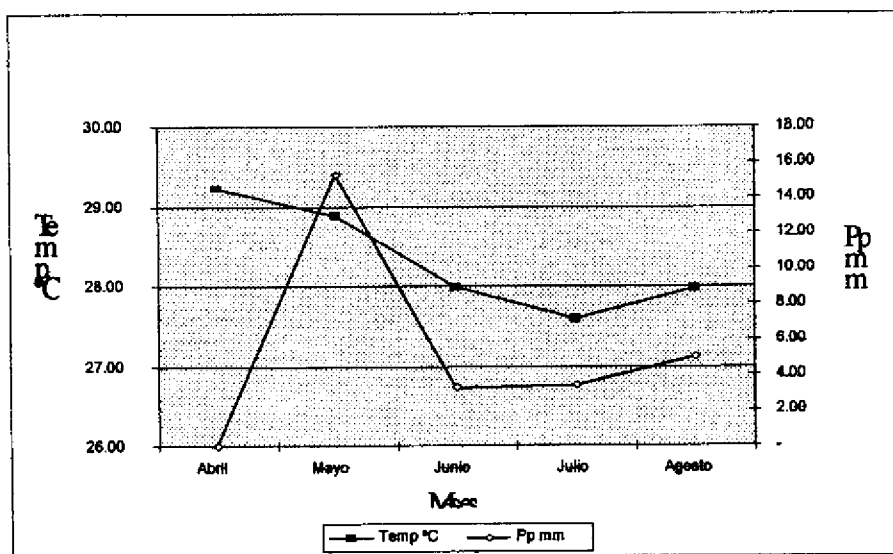


Figura 2. Promedios mensuales de Temperatura y Precipitación en el Sitio del Experimento.

Los análisis químicos de los sustratos están presentados en el *Cuadro 1*, en los cuales las mezclas de Gallinaza + Zeolita mostraron los niveles más altos de macro y micro nutrientes, así como de materia orgánica.

Cuadro 1 Descripción de Tratamientos y Análisis químico de las diferentes mezclas utilizadas en el ensayo.

N°	Sustrato	pH	Humedad %	(N) %	Cenizas %	M.O %	(P) %	(K) %	(Ca) %	(Mg) %	(Na) %	(Fe) %	(Cu) ppm	(Zn) ppm	(Mn) ppm
1	Suelo *					3.62	0.20	1.25							
2	Suelo + Gallinaza (2:1)*					4.38	0.41	1.00							
3	Gallinaza *		16.00	0.78			2.03	1.00	0.80	0.93		21,250.00	125.0	250.00	500.00
4	Suelo + Zeolita (3:1)*					3.32	0.30	0.87							
5	Gallinaza + Zeolita (9:1)**	8.20	13.65	1.84	70.63	29.37	2.55	1.60	6.74	0.82	0.26	2.77	120.3	361.00	1,082
6	Gallinaza + Zeolita (3:1)**	8.00	11.04	1.45	77.26	22.74	1.81	1.40	5.61	0.70	0.24	2.36	82.70	295.40	768.10
7	Gallinaza + Zeolita (1:1)**	8.00	10.04	1.00	84.26	15.74	1.33	1.30	4.93	0.52	0.20	1.78	59.00	236.30	591.00

		Disponible												
		(P)	(K)	(Ca)	(Mg)	(Na)	(Fe)	(Cu)	(Zn)	(Mn)	Boro	C.I.C.	Molibdeno	Boro
Nº	Sustrato	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100 Gallinaza	ppb	ppm
1	Suelo *													
2	Suelo + Gallinaza (2:1)*													
3	Gallinaza *													
4	Suelo + Zeolita (3:1)*													
5	Gallinaza + Zeolita (9:1)**	0.11	1.54	0.98	0.30	0.11	326.30	13.80	9.00	178.00	1.90	117.20	8.50	19.30
6	Gallinaza + Zeolita (3:1)**	0.09	1.40	0.98	0.31	0.10	233.20	10.00	64.50	134.00	1.80	114.60	5.00	19.00
7	Gallinaza + Zeolita (1:1)**	0.06	1.24	1.02	0.26	0.10	148.00	5.00	39.50	69.10	1.70	108.70	5.00	14.30

* Laboratorio de Suelos y Aguas, Universidad Nacional Agraria. 2002

** Laboratorios Químicos SUELO A. LAQUISA.

2002

3.2 Descripción del experimento

3.2.1. Tratamientos

Los tratamientos consisten en diferentes mezclas de Suelo , Gallinaza y Zeolita , así como de dos testigos (uno de Suelo y otro de Gallinaza).

Las mezclas evaluadas se presentan en la *Cuadro 1*.

3.2.2. Diseño experimental

Los tratamientos fueron distribuidos de acuerdo al sorteo de azarización se utilizó un diseño realizado fue un Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres repeticiones. Cada repetición se ubicó en una bandeja de propileno de 60 depósitos, con un área de 0.156 m². Para la evaluación de los parámetros de crecimiento, se utilizó una muestra de 10 plantas al azar en cada bandeja, en el primer muestreo y marcadas para las siguientes lecturas.

3.3. Descripción del manejo del experimento

El material genético utilizado fue Río Grande, variedad industrial de ciclo intermedio, crecimiento determinado y de aceptación por los productores.

El ensayo se estableció el día 9 de junio del año 2002 al 27 de julio del mismo año, anterior a esta fecha se realizaron las mezclas de los diferentes sustratos, según proporciones seleccionadas y se realizaron los correspondientes análisis químicos de los mismos (Cuadro 1).

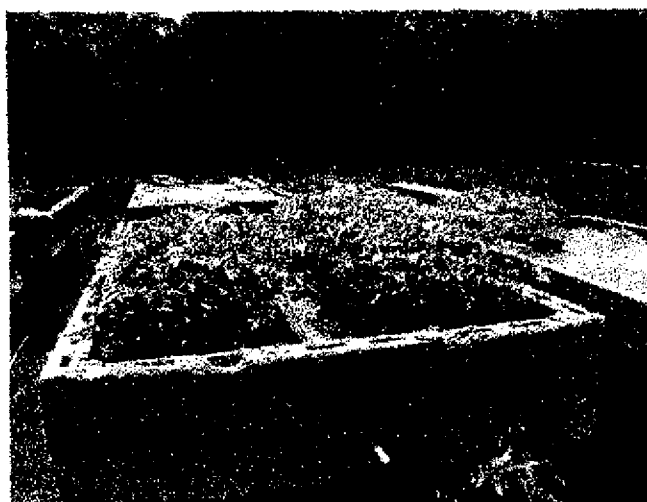


Figura 3 Arreglo y distribución del ensayo, UNA.

Se utilizó una semilla por depósito para totalizar 1.5 gramos de semilla en total. No se realizó control de plagas y se ubicaron las bandejas a una altura de 1.5 m (Figura 3) El control de malezas se realizó mediante métodos manuales, lográndose mantener libre de malezas el ensayo hasta el final. El suministro de agua fue a través de riego con regaderas a intervalos de 3 días, reduciendo la frecuencia de riego en los días próximos a la finalización del ensayo.

Se controló la aparición de enfermedades fungosas (mal de talluelo) con una aplicación semanal de Cycosin (Thiophanate-Methyl).

3.3.1. Variables medidas

Sobre el crecimiento:

En 10 plantas tomadas al azar de cada bandeja se registró el crecimiento iniciando la primera toma de datos a los 9 dde, con intervalos de 8 días, registrándose los últimos datos a los 34 dde.

- a) Altura de plántula; se midió en centímetros, desde la base del tallo al nivel de la superficie del Suelo , hasta la yema apical del mismo.
- b) El diámetro del tallo: se midió en milímetros, a la altura de 1 a 2 cm. de la superficie

del Suelo (base del tallo).

- c) Número de hojas verdaderas: se registró el número de hojas a partir de la primera hoja verdadera.

Variables de Peso Seco de Planta

Estas variables se tomaron 34 dde.

- a) **Peso seco total por planta (PSTP):** las plantas tomadas para el muestreo fueron separadas por repetición, colocadas en bolsas de papel periódico y puestas a secar en un horno 48 horas a una temperatura de 70 °C, posteriormente se procedió a medir el peso seco en gramos.
- b) **Peso seco de la parte aérea (PSPA):** se separó la planta en dos partes a partir del cuello del tallo y se procedió a pesar la parte aérea del mismo en gramos.
- c) **Peso seco del sistema radical (PSSR):** se utilizó el mismo procedimiento anterior y se pesó el sistema radical en gramos.
- d) **Relación parte aérea – sistema radical (RPASR):** se procedió a dividir el PSPA entre el PSSR, para determinar el aumento o decremento de la parte aérea con respecto al sistema radical. Su resultado es en gramos.

3.3.2. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron sometidos a Análisis de Varianza (ANDEVA) al 5 %, considerando significativo (*) el 5 % y altamente significativo (**) a 1 % y menores, se realizó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 % de significancia estadística.

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \xi_{ij}$$

De donde:

Y_{ij} =	Es cada una de las observaciones medidas en los distintos tratamientos.
μ =	Es el efecto de la media poblacional
β_i =	Es el efecto del <i>i</i> -ésimo tratamiento (1,2 ..., 7 sustratos)

ξ_j Es el Error Experimental.

3.3.3. Análisis económico

Los resultados de los tratamientos se sometieron a análisis económico para evaluar el costo comparativo de cada uno, utilizando la metodología de presupuestos parciales.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de plantas (cm.)

El INTA (1999), asegura que la altura óptima para el transplante de las plantas de tomate es entre los 15 y 20 cm, entre los 20 y 30 dde¹, igual criterio comparte Favaro *et al* (2002).

El Análisis de Varianza efectuado a la variable altura de planta (Anexo 1), evidenció que existen diferencias altamente significativas a los 9, 17, 25 y 34 dde (Anexo 6).

La separación de medias según Tukey al 5 % (*Ilustración 4*), demuestra que los tratamientos SUELO + Zeolita (3:1) y SUELO se agrupan en la primera categoría estadística durante los 9 y 17 dde. Sin embargo para los 25 y 34 dde los tratamientos varían en la primera categoría: el tratamiento GALLINAZA + Zeolita (1:1) en la primera fecha y los tratamientos GALLINAZA, GALLINAZA + Zeolita (1:1) y (3:1), durante la segunda.

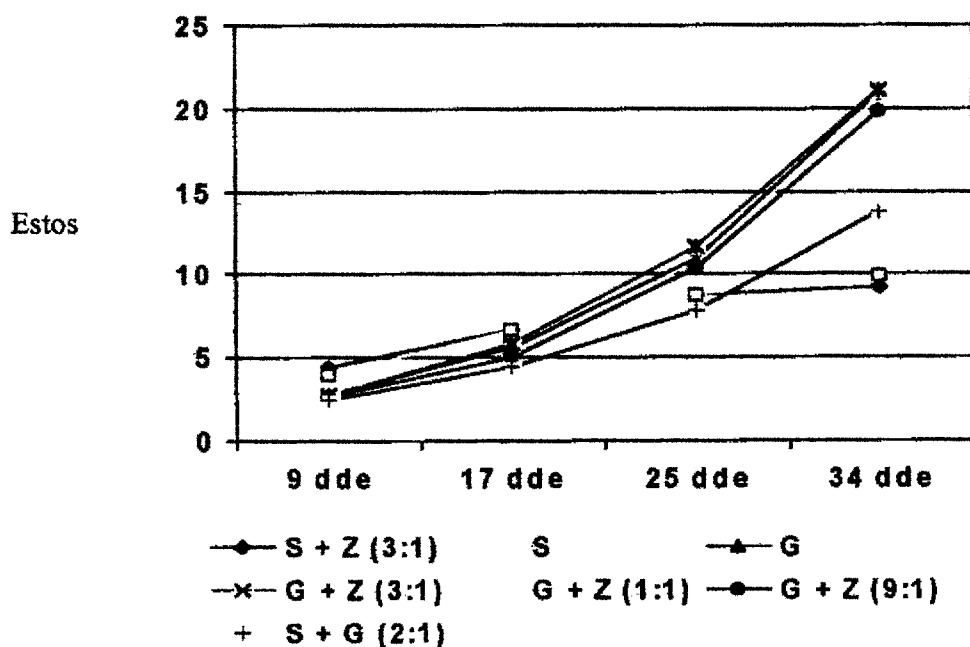


Ilustración 3 Altura de planta

¹ Días después de la emergencia.

resultados se deben a que los niveles de nutrientes (fertilidad del sustrato), no fueron suficientes para abastecer los requerimientos de las plantas en los últimos días de desarrollo, ya que la cantidad de Nitrógeno es mayor en las mezclas de los sustratos de Gallinaza y Gallinaza + Zeolita en comparación a los de los sustratos de Suelo (*Cuadro 1*). También influyó la cantidad de agua retenida por el sustrato. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Mori (2,001), en un ensayo sobre sustratos en el que la turba como sustrato orgánico alcanzó la mayor altura, encontrándose limitantes para el crecimiento en altura de la planta en los demás sustratos.

Favaro *et al* (2002), encontró diferencias en la altura de planta a los 20 días después de la siembra, en comparación a los 9 dde en este ensayo.

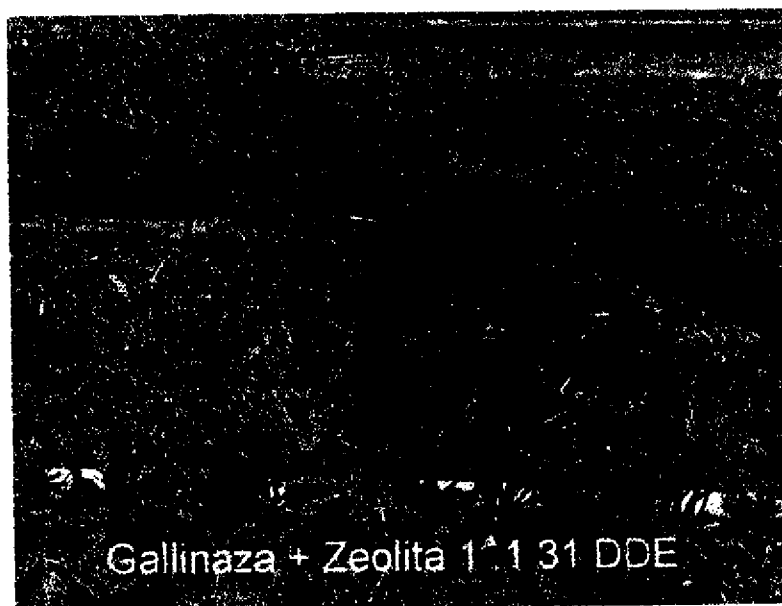


Figura 4 Toma de altura de planta.

En la Figura 4 se muestra la manera en que se midió la altura de planta en las bandejas.

4.2 Diámetro del tallo (mm.)

El Análisis de Varianza al 5 %, efectuado al diámetro de planta evidencia que existen diferencias altamente significativas (Anexo 2) a los 9, 25 y 34 dde siendo no significativa a los 17 dde (Anexo 7).

La separación de media según Tukey al 5 % (*Ilustración 6*) separa los tratamientos en tres categorías a los 9 dde, siendo los mejores los tratamientos Suelo + Zeolita (3:1) y SUELO, a los 25 dde los tratamientos Gallinaza y Gallinaza + Zeolita (9:1) ocupan la primera categoría estadística y para los 34 dde el tratamiento Gallinaza + Zeolita (9:1).

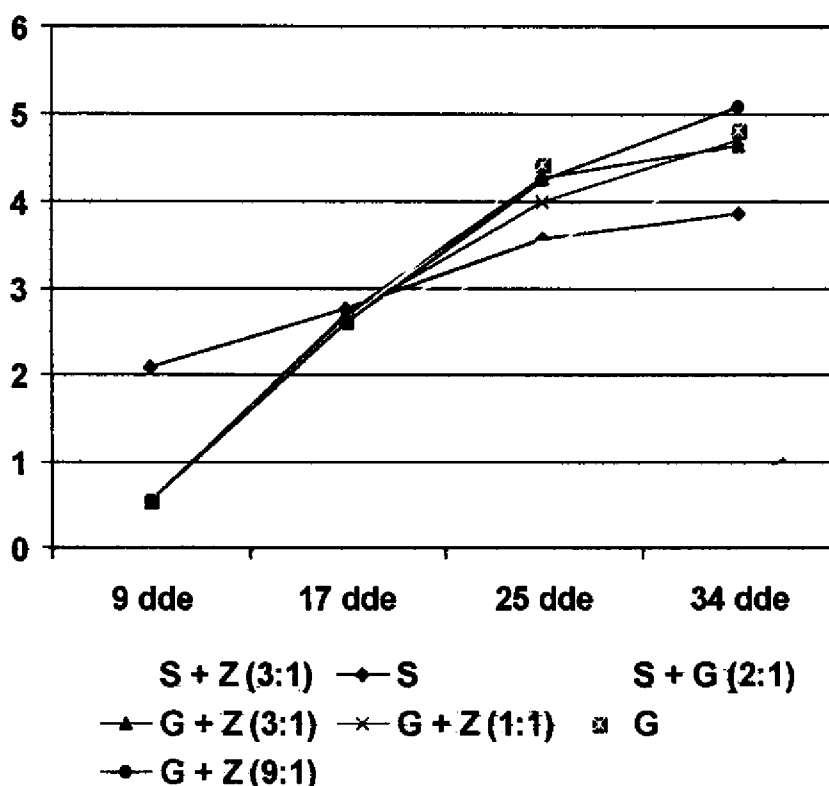


Ilustración 4 Separación de medias para la variable diámetro en mm

Las diferencias de diámetro en las diferentes fechas tienen como causa los niveles de fertilidad de los sustratos, así como el grado de compactación del mismo al pasar del tiempo, resultado similar se puede observar en el comportamiento de la variable altura de

planta. A los 9 dde las diferencias observadas se pueden deber a que el pH promedio de los sustratos a base de Gallinaza fue de 8.0 en comparación al rango de pH de 5.5 a 7.0 mencionado por INTA (1999), como óptimo para el crecimiento y desarrollo de esta especie, después de lo cual el cultivo se adapta y rápidamente crece.

A los 34 dde los tallos tienen el grosor para el trasplante (entre 3 a 5 mm), que es recomendado por el INTA (1999).

Podemos enunciar que la diferenciación del diámetro entre los tratamientos ocurre a los 17 dde, cuando aparentemente el grado de compactación de los sustratos es igual.



Figura 5 Toma de diámetro de planta.

En la Figura 5 se muestra la manera en que se fueron tomando los datos de diámetro de planta en el ensayo, con un Vernier (Píe de rey).

4.3. Número de hojas por plantas

El ANDEVA al 5 % realizado a la variable número de hojas por planta muestra que existe diferencias altamente significativa (*Anexo 3*) a los 17 y 34 dde, diferencia significativa a los 25 dde y diferencia no significativa a los 9 dde. (*Anexo 8*)

La separación de medias según Tukey al 5 % (*Ilustración 6*) encuentra tres categorías estadísticas en a los 9 dde, ocupando la primera el tratamiento Suelo + Zeolita (3:1), seguido de Suelo + Gallinaza (2:1). A los 17 dde el tratamiento Suelo + Zeolita (3:1) ocupa la primera categoría, a los 25 dde todos tienen el mismo efecto y a los 34 dde los tratamientos de Gallinaza y Gallinaza + Zeolita (1:1), (3:1) y (9:1) superan a los tratamientos que contienen Suelo en sus mezclas.

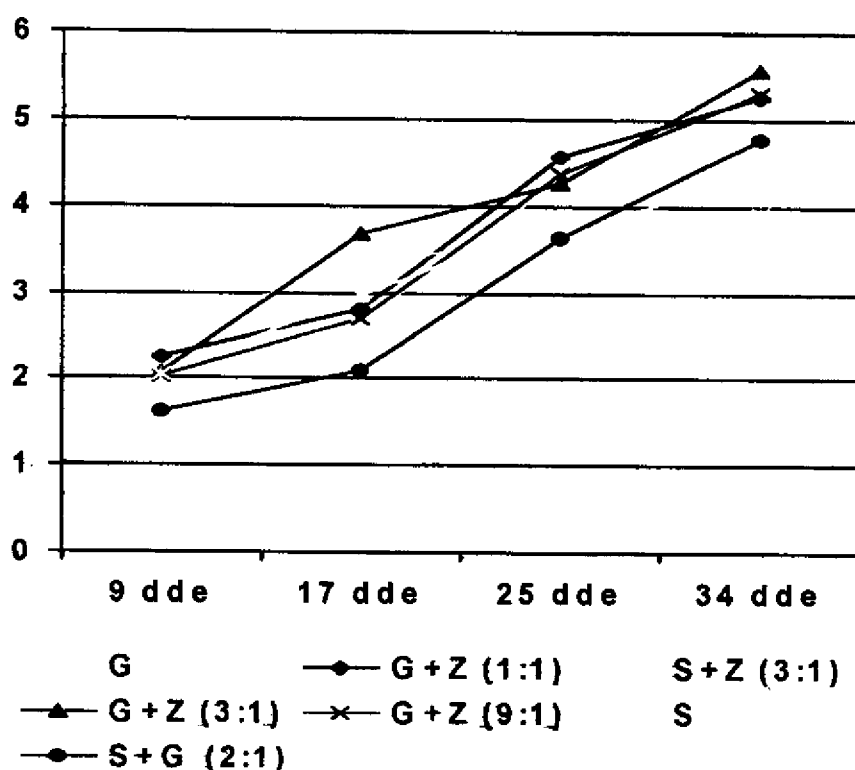


Ilustración 5 Separación de medias para la variable número de hojas por plantas.

Estos resultados evidencian de que las mezclas de sustratos con Zeolita y Gallinaza producen plantas con mayor número de hojas, debido a su capacidad de retención de humedad y nutrientes. Igual tendencia se observa en las variables de altura y diámetro de planta. Lo que implica una mejor condición de la planta para enfrentar las adversidades, una vez transplantadas al campo definitivo.

La diferencia entre el número de hojas entre los tratamientos empezó a notarse a partir de los 9, se igualó a los 25 y se volvió a diferenciar a los 34 dde, Favaro (2002), reportó la diferenciación de hojas entre tratamientos a los 17 dde, de 1 a 2.5 hojas por planta.



Figura 6 Toma de datos del número de hojas por planta.

Según Minero (2000), la mayoría de los productores optan por la producción de plántulas de 5 semanas (dependiendo de las condiciones climáticas y las variedades), que son enviadas al campo una vez que tienen de tres a cuatro hojas verdaderas. En nuestro ensayo este índice se obtuvo a las tres semanas.

4.4. Pesos secos de: planta, sistema radical, parte aérea y relación parte aérea – sistema radical

Los Análisis de Varianza al 5 % (Anexo 4) efectuados, encontraron diferencias significativas entre las variables Peso Seco Total de Planta (PSTP), Peso Seco Aéreo (PSA) y Peso Seco del Sistema Radical (PSSR), no así en la Relación Peso Seco Aéreo y Peso Seco Sistema Radical (PSPA/PSSR) (Ilustración 7).

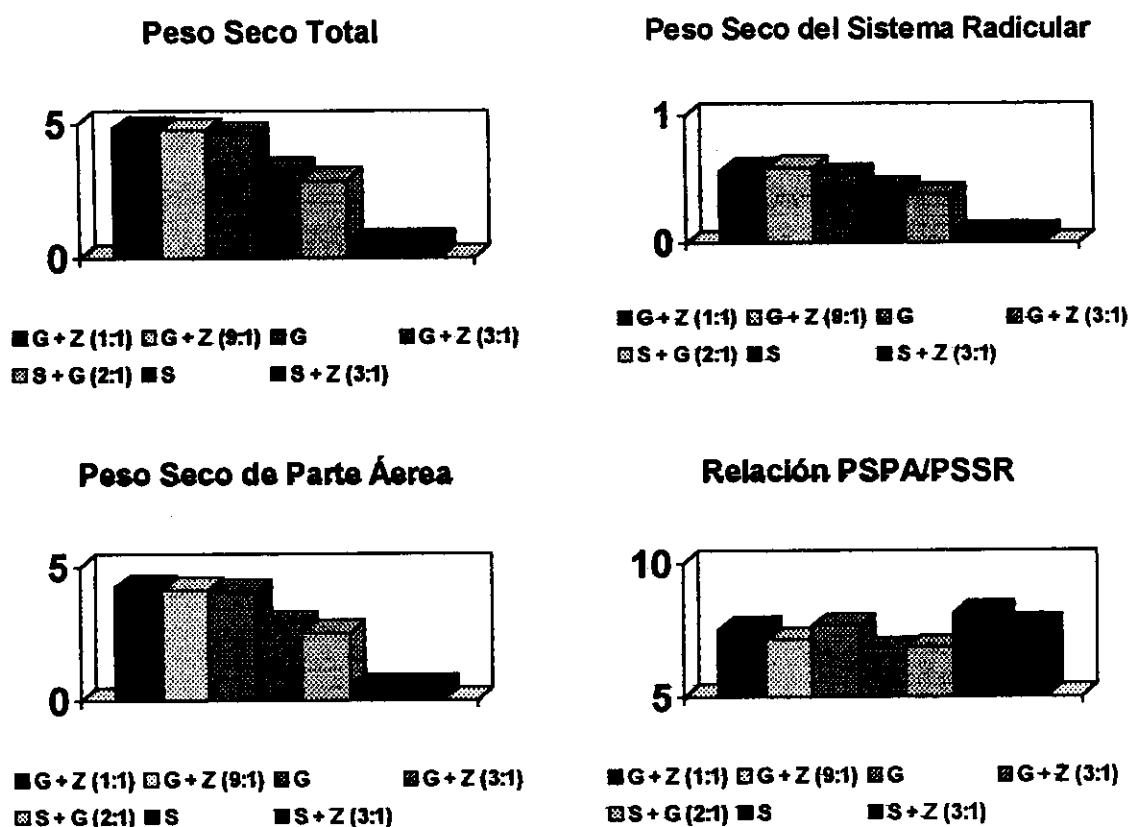


Ilustración 6 Separación de medias para peso seco total por planta, sistema radical, parte aérea y relación sistema radical parte aérea.

Tukey (Anexo 9) separa el PSTP en 4 categorías estadísticas, ocupando las dos primeras los tratamientos a partir de Gallinaza y Gallinaza + Zeolita (1:1 y 9:1), con un promedio de 4.72 Gallinaza en comparación a los tratamientos que contienen Suelo en sus mezclas, sin embargo se destaca el tratamiento de Suelo + Gallinaza (2:1) que supera en gran medida a los otros tratamientos que contienen Suelo. Estos resultados se deben al grado de fertilidad (Cuadro 1) y humedad de que estas mezclas son capaces de presentar. Favaro *et*

al (2002), reporta que los mayores incrementos en Materia Seca los obtuvo en un sustrato de turba rubia y negra.

Para la variable PSSR la primera categoría estadística es ocupada por los tratamientos Gallinaza y Gallinaza + Zeolita (1:1) y (9:1), una intermedia con los tratamientos Gallinaza + Zeolita (3:1) y Zeolita + Gallinaza (2:1), y una última con los tratamientos Suelo y Suelo + Zeolita (3:1), se asume que estas diferencias entre los diversos sustratos se debe al grado de compactación de los mismos, que se presentó durante los días finales del ensayo, el cual podría dificultar procesos fisiológicos y de absorción de nutrientes. Mori (2001) reporta que la baja disponibilidad de nutrientes en el sustrato promueve el desarrollo radicular de la plántula, en sustratos con mayor proporción orgánica, contrario a lo encontrado en este ensayo en el que el grado de compactación de los sustratos de Suelo y Suelo + Zeolita (3:1) mostraron el desarrollo más pequeño, resultando esto en plántulas más débiles para el trasplante.

Con respecto al PSPA/PSSR Tukey no encontró ninguna diferencia entre medias. Asumiendo que todos los tratamientos estadísticamente presentan el mismo grado de aumento en la relación. A diferencia de la reportada por Favaro *et al* (2002), en un ensayo en el que utilizó varias mezclas de aserrín, perlita y sustratos comerciales, donde encontró diferencias en los tratamientos evaluados.

5. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE COSTOS

Utilizando la Metodología de los Presupuestos Parciales, se analizó el efecto del costo de producción por sustrato, según su composición (Anexo 5)

Cuadro 2 Costo de producción de plántula por sustrato en relación con la altura (cm)

Tratamiento	Costo C\$	Altura cm.	Sig
Gallinaza + Zeolita (1:1)	0.16	21.18	a
Suelo + Zeolita (3:1)	0.15	9.29	b
Gallinaza + Zeolita (3:1)	0.15	20.98	a
Gallinaza + Zeolita (9:1)	0.14	19.85	a
Suelo	0.13	9.98	b
Suelo + Gallinaza (2:1)	0.13	13.80	b
Gallinaza	0.12	20.67	a

Nota: Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según Tukey (5 %)

Se destaca como costo más bajo los sustratos de Suelo, Suelo + Gallinaza (2:1) y Gallinaza, costo intermedio Gallinaza + Zeolita (9:1), Gallinaza + Zeolita (3:1) y Suelo + Zeolita (3:1), y más alto el sustrato Gallinaza + Zeolita (1:1) cuyos valores están expuestos en la *Cuadro 6*.

Tomando como parámetro la variable altura de planta, para seleccionar el sustrato de menor costo (*Cuadro 6*), se procedió a comparar la variable con su costo de sustrato, definiéndose que el sustrato de más bajo costo que supera la altura de 15 cm. es el sustrato de Gallinaza y Gallinaza + Zeolita (9:1), ver Figura 7.

El costo relativo de los materiales, principalmente de la Zeolita, influye en gran medida en los costos finales por planta.

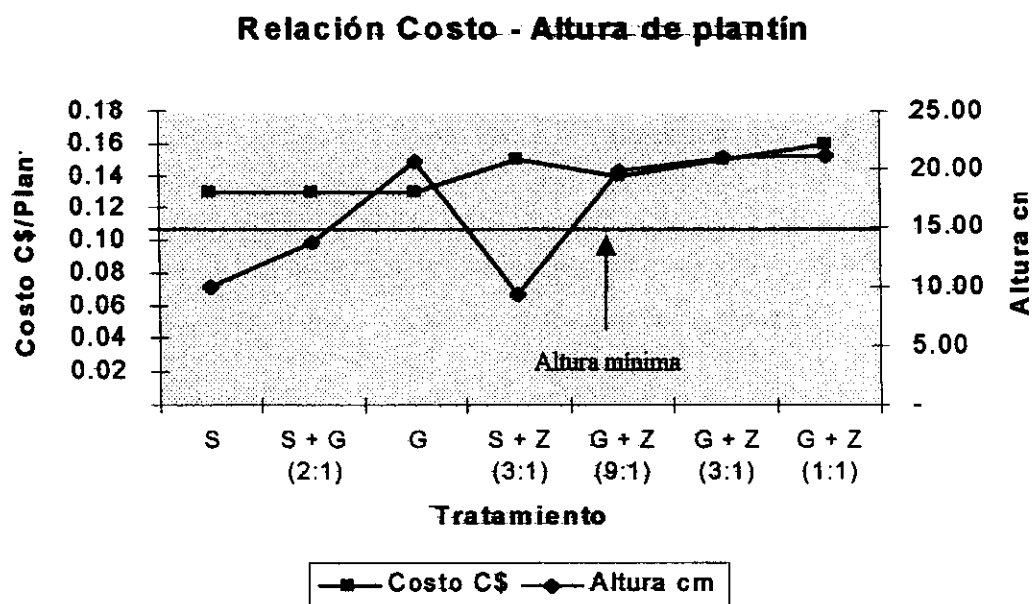


Figura 7 Relación altura - costo, por sustrato.

6. CONCLUSIONES

- El grupo de sustrato que tuvo mejor desempeño sobre las variables estudiadas, fue el grupo de sustratos en los que formó parte la Gallinaza como elemento de mayor proporción.
- El sustrato que demostró el mayor crecimiento tanto en altura, diámetro y número de hojas fueron los tratamientos Gallinaza y Gallinaza + Zeolita (9:1).
- Las mezclas de Gallinaza y Zeolita, obtuvieron el mayor peso seco total, parte aérea y sistema radical.
- Los sustratos que presentan el menor costo de producción son la Gallinaza y Gallinaza + Zeolita (9:1).
- Los sustratos en que formó parte el Suelo en mayor proporción, demostraron el menor crecimiento radical.
- En la relación del Peso Seco de la Parte Aérea y el Peso Seco del Sistema Radical los tratamientos estudiados tienen efectos similares.
- Los diferentes sustratos utilizados modificaron la tasa de crecimiento, igualando la relación parte aérea/sistema radical.
- Los tratamientos basados en la mezcla de Gallinaza y Zeolita aumentaron la partición de asimilados hacia la raíz, además de un aumento en el peso seco de las plantas.

7. RECOMENDACIONES

- Utilizar como sustrato para la producción de plántulas de tomate la Gallinaza o una mezcla de Gallinaza + Zeolita en relación 9:1,
- Continuar los estudios de sustratos para la producción de plántulas de hortalizas en bandejas.
- Evaluar estas plántulas y determinar este efecto en el campo.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Besoain, E. 1985. Mineralogía de arcillas de Suelo s. San José, Costa Rica: IICA. 250 p.
- Cáceres, E. 1984. Producción de hortalizas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) Costa Rica. 387 p.
- Casting, J. 2002. Uso de las arcillas en alimentación animal. Asociación General de Productores de maíz XIV Curso de Especialización. Avances en nutrición y alimentación animal (Pau, Francia).
- Escorcía, B. 1993. El cultivo del Tomate (Folleto UNA), Managua, Nicaragua. 38 p.
- Favaro, J.C.; M.A Buyatti,; M.R Acosta,. 2002. Evaluación de sustratos a base de serrín de silíceas (*Salix* sp.) compostado para la producción de plantones. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Litoral. Esperanza, Santa Fe. Argentina. 15 p.
- Fourcard, J.C. 1997. Los viveros de la producción a la plantación. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. Pág. 117
- INETER. 2002. Datos meteorológicos. Managua, Nicaragua.
- INTA. 1999. Guía tecnológica del Tomate. Managua. Nicaragua
- Larios, GALLINAZA, R.; M, C. García. 1999. Tesis. Evaluación de tres dosis de Gallinaza, compost y fertilizante mineral en el cultivo del maíz. U.N.A. Pág. 28.
- Minero Amador, A. Marzo del 2000. Producción de transplante, sustratos, fertilización y riego, p 50. Revista de Productores de Hortalizas de Centro América.
- Mori, C. 2001. Evaluación agronómica de sustratos para la producción de plantíos de tomates. Pág. 7.
- Paniagua, J, Rodríguez, GALLINAZA. 1994. Horticultura orgánica. Fundación Güilombé. Serie No. 1 Vol. 2. San José, Costa Rica. Pág. 28, a 36.

Teres V.; V Arrieta; M Lucas; J Sánchez. 1995. Investigación agraria. Vol N° 10, N° 2 pág. 231 – 232.

Villareal, R. 1982. Tomates. IICA. San José, Costa Rica. 184 p.

Yágodin, B. A. 1986. Agroquímica II. Ediciones MIR. Pág. 120. Moscú.

ANEXOS

Anexo 1 Análisis de Varianza de la variable altura de planta (cm)

Análisis de Varianza (alfa 5%)

Variable: Altura de planta (cm) 9 dde

Fuente	Suma Cuadr.	DF	Cuadr. Medio	F	Sig.
TRAT	9.43	6	1.27	8.71	0.0005
Error	2.53	14	0.18		
Total	38.57	20			
R cuadrado		CV			
0.788668		13.48978			

Análisis de Varianza (alfa 5%)

Variable: Altura de planta (cm) 17 dde

Fuente	Suma Cuadr.	DF	Cuadr. Medio	F	Sig.
TRAT	12.12	6	2.0203444	8.36	0.0006
Error	3.38	14	0.24		
Total	15.51	20			
R cuadrado		CV			
0.781766		8.655627			

Análisis de Varianza (alfa 5%)

Variable: Altura de planta (cm) 25 dde

Fuente	Suma Cuadr.	DF	Cuadr. Medio	F	Sig.
TRAT	40.16	6	6.69	7.23	0.0011
Error	12.97	14	0.93		
Total	53.12	20			
R cuadrado		CV			
0.755951		9.824427			

Análisis de Varianza (alfa 5%)

Variable: Altura de planta (cm) 34 dde

Fuente	Suma Cuadr.	DF	Cuadr. Medio	F	Sig.
TRAT	517.10	6	86.18	23.49	0.0001
Error	51.36	14	3.67		
Total	568.47	20			
R cuadrado		CV			
0.909647		11.5834			

Anexo 2 Análisis de varianza de diámetro de planta (mm)

Análisis de Varianza (alfa 5%)

Variable: Diámetro de planta (mm) 9 dde

Fuente	Suma Cuadr.	DF	Cuadr. Medio	F	Sig.
TRAT	1.80	6	1.80	71.84	0.0001
Error	0.35	14	0.03		
Total	11.15	20			
R cuadrado		CV			
0.96854		13.85077			

Análisis de Varianza (alfa 5%)

Variable: Diámetro de planta (mm) 17 dde

Fuente	Suma Cuadr.	DF	Cuadr. Medio	F	Sig.
TRAT	0.52	6	0.09	2.65	0.0626
Error	0.46	14	0.03		
Total	0.98	20			
R cuadrado		CV			
0.531453		6.89272			

Análisis de Varianza (alfa 5%)

Variable: Diámetro de planta (mm) 25 dde

Fuente	Suma Cuadr.	DF	Cuadr. Medio	F	Sig.
TRAT	3.46	6	0.58	9.37	0.0003
Error	0.86	14	0.06		
Total	4.32	20			
R cuadrado		CV			
0.800658		6.362482			

Análisis de Varianza (alfa 5%)

Variable: Diámetro de planta (mm) 34 dde

Fuente	Suma Cuadr.	DF	Cuadr. Medio	F	Sig.
TRAT	6.58	6	1.10	19.60	0.0001
Error	0.78	14	0.06		
Total	7.36	20			
R cuadrado		CV			
0.893619		5.299004			

Anexo 3 Análisis de varianza de hojas verdadera por dde

Análisis de Varianza (alfa 5%)

Variable: Hojas verdaderas por planta 9
dde

Fuente	Suma Cuadr.	DF	Cuadr. Medio	F	Sig.
TRAT	3.05	6	5,085,743.00	2.61	0.0652
Error	2.73	14	0.19		
Total	5.78	20			
R cuadrado		CV			
0.528103		19.84515			

Análisis de Varianza (alfa 5%)

Variable: Hojas verdaderas por planta 17
dde

Fuente	Suma Cuadr.	DF	Cuadr. Medio	F	Sig.
TRAT	2.26	6	0.38	17.22	0.0001
Error	0.31	14	0.02		
Total	2.57	20			
R cuadrado		CV			
0.880652		5.405311			

Análisis de Varianza (alfa 5%)

Variable: Hojas verdaderas por planta 25
dde

Fuente	Suma Cuadr.	DF	Cuadr. Medio	F	Sig.
TRAT	2.22	6	0.37	3.19	0.0344
Error	1.62	14	0.12		
Total	3.84	20			
R cuadrado		CV			
0.577916		8.277553			

Análisis de Varianza (alfa 5%)

Variable: Hojas verdaderas por planta 34
dde

Fuente	Suma Cuadr.	DF	Cuadr. Medio	F	Sig.
TRAT	7.01	6	1.17	8.46	0.0005
Error	1.93	14	0.14		
Total	8.94	20			
R cuadrado		CV			
0.783813		7.539947			

Anexo 4 Análisis de Varianza de Peso Seco

Variable dependiente: Peso seco planta

Fuente	Suma de cuadrados	gl	Cuadr. Medio	F	Sig.
TRAT	61.964	6	10.327	628.99	0
Error	0.23	14	1.64E-02		
Total	260.977	21			

a R cuadrado = 0.996 (R cuadrado corregida = 0.995) CV = 4.16 %

Variable dependiente: Peso seco raíz

Fuente	Suma de cuadrados	gl	Cuadr. Medio	F	Sig.
TRAT	0.902	6	0.15	134.93	0
Error	0.0156	14	1.11E-03		
Total	3.867	21			

a R cuadrado = 0.983 (R cuadrado corregida = 0.976) CV = 8.91 %

Variable dependiente: Peso seco aéreo

Fuente	Suma de cuadrados	gl	Cuadr. Medio	F	Sig.
TRAT	47.97	6	7.995	410	0
Error	0.273	14	1.95E-02		
Total	201.603	21			

a R cuadrado = 0.994 (R cuadrado corregida = 0.992) CV = 5.17 %

Variable dependiente: Relación parte Aérea - raíz

Fuente	Suma de cuadrados	gl	Cuadr. Medio	F	Sig.
TRAT	4.283	6	0.714	0.427	0.849
Error	23.385	14	1.67E+00		
Total	1169.115	21			

a R cuadrado = 0.155 (R cuadrado corregida = -0.207) CV = 17.53

Anexo 5 Presupuestos de costos de producción de plántulas por sustrato por Ha.

Porcentaje promedio de supervivencia:	96%		Tasa de cambio (30/08/02)		14.37		
	Tratamientos						
		SUELO + GALLINAZ A (2:1)	GALLINA ZA	SUELO + Zeolita (3:1)	GALLINAZA + Zeolita (9:1)	GALLINAZ A + Zeolita (3:1)	GALLINAZ A + Zeolita (1:1)
Descripción	SUELO						
Rendimiento Ptas/Ha ⁽¹⁾	22,620.00	22,620.00	22,620.00	22,620.00	22,620.00	22,620.00	22,620.00
Beneficios brutos ⁽²⁾ C\$							
Costos fijos C\$	2,475.58	2,475.58	2,475.58	2,475.58	2,475.58	2,475.58	2,475.58
Costo de sustrato	416.40	438.29	469.11	1,020.18	619.86	846.30	1,241.14
Total de costos que varían C\$	416.40	438.29	469.11	1,020.18	619.86	846.30	1,241.14
Costo de plántula C\$	0.13	0.13	0.13	0.15	0.14	0.15	0.16

Anexo 6 Separación de medias para la altura de planta en cm.

Tratamiento	Fecha			
	9 dde	17 dde	25 dde	34 dde
Suelo + Zeolita (3:1)	4.390 a	6.717 a	8.767 cd	9.287 b
Suelo	3.950 a	6.643 a	8.783 bcd	9.983 b
Gallinaza	2.833 b	5.550 abc	10.750 ab	20.667 a
Gallinaza + Zeolita (3:1)	2.833 b	5.550 abc	10.933 ab	20.980 a
Gallinaza + Zeolita (1:1)	2.833 b	5.850 ab	11.667 a	21.183 a
Gallinaza + Zeolita (9:1)	2.700 b	5.000 bc	10.383 abc	19.850 a
Suelo + Gallinaza (2:1)	2.450 b	4.450 c	7.883 d	13.800 b
ANDEVA	***	***	***	***
CV %	13.49	8.655	9.82	11.583

Nota: Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según Tukey (5 %)

Anexo 7 Separación de medias para la variable diámetro de planta en mm.

Tratamiento	Fecha			
	9 dde	17 dde	25 dde	34 dde
Suelo + Zeolita (3:1)	2.27 a	2.76 a	3.33 c	3.46 d
Suelo	2.10 a	2.77 a	3.57 bc	3.86 cd
Suelo + Gallinaza (2:1)	1.50 b	2.27 a	3.49 bc	4.37 bc
Gallinaza + Zeolita (3:1)	0.56 c	2.69 a	4.27 a	4.64 ab
Gallinaza + Zeolita (1:1)	0.56 c	2.67 a	3.98 ab	4.70 ab
Gallinaza	0.55 c	2.64 a	4.42 a	4.83 ab
Gallinaza + Zeolita (9:1)	0.55 c	2.62 a	4.25 a	5.09 a
ANDEVA	**	NS	**	**
CV %	13.85	6.89	6.36	5.30

Nota: Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según Tukey (5 %)

Anexo 8 Separación de medias para la variable número de hojas por plantas.

Tratamiento	Fecha			
	9 dde	17 dde	25 dde	34 dde
Gallinaza	2.20 ab	2.67 b	4.30 a	5.40 a
Gallinaza + Zeolita (1:1)	2.26 ab	2.80 b	4.57 a	5.27 a
Suelo + Zeolita (3:1)	2.63 a	3.27 a	3.76 a	4.27 b
Gallinaza + Zeolita (3:1)	2.07 ab	2.67 b	4.27 a	5.57 a
Gallinaza + Zeolita (9:1)	2.03 ab	2.70 b	4.37 a	5.30 a
Suelo	2.06 ab	2.97 ab	3.87 a	3.93 b
Suelo + Gallinaza (2:1)	1.63 b	2.10 c	3.63 a	4.77 ab
ANDEVA	NS	**	*	**
CV %	5.78	2.5695	8.28	7.54

Nota: Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según Tukey (5 %)

Anexo 9 Separación de medias para la variable de peso seco total por planta, sistema radical y parte aérea.

Tratamientos	Peso Seco en gramos			
	Total De Planta	Sistema Radical	Parte Aérea	Relación PSPA/PSSR
Gallinaza + Zeolita (1:1)	4.83 a	0.57 a	4.26 a	7.53 a
Gallinaza + Zeolita (9:1)	4.73 a	0.59 a	4.15 a	7.11 a
Gallinaza	4.60 a	0.53 a	4.07 a	7.63 a
Gallinaza + Zeolita (3:1)	3.30 b	0.43 b	2.88 b	6.78 a
Suelo + Gallinaza (2:1)	2.90 c	0.37 b	2.53 c	6.83 a
Suelo	0.60 d	0.07 c	0.53 d	8.13 a
Suelo + Zeolita (3:1)	0.57 d	0.07 c	0.50 d	7.60 a
Significancia	**	**	**	NS

Nota: Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según Tukey (5 %)