

EFFECTO DE TRES SUSTRATOS ORGANICOS Y UNA
SOLUCION NUTRITIVA EN LA PRODUCCION
DE PLANTULAS DE TOMATE
(Lycopersicon esculentum w)

LUIS ALONSO IBARRA PEREZ

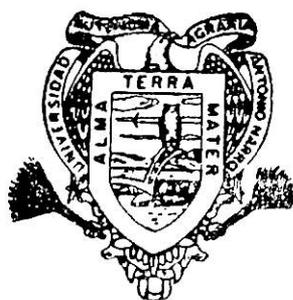
T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN SUELOS

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS
Buenavista, Saltillo, Coah.
JUNIO DE 1997

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y
aprobada como requisito parcial, para optar
al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN SUELOS

COMITE PARTICULAR

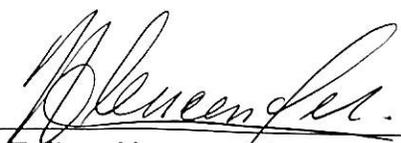
ASESOR PRINCIPAL:


M.C. Rómme de la Garza Garza.

ASESOR:


M.C. Alejandro Hernández Herrera.

ASESOR:


M.C. Felipe Abencerraje Rodríguez.


Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez.
Subdirector de Postgrado.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio 1997

AGRADECIMIENTOS.

Al ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador y en particular al Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), por su invaluable apoyo en la realización de mis estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en general; en especial al Departamento de Suelos, por poner a mi disposición su alto nivel educativo y de investigación del recurso suelo.

Al M.C. Rómmel de la Garza Garza, por haberme permitido realizar este trabajo bajo su asesoría, y por la paciencia y esfuerzo realizado para ayudarme a alcanzar la meta fijada, a través de sus sabias lecciones y experiencia que fortalecen las bases en mi vida como persona y profesional.

Al M.C. Alejandro Hernández Herrera, por su participación en la ejecución y revisión de este trabajo y acertados consejos para la elaboración de la tesis.

Al M.C. Felipe Abencerraje Rodríguez, por su valiosa ayuda en la revisión de este trabajo.

DEDICATORIA

A DIOS, como un testimonio de FE y profundo amor.

Con gran cariño y respeto para mis padres:

Sr. José Luis Pérez Castillo

Sra. María Beatriz Ibarra de Pérez.

Por su gran amor y porque a pesar de todas las adversidades, han sabido conducir a sus hijos por el camino del bien. Con este trabajo les brindo un humilde tributo de admiración y respeto.

A mi esposa y madre de mis hijos:

Paula Mercedes Aguirre Parras

Con inmenso amor y profundo agradecimiento por su ayuda, paciencia y abnegación brindada en todo momento y su dedicación a nuestras hijas durante mi ausencia, facilitando así culminar mis estudios de maestría.

A mis hijas:

Beatriz Elena y

Gabriela Nohemi

Quienes con su silencio infantil se constituyeron en el impulso motivador para alcanzar esta meta.

A mis hermanos:

Lidia de Jesús

José Buenaventura

A mis sobrinos:

Lorenita

Marisol

Luis Humberto

Omar

Gregorio y

Lorena.

A mis familiares en general.

A mis compañeros de generación, amigos y a la comunidad campesina de mi amado país, El Salvador.

COMPENDIO

Efecto de tres sustratos orgánicos y una solución nutritiva en la producción de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum w.*)

Por:

LUIS ALONSO IBARRA PEREZ.

MAESTRIA

SUELOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, JUNIO 1997.

M.C. ROMMEL DE LA GARZA GARZA. ASESOR.

Palabras clave: sustratos orgánicos, solución nutritiva, tomate, materia orgánica.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el período de agosto a diciembre de 1996, en los invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicados en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Los objetivos de esta investigación, fueron medir la influencia de tres abonos orgánicos usados como sustratos, en las etapas de emergencia, desarrollo y adaptación al trasplante, así como también determinar el efecto de la aplicación de tres concentraciones de solución nutritiva en la producción de plántulas de tomate. El estudio se realizó combinando dos factores; estos fueron tipos de sustratos: deyecciones de lombriz en pulpa de café (DLPC), composta de cáscara de cacao (CC), bagazo de caña de azúcar (BCA), sus mezclas, estiércol bovino más suelo (EB+S) teniéndose como testigo al peat moss o turba más perlita (PPTA) y dosis de solución nutritiva por litro de agua, siendo éstas: D₂ = 2.0 cc de solución mayor concentrada (SLN_>) más 1.0 cc de solución menor concentrada (SLN_<); D₃ = 4.0 cc de SLN_> más 2.0 cc de SLN_<; D₄ = 6.0 cc de SLN_> más 3.0 cc de SLN_< y el testigo D₁, al cual no se le aplicó solución nutritiva. Teniéndose ya la caracterización de los materiales usados como sustratos, se registraron en las plantas los siguientes parámetros: porcentaje de germinación, altura de plántulas, peso fresco y la tolerancia de la plántula al stress provocado por el trasplante (se midió haciendo uso de la materia seca acumulada por las plántulas).

Los sustratos CC + S (S₅) y DLPC + S (S₃), presentaron un mayor porcentaje de germinación con un 97.7 por ciento y 97.2 por ciento, respectivamente. S₅ tuvo el mejor promedio de altura a los 15 dds con un promedio de 5.59 cm; a los 22 dds, el promedio de altura fue mayor para S₃ con 8.76 cm.

En la toma de peso fresco a los 5, 10 y 22 ddt, los datos mayores se obtuvieron en S₅ y S₃; teniéndose para el primero los siguientes pesos: 1.86, 4.818 y 47.94 para cada una de las fechas antes señaladas y para S₃ 3.57, 10.24 y 75.0, en el orden correspondiente a cada fecha.

La adaptabilidad de las plantas al trasplante se evaluó mediante la acumulación de materia seca obteniéndose los mejores resultados en S₃ con 1.198 g y 11.33 g a los 10 y 22 ddt, respectivamente.

Para el factor dosis, fue la D₄, en la que se obtuvieron los mejores resultados de los parámetros evaluados en este ensayo.

ABSTRACT

The effect of three organic waste and a nutrient solution in the production of tomatoe plants (*Licopersicon esculentum w.*)

By

LUIS ALONSO IBARRA PEREZ.

MASTER OF SCIENCE

SOIL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MEXICO JUNE 1997.

M.C. RÓMMEL DE LA GARZA GARZA. -Advisor-

Key words: Organic waste, nutrient solution, tomato, organic matter.

The present investigation was taken about the period of Augut to December of 1996, in the University Autonoma Agraria Antonio Narro greenhouse, located in Buenavista, Saltillo, Coahuila.

The objectives of this investigation were to measure the effects of three types of organic eastes used as fertilizer, in the phases of emergency,

development and adaptation when transplanting, to determine the effect on the application of three concentrated nutrient solution, and the production of three tomato plants. The study was made combining two factors, these were the types of compost: worm waste and coffee extracts (DLPC), cacao shell compos (CC) smashed sugar stem (BLA), it's mixes, sheep manure with soil (EB+S) having as a witness peat moss (PPTA) and a dosage of nutrient solution per liter of water, these being; D₂ = 2.0 cc of greater concentrate solution. (SLN>) plus 1.0 cc of solution less concentrate (SLN<); D₃ = 4.0 cc of SLN> plus 2.0 cc of sin<D₄ = 6.0 cc of SLN>plus 3.0 cc of SLN< and the witness D₁, wich nutrient solution was not applied to. Havin now the Character of the used materials as fertilizer. The folowing mesurements were registered on the plants: Percentage of growth, Height of the plants, the weight while fresh, and the tolerance of the plant to the stress caused by the trasplant (it was measured by making use of the dry matter accumulated by the plant).

The compost CC + S and (S₅) and DLPC = S (S₃), presented a major percentage of growth with a 97.7 per cent and a 97.2 per cent. S₅ the best percentage of height at 15 dds with a percentage of 5.59 cm to the 22 dds. The percentage of height was greater for S₃ and 8.76 cm.

When takin the weight fresh of 5, 10 and 22 ddt the greater date were obtained in S₃ and S₃; having for the first one the folowing weights: 186,4.818,

and 47.94 for each of the dates said before and for S_3 3.57, 10.24 and 75.0, in the corresponding order of each date.

The adaptation of the plants when transplanted was evaluated throughout the accumulation of dry matter obtaining the best results in S_3 with 1.198 g and 11.33 g of 10 and 22 ddt.

The best dosage factor was D_4 in which the best results were obtained of the evaluated measurements in this exercise.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
Indice de cuadros	xiii
Indice de figuras	xv
INTRODUCCION	1
Objetivos	3
Hipótesis	3
REVISION DE LITERATURA	4
El medio o sustrato	4
Características del medio o sustrato.....	4
Ser liviano	5
Retener humedad	5
Facilitar el drenaje	6
Permitir buena aireación	6
Estar disponible	6
Debe ser de bajo costo.	7
Sustratos orgánicos utilizados.....	7
Peat moss o turba	7
Turbas eutróficas y oligotróficas	7
Turbas eutróficas	8
Turbas oligotróficas	9

Turba oligotrófica clara	10
Turba oligotrófica negra	10
La pulpa o broza de café.....	11
Deyecciones de lombriz en pulpa de café (DLPC)	14
Estiércol bovino (EB)	16
Piedra pomes expandida o perlita (PTA).....	19
La caña de azúcar.....	21
Bagazo de caña de azúcar sin compostar (BCA)	22
El cultivo del cacao.....	24
Composta de cáscara de cacao (CC)	24
Solución nutritiva	26
Preparación	26
Proporción y mezcla de los nutrimentos	27
Cantidad de solución	28
Aplicación de solución nutritiva	29
Frecuencia de aplicación	29
Métodos de esterilización de sustratos	30
Solarización	30
Tratamiento con calor	31
Fumigación con sustancias químicas	32
Formaldehído	32
Bromuro de metilo	33
El Vapan	33

Cloropicrina (gas lacrimógeno)	34
MATERIALES Y METODOS	36
Localización del sitio experimental	36
Materiales orgánicos y suelo utilizados	36
Suelo	37
Material biológico	38
Características del tomate (<i>Lycopersicon esculentum w.</i>)	
Variedad Floradade	39
Charolas germinadoras y macetas para trasplante	39
Solución nutritiva	40
Composición química	40
Nutrimento mayor sólido	40
Nutrimento intermedio líquido	41
Nutrimento menor sólido	41
Actividades previas a la instalación del experimento	42
Preparación de los sustratos	42
Molienda y tamizado	42
Esterilización	43
Preparación de las mezclas	44
Preparación de la solución nutritiva	46
Instalación del experimento	47
Diseño experimental y tratamientos	47
Distribución de los tratamientos	47

Características evaluadas	47
Porcentaje de germinación	48
Vigor	48
Adaptabilidad al trasplante	48
Tratamientos generados entre sustratos y dosis	50
Croquis de la distribución de los tratamientos	51
Labores agronómicas y culturales	52
Llenados de charolas y siembra	52
Raleo	52
Trasplante	53
Riegos	53
Suministro de solución nutritiva	53
RESULTADOS Y DISCUSION	54
Porcentaje de germinación	55
Altura de plántulas	55
Peso fresco de plántulas de tomate	62
Adaptación al trasplante	70
CONCLUSIONES	77
RESUMEN	80
LITERATURA CITADA	83
APENDICE	87

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
3.1. Mezcla de materiales utilizados como sustratos	37
3.2. Características físico-químicas del suelo utilizado en el experimento.....	38
3.3. Relación proporcional de los materiales orgánicos usados en la preparación de las mezclas	45
3.4. Dosis de solución nutritiva por litro de agua aplicada a los sustratos	46
3.5. Tratamientos generados entre sustratos y dosis de solución nutritiva	50
4.1 Número plantas y porcentaje de germinación seis días después de siembra por sustratos	55
4.2 Prueba de Tukey para la altura media en centímetros de plantas de tomate, variedad Floradade por sustrato.....	56
4.3 Prueba de Tukey para la altura media en centímetros de plantas de tomate, variedad Floradade por dosis de solución nutritiva.....	59
4.4 Prueba de Tukey para el peso fresco medio en gramos en plantas de tomate, variedad Floradade, por sustratos	62
4.5 Prueba de Tukey para el peso fresco medio en gramos para plantas de tomate, variedad Floradade, por dosis de solución nutritiva	66

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
3.1. Mezcla de materiales utilizados como sustratos	37
3.2. Características físico-químicas del suelo utilizado en el experimento.....	38
3.3. Relación proporcional de los materiales orgánicos usados en la preparación de las mezclas	45
3.4. Dosis de solución nutritiva por litro de agua aplicada a los sustratos	46
3.5. Tratamientos generados entre sustratos y dosis de solución nutritiva	50
4.1 Número plantas y porcentaje de germinación seis días después de siembra por sustratos	55
4.2 Prueba de Tukey para la altura media en centímetros de plantas de tomate, variedad Floradade por sustrato.....	56
4.3 Prueba de Tukey para la altura media en centímetros de plantas de tomate, variedad Floradade por dosis de solución nutritiva.....	59
4.4 Prueba de Tukey para el peso fresco medio en gramos en plantas de tomate, variedad Floradade, por sustratos	62
4.5 Prueba de Tukey para el peso fresco medio en gramos para plantas de tomate, variedad Floradade, por dosis de solución nutritiva	66

4.6	Prueba de Tukey para el peso seco medio en gramos de las plántulas de tomate, variedad Floradade, por sustratos a los diez y veintidós ddt.....	71
4.7	Prueba de Tukey para el peso seco medio en gramos por dosis de solución nutritiva a los 10 y 22 ddt, en plantas de tomate, variedad Floradade.	74

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	Página
3.1	Croquis de la distribución espacial de los tratamientos.....	51
4.1	Representación gráfica de la altura media de plántulas de tomate, variedad Floradade, para los diferentes sustratos 15 días después de siembra.....	57
4.2	Representación gráfica de la altura media de plántulas de tomate, variedad Floradade para los diferentes sustratos a los 22 días después de siembra.....	58
4.3	Representación gráfica de la altura media de plántulas de tomate, variedad Floradade para las diferentes dosis de solución nutritiva a los 15 días después de siembra.....	60
4.4	Representación gráfica de la altura media de plántulas de tomate, variedad Floradade, para las diferentes dosis de solución nutritiva a los 22 días después de siembra.	61
4.5	Representación gráfica del peso fresco medio en plántas de tomate, variedad para las diferentes dosis de solución nutritiva Floradade por sustratos a los 5 ddt.....	63

4.6	Representación gráfica del peso fresco medio en plantas de tomate, variedad Floradade por sustratos a los 10 ddt.	64
4.7	Representación gráfica del peso fresco medio en plantas de tomate, variedad Floradade, por sustratos a los 22 ddt.....	65
4.8	Representación gráfica del peso fresco medio en plantas de tomate, variedad Floradade por dosis de solución nutritiva a los 5 ddt.....	67
4.9	Representación gráfica del peso fresco medio en plantas de tomate, variedad Floradade por dosis de solución nutritiva a los 10 ddt.	68
4.10	Representación gráfica del peso fresco medio en plantas de tomate, variedad Floradade por dosis de solución nutritiva a los 22 ddt.....	69
4.11	Representación gráfica del peso seco medio en plantas de tomate, variedad Floradade por sustratos a los 10 ddt.....	72
4.12	Representación gráfica del peso seco medio en plantas de tomate, variedad Floradade por sustratos a los 22 ddt.....	73

4.13	Representación gráfica del peso seco medio en para plantas de tomate, variedad Floradad por dosis de solución nutritiva a los 10 ddt.	75
4.14	Representación gráfica del peso seco medio en plantas de tomate, variedad Floradade, por dosis de solución nutritiva a los 22 ddt.	76

INTRODUCCION

Latinoamérica ha tenido un gran incremento demográfico en los últimos años que ha ocasionado que se disponga de menor cantidad de tierra cultivable. Tal circunstancia nos conduce a incrementar la eficiencia productiva y con ella aprovechar mejor los productos orgánicos que se derivan directa o indirectamente del sector agropecuario, tomando en cuenta a aquellos que necesitan de la transformación agroindustrial como la caña de azúcar, el café, henequén, cacao y frutos, de los que obtienen cantidades considerables de bagazos, pulpas y residuos diversos.

Los residuos tienen un doble valor potencial dentro de la cadena de los procesos productivos: por un lado, representan una posible fuente de ingresos complementarios a la empresa agraria, cuando a corto plazo son directamente comercializados por el agricultor, y por otro lado, a más largo plazo, significan una aportación energética, principalmente en forma de materia orgánica, capaz de incrementar o restituir el potencial productivo del suelo.

La revista científica "Muy interesante" (1996), hace ver la tendencia hacia la utilización de los desechos agroindustriales como imperiosa necesidad; esto permite, además de optimizar el uso de materia prima, generar alternativas

rentables, contribuir a la reducción del impacto que causan estos desechos sobre el medio ambiente.

Los abonos orgánicos se caracterizan por que su componente principal es la materia orgánica, a la que acompañan una activa población microbiana que ejecuta el trabajo de descomposición, poniendo así a disposición de la planta, los nutrimentos necesarios para su buen desarrollo y producción. Tomando como base esta aseveración, el presente trabajo de investigación centró su atención en la utilización de tres fuentes de residuos orgánicos como sustratos (deyecciones de lombriz en pulpa de café, bagazo de caña de azúcar y cascarilla de cacao), tomándose como sustrato testigo al Peat moss, que es el más utilizado por los horticultores en la producción de plántulas bajo condiciones de invernadero. A estos sustratos se les aplicó una solución nutritiva en tres concentraciones, comparándose éstas con sustratos a los que no se les aplicó solución, y así observar la influencia de las dosificaciones y sustratos en la producción de plántulas de tomate, ya que por las bondades y características que se han mencionado sobre los residuos de cosecha transformados en sustratos orgánicos y el uso racional de una solución nutritiva, se presentan como una alternativa viable en la producción de plántulas hortícolas y ornamentales.

Con la finalidad de determinar el efecto de los sustratos orgánicos y las dosis de solución nutritiva, sobre la tolerancia al estrés sufrido por las plántulas

de tomate al momento del trasplante, se plantean los siguientes objetivos:

Objetivos

-Evaluar la influencia de tres sustratos orgánicos y sus combinaciones entre ellos en las etapas de emergencia, crecimiento y adaptabilidad al trasplante de plántulas de tomate.

-Determinar la dosificación más adecuada de solución nutritiva aplicada a los sustratos.

Hipotesis

-Con sustratos orgánicos se obtienen plántulas de suprema calidad.

-Los sustratos orgánicos nacionales son de igual o mejor calidad que los importados, para la producción de plántulas de tomate.

-La utilización de sustratos orgánicos originados a partir de residuos de cosecha, ocasionan menos stress a la plántula al momento de su trasplante.

-La aplicación de soluciones nutritivas a los sustratos orgánicos, mejoran las características del cultivo de tomate en sus etapas iniciales de desarrollo.

REVISION DE LITERATURA

El medio o sustrato

Calderón (1989), señala que en la producción de plántulas con charolas germinadoras, se puede suministrar el oxígeno, agua, nutrimentos y soporte para las raíces de las plantas, como lo hace el mismo suelo. Agrega que la solución nutritiva aportará agua, nutrimentos e incluso oxígeno suplementario.

Características del medio o sustrato

Resh (1987), señala que la capacidad de retención del agua se determina por el tamaño de sus partículas, de su forma y porosidad; mientras más pequeñas son éstas, mayor será el espacio de los poros y su superficie, de aquí que más cantidad de agua puede ser almacenada por éstas. Las partículas con forma regular tienen una mayor superficie que las lisas y redondas y por tanto, poseen un mayor poder de retención hídrica y buen drenaje.

Penningsfeld (1975) y Calderón (1989), opinan que los agregados muy blandos que pueden desintegrarse fácilmente, deberán evitarse, ya que pierden

rápidamente su estructura y el tamaño de sus partículas va disminuyendo, lo cual trae como resultado una compactación que produce una pobre aireación en el sistema radical.

García (1996), argumenta que el sustrato óptimo para cualquier situación depende de varios factores: tipo de especie a cultivar y sus requerimientos, el volumen del recipiente, la disponibilidad de los materiales para las mezclas y la calidad física, química y biológica de los sustratos.

En general, un buen sustrato orgánico debe de reunir las siguiente características elementales:

Ser liviano.

El peso del sustrato determina la calidad del montaje, los tipos de camas, la soportería para manejar columnas, tipos de charolas a utilizar y en general el valor de la infraestructura al efectuar el tipo de construcción.

Retener humedad

La retención de agua por el sustrato, en cantidades adecuadas y en forma homogénea, determina la posibilidad a la planta, de utilizarla como vehículo para sus funciones metabólicas; la retención es función de la

granulometría del sustrato y de la porosidad de las partículas que lo componen, (Calderón, 1989).

Facilitar el drenaje

La homogeneización de la humedad, debe hacerse sin que se presenten encharcamientos que limiten el crecimiento radical, es una factor ligado también a la granulometría del sustrato, haciéndose necesaria una graduación adecuada para facilitar el drenaje de excesos (Fundación Gaviotas, 1989).

Permitir buena aireación

En los cultivos sobre sustratos se evidencia la importancia de absorción de oxígeno a través de las raíces, siendo necesario un correcto suministro por medio del sustrato. La oxigenación y el adecuado espacio para el desarrollo radical, son elementos muy importantes como factores de producción de primer orden dentro de esta técnica, (Calderón 1989).

Estar disponible

La Fundación Gaviotas (1989) indica que, es una condición lógica, pero a veces no tomada en cuenta, de que generalmente el sustrato ideal, no está

disponible y olvidamos abundantes recursos existente en la región que pueden reemplazarlo.

Debe ser de bajo costo

Zelaya y Martínez (1992), mencionan que, si bien es cierto que los materiales orgánicos no son en su gran mayoría comercializados, se deben considerar los costos derivados por las labores de recolección, carga, transporte, descarga, almacenamiento y acondicionamiento de estos materiales.

Sustratos orgánicos utilizados

Peat moss o turba

Harmant (1995), define la turba como restos de vegetación acuática, de pantanos, o marismas, que han sido conservados bajo el agua en estado de descomposición parcial, debido a la falta de oxígeno, lo que hace más lenta la descomposición bacteriana y química del material vegetal.

Turbas eutróficas y oligotróficas.

Ballester (1992), clasifica a las turbas en eutróficas y oligotróficas, atendiendo su aspecto, el de las plantas que son su origen y las condiciones

topográficas en las cuales se han formado éstas.

Turbas eutróficas

Gaucher (1971), menciona que ésta es también conocida como turba cálcica, y se forma en depresiones donde la capa de agua permanece, descansa sobre un sustrato calcáreo, siendo su pH neutro o moderadamente ácido. La vegetación que ha dado origen a este material estuvo compuesta por musgos (hipnáceas), phragmitas spp, Carex spp; Juncus spp y Cañaverales (Fragmitas). Todo este conjunto constituye turberas infracuáticas, llamadas también turberas planas inmergidas, alcalinas o basiclinas, términos que hacen alusión a las condiciones topográficas de las turberas o a la reacción del agua.

Ballester (1992), señala que estas turbas son de color oscuro o negro, de estructura fuertemente descompuesta y con propiedades físico-químicas, que las hacen, por si solas y sin tratamiento previo, poco favorables para el desarrollo de ciertas especies ornamentales, dada su baja porosidad, reducida capacidad de retención de agua, elevado contenido de caliza, y gran variabilidad en su estructura, pH, contenido en sales y riqueza en nutrimentos.

Turbas oligotróficas

Resh (1987), menciona que esta turba está formada por la deshidratación de residuos resistentes e incluso partes vivas de plantas ácidas de pantanos del género Sphagnum. Este tipo de turbas son de las más apreciadas, y en ellas generalmente encontramos dos grupos principales de musgos Sphagnum, siendo estos del grupo Cymbiofolia y el grupo Acuatifolia.

El grupo Cymbiofolia, tiene hojas largas en forma de cuenca, lo que le confiere una alta capacidad de retención y absorción de humedad. Las turbas originadas de este grupo se descomponen fácilmente (Ballester, 1992).

Gaucher (1971), señala que estas turbas se caracterizan por una estructura esponjosa y fibrosa, una alta porosidad, un pH ácido entre tres y cuatro, con una extremada pobreza en elementos nutritivos. Son capaces de absorber agua de seis a diez veces su propio peso.

Ballester (1992), divide a las turbas oligotróficas, según su grado de descomposición: a) de color claro o rubias y b) de color oscuro.

Turba oligotrófica clara.

Es de color pardo claro y se extrae del estrato más superficial de la turbera. Está poco descompuesta y conserva visiblemente la estructura de los musgos que la constituyen.

Es muy utilizada, dadas sus excelentes características físicas: estructura mullida, elevada capacidad de retención de agua (hasta 10 veces su peso), gran porosidad total de 30 a 90 por ciento, y elevada capacidad de intercambio catiónico.

García (1996), menciona que el peat moss o turba, es un producto de origen canadiense, muy utilizado en los invernaderos de Estados Unidos y México en la producción de plántulas de hortalizas y plantas de ornato, se encuentra disponible en el mercado en sacos de 113 libras.

Turba oligotrófica negra

Es un material oscuro procedente de los estratos inferiores de la turbera, se puede observar que ha perdido su estructura. Posee una calidad inferior a la turba rubia, siendo menores su capacidad de retención de agua y la porosidad libre de un 6 por ciento a 7 por ciento . Posee un pH ácido y una interesante riqueza en ácidos húmicos y fúlvicos, sólo retienen de tres a cinco veces su peso en agua.

Sholto (1988), opina que en la producción de plántulas no debería usarse únicamente turba como medio de sustentación por ser poco uniforme, lo que podría dar lugar a zonas de poco desarrollo de las plantas. Sin embargo, puede mezclarse con arena, vermiculita, perlita o pumita, para hacer sustratos más sueltos y mejorar así su aireación.

La pulpa o broza de café

El procesamiento del café, se realiza bajo el tipo de tecnología conocida como beneficiado húmedo, que condiciona la ubicación de sus plantas industriales en sitios con adecuados suministros de agua.

Ledezma (1992), menciona que entre los subproductos de mayor volumen e importancia que se obtienen en el proceso, está el llamado "Pulpa " o "Broza de café", que se desprende de la primera fase del beneficiado.

Uribe (1977), reporta que la pulpa de café fresca contiene un 85 por ciento de humedad, 0.319 por ciento de nitrógeno, 0.002 por ciento de fósforo y 0.62 por ciento de potasio; además, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso y boro, en bajas concentraciones.

Aranda (1992), menciona que la pulpa de café está formada por la cubierta externa del fruto y por una fracción del mucilago, representando el 40 por ciento del peso fresco del grano y el 27 por ciento del peso seco del mismo.

Dedecca (1958), describe el exocarpo como un estrato de células lignificadas y endurecidas con algunos estomas esparcidos, forma parte del exocarpo una epidermis verde en las etapas iniciales del desarrollo con un espesor de 0.4 mm; o bien roja carnosa y gruesa de 1.5 mm de espesor en el fruto maduro.

El mesocarpo está formado por varios estratos de células grandes unificadas y polihédricas comprimidas y aplanadas en el interior.

Monterrosa (1993), menciona que desde el punto de vista ambiental, uno de los problemas más serios de contaminación en los países productores de café, se origina en los desechos del proceso del beneficiado húmedo del grano; ya que al ser arrojado directamente a los ríos, rápidamente entra en fermentación, inutilizando las aguas, también se constituye como un foco infeccioso, al servir de criadero de moscas cuando se deja amontonada por períodos prolongados, sin ningún tipo de tratamiento.

La revista científica "Muy interesante" (1996) indica que un caso de aprovechamiento de residuos sólidos, es el del bagazo resultante en la obtención de café soluble. Este se utiliza actualmente como mejorador de suelos y que deshacerse de él, resulta un verdadero problema para las industrias procesadoras.

Entre las mejores alternativas actuales para el aprovechamiento de la pulpa de café en México, se encuentran la de utilizarlo como sustrato para el cultivo de hongos comestibles (Guzmán y Carrera, 1985), y la del promover su descomposición natural para convertirlo en abono orgánico y devolverlo a los cafetales donde se originó (Aguilar, 1987).

López (1961), encontró que es mejor el desarrollo de plántulas de café cuando se aplica pulpa descompuesta al suelo.

También hay reportes sobre su utilización en plantaciones ya establecidas, así por ejemplo Uribe y Salazar (1983), en CENICAFE, reportan que la aplicación de 6 kg / arbusto por año de pulpa de café descompuesta, está muy cerca de ser la cantidad óptima de aplicación. Uribe (1977), obtuvo aumentos en la producción de café con aplicaciones de composta de pulpa de café.

Gale y Flemal (1985), en la estación de Rubona (Ruanda,) lograron un incremento en los rendimientos del 18 por ciento, luego de la aplicación de composta de pulpa de café en forma consecutiva durante tres años, con la dosis de 2 kg por cafeto.

Deyecciones de lombriz de pulpa de café

Montero (1992), opina que la elaboración de abono orgánico, aprovechando desechos del beneficiado, su biodegradación y estabilización en materiales no contaminantes y su posterior utilización como fuente de nutrimentos para las plantas, es una de las opciones de utilización de la pulpa, que fácilmente puede implementarse entre beneficiadores y agricultores.

Aranda (1988), reporta que en las grandes acumulaciones que se llegan a formar en los beneficios, la descomposición orgánica natural de la pulpa solo se lleva a cabo en el estrato superficial, mientras que en las capas más profundas, la pulpa cambió su color rojo original por un color amarillo mostaza y la transformación se suspende por completo después de pasar por las fases iniciales de fermentación alcohólica y acética.

Este panorama puede llegar a ser modificado substancialmente, partiendo del hallazgo en 1986, en acumulaciones de pulpa abandonada de

dos especies de lombrices nunca antes reportadas procesando la pulpa de café: *Eisenia foética* y *Metaphire californica*.

García (1996), reporta que en la composta resultante, aproximadamente el 55 por ciento de volumen aparente inicial de la pulpa, supera ampliamente la calidad del abono obtenido mediante volteos y presenta las siguientes características: es inodora, estructura granular, coloración oscura con apariencia de uniformidad, ligereza y porosidad, que son característicos de suelos ricos en materia orgánica. Parte de las bondades de este proceso es también el de la conversión de nitrógeno y fósforo orgánicos, a formas asimilables para las plantas, la estimulación a la descomposición microbiana y al incremento de bacterias fijadoras de nitrógeno.

En términos generales, las perspectivas de esta nueva línea de investigación y alternativa de uso de lombrices, puede incidir en la solución de los problemas de contaminación de aguas y tierras útiles por la pulpa, en la obtención de compostas de mejor calidad para su uso como sustratos en la producción de plántulas, semilleros y viveros, la utilización de los beneficios en los períodos inactivos e incluso el múltiple aprovechamiento que la literatura reporta para las lombrices, en especial para *E. foética*. (Sabine 1983, Lofs-Holmin 1985 y Hartenstein 1986).

Estiércol Bovino

Fernández (1982), menciona que el estiércol de bovino en México constituye una de las fuentes principales de abonos orgánicos y es subutilizado en las inadecuadas aplicaciones en tierras agrícolas.

Simpson (1991), define a los estiércoles como productos de desecho de los animales, que se reciclan incorporándolos de nuevo al suelo. Cuando se incorporan a éste, su materia orgánica es descompuesta y transformada por los microorganismos.

El estiércol bovino, constituye el principal abono más abundante, en los países donde la ganadería estabulada desempeña un papel importante en la agricultura. Vale la pena la atención y el cuidado que se tome en la preparación, almacenamiento y aplicación, puesto que la ordenación adecuada de estos aspectos puede ayudar a conservar los elementos nutritivos ante las pérdidas por lixiviación o volatilización, (FAO 1983).

Hull (1985), opina que el estiércol no contiene un porcentaje alto de elementos de nutrición vegetal como los fertilizantes comerciales, pero, que es mejor que estos para enriquecer el suelo, mantenerlo en buenas condiciones y aumentar su facultad para absorber y retener la humedad.

Buckman y Brady (1993), señalan que el estiércol consta de dos componentes originarios, el sólido y el líquido, en una relación aproximada de tres a uno. Generalmente un poco más de la mitad de nitrógeno, casi todo el ácido fosfórico, y aproximadamente dos quintos de potasa, se encuentran en la parte sólida.

Foth (1986), menciona que el nitrógeno existe en las heces en dos formas: la primera, en forma de las proteínas residuales que han resistido a la descomposición en el proceso digestivo y segunda en las proteínas que se han sintetizado en las células de las bacterias. Una parte del nitrógeno, puede estar presente en forma de proteína sintetizada y en esta forma es fácilmente descompuesta cuando se adiciona a los suelos, quedando así, nitrógeno disponible a las plantas.

El mismo autor, argumenta que la concentración de nutrimentos en los estiércoles, está limitada en su cantidad y composición por un número variable de factores, tales como la especie y la edad del animal, tipo y cantidad de alimento consumido, la condición del animal y la cantidad de leche producida o el trabajo efectuado por el animal.

Barker (1936), menciona que el nitrógeno contenido en el estiércol, se encuentra principalmente en forma amoniacal, lo cual es de gran importancia,

sin embargo, hay que tener presente que es la forma más volátil y puede ser perdida en el secado y almacenamiento.

Cortés (1975), señala que los efectos benéficos generales de las estercoladuras sobre el rendimiento de las cosechas, puede prolongarse hasta por seis años después de su aplicación al suelo.

Pratt y Boradbert (1973), indican que las adiciones de cantidades constantes de estiércol al suelo, se traducen en una creciente cantidad de nitrógeno mineralizado año con año, con riesgo de reducir su eficiencia o de contaminar mantos acuíferos si las dosis son demasiado altas.

Thomson y Troeh (1980), mencionan que el estiércol proporciona materiales orgánicos que ejercen una influencia favorable sobre la estructuración del suelo, ya que los materiales fibrosos del estiércol son muy importantes en la alteración de las propiedades físicas del suelo.

Castellanos y Reyes (1982), opinan que los nutrimentos para las plantas en el estiércol, no son todos inmediatamente disponibles, el estiércol debe descomponerse para liberar los elementos que pueden ser así absorbidos por vía radical, ya que a medida que el porcentaje de nitrógeno en el estiércol aumenta, la tasa de nitrógeno orgánico contenido en el estiércol llega a ser disponible en el primer año.

Simpson (1991), señala que la respuesta de los cultivos a la aplicación de estiércol, durante el invierno o durante la primavera anteriores, es muy variable.

El mismo autor, menciona que se ha comprobado que los cultivos de patatas, responden mejor cuando en su abonado se emplea solamente estiércol, aumentando su rendimiento en 7-13 t/ha; con una dosis de aplicación de 25 -30 toneladas por hectárea.

Por su parte la FAO (1983), indica que la cantidad media de estiércol bovino a aplicar por hectárea oscila entre las 20 y 40 toneladas.

Worthen y Aldrich (1982), indican que en hortalizas de gran valor, deben aplicarse de 20 a 50 toneladas por hectárea de estiércol bovino, en pastos y gramíneas de 15 a 25 toneladas en la misma superficie y en trigos de invierno de 10 a 15 toneladas por hectárea.

Piedra pomes expandida o perlita (PTA)

Harris (1977), menciona que la perlita es esencialmente un silicato de origen volcánico, que se usa extensamente en horticultura.

Resh (1987), señala que para los propósitos de horticultura, el mineral es transformado mediante un proceso industrial que conlleva a un tratamiento térmico de 910 °C. El agua contenida en las partículas se evapora, expandiéndose éstas a otras más pequeñas con aspecto de semillas esponjosas muy ligeras, con peso de 5 a 8 libras por pie cúbico. Se caracteriza por su nulo poder tampón y su escasa capacidad de retención de agua (de tres a cuatro veces su peso), siendo esencialmente neutra con un pH de 6.0 a 8.0, con baja consistencia y escasa cohesión.

El mismo autor menciona, que se utiliza mezclada con materiales orgánicos para incrementar la aireación, soltura y mejorar la permeabilidad de las mezclas. El tamaño mas fino es útil como medio de germinación, mientras que las partículas mayores u hortícolas, son las más apropiadas para las mezclas con turbas.

Ballester (1992), opina que tras una esterilización, la perlita puede ser reutilizada, puesto que la estructura no sufre fuertes alteraciones.

García (1996), menciona que los tipos de perlita existentes en el mercado, están clasificadas de acuerdo al tamaño de partículas y a su densidad, dadas éstas características se hace la siguiente diferenciación:

Tipo A - 13 constituido por la fracción gruesa, (3 a 5 mm ; densidad 120 kg/m³).

Tipo B - 12 formado por las fracciones medias y gruesas junto con las fracciones finas, (0 a 5 mm ; densidad 105 a 125 kg/m³).

Tipo 8-9: está constituido por las fracciones finas, (0 a 1.5 mm ; densidad de 80 a 90 kg/m³).

Tipo 8-6: constituida también por fracciones finas, pero con una densidad inferida. (0 a 1.5 mm densidad de 50 a 60 kg/m³)

Nelson (1978), señala que la perlita es un buen sustituto de la arena, sobre todo para promover una buena aireación en la zona radical, una ventaja importante sobre la arena es el peso ligero de este material, alrededor de 6 lb/pie³ comparado con 100 a 200 lb/pie³ de la arena.

La caña de azúcar

Monroy y Vinieyra (1990), menciona que la industria azucarera se inició en México desde que Hernán Cortés introdujo la caña de azúcar en la región de los Tuxtlas Veracruz en 1521, desde esa época se ha constituido en uno de los cultivos que ocupa grandes extensiones de tierra y siendo también desde el

punto de vista socioeconómico, uno de los rubros de mayor importancia en el país.

García (1996), señala que dentro de la agroindustria azucarera, para 1995 la superficie ocupada por la caña de azúcar fue de 608,908 hectáreas, cosechándose 529,010 hectáreas y obteniéndose aproximadamente 38'275,576 toneladas de caña.

Es fácil deducir después de observar estas cifras, la importancia del sector, como fuente de trabajo y además como un rubro generador de divisas.

Teniéndose al azúcar como el objetivo principal de esta industria, también de ella fluyen otros subproductos como la melaza y la cachaza que en nuestro medio son considerados, especialmente en el segundo caso, como un problema, por su dificultad para deshacerse de él, llevando esta situación a un enorme desperdicio de subproductos; en comparación con la industria azucarera europea, en donde el uso de subproductos ha estimulado el desarrollo bananero y de industrias auxiliares de fermentación.

Bagazo de caña de azúcar sin compostar (BCA).

Domínguez (1985), menciona que en nuestro medio la mayor cantidad de bagazo derivado de la industria azucarera, es utilizado como combustible en

los mismos ingenios como materia prima para la producción de papel y en paredes aislantes.

Monroy y Vinieyra (1990), sostiene que las grandes industrias de fermentación de Europa, Estados Unidos y Japón, se han desarrollado a partir de materias primas tropicales, y que la melaza resultante de la industria del azúcar, ha sido el sostén de la producción de levaduras, acetona, etanol y otros productos.

El mismo autor, hace referencia a que los cambios recientes en el desarrollo comercial y tecnológico de los países considerados como tercermundistas, indican el inicio del aprovechamiento integral de los subproductos de dicha industria.

Lo anterior, abre nuevas perspectivas para la utilización del bagazo y la cachaza en la agricultura, dado los volúmenes producidos anualmente de ellos en el país.

Obrador (1996), señala que la cachaza, presenta concentraciones importantes de nutrimentos, lo que lo hace un importante complemento de los fertilizantes químicos, con la ventaja de ser mejorador del suelo, lo que repercute directamente en los incrementos del rendimiento, como se ha observado para el caso del cultivo de la caña de azúcar.

Dadas las características y la abundancia de estos materiales, pueden ser una opción para la producción de plántulas, utilizando estos subproductos como sustratos.

El cultivo del cacao

El cacao es originario de la cuenca del Amazonas, sin embargo, hay otros centros de dispersión de la especie, como parte de la cuenca del río Orinoco y una buena parte de Mesoamérica, donde aún se pueden encontrar plantas en estado silvestre, (Enríquez, 1983).

García (1996), menciona que el cultivo de cacao es de ambiente húmedo-tropical, adecuándose a las zonas de Tabasco, Chiapas, parte de Oaxaca, Guerrero y Veracruz, donde actualmente se producen unas 50,000 toneladas de cacao por año.

Composta de cáscara de cacao (CC).

Nosti (1953), menciona que la utilización más elemental de varios subproductos del cacaotal es como fertilizante que se devuelve al terreno. Las cáscaras de cacao por sí solas suponen siete veces más peso que el total de la cosecha obtenida aproximadamente 4,500 kilogramos de concha por hectárea, a la que va adherida la pulpa y columna placentaria, las cuales contienen

aproximadamente 1.8 kilogramos de calcio; 18 kilogramos de potasa; 4.5 kg de ácido fosfórico y 20 kg de nitrógeno.

García (1996), recopiló información personal sobre el uso que se le da a la cáscara en los cacaotales, y es que este material es depositado en las orillas de los cacaotales, utilizado como relleno y en la mayoría de los casos abandonado en los lugares donde se quiebra la mazorca; donde naturalmente se compostea, dando origen a un suelo que luego es utilizado por los agricultores de la zona como sustrato directo o para mezclar con suelo en relación de 1:1.

El mismo autor, menciona que el INIFAP, en Huimanguillo, Tabasco, ha utilizado la composta de cáscara de cacao solo y mezclado con otros productos, en la producción de plántulas de chile habanero y papaya zapote, obteniéndose buenos resultados en cuanto a su capacidad de retención de humedad, facilidad de manejo a la hora de moverlo de un lugar a otro o a la hora de sacar las plántulas, ya que conservan el cepellón completo.

En México, se estima una producción aproximada anual de 350,000 toneladas de cáscara de cacao, a la cual por las características y ensayos antes mencionados, son un recurso que debiese aprovecharse adecuadamente, siendo una opción el composteo para elaboración de sustratos y su utilización en la producción de plántulas.

Solución nutritiva

Las plántulas sanas requieren un gran suministro de alimentos, y cuando éstos son deficientes o no balanceados, no crecen o lo hacen muy lentamente. Los síntomas de falta de nutrimentos son bien conocidos, y es esencial en la producción de plántulas, asegurarse que los cultivos reciban la cantidad óptima de nutrimentos en las proporciones justas durante su vida útil.

Sholto (1988), señala que, cuando una mezcla o fórmula, de productos químicos correctamente balanceada, se disuelve en la cantidad de agua correspondiente, dará una fórmula nutritiva capaz de alimentar y mantener en crecimiento continuo durante todo un cultivo.

Sánchez (1988), define a las soluciones nutritivas como el conjunto de elementos nutritivos requeridos por las plantas suministradas a través de la disolución de sales fertilizantes en agua, la cual es aplicada en el riego, lo que permite ofrecer los minerales necesarios para el crecimiento de las plantas.

Preparación

Penningsfeld (1975), menciona que de la composición de las soluciones nutritivas, dependerá el éxito que éstas tengan en su aplicación, lo que es reflejado fielmente por las plantas. Agrega que, una buena solución deberá

contener todos los elementos necesarios para las plantas, en las dosis convenientes, debiendo cumplir, junto a la misión de los elementos nutritivos, las funciones que efectúan en el suelo los coloides y microorganismos. La preparación es muy sencilla y básicamente es combinar los nutrimentos en la cantidad adecuada de agua.

Proporción y mezcla de los nutrimentos

Por lo general, las plantas cultivadas necesitan durante sus primeros estadíos de desarrollo bastante nitrógeno, mientras que en el momento de la formación de las yemas necesitan, por el contrario reforzar los aportes de ácido fosfórico y potasa.

Existen no obstante, diferencias con respecto a la relación óptima de los diversos elementos según las distintas especies vegetales, que deben tomarse en cuenta.

Sánchez (1988), menciona que, después de varios años de investigación, se ha llegado a concluir que no existe una solución teórica ideal para un cultivo en particular y que la concentración óptima de elementos nutritivos para una especie vegetal en particular, dependen de un conjunto de factores, entre los que destacan: la parte de la planta que se va a cosechar, el clima, la calidad del agua y el estado de desarrollo de las plantas.

Huterwall (1979), por su parte señala que, para alcanzar un alto rendimiento y una correcta calidad, deberán variarse las soluciones nutritivas según las correspondientes necesidades, no siendo fácil a menudo poder determinar las proporciones adecuadas para cada uno de los cultivos en particular, ni poder juzgar también, por último, como reaccionan a la variación de la composición de las soluciones, el rendimiento, la calidad, la conservación, el tamaño de las flores, su color, la longitud del tallo, etc.

Cantidad de solución

Las cantidades de solución a aplicar dependerán del área sembrada, en términos generales, Zelaya y Martínez (1992), recomiendan que en cada metro cuadrado de cultivo, deben aplicarse entre dos y tres litros de solución por día; sin embargo, cuando las plantas están pequeñas se aconseja aplicar el mismo volumen en concentración media, e ir aumentando a medida que las plantas van creciendo, hasta llegar a la dosis completa.

Generalmente, no deben aplicarse más de tres litros diarios de solución nutritiva por metro cuadrado, pues los sustratos tienden a salinizarse, lo que ocasiona un desarrollo anormal y en casos extremos hasta la muerte de las plantas.

Cuando se presentan problemas de salinización, la Fundación Gaviotas (1989), recomienda encharcar el sustrato con agua limpia, dejar drenar el exceso y regar con solo agua durante tres días; luego se aplican los nutrimentos en las cantidades adecuadas.

Aplicación de la solución nutritiva

La aplicación está estrechamente relacionada con el riego, si después de haber aplicado la solución, el sustrato no está suficientemente húmedo, es necesario adicionar agua limpia hasta llegar a la humedad requerida.

Calderón (1989), recomienda que el sustrato no debe inundarse, ni dejarse seco durante períodos prolongados, debe permanecer húmedo, especialmente en las horas de mayor radiación solar. Generalmente el agua de riego y la solución nutritiva pueden aplicarse al cultivo con regaderas de gotas finas o utilizando algún sistema de riego.

Frecuencia de aplicación

El número de veces que la solución deberá aplicarse, variará de acuerdo con las condiciones climáticas locales. Obviamente, serán mas frecuentes en los climas cálidos y secos que en los frescos y húmedos. Por lo general bastarán dos o tres aplicaciones por semana, aunque también podrá

hacerse una aplicación diaria, dependiendo de factores como la temperatura y la velocidad de evaporación. Generalmente se recomienda regar en la mañana con solución nutritiva y por la tarde hacer riegos con agua limpia, (Fundación Gaviotas, 1989).

Métodos de esterilización de sustratos

Los residuos de cosecha utilizados como sustratos orgánicos para la producción de plántulas, tienden a estar contaminados con microorganismos patógenos, elevando la posibilidad de aparición de enfermedades; para obtener los mejores resultados, se hace necesario aplicar una esterilización para minimizar los riesgos de daños ocasionados por patógenos. Los tratamientos más frecuentes de esterilización son: la solarización, por vapor y la utilización de compuestos químicos, (Fundación Gaviotas, 1989) .

Solarización

Al utilizar el calor del sol, se procede de la siguiente manera: se coloca el sustrato en un lugar, de preferencia que no posea permeabilidad, luego se riega observando que quede bien mojado, después se pone una capa de plástico negro encima del sustrato sellando los bordes para evitar el escape del calor. Se instalan unos arcos de bambú sobre los cuales se ubica una segunda capa de plástico a la cual también se le sellan los bordes; posteriormente se

expone la cajonera al sol durante 25 días y luego de este tiempo se quita todo el plástico, se rastrilla el sustrato, se esperan 24 horas y se realiza la siembra.

Tratamiento de calor

Aunque comúnmente se ha usado el término "esterilización" del suelo, un término más correcto es "pasteurización", ya que los procesos de calentamiento recomendados no matan a todos los organismos.

La pasteurización de los medios de crecimiento con vapor, es preferible a la fumigación con productos químicos. El vapor es mucho menos peligroso de usar que los fumigantes químicos. Las sustancias químicas no se vaporizan bien a temperaturas bajas, pero la pasteurización con vapor puede usarse en medios fríos y mojados.

Hartmann (1995), menciona que el calor húmedo es ventajoso, ya que se puede inyectar directamente al suelo de depósito cubierto en bancos con tubos perforados colocados de 15 a 20 cm debajo de la superficie. Al calentar el suelo, que debe estar húmedo pero no mojado, la recomendación es usar una temperatura de 60° C durante 30 minutos, debido a que mata a organismos patógenos, pero deja a muchos organismos que impiden el crecimiento explosivo de patógenos si ocurre una recontaminación.

Para pasteurizar volúmenes pequeños de sustratos, la Fundación Gaviotas (1989), recomienda encharcar el medio con agua hirviendo, durante un período de dos horas; después se libera el exceso de humedad y el sustrato puede ser utilizado inmediatamente.

Fumigación con sustancias químicas

La fumigación química mata organismos en las mezclas de propagación sin alterar sus características físicas y químicas, al grado que ocurre similar a los tratamientos con calor.

Hartmann (1995), señala que después de la fumigación química puede aumentar la producción de amoníaco, debido a la remoción de organismos antagónicos de las bacterias amonificadoras. Menciona además, que para obtener resultados satisfactorios, las mezclas deben de estar humedecidas (entre el 40 y el 80 por ciento de su capacidad de campo) y a temperaturas de 18 a 24 °C.

Formaldehído

Es muy buen fungicida, pero no tiene buen resultado para eliminar insectos o nemátodos, en su aplicación suele emplearse una mezcla de un galón de producto comercial de formalina (40 por ciento de pureza) con 50

galones de agua, aportando al sustrato de cinco a 10 galones por 1.0 m². El área total deberá ser cubierta inmediatamente por un material que impida el paso del aire, al menos por 24 horas a partir del tratamiento, se debe realizar antes de plantar, (Calderón, 1989).

Bromuro de metilo

Elimina la mayoría de nemátodos, insectos, semillas de malas hierbas y algunos hongos, pero no tiene ningún efecto contra verticillium. Se inyectan a razón de 0.45 a 1.82 kg por 9.3 m², aplicándolo a través de una capa que se coloca sobre el medio a ser tratado, y que a su vez está cubierta por plástico, de esta forma, deberá mantenerse al menos durante dos días. Los sistemas de inyección que se utilizan son bombas de alta presión, de las que salen tubos que dispersan bajo la cubierta de plástico, el gas a lo largo de toda la bancada. La penetración de este gas es muy buena, extendiéndose normalmente a una profundidad de 30 a 35 cm, (Calderón 1989).

El vapan

Hartmann (1995), menciona que el VAPAN (dihidrato n-metiltiocarbamato sódico), es un fumigante del suelo, soluble en agua, que extermina malezas, semillas de malezas en germinación, la mayoría de los hongos del suelo y en condiciones apropiadas, nemátodos. Sufre una

descomposición rápida y produce un gas muy penetrante. El VAPAN se aplica esparciéndolo en la superficie del suelo, mediante los sistemas de riego o con equipo estándar de inyección. Para la fumigación de almácigos, se usan 0.95 lt de la formulación líquida disuelta en 7.6 a 11.4 lt de agua, repartidos uniformemente en una superficie de 9 m². Después de la aplicación, se sella con agua adicional o con un rodillo, el sustrato puede utilizarse tres semanas después de la aplicación, aunque el producto tiene una toxicidad relativamente baja para los humanos, se debe cuidar de evitar de inhalar los vapores o que la solución salpique la piel.

Cloropicrina (gas lacrimógeno)

Calderón (1989), señala que la cloropicrina, es un líquido que ordinariamente se aplica con un inyector, colocando de 2 a 4 ml en hoyos de 7.5 a 15 cm de profundidad, espaciados de 23 a 30 cm entre sí, también puede aplicarse a razón de 5ml por Bushel de sustrato.

La cloropicrina se convierte en un gas, que tiene buena penetración al suelo y a los montones de sustratos. El gas debe ser confinado, asperjando el sitio de aplicación con agua y cubriéndolo luego con un material que no deje escapar el aire, dejándose en su sitio durante tres días. Antes de plantar en el sustrato o suelo tratado, se deben dejar transcurrir de siete a 10 días para que se efectúe una buena aireación. La cloropicrina, es efectiva contra los

nemátodos, algunas semillas de malezas, verticillium y la mayoría de hongos resistentes. Los humos de cloropicrima son muy tóxicos para los tejidos vegetales vivos.

MATERIALES Y METODOS.

Localización del sitio experimental

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo en los invernaderos de alta tecnología, modelo Stuppy 2000, manteniéndose una temperatura diurna de 26°C y una nocturna de 18°C, los cuales se encuentran en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, en las coordenadas 25° 23' latitud norte y 101°00' de longitud oeste y con una altura sobre el nivel del mar de 1743 mts. El ensayo se estableció en el período comprendido de agosto a diciembre de 1996.

Materiales orgánicos y suelo utilizado.

Los materiales empleados fueron el peat moss, deyecciones de lombriz de pulpa de café, estiércol de bovino, perlita, bagazo de caña de azúcar sin compostar, cascarilla de cacao y suelo (Cuadro 3.1).

En el caso de los materiales DLPC, BCA y CC, son procedentes de la región sur de México; el estiércol de bovino (EB) se acarreó del establo ubicado en la UAAAN, el peat moss fue comprado en el mercado local, procedente de

Canadá. La caracterización físico-química y microbiológica, así como el contenido de macro y microelementos, para los materiales orgánicos utilizados en el experimento, se presentan en diversos cuadros del Apéndice.

Cuadro 3.1 Mezcla de materiales utilizados como sustratos.

MATERIALES ORGANICOS	CODIGO
Peat moss + perlita	PPTA
Deyecciones de lombriz en pulpa de café	DLPC
Estiercol de bovino	EB
Bagazo de caña de azúcar sin compostar	BCA
Composta de cáscara de cacao	CC
Suelo	S

Suelo

El suelo que se utilizó para las mezclas y llenado de las macetas, fué colectado en el Campo Agrícola Experimental “El Bajío” propiedad de la UAAAN. En este sitio se encuentran suelos originados por material aluvial de rocas sedimentarias, dando lugar a suelos calcisol háplico, de textura media, con una fase física petrocálcica profunda.

El análisis de suelo realizado antes de establecer el experimento se presenta en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2 Características físico-químicas del suelo utilizado en el experimento. Buenavista, Saltillo, Coahuila 1996.

Características	Valor	Método de análisis
pH	8.3	Potenciómetro
C.E. (ds/m)	0.650	Puente Wheastone
C.I.C.	21.0	Acetato de amonio
M.O. (%)	1.39	Walkley-Black
N total (%)	0.06	Kjeldahl
P aprovechable (kg/ha)	88.68	Olsen
K asimilable (kg/ha)	941.32	Colorimétrico
Carbonatos totales (%)	35.93	Titulación
Textura	Migajón arcilloso	Bouyoucos

Material biológico

La especie vegetal que se escogió fue el tomate, dado que es una planta considerada como excelente indicadora de los efectos positivos o negativos, de acuerdo a las condiciones a que es sometida, además de tener gran importancia socioeconómica en el país.

Características del tomate(Lycopersicon esculentum w). Variedad Floradade

Suele considerarse como temperatura óptima para su desarrollo, una media de 18 a 20 °C, las temperaturas bajas, sobre todo en la época de floración, perjudican a esta planta, lo que se nota en la producción; se consideran como más convenientes para esta especie, los climas templados con tendencia a cálidos, (Northrup King, 1990).

La variedad utilizada en el ensayo fue la floradade, que el CENTA (1989) describe del tipo manzano, de excelente calidad y alto rendimiento, sus frutos son grandes, de forma globular, color rojo intenso, tiene tolerancia a Verticillium, fusarium, stemphyllium, y alternaria. Se cosecha a los 80 días después del transplante. Es de hábito de crecimiento semideterminado.

Charolas germinadoras y macetas para trasplante.

Para la siembra y producción de plántulas se utilizaron 27 charolas de unice, con una capacidad de 200 receptáculos. Las macetas usadas para el transplante, fueron bolsas de polietileno negras de 45cm de profundidad por 30cm de diámetro, las cuales se llenaron con 8.0 kg de suelo migajon arcilloso por maceta, posteriormente estas bolsas se colocaron en las tarimas previamente instaladas en el invernadero para tal fin.

Solución nutritiva

Composición química

La solución nutritiva se compone de tres fracciones, las cuales para su aplicación se combinaron en cuatro dosis. Estas fracciones reciben los nombres de nutrimento mayor sólido, nutrimento intermedio líquido y nutrimento menor sólido.

Nutrimento mayor sólido.

Su composición es la siguiente:

Nitrógeno total	14 %
Nitrógeno nítrico (N-NO ₃)	13%
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₄)	1%
Fósforo Asimilable (P ₂ O ₅)	6%
Potasio soluble en agua (K ₂ O)	15%
Calcio (CaO)	15%

Nutrimiento intermedio líquido.

Presenta la siguiente formulación:

Nitrógeno nítrico (N-NO ₃)	50.8 g/lt
Magnesio (Mg)	44.8 g/lt
Hierro (Fe)	8.46 g/lt

Nutrimiento menor sólido.

Su composición es la siguiente:

Magnesio (Mg)	9.60%
Manganeso (Mn)	0.10 %
Azufre(S)	12.00%
Cobre (Cu)	0.001%
Zinc (Zn)	0.047%
Boro (B)	0.196%
Cobalto (Co)	0.01%
Cloro (Cl)	0.330%
Potasio (K)	0.410%

Actividades previas a la instalación del experimento.

Preparación de los sustratos.

En esta fase se acondicionaron los sustratos, haciendo uso de la molienda y tamizado, para aquellos sustratos en que fueron necesarias las mencionadas labores, que se describen a continuación.

Molienda y tamizado.

Se efectuó únicamente para la composta de cáscara de cacao, dadas sus características de forma y tamaño de partículas, para esta labor se utilizó un “pizón” de los usados comúnmente para compactación de suelo, por lo que este material fue triturado y colectado luego en sacos.

La labor de tamizado fue exclusiva para tres materiales, los cuales fueron la composta de cáscara de cacao, en bagazo de caña de azúcar sin compostar y el estiércol de bovino, utilizándose una criba para todos ellos de 6 mm.

Esterilización.

Para esta actividad se utilizó bromuro de metilo, que es un fumigante químico de buena penetración y un amplio rango de control, en lo que respecta a semillas de malas hierbas y patógenos, exceptuando de estos últimos al género *Verticillium*.

La labor se efectuó agrupando el suelo y los sustratos, a excepción del Peat moss, que se utilizaron en las mezclas. Una vez amontonados, se cubrieron totalmente con un plástico de polietileno negro, al que luego se le sellaron los bordes con suelo húmedo.

La aplicación del producto se realizó haciendo uso de un inyector, que a través de una manguera condujo el gas al interior, donde se encontraba el material a esterilizar.

Después de tres días, se quitó la cubierta de plástico a los sustratos, dejándolos expuestos al aire libre por un período de 72 horas, espacio de tiempo después del cual el material (sustratos), quedó listo para su uso posterior en la preparación de las mezclas.

Preparación de mezclas.

Para la propagación de plantas y producción de plántulas de interés hortícola, con frecuencia se indica en una mezcla de sustratos, ya que es muy difícil que un solo material reúna las características ideales y adecuadas a las necesidades particulares del cultivo a establecer.

Un denominador común en todos los tratamientos establecidos fue el uso de suelo, con características de migajón arcilloso, excepto en el tratamiento en que se utilizó al peat moss, en el cual fue combinado con perlita la cual se consideró como testigo. Al respecto Hartmann (1995), menciona que es recomendable el uso de suelo arcilloso en las mezclas, debido a que estos tienen mayor intercambio catiónico.

Hartmann (1995), recomienda cuando se usan suelos pesados, como migajones arcillosos o arcillas para la preparación de mezclas, utilizar la proporción de tres partes de sustratos por una parte de suelo, (3:1).

Teniendo como base esta recomendación y utilizando un suelo con características semejantes a las descritas por Hartmann, se prepararon las mezclas de sustratos, que fueron la parte medular de esta investigación.

Para la preparación de las mezclas, se usaron los sustratos previamente cribados, humedeciendo cada uno de ellos por separado, debido a que si se mezclan cuando están secos, existen los problemas en la absorción y homogeneidad de la humedad; no sucede lo mismo con el suelo, dado que si se humedece antes de combinarlo se vuelve pegajoso, constituyendo esta característica un verdadero problema a la hora de homogeneizar la mezcla. Teniendo los sustratos y el suelo en las condiciones adecuadas de humedad, se inició la elaboración de las mezclas, para lo cual se hicieron pilas con los sustratos correspondientes a cada una de las mezclas que se utilizaron en el ensayo, tomando en consideración las proporciones que se describen en el cuadro 3.3.

Cuadro 3.3 Relación proporcional de los materiales orgánicos usados en la preparación de las mezclas. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

Código	Sustratos	Relación
S1	Peat Moss + Perlita (PPTA)	3:1
S2	CC + DLPC + Suelo (CC+DLPC+S)	1.5:1.5:1
S3	DLPC + Suelo (DLPC+S)	3:1
S4	EB + Suelo (EB + S)	3:1
S5	CC + Suelo (CC + S)	3:1
S6	CC + DLPC + BCA + Suelo (CC+DLPC+BCA+S)	1:1:1:1
S7	CC + BCA + Suelo (CC + BCA + S)	1.5:1.5:1
S8	DLPC + BCA + Suelo (DLPC + BCA + S)	1.5:1.5:1
S9	BCA + Suelo (BCA + S)	3:1

Preparación de la solución nutritiva.

La solución nutritiva se elaboró de acuerdo al siguiente procedimiento: se disolvió el contenido de un paquete de nutrimento mayor sólido de 340 gr en cantidad suficiente de agua hasta completar un litro. Este líquido fue el nutrimento mayor concentrado, por separado se disolvió el contenido del paquete de nutrimento intermedio de 134 cc y el paquete de nutrimento menor sólido de 52 g en agua hasta completar 400 cc obteniéndose así el nutrimento menor concentrado.

A partir de las mezclas de estas soluciones concentradas, se preparó el fertilizante líquido para su aplicación directa a los sustratos, tomando en cuenta cuatro dosificaciones por litro de agua, las cuales se presentan en el cuadro 3.4.

Cuadro 3.4 Dosis de solución nutritiva aplicada a los sustratos.
Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

codigo	Nutrimento mayor concentrado. (cc/litro agua)	Nutrimento menor concentrado (cc/litro agua)
D ₁	0.0	0.0
D ₂	2.0	1.0
D ₃	4.0	2.0
D ₄	6.0	3.0

Instalación del experimento

Diseño experimental y tratamientos.

Este experimento se estableció bajo un diseño experimental completamente al azar, con un arreglo factorial 9x4; constando de nueve sustratos orgánicos (factor A) y cuatro dosis de una solución nutritiva, (factor B), dando lugar a 36 tratamientos con tres repeticiones para cada uno, haciendo un total de 108 unidades experimentales, ubicadas en charolas germinadoras del tipo "unicel" con 200 receptáculos. Cada una de estas charolas se subdividió en cuatro pequeñas parcelas, teniéndose en cada una de ellas 30 receptáculos útiles. Las pequeñas unidades, se crearon con el objetivo de evaluar en ellas las diferentes dosis de solución nutritiva aplicada. Los tratamientos resultantes se presentan en el cuadro 3.5.

Distribución de los tratamientos.

La distribución de los tratamientos se presenta en la figura 3.1.

Características evaluadas

Las características evaluadas en el presente estudio fueron: el porcentaje de germinación, el vigor de las plantas, la capacidad de adaptación

al trasplante, peso fresco y peso seco de plántulas.

Porcentaje de germinación

En cada repetición se anotó el número de plántulas normales, anormales, y semillas muertas, siendo plántulas normales aquellas con un desarrollo completo de las estructuras esenciales (plúmula y radícula) y que manifestó una completa habilidad para continuar perfectamente su desarrollo.

Las plántulas anormales fueron aquellas que presentaron defectos en algunas de sus estructuras al grado de impedir la continuación de su desarrollo, siendo las semillas muertas las que no mostraron ningún tipo o signo de viabilidad. La determinación del porcentaje de germinación se realizó finalmente, con base en el conteo de plántulas normales.

Vigor

Este parámetro se determinó de acuerdo a la tasa de crecimiento de plántulas, haciéndose la toma de alturas a los 15 y a los 22 dds. Para realizar esta labor y tener mayor precisión se utilizó un Vernier, el cual se ajustaba a las condiciones en que se encontraban las plántulas.

Adaptabilidad al trasplante

Esta característica, considerada primordial en el trabajo de investigación, se determinó con base en la cantidad de materia seca acumulada por las plantas a los 10 y 22 días después de siembra (dds), lo que es respaldado por los trabajos realizados por Day (1979), quien menciona que las plantas que mejor toleran el estrés inducido por una alteración en su medio ambiente, acumulan una mayor cantidad de materia seca; aunque también señala que este factor no influye directamente en la producción al momento de la cosecha.

Cuadro 3.5.- Tratamientos generados entre sustratos y dosis de solución nutritiva.
Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

Número	TRATAMIENTOS
T 1	PTA :0.0 cc SLN> + 0.0 cc SLN <
T 2	PTA :2.0 cc. SLN> + 1.0 cc SLN <
T 3	PTA :4.0 cc. SLN> + 2.0 cc SLN <
T 4	PTA :6.0 cc. SLN> + 3.0 cc SLN <
T 5	CC + DLPC + S : 0.0 SLN> + 0.0 cc SLN<
T 6	CC + DLPC + S : 2.0 SLN> + 1.0 cc SLN<
T 7	CC + DLPC + S : 4.0 SLN> + 2.0 cc SLN<
T 8	CC + DLPC + S : 6.0 SLN> + 3.0 cc SLN<
T 9	DLPC + S : 0.0 cc SLN> + 0.0 cc SLN <
T 10	DLPC + S : 2.0 cc SLN> + 1.0 cc SLN <
T 11	DLPC + S : 4.0 cc SLN> + 2.0 cc SLN <
T 12	DLPC + S : 6.0 cc SLN> + 3.0 cc SLN <
T 13	EB + S : 0.0 cc SLN> + 0.0 cc SLN<
T 14	EB + S : 2.0 cc SLN> + 1.0 cc SLN<
T 15	EB + S : 4.0 cc SLN> + 2.0 cc SLN<
T 16	EB + S : 6.0 cc SLN> + 3.0 cc SLN<
T 17	CC + S : 0.0 cc SLN> + 0.0 cc SLN<
T 18	CC + S : 2.0 cc SLN> + 1.0 cc SLN<
T 19	CC + S : 4.0 cc SLN> + 2.0 cc SLN<
T 20	CC + S : 6.0 cc SLN> + 3.0 cc SLN<
T 21	CC + DLPC +BCA +S : 0.0 cc SLN> + 0.0 cc SLN<
T 22	CC + DLPC +BCA +S : 2.0 cc SLN> + 1.0 cc SLN<
T 23	CC + DLPC +BCA +S : 4.0 cc SLN> + 2.0 cc SLN<
T 24	CC + DLPC +BCA +S : 6.0 cc SLN> + 3.0 cc SLN<
T 25	CC + BCA + S : 0.0 cc SLN > + 0.0 cc SLN <
T 26	CC + BCA + S : 2.0 cc SLN > + 1.0 cc SLN <
T 27	CC + BCA + S : 4.0 cc SLN > + 2.0 cc SLN <
T 28	CC + BCA + S : 6.0 cc SLN > + 3.0 cc SLN <
T 29	DLPC +BCA +S : 0.0 cc SLN > + 0.0 cc SLN <
T 30	DLPC +BCA +S : 2.0 cc SLN > + 1.0 cc SLN <
T 31	DLPC +BCA +S : 4.0 cc SLN > + 2.0 cc SLN <
T 32	DLPC +BCA +S : 6.0 cc SLN > + 3.0 cc SLN <
T 33	BCA + S : 0.0 cc SLN> + 0.0 cc SLN<
T 34	BCA + S : 2.0 cc SLN> + 1.0 cc SLN<
T 35	BCA + S : 4.0 cc SLN> + 2.0 cc SLN<
T 36	BCA + S : 6.0 cc SLN> + 3.0 cc SLN<

cc : Centímetros cúbicos

SLN > : Solución mayor concentrada/l de agua.

SLN < : Solucion menor concentrada/l de agua

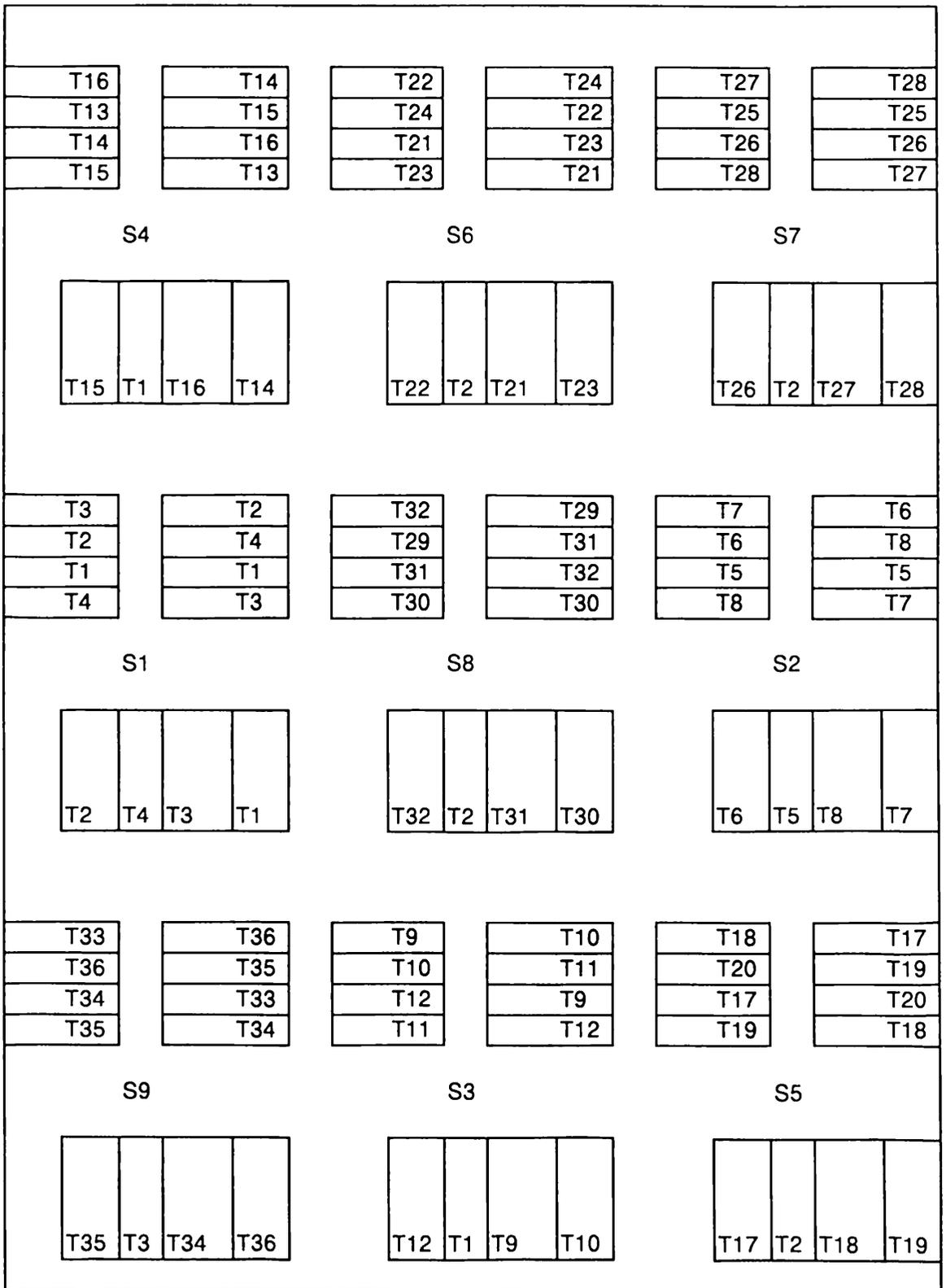


Figura 3.1 Croquis de la distribución espacial de los tratamientos. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

Labores agronómicas y culturales

Llenado de charolas y siembra

Esta actividad se realizó el 29 de septiembre de 1996. Se depositaron dos semillas de tomate variedad floradade por cavidad útil, luego todas las charolas se cubrieron totalmente con papel toalla, con la finalidad de mantener la humedad, el calor, y evitar la pérdida de la semilla por la salpicadura del agua de riego, favoreciéndose con esta labor además, los procesos de germinación de la semilla y la emergencia de plántulas, la cobertura se mantuvo por períodos de tres, cuatro y seis días, dependiendo de la emergencia observada en cada uno de los tratamientos.

Los riegos posteriores se aplicaron tratando de mantener la humedad necesaria para la germinación y emergencia.

Raleo

Esta labor se realizó a los 16 días después de siembra, dejando solamente una planta por cavidad, la cual fue la que presentaba mayor vigor en el mismo receptáculo.

Trasplante

Se realizó una vez que las plantas alcanzaron una altura aproximada de 10 a 12 cm. El trasplante se hizo a 21 macetas de plástico por tratamiento, debido a que se hicieron tres muestreos de siete plantas cada uno, a los 5, 10 y 22 días después del trasplante (ddt), con el propósito de evaluar la adaptabilidad al trasplante de las plantas producidas en cada tratamiento.

Riegos

La frecuencia del riego fue de cada dos días, aplicándose por las tardes un promedio de 2.5 litros por cada bancada de tres charolas. Los riegos se mantuvieron continuos hasta la última toma de muestras.

Suministro de solución nutritiva

El suministro de solución nutritiva se inició con la aparición del primer par de hojas verdaderas en las plántulas, lo que difirió en tiempo para cada uno de los tratamientos. La frecuencia de aplicación fue de cada dos días, aplicando una cantidad media de 2.5 lt por cada tres repeticiones en cada tratamiento. El riego con solución nutritiva se aplicó por las mañanas y perduró hasta el día que se hizo el trasplante.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos para cada una de las variables evaluadas en el presente trabajo de investigación, se presentan a continuación.

Porcentaje de germinación.

En el cuadro 4.1 se muestran el número de semillas germinadas en cada sustrato, de un total de 360, mostrándose una muy buena respuesta en todos los sustratos; sobresaliendo de entre ellos los formados por la composta de cáscara de cacao más suelo (CC+S) y la constituida por las deyecciones de lombriz en pulpa de café más suelo (DlpC+S), con un 97.7 por ciento y 97.2 por ciento de germinación, respectivamente. De esto se puede deducir claramente que los sustratos utilizados en el ensayo, tienen un efecto positivo en el proceso de germinación y emergencia de plántulas.

Altura de plántulas

En el cuadro 4.2 se presentan los valores medios para el factor "A" (sustratos), en dos mediciones durante el desarrollo del experimento. El análisis de varianza muestra que para el factor en estudio existe alta significancia =

0.01 (cuadros A.14 y A.15), lo que nos indica que existe diferencia entre los sustratos. Debido a esto, se realizó la prueba de Tukey, representada en el cuadro 4.2 donde se muestra que el mejor sustrato fue CC+S, a los 15 días después de siembra (dds), con un promedio de altura de 5.590 cm y en la segunda toma de alturas, a los 22 días después de siembra (dds); se observó un mejor comportamiento para DlpC+S, con un promedio de altura de 8.765 cm.

Cuadro 4.1 Número de plantas y porcentaje de germinación seis días después de siembra por sustratos Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

Sustratos	No. plantas germinadas	Porcentaje
S1	340	94.5
S2	344	96.5
S3	350	97.25
S4	313	86.9
S5	352	97.7
S6	335	93.0
S7	347	96.7
S8	348	96.7
S9	348	96.7

Cuadro 4.2 Prueba de Tukey para la altura media en centímetros de plantas de tomate, variedad Floradade por sustrato. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

Sustratos	15 dds	22 dds
S1	2.730 CD	4.116 F
S2	4.305 B	7.977 B
S3	4.407 B	8.765 A
S4	3.086 C	7.299 C
S5	5.590 A	7.455 C
S6	4.472 B	5.803 D
S7	2.600 D	4.663 E
S8	2.599 D	4.338EF
S9	2.059 D	2.330 G

En las figuras 4.1 y 4.2 se puede observar el comportamiento de las diferentes mezclas de sustrato sobre la altura de plantas en función del tiempo.

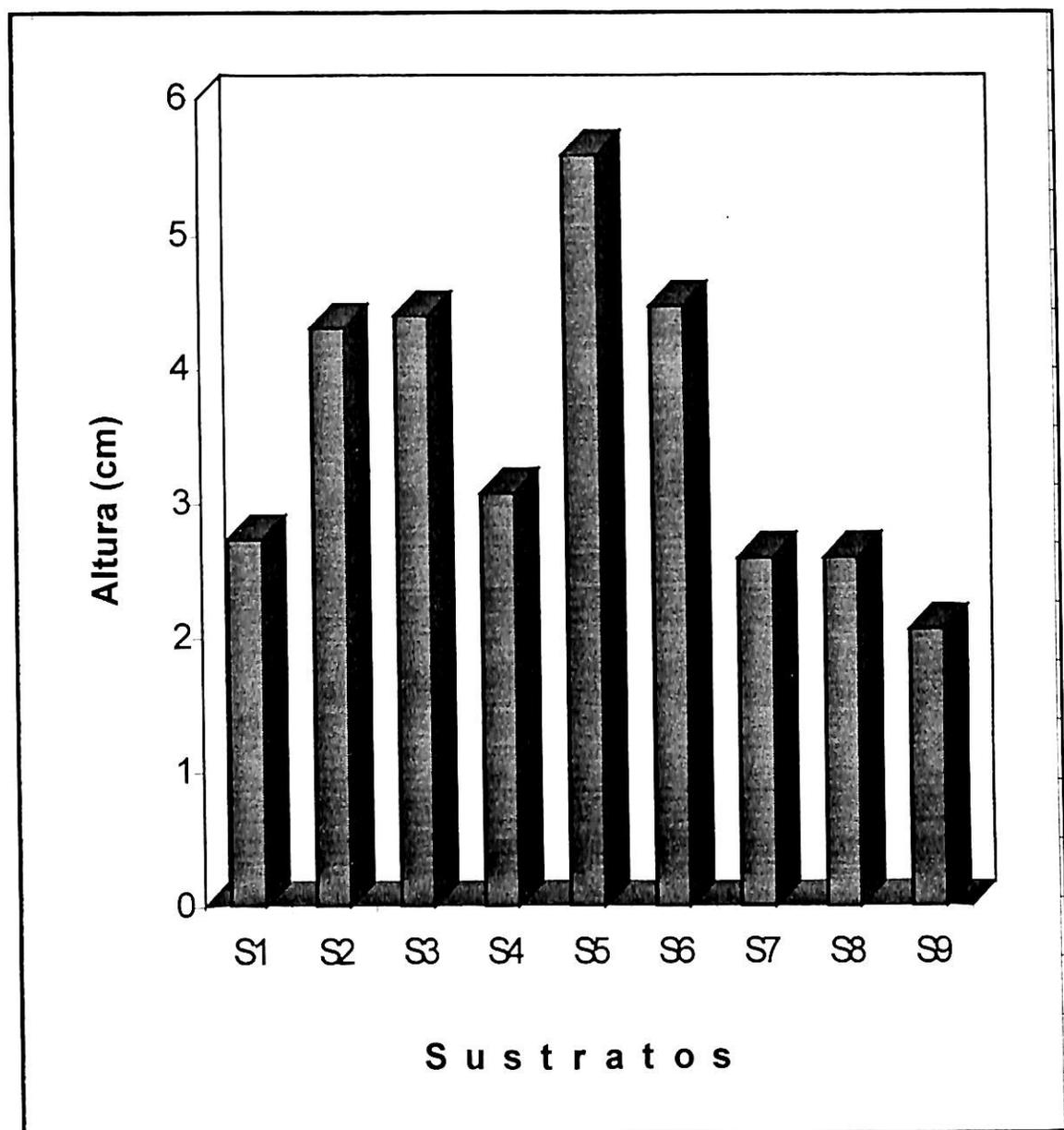


Figura 4.1. Representación gráfica de la altura media, de plántulas de tomate, variedad Floradade, para los diferentes sustratos 15 días después de siembra. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

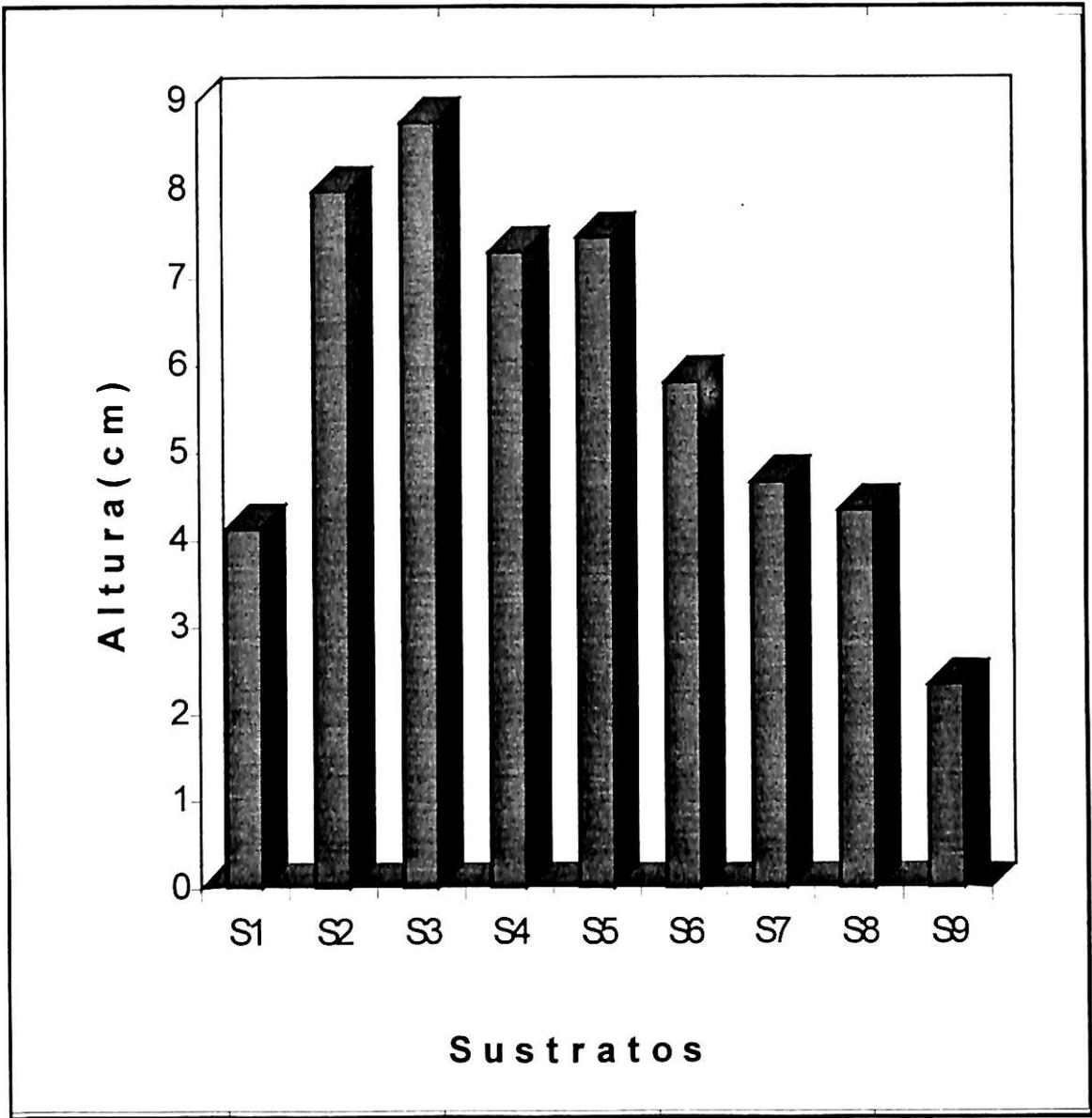


Figura 4.2. Representación gráfica de la altura media, de plántulas de tomate, variedad Floradade, para los diferentes sustratos 22 días después de siembra. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

Con relación al factor "B" (dosis) el análisis de varianza nos muestra que existe alta significancia (cuadros A.14 y A.15 del Apéndice), dada esta situación se efectuó la prueba de Tukey, en la cual los resultados obtenidos nos muestran diferencias de altura, observándose que la mejor dosis de solución nutritiva fue la constituida por 3.0 cc. de solución menor concentrado más 6.0 cc de solución mayor concentrada. (Cuadro 4.3). Esta situación también se presenta en las figuras 4.3 y 4.4.

Cuadro 4.3. Prueba de Tukey para la altura media en centímetros de plantas de tomate variedad Floradade por dosis de solución nutritiva. Buenavista, Saltillo, Coah. 1996.

Dosis	15 dds	22 dds
D1	3.129 C	5.034 C
D2	3.482 B	5.695 B
D3	3.699 BA	6.282 A
D4	3.845 A	6.431 A

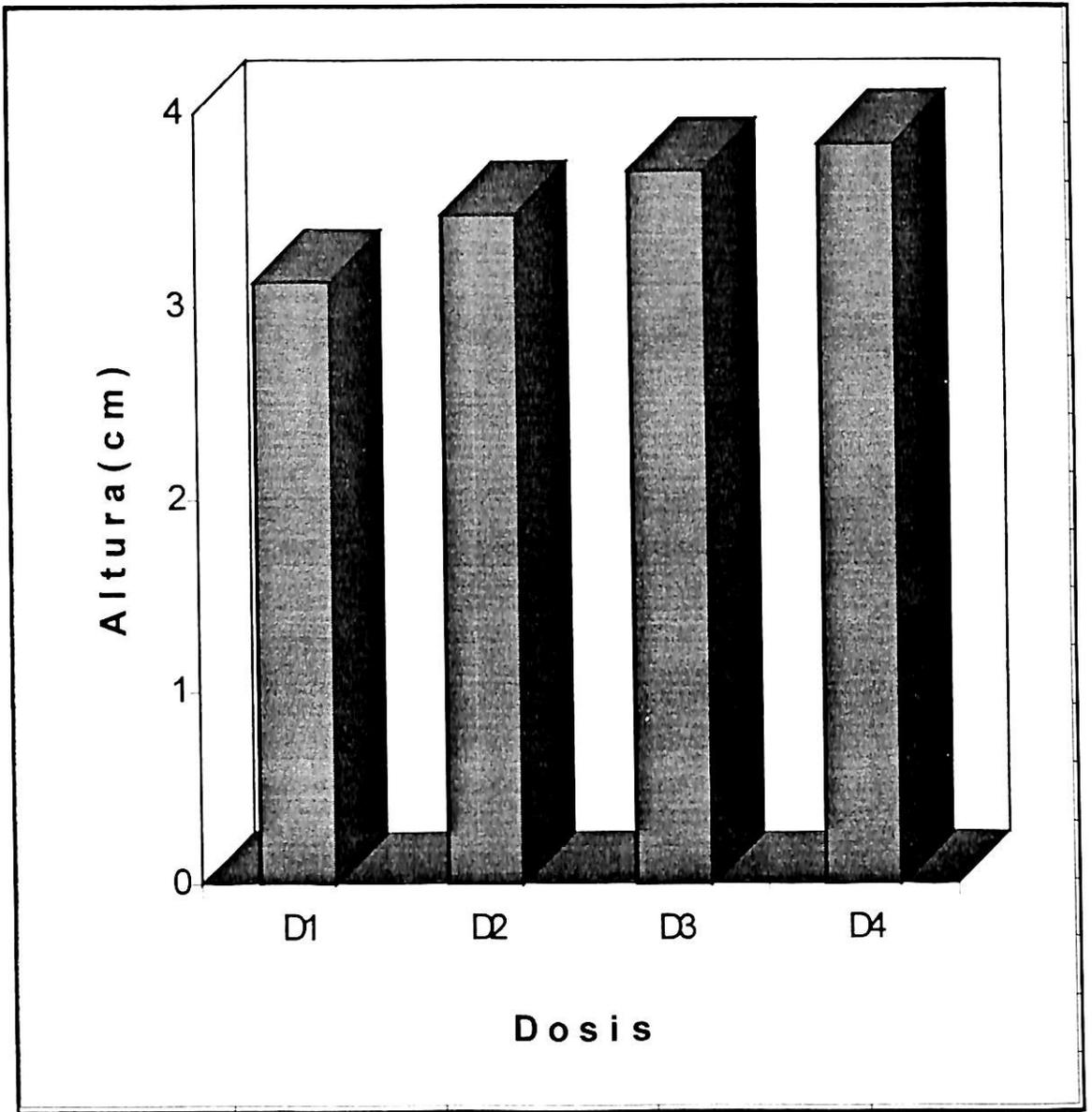


Figura 4.3. Representación gráfica de la altura media de plántulas de tomate, variedad Floradade, para las diferentes dosis de solución nutritiva 15 días después de siembra. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

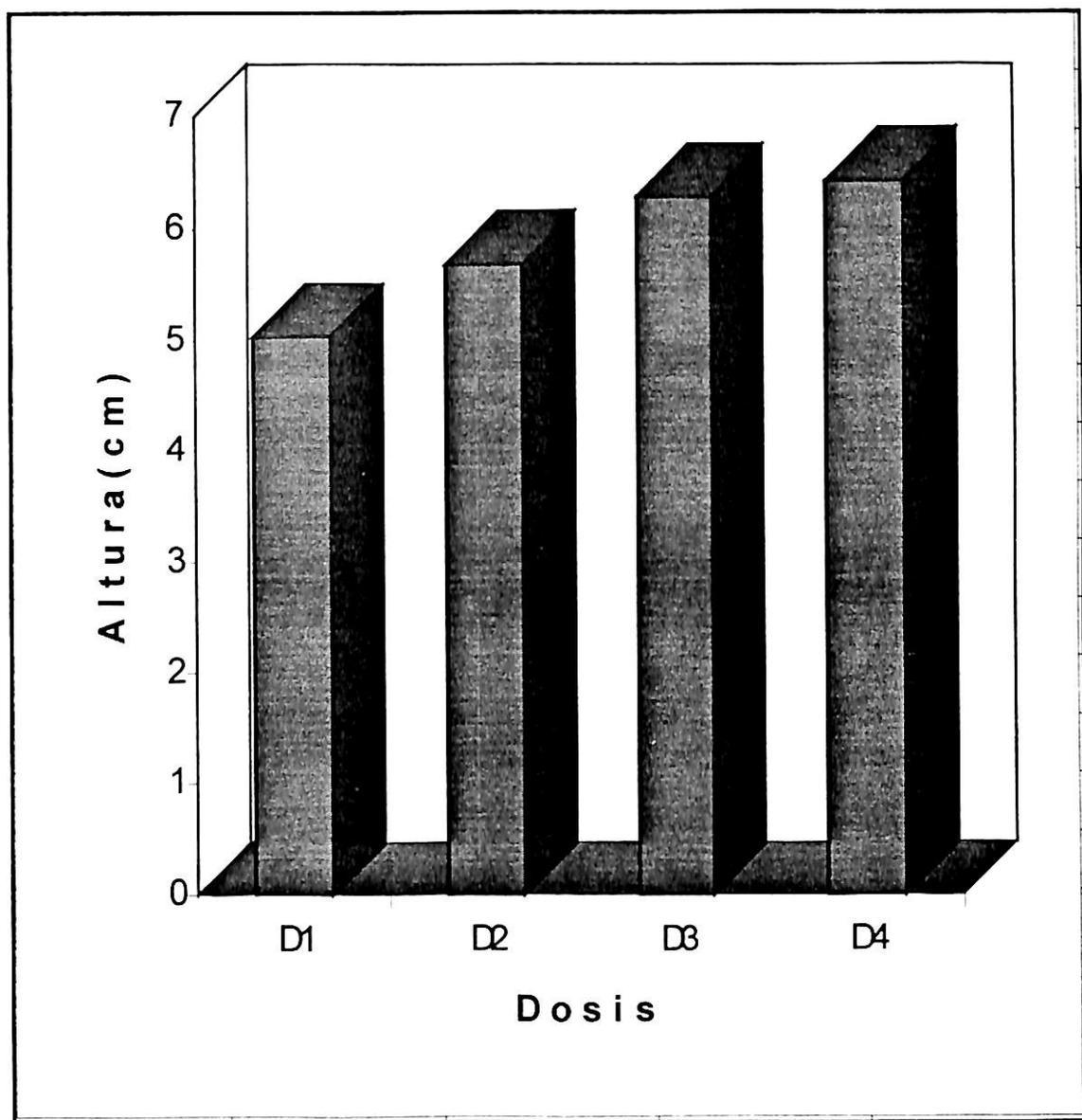


Figura 4.4. Representación gráfica de la altura media de plántulas de tomate, variedad Floradade, para las diferentes dosis de solución nutritiva 22 días después de siembra. Buenavista, Saltillo, Coah. 1996.

Peso fresco de plántulas de tomate.

En este parámetro se hicieron tres evaluaciones, tomándose pesos a los cinco días después de trasplante (ddt), 10 ddt y a los 22 ddt. Para detectar diferencias estadísticas del factor "A" (sustratos), se efectuó el análisis de varianza respectivo, resultando que existe alta significancia (Cuadros A.9, A.10 y A.11). Debido a esto se realizó la prueba de Tukey, donde se pudo observar que a los 5 ddt, se obtuvo una mejor respuesta para el sustrato EB+ S (estiércol bovino más suelo), con un promedio en peso de 5.250 g, en la segunda y tercera toma de datos, se observó una mejor respuesta en los sustratos DLPC+S, con un promedio de peso de 10.24 g y 75.0 g en cada toma de datos, respectivamente. También se observa alta significancia en el sustrato CC+DLPC+S con un promedio en peso a los 10 ddt de 10.01 g. y 71.19 g. a los 22 ddt. Lo anterior puede apreciarse en el cuadro 4.4 y en las figuras 4.5, 4.6 Y 4.7.

Cuadro 4.4. Prueba de Tukey para el peso fresco medio en gramos en plantas de tomate, variedad Floradade, por sustratos. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

Sustratos	5 ddt	10 ddt	22 ddt
S1	3.425 B	4.541 C	12.975DC
S2	3.155 B	10.015 A	71.159 A
S3	3.575 B	10.243 A	75.000 A
S4	5.250 A	6.648 B	15.000 C
S5	1.860 C	4.818 CB	47.941 B
S6	2.800 B	3.408 CD	7.675 DC
S7	3.625 B	4.491 C	10.941 DC
S8	3.733 B	4.165 C	13.900 DC
S9	1.169 D	1.408 D	2.217 D

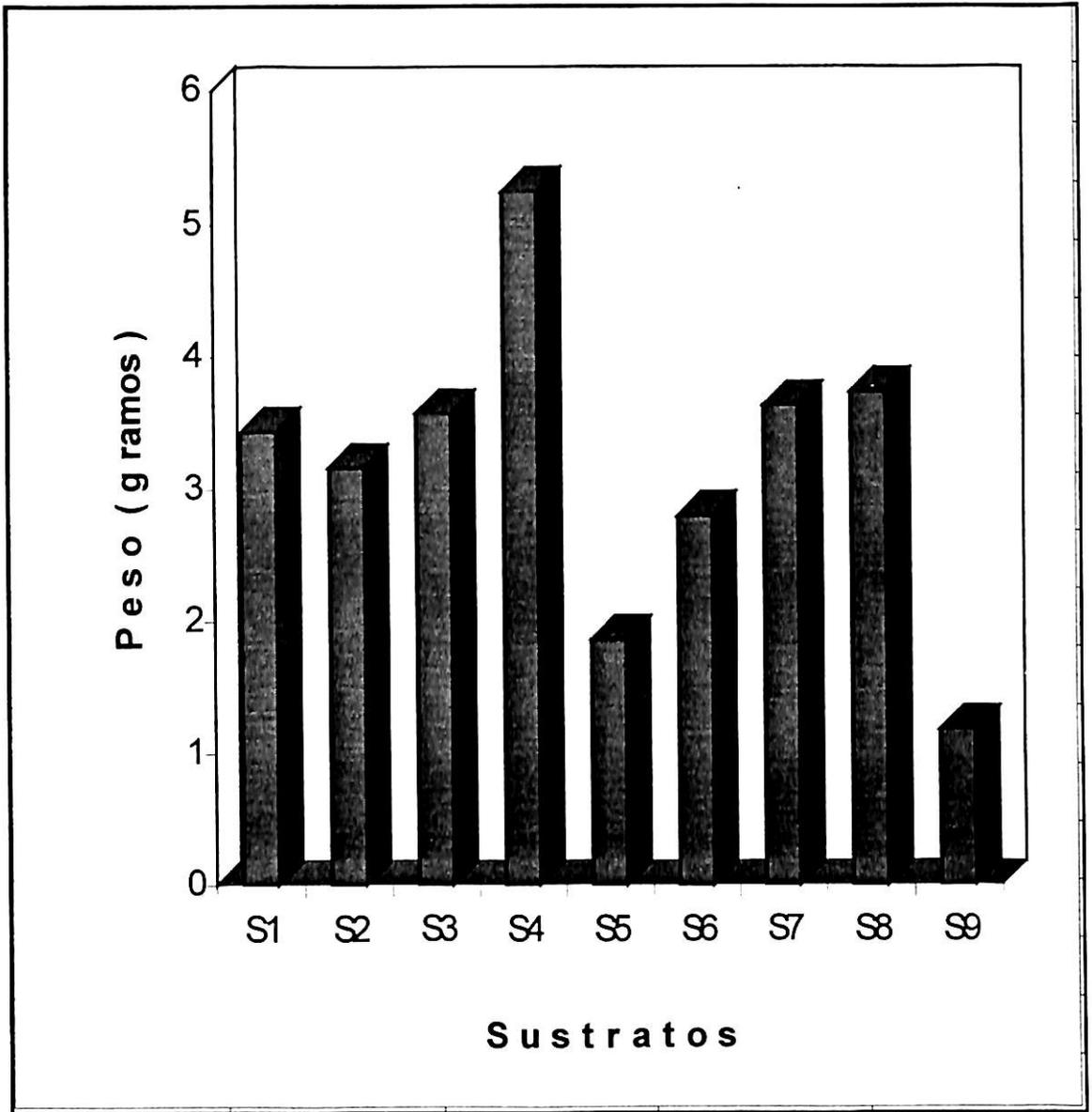


Figura 4.5. Representación gráfica del peso fresco medio en plantas de tomate. variedad Floradade por sustratos a los 5 ddt. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

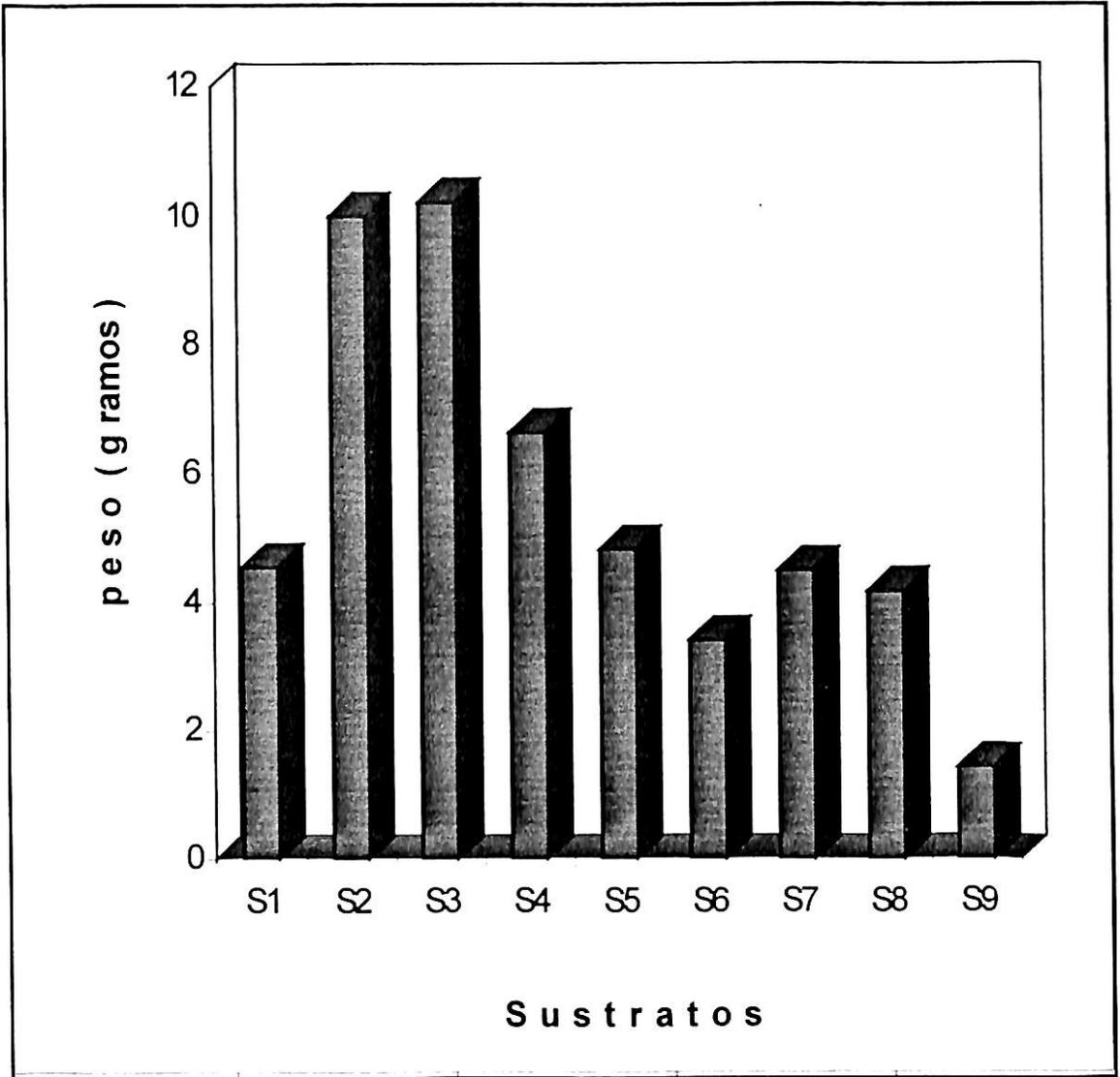


Figura 4.6. Representación gráfica del peso fresco medio para plantas de tomate, variedad Floradade, por sustratos a los 10 ddt. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

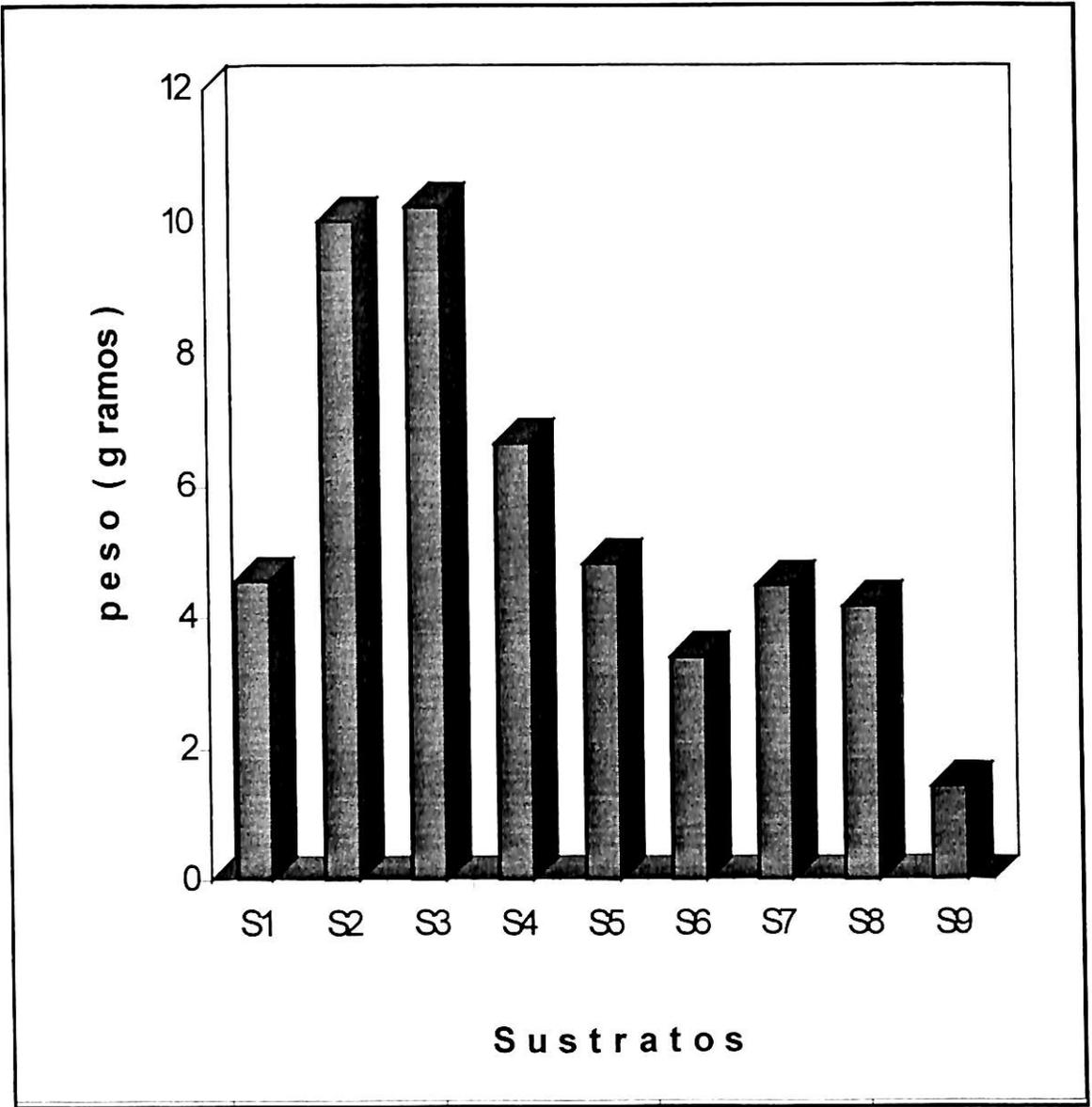


Figura 4.7. Representación gráfica del peso fresco medio en plantas de tomate, variedad Floradade, por sustratos a los 22 ddt. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

Respecto al factor "B" (dosis), los resultados obtenidos indicaron alta significancia estadística, en las tres evaluaciones para la dosis 3.0 cc de solución menor concentrada más 6.0 cc de solución mayor concentrada. Los 4 promedios registrados se reportan en el cuadro 4.5 para las cuatro dosis evaluadas. Esto también puede apreciarse en las figuras 4.8, 4.9 y 4.10.

Cuadro 4.5. Prueba Tukey para el peso fresco medio en gramos para plantas de tomate, variedad Floradade, por dosis de solución nutritiva. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

Dosis	5 ddt	10 ddt	22 ddt
D1	1.225D	3.090D	1.440C
D2	2.839C	4.966C	26.004B
D3	3.709B	6.435B	32.268AB
D4	4.934A	7.614A	37.424A

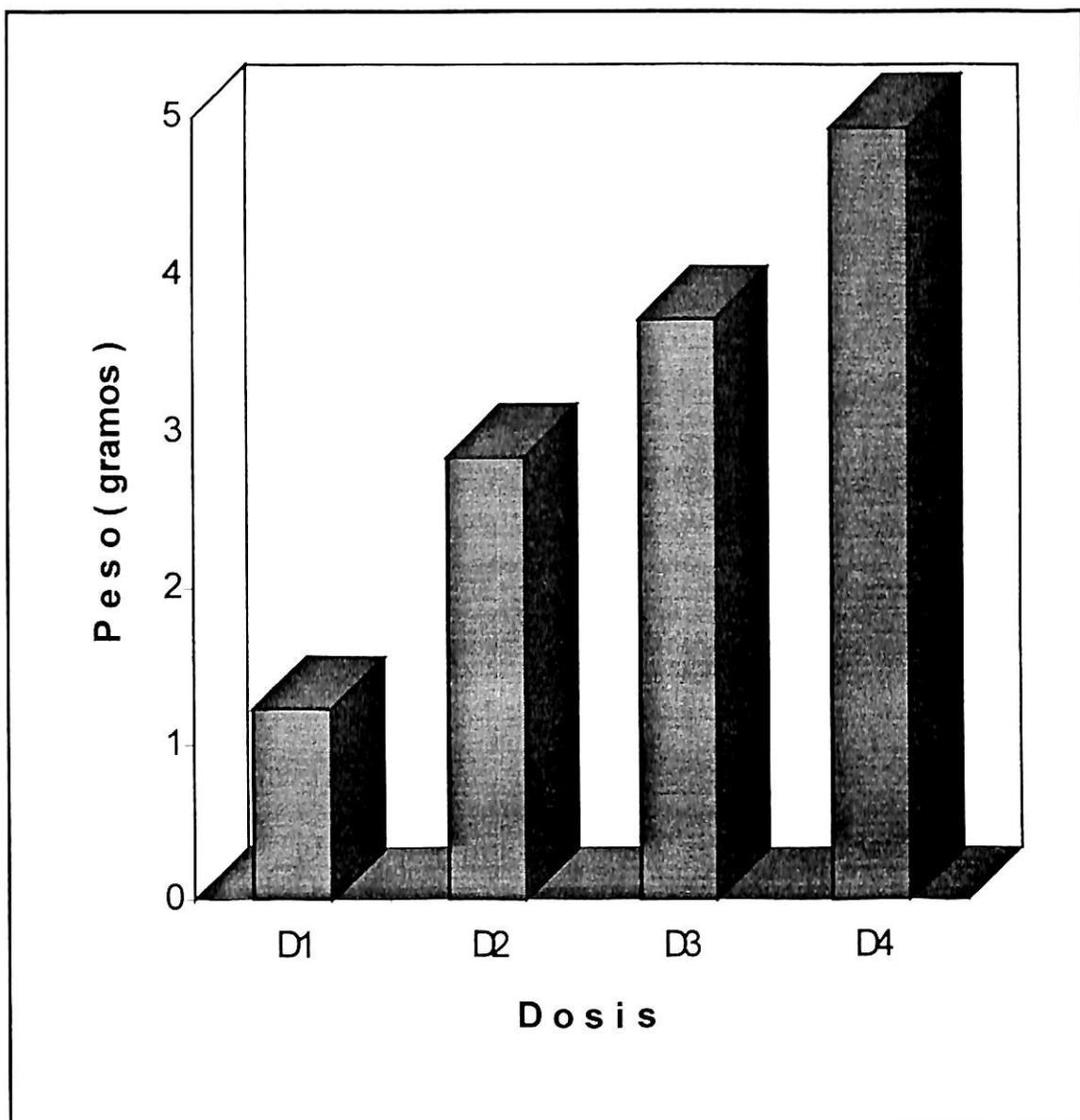


Figura 4.8. Representación gráfica del peso fresco medio en plantas de tomate, variedad Floradade, por dosis de solución nutritiva a los 5 ddt. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

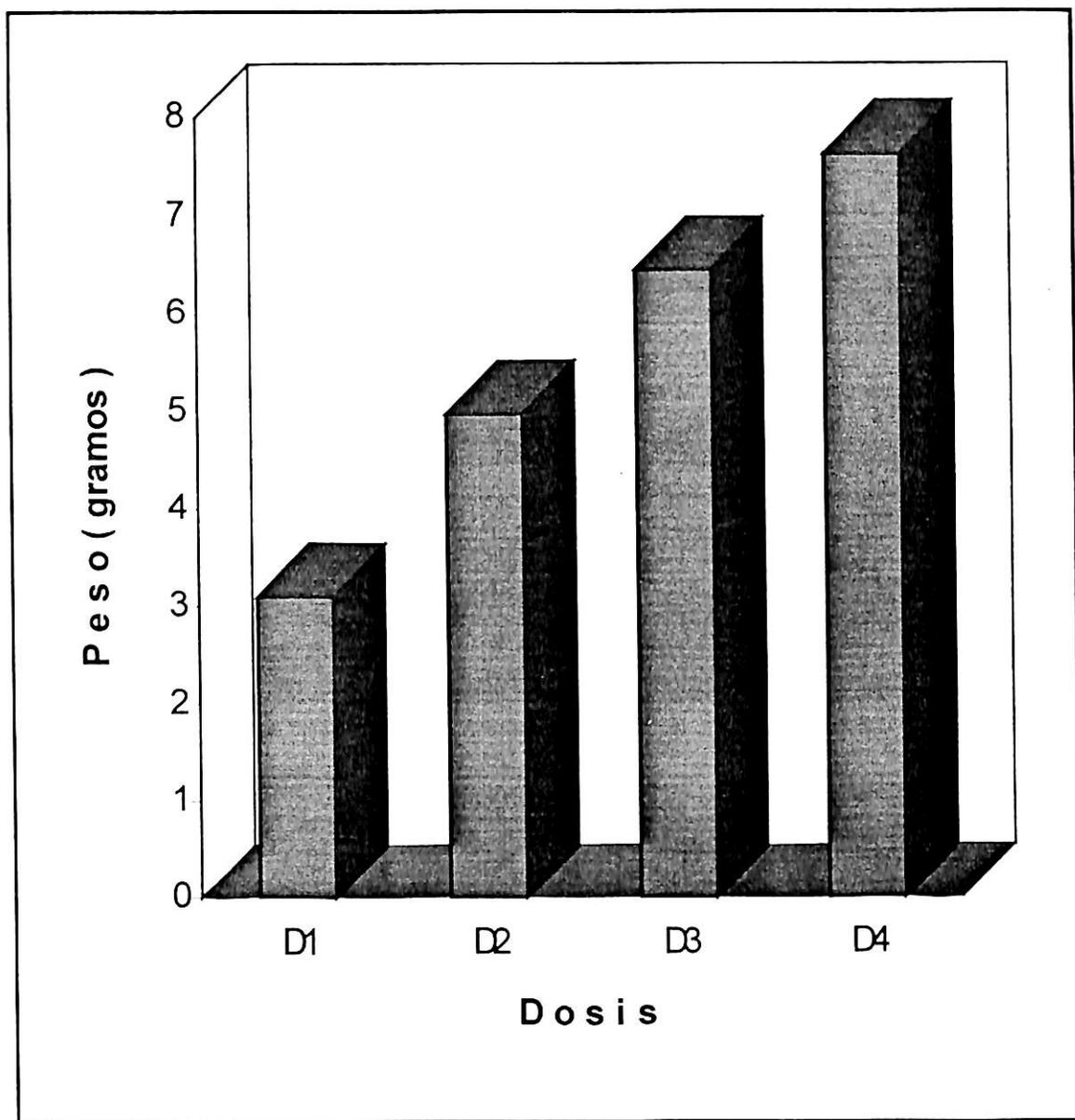


Figura 4.9. Representación gráfica del peso fresco medio en plantas de tomate, variedad Floradade, por dosis de solución nutritiva a los 10 ddt. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

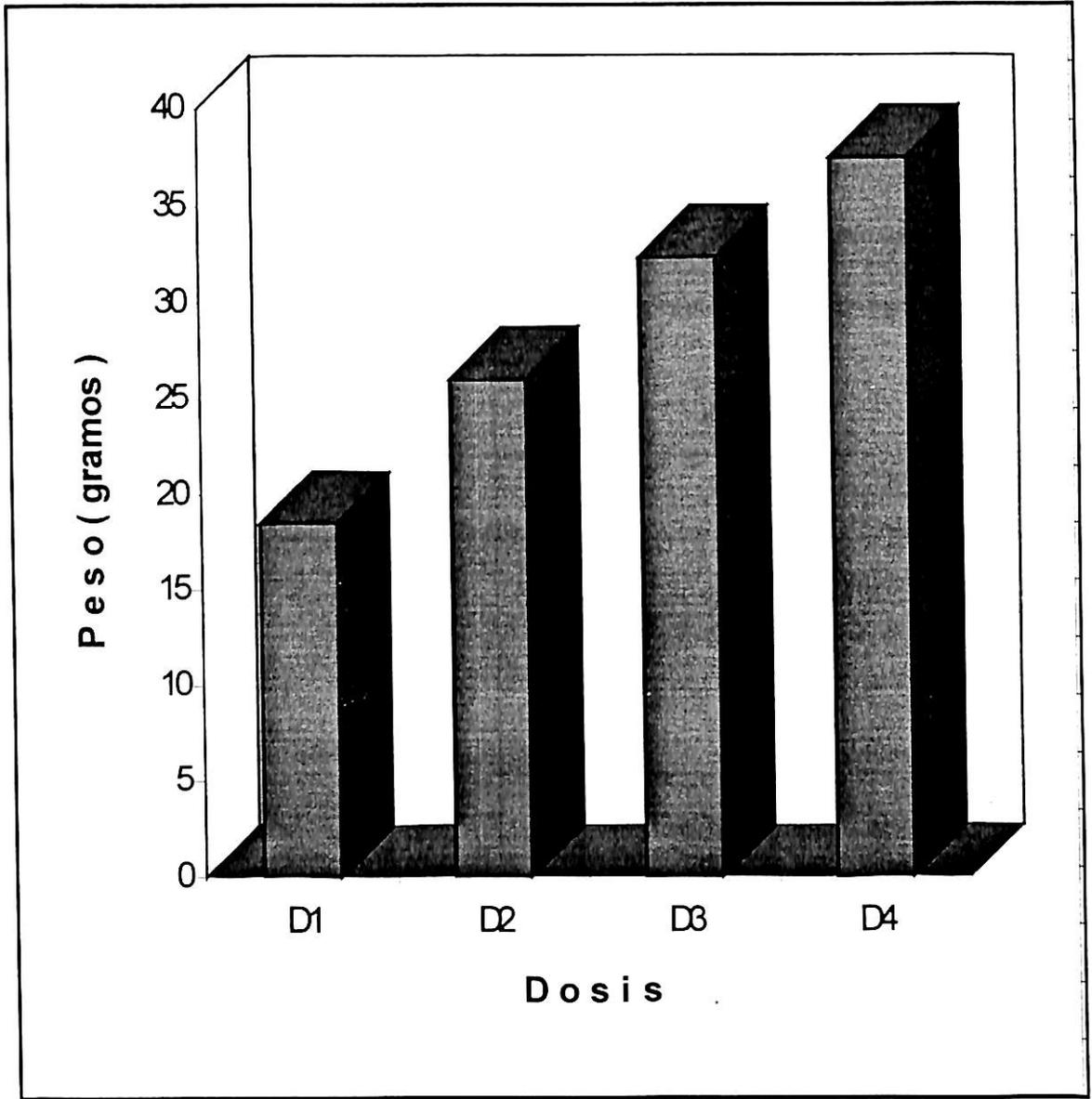


Figura 4.10. Representación gráfica del peso fresco medio en plantas de tomate, variedad Floradade, por dosis de solución nutritiva a los 22 ddt. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

Adaptación al trasplante

En las figuras 4.11 y 4.12 se representan el comportamiento medio de producción de materia seca, tomando en cuenta al factor "A" (sustratos), en dos determinaciones; la primera a los 10 ddt y la segunda a los 22 ddt, observándose que el sustrato DLPC+S, presenta los valores más altos para ambas fechas, con pesos medios de 1.198 g y 11.33 g, respectivamente.

En segundo lugar en la producción de materia seca, el sustrato compuesto por CC+DLPC+S, con valores en peso de 1.020 g y 9.647 g para los 10 ddt y 22 ddt, respectivamente. Los sustratos con valores más bajos en la producción de materia seca, fueron los que tenían en sus mezclas bagazo de caña de azúcar sin compostar, sobresaliendo por los valores más bajos, tanto en la primera y segunda toma de datos, el sustrato constituido por BCA+S (Bagazo de caña de azúcar más suelo) con pesos de 0.177 g y 0.224 g en los valores medios a los 10 y 22 ddt, respectivamente.

De acuerdo con el ANVA (cuadros A.12 y A.13), realizado a los 10 y a los 22 ddt, se encontró para ambas fechas, diferencia significativa en lo que respecta a producción de materia seca, para el factor A (sustratos), con los resultados obtenidos se aplicó la prueba de Tukey.

Los resultados de la prueba de medidas para el factor A, se muestran en el cuadro 4.6, en el cual se observa que el uso de los sustratos DLPC+S y DLPC+S, favorecen la acumulación de materia seca.

Cuadro 4.6 Prueba de Tukey para el peso seco medio en gramos de las plántulas de tomate, variedad Floradade, por sustratos a los 10 y 22 ddt. Buenavista, Saltillo, Coah. 1996.

Sustratos	10 ddt	22 ddt
S1	0.616 DE	1.416 C
S2	1.020 AB	9.647 A
S3	1.198 A	11.333 A
S4	0.891 BC	1.708 C
S5	0.683 CD	5.926 B
S6	0.458 E	0.791 C
S7	0.596 DE	1.439 C
S8	0.460 E	1.233 C
S9	0.177 F	0.224 C

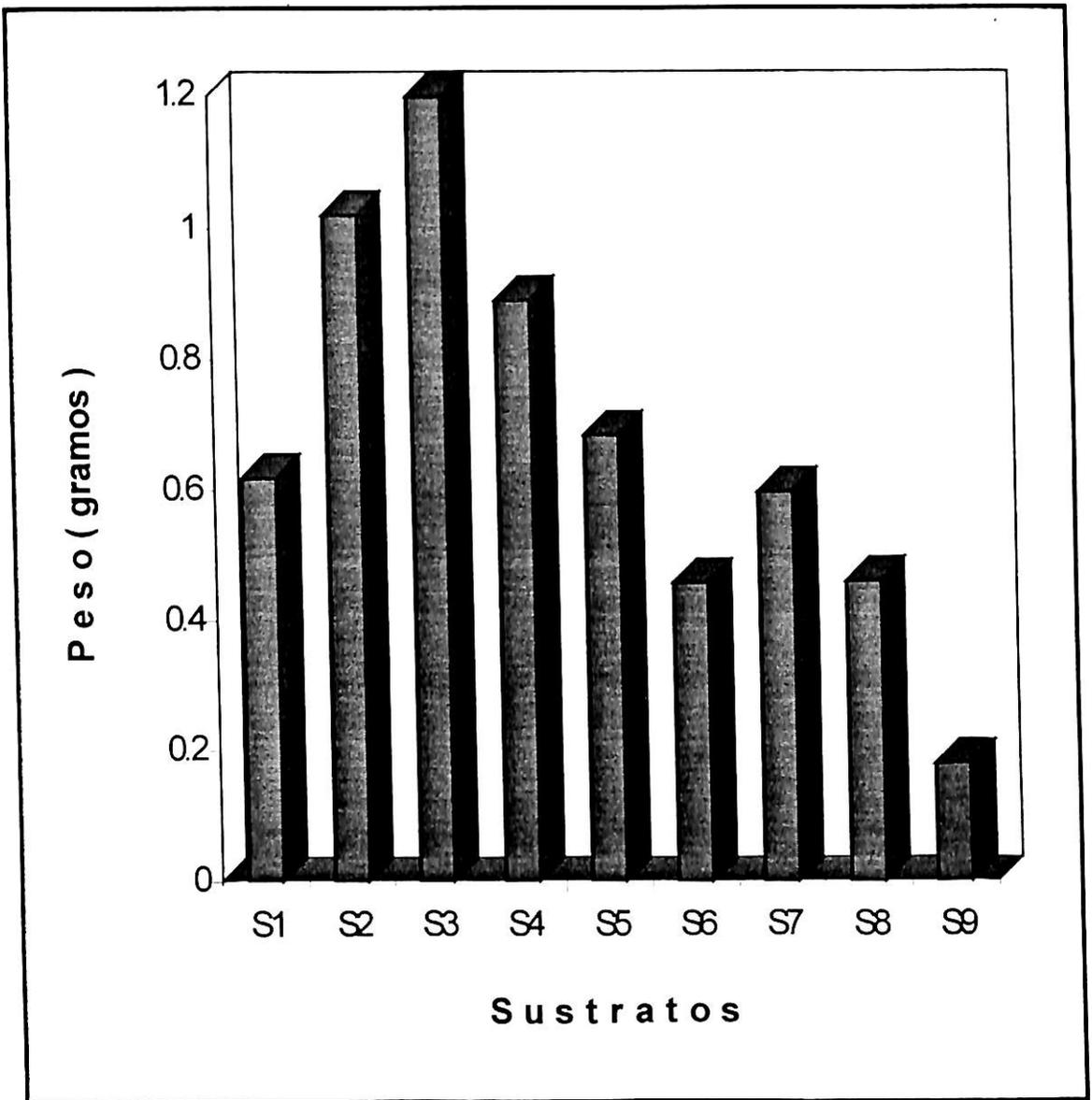


Figura 4.11. Representación gráfica del peso seco medio en plantas de tomate, variedad Floradade, por sustratos a los 10 ddt. Buenavista, Saltillo, Coah. 1996.

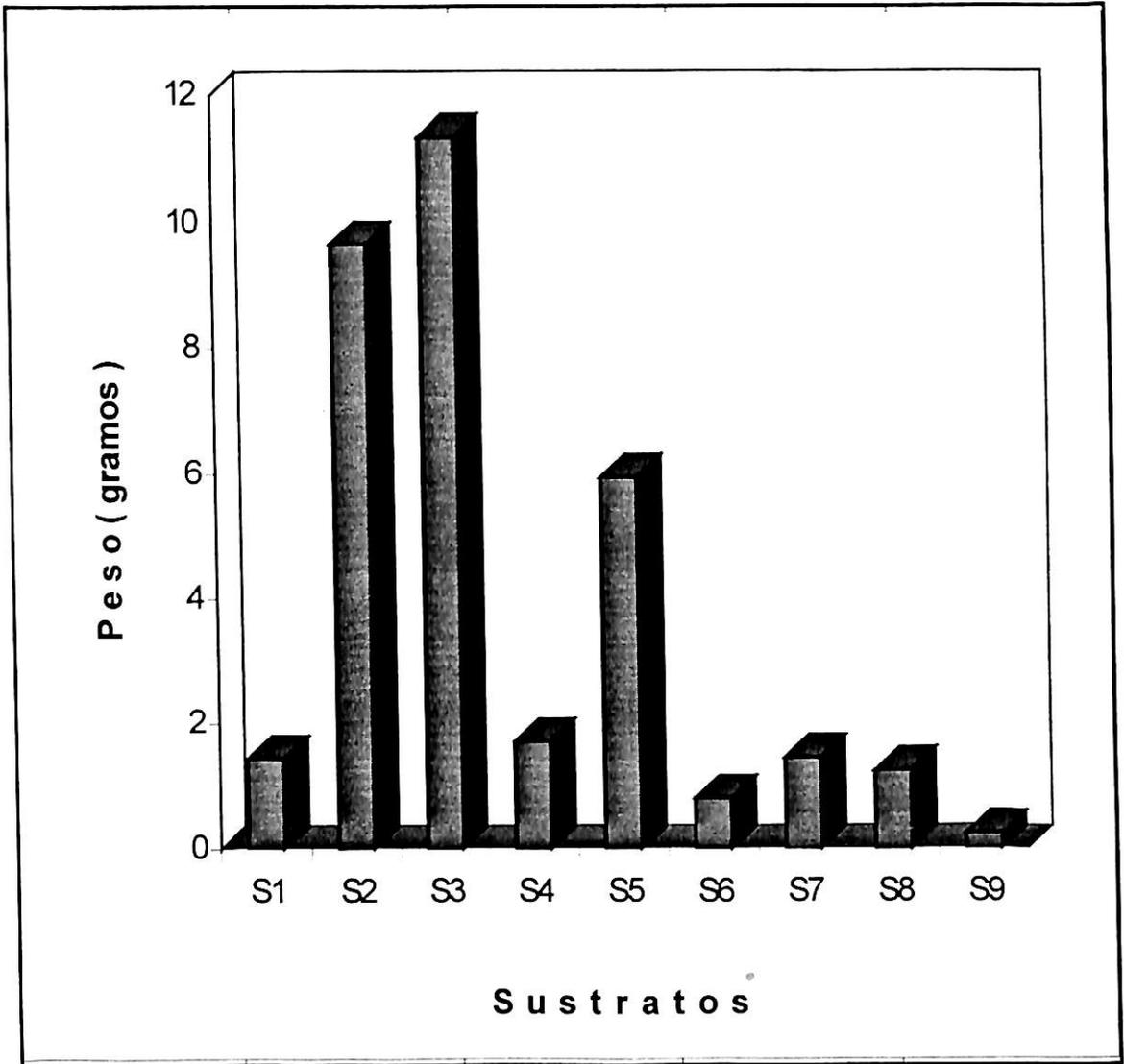


Figura 4.12. Representación gráfica del peso seco medio en plantas de tomate, variedad Floradade, por sustratos a los 10 ddt. Buenavista, Saltillo, Coah. 1996.

En el cuadro 4.7 se presentan los valores medios de producción de materia seca para el factor B (dosis) y se encontró que la mejor respuesta fue ofrecida por los tratamientos a los que se les aplicó las dosis D4, con valores de 0.967 gr. y 4.515 gr. para las de muestras a los 10 y 22 ddt respectivamente.

También la D3, muestra para la segunda toma de datos un valor de 4.317g en producción de materia seca, que es muy cercano al valor promedio obtenido por la D4, lo que puede apreciarse en las figuras 4.13 y 4.14.

Cuadro 4.7. Prueba de Tukey para el peso seco medio en gramos por dosis de solución nutritiva a los 10 ddt y 22 ddt, en plantas de tomate, variedad Floradade, Buenavista, Saltillo, Coah. 1996.

Dosis	10 ddt	22 ddt
D1	0.361 D	2.635 B
D2	0.578 C	3.518 AB
D3	0.805 B	4.317 A
D4	0.967 A	4.515 A

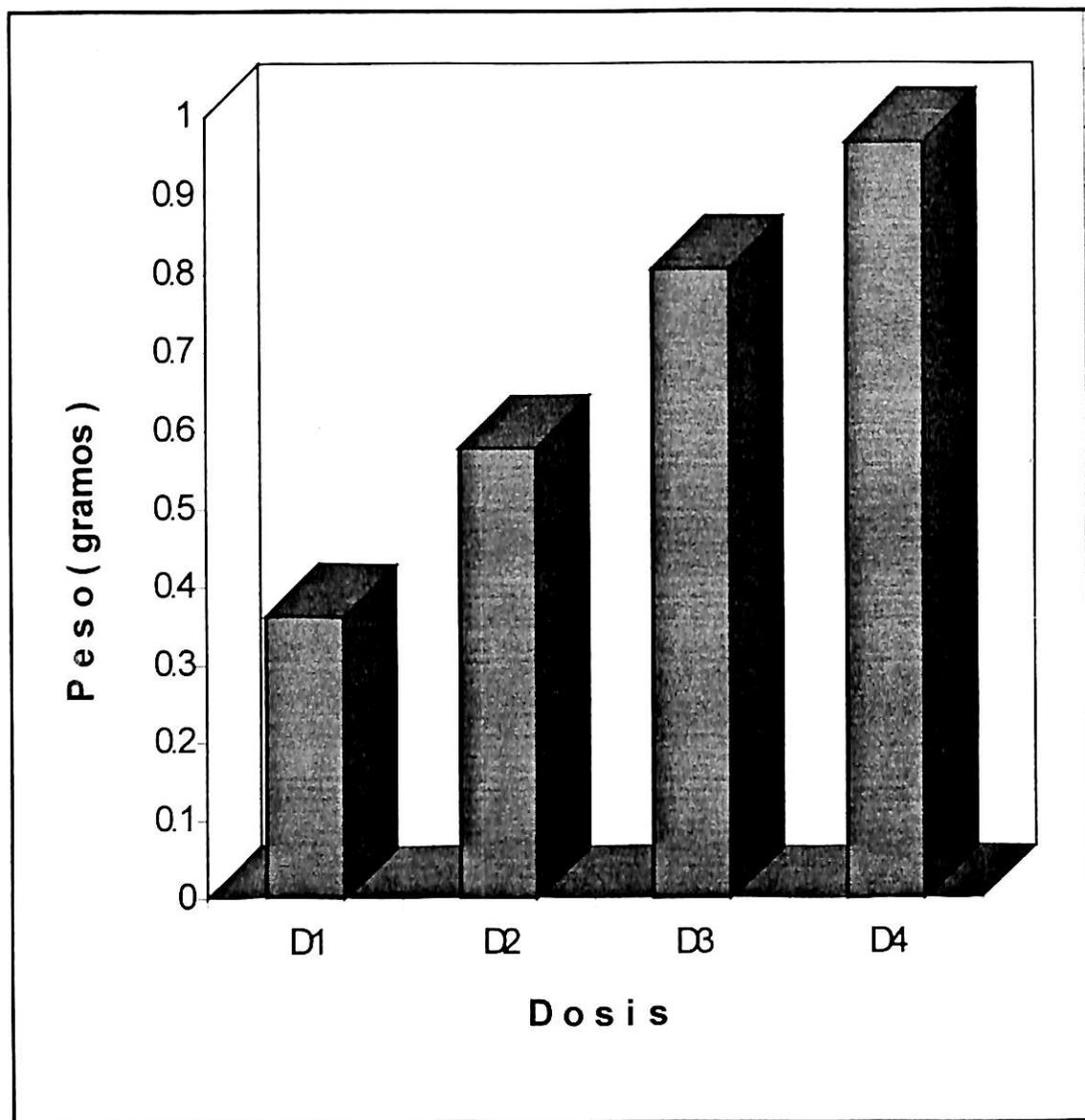


Figura 4.13. Representación gráfica del peso seco medio en plantas de tomate, variedad Floradade, por dosis de solución nutritiva a los 10 ddt. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

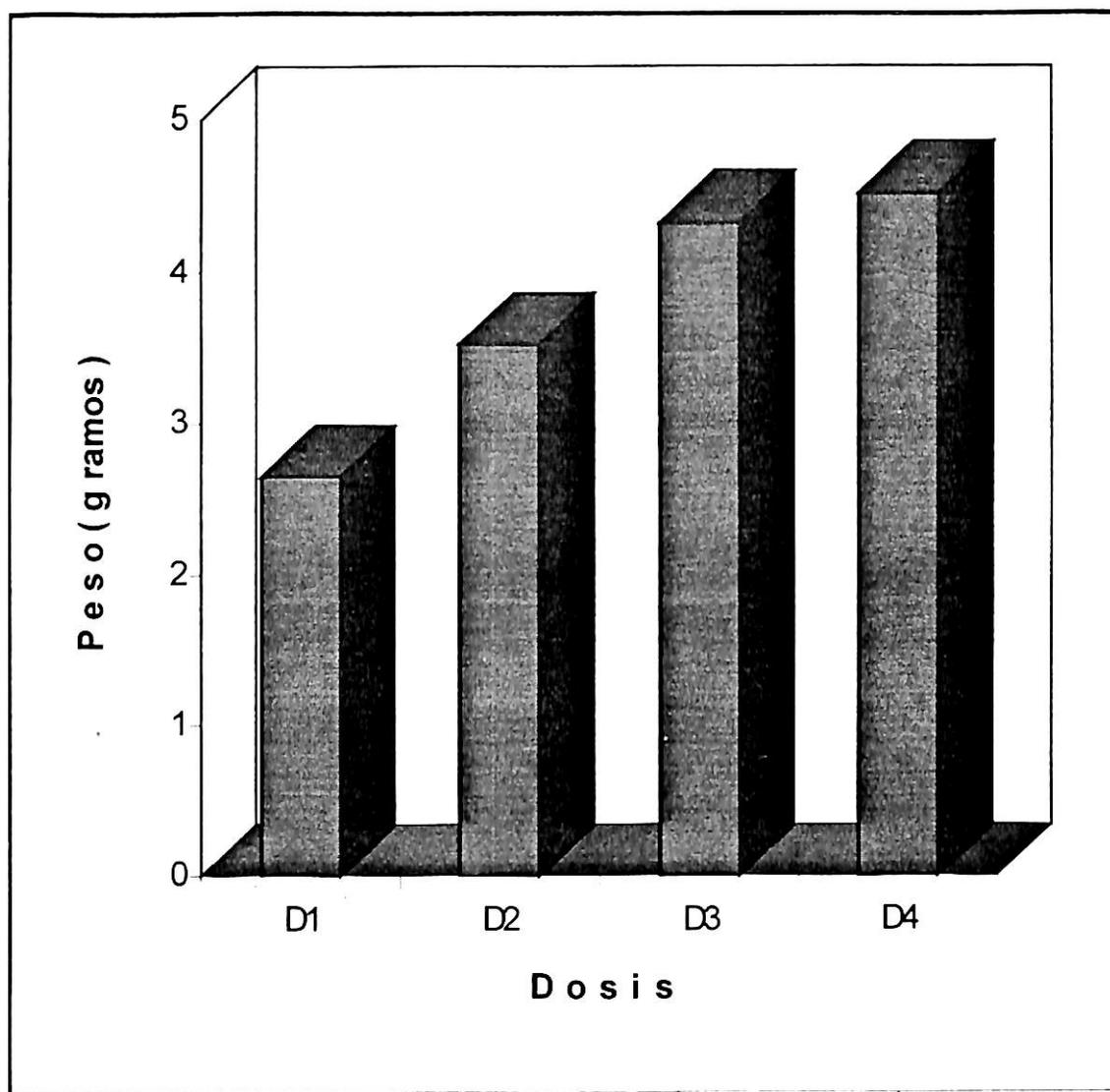


Figura 4.14. Representación gráfica del peso seco medio en plantas de tomate, variedad Floradade, por dosis de solución nutritiva a los 22 ddt. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

CONCLUSIONES

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

-Las semillas de tomate presentaron un elevado porcentaje de germinación para todos los sustratos, sobresaliendo de entre ellos, por su mejor respuesta, los formados por las deyecciones de lombriz en pulpa de café más suelo (DLPC+S) y la cascarilla de cacao más suelo (CC+S), con valores de 97.2 y 97.7 por ciento respectivamente.

-La respuesta de las plántulas a los diversos sustratos, fue diferente en las fechas de toma de datos. La mayor altura de plántula, tomada a los 15 días después de siembra, se observó en los sustratos formados por cascarilla de cacao más suelo (CC+S) y las deyecciones de lombriz en pulpa de café más suelo (DLPC+S). Sin embargo, en la toma de alturas a los 22 días después de siembra, se observó mejor respuesta en tres sustratos los cuales en orden descendente son los formados por las DLPC+S, las deyecciones de lombriz en pulpa de café más la cáscara de cacao más suelo (DLPC+CC+S), y el sustrato

composta de cáscara de cacao más suelo CC+S; respectivamente. También se pudo detectar que los sustratos que menos influyeron sobre este parámetro, fueron los formados por el bagazo de caña de azúcar sin compostar solo y en combinación con otros sustratos en ambas tomas de datos, obedeciendo esto quizá, a su amplia relación C/N. Este factor también fue determinante, para que los coeficientes de variación (CV), de los parámetros peso fresco y peso seco de plántulas se elevarán considerablemente.

-Utilizando el peso seco de plántula, como variable de respuesta a su capacidad de tolerancia al estrés provocado por el trasplante al lugar definitivo, se encontró, en las dos evaluaciones realizadas a los 10 y a los 22 días después del trasplante, una mejor respuesta en el sustrato formado por DLPC+S y el sustrato DLPC+CC+S. Este efecto puede atribuirse al grado de descomposición de los residuos de cosecha, lo cual hace más disponibles los nutrimentos para la planta.

-Las mejores respuestas en todos los parámetros evaluados y en las diferentes fechas de toma de datos, se dieron en todos los sustratos donde se utilizó la dosis de solución nutritiva conformada por 6.0 cc de nutrimento mayor concentrado y 3.0 cc de nutrimento menor concentrado (D4), mezclado y diluido en un litro de agua. Esta respuesta se debió al mayor contenido de elementos nutritivos en solución, fácilmente disponibles a las plantas.

-La utilización de DLPC + S y DLPC + CC + S como sustratos aplicándosele la dosis D₄, aumentó la tolerancia de las plántulas de tomate al estrés provocado por el trasplante. Esto se observa gráficamente en las figuras A.1 y A.2.

RESUMEN

El empleo de residuos orgánicos agroindustriales en la preparación de composta, presenta un doble interés, por una parte puede ser utilizada como fertilizante o sustratos orgánicos en la agricultura, y por otra elimina uno de los mayores agentes de contaminación, característicos de los países que tienen a la agroindustria como base de su economía.

La importancia del uso de estos residuos transformados, radica principalmente en el carácter inagotable y bajo costo de su materia prima, además, su incorporación al suelo beneficia notablemente la fertilidad del mismo, por su contenido de nutrimentos, materia orgánica y una activa población microbiana.

Esta investigación tuvo como principales objetivos medir la influencia de tres abonos orgánicos usados como sustratos, en las etapas de emergencia, desarrollo y adaptación al transplante, así, como también determinar el efecto de la aplicación de tres concentraciones de solución nutritiva en la producción de plántulas de tomate.

El estudio se realizó bajo la combinación de dos factores; estos fueron: nueve mezclas de residuos orgánicos (sustratos), y cuatro dosis de solución nutritiva (dosis). Los tratamientos resultantes que fueron 36, se depositaron en charolas germinadoras del tipo "unicel" de 200 receptáculos, dividiendo éstas en cuatro subparcelas con 30 receptáculos útiles para cada una, estas unidades experimentales se utilizaron para medir la influencia de las dosificaciones de solución nutritiva aplicada a los sustratos, todos los tratamientos tuvieron tres repeticiones.

Conociendo las características físicas, químicas y microbiológicas, así como también el contenido de macro y microelementos de los materiales orgánicos usados como sustratos en este experimento, se determinaron en las plántulas los siguientes parámetros: porcentaje de germinación, altura de plantas, peso fresco y la tolerancia de la plántula al estrés provocado por el trasplante, medido a través de la acumulación de materia seca en las plantas.

La capacidad de germinación, medida en porcentaje favoreció a los sustratos composta de cáscara de cacao más suelo (CC+S) y deyecciones de lombriz de pulpa de café (DLPC), con un 97.7 por ciento y 97.2 por ciento de germinación, respectivamente.

En la medición de alturas a los 15 dds, se observó un mejor comportamiento para los sustratos composta de cáscara de cacao más suelo

(CC+S) con un promedio de 5.590 cm y la altura a los 22 dds para el sustrato (DLPC) fue de 8.765 cm. Lo mismo sucede para el peso fresco de plantas evaluado en tres diferentes fechas a los 5 ddt, 10 ddt y 22 ddt, donde las mejores respuestas se obtuvieron en los sustratos CC+S y DLPC+S.

En el sustrato deyecciones de lombriz de pulpa de café (DLPC+S) fue donde se obtuvo la mayor acumulación de materia seca con 1.198 g y 11.33 g a los 10 y 22 días después del trasplante, favoreciendo con esto la adaptación de las plantas al trasplante.

Para el factor dosis (B), fue la D4, que contiene 3.0 cc de solución menor concentrada más 6.0 cc de solución mayor concentrada, la que produjo los mejores resultados en todos los parámetros evaluados en el experimento.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, F.C. 1987. Manejo de Desechos Líquidos y Sólidos del Beneficiado del Café. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Químicas Universidad Veracruzana. pp 19. Veracruz, Ver. México.
- Aranda, D.E. 1988. La Utilización de Lombrices de Tierra en la Transformación de la pulpa de Café en Abono Orgánico. INMECAFE. Xalapa, Ver. México.
- 1992. El Lombricompostaje como una innovación Tecnológica para el Aprovechamiento de la Pulpa de Café. pp. 16-17. INMECAFE Xalapa, Ver. México.
- Ballester, J.F. 1992. Sustratos para el Cultivo de Plantas Ornamentales. Hojas divulgativas No. 11/92. pp. 2, 24 y 32 Ministerio de Agricultura Pesca Alimentación. Madrid, España.
- Buckman, H. O y N.C. Brady, 1993. Naturaleza y Propiedades de los Suelos. pp. Noriega Editores. México, D.F. México.
- Calderón, F. 1989. El Cultivo Hidropónico. Manual Práctico. pp. 34-36. Publicidad Artes -Gráficas Diseño. Bogotá, Colombia.
- Castellanos, R.J. Z. y J.L. Reyes, C. (Eds.). 1982. La Utilización de los Estiércoles en la Agricultura. Memorias del primer ciclo internacional de conferencias organizado por IATEM, A.C. Secc. Laguna. Publicación especial. Torreón, Coahuila. México.
- CENTA, 1989. Guía Técnica Agropecuaria. Manual Técnico. pp 73. La Libertad, El Salvador.
- Cortés, J. Y. 1975. Influencia del Nitrógeno y Estiércol de Bovino para la Asociación Maíz-Frijol de Guía. Tesis M.C. en Suelos. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México.
- Day, W. 1979. Estress Hídrico y su Relación con el Crecimiento de los Cultivos pp. 66-68. Hertfordshire, Reyno Unido.

- Producción de Café.
U. S. A.
- de la Caña de Azúcar
suelos. UAAAN. pp.
74. Turrialba, Costa
- gricultura de América
- bonos Orgánicos en
udios de la Materia
SP. Brazil.
- Suelo. pp. 349-350.
México.
- Social. Centro las
- ie au Burundi. Institut
ublication du Service
- nicos, sus Mezclas,
rofesional en Suelos.
o. pp. 56, 60, 62-145.
- El suelo y sus
ega, S.A. pp. 558-
- Hongos Comestibles
o. 11:(65). pp.41-48.
- ut Soil. 5th. rev. de.
- s y Prácticas. Editorial
xico.

- Hartenstein, R. 1986. Earth Worm Biotechnology and Global Biogeochemistry. *Adv. Ecol. Res.* 15: pp. 399-403. U. S. A.
- Hull, W.X. 1985. Manual de conservación de Suelos. Servicio de Conservación de Suelos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, Editorial LIMUSA. pp. 295. México D.F., México.
- Huterwall, G. 1979. Hidroponía. Cultivo de Plantas sin Tierra. Editorial Albatros. pp. 112-116. Buenos Aires, Argentina.
- Lofs-Holmin, A. 1985. Vermiculture. Present Knowledge of the Art of Earthworm Farming. *Inst. Ekil. Miljovard. Swedish Univ. Agr. Rep.* 20. Suiza.
- López, C. 1961. El Efecto de la Pulpa de Café como Abono. *Revista Cafetalera.* 1:(6). pp. 25-26. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Ledezma, H. A. 1992. Producción Acelerada de Abono Orgánico a partir de la Broza de Café. *Vol. 49 No. 11-12.* pp. 208-210. San José, Costa Rica.
- Monroy, H.O. y G.Vinieyra, 1990. Biotecnología para el Aprovechamiento de los Desperdicios Orgánicos. AGT. Editor. pp. 49, 58. México D.F., México.
- Montero, H. 1992. Elaboración de Bioabono a partir de la Pulpa de Café. En XV. Simposio sobre la Caficultura Latinoamericana. Vol. 2. IICA PROMECAFE. Xalapa, Ver. México.
- Monterrosa, C. 1993. La Pulpa de Café y Algunas Alternativas para su Utilización. pp. 1-9. PROCAFE. San Salvador, El salvador.
- Muy Interesante 1996. Industrialización de Alimentos y Ecología. 6:(96). pp. 1. México D.F., México.
- Nelson, P.V. 1978. Greenhouse Operation and Management. Reston. Va. Prentice-Hall. pp. 56. U.S.A.
- Northrup King 1990. Catálogo de Hortalizas. pp. 53-54. Gilroy. C.A. U.S.A.
- Nosti, N.J. 1953. Cacao, Café y Te. pp. 169. Salvat Editores, S.A. Barcelona, España.

- Obrador, J.J. 1996. Respuesta de la Caña de Azúcar a Diferentes Aplicaciones de Cachaza, 1995-1996. Memorias del XVIII Congreso Nacional de la SMCS. pp. 217. Cd. Obregón, Sonora, México.
- Penningsfeld, F. 1975. Cultivos Hidropónicos y en Turbas. Ediciones Mundi-prensa. pp. 32-40. Madrid, España.
- Pratt, P.F., y F. Boradbert 1973. Using Organic Wasted as Nitrogen Fertiliezers. Calif. Agric. 27:6 pp. 10-13. U. S. A.
- Resh, M. 1987. Cultivos Hidropónicos. Ediciones Mundi-prensa. pp. 89-98. Madrid, España.
- Sabine, J.R. 1983. Earthworms as a Source of Food and Drugs. in: Satchell, J. (de): Earthworms Ecology from Darwin to Vermiculite. Chapman & Hall. pp. 285-289. Suiza.
- Sánchez, F. 1988. Hidroponia. Principios y Métodos de Cultivo. pp. 119-120. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Sholto, D.J. 1988. Hidroponia. Como Cultivar sin Tierra. pp. 24-25. Editorial BLUME. Barcelona, España.
- Simpson, K. 1991. Abonos y Estiércoles. pp. 91-93. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España.
- Thompson, L.M. y F. Troeh, 1980. Los Suelos y su Fertilidad. pp. 45. Editorial REVERTE. Barcelona, España.
- Uribe, A. 1977. Fosas para Pulpa de Café. Avances Técnicos. Boletín No. 68. CENICAFE, Bogotá, Colombia.
- Uribe, A. y N. Salazar 1983. Influencia de la Pulpa de Café en la Producción del Cafeto. 2(34). pp. 44-58. CENICAFE, Bogotá, Colombia.
- Worthen, E.L. y S. Aldrich 1982. Suelos Agrícolas. Su Conservación y Fertilización. pp. 32-35. Editorial LIMUSA, México.
- Zelaya, M. y O. Martínez, 1992. Evaluación Agroeconómica de Soluciones Nutritivas para Cultivos Hortícolas Hidropónicos. Tesis Profesional en Fitotecnia. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Politécnica de El Salvador. pp. 45-47. San Salvador, El Salvador.

APENDICE

Cuadro A.1 Características físicas, químicas y microbiológicas de la composta de cáscara de cacao. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

Determinación	Valor	Método de análisis
Densidad aparente (g/cm ³)	0.27	Probeta
Densidad real (g/cm ³)	1.75	Picnómetro
Porosidad total (%)	84.83	Probeta
Porosidad efectiva (%)	84.57	Probeta
Porosidad al aire (%)	9.30	Bragg y Chambers
Retención de agua (%)	76.20	Bragg y Chambers
Contracción (%)	22.22	Bragg y Chambers
Materia orgánica (%)	63.69	Calcinación
Cenizas (%)	36.31	Walkley y Black
Carbón orgánico (%)	34.61	Walkley y Black
Relación C/N	14.79	
C.I.C. meq/100g	182.82	Extracto de saturación
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	2.58	Puente Weathstone
pH estable	7.45	Potenciómetro
BACTERIAS		
_ Aerobias 10 ³ /g	5000.00	Carpenter
_ Anaerobias 10 ³ /g	100.00	Carpenter
Actinomicetos 10 ³ /g	2000.00	carpenter
Hongos 10 ³ /g	80.00	Carpenter

Fuente: García (1996)

Cuadro A.2 Contenido de iones, elementos mayores y elementos traza en la composta de cáscara de cacao. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1995.

Determinación	Valor	Métodos de análisis
N ₂ Total (%)	2.34	absorción atómica
N-NO ₃ (mg/kg)	1294.20	absorción atómica
N-NH ₄ (mg/kg)	83.80	absorción atómica
Fósforo (mg/kg)	2320.40	absorción atómica
Potasio (mg/kg)	1534.00	absorción atómica
Calcio (mg/kg)	2204.00	absorción atómica
Magnesio (mg/kg)	1783.00	absorción atómica
SO ₄ (mg/kg)	29.36	absorción atómica
Hierro (mg/kg)	1668.00	absorción atómica
Molibdeno (mg/kg)	106.00	absorción atómica
Zinc (mg/kg)	113.00	absorción atómica
Aluminio (mg/kg)	3427.00	absorción atómica
Sodio (mg/kg)	206.00	absorción atómica
Plomo (mg/kg)	46.00	absorción atómica

Fuente: García (1996)

Cuadro A.3 Características físicas, químicas y microbiológicas de las deyecciones de lombriz en pulpa de café. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1995.

Determinación	Valor	Método de análisis
Densidad aparente(g/cm ³)	0.47	Probeta
Densidad real (g/cm ³)	1.64	Picnómetro
Porosidad total (%)	71.85	Probeta
Porosidad efectiva (%)	71.34	Probeta
Porosidad al aire (%)	11.66	Bragg y Chambers
Retención de agua (%)	66.20	Bragg y Chambers
Contracción (%)	27.65	Bragg y Chambers
Materia orgánica (%)	76.23	Calcinación
Cenizas (%)	23.77	Calcinación
Carbón orgánico (%)	20.41	Walkley y Black
Relación C/N	5.15	Walkley y Black
C.I.C. meq/100g	183.90	
Conductividad eléctrica(mmhos/cm)	7.29	
pH estable	7.25	potenciómetro
Bacterias		
_Aerobias 10 ³ /g	7000.00	Carpenter
_Anaerobias 10 ³ /g	300.00	Carpenter
Actinomicetos 10 ³ /g	1900.00	Carpenter
Hongos 10 ³ /g	90.00	Carpenter

Fuente: García (1996)

Cuadro A.4 Contenido de iones, elementos mayores y elementos traza en las deyecciones de lombriz en pulpa de café. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1995.

Determinación	Valor	Métodos de análisis
N ₂ Total (%)	3.96	absorción atómica
N-NO ₃ (mg/kg)	3458.50	absorción atómica
N-NH ₄ (mg/kg)	157.00	absorción atómica
Fósforo (mg/kg)	3037.20	absorción atómica
Potasio (mg/kg)	837.00	absorción atómica
Calcio (mg/kg)	1655.00	absorción atómica
Magnesio (mg/kg)	964.00	absorción atómica
SO ₄ (mg/kg)	14.44	absorción atómica
Hierro (mg/kg)	1996.00	absorción atómica
Molibdeno (mg/kg)	134.00	absorción atómica
Zinc (mg/kg)	50.00	absorción atómica
Aluminio (mg/kg)	751.00	absorción atómica
Sodio (mg/kg)	246.00	absorción atómica
Plomo (mg/kg)	44.00	absorción atómica

Fuente: García (1996)

Cuadro A.5 Características físicas, químicas y microbiológicas del Peat Moss. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1995.

Determinación	Valor	Métodos de análisis
Densidad aparente (g/cm ³)	0.12	Probeta
Densidad Real (g/cm ³)	1.49	Picnómetro
Porosidad total (%)	92.20	Probeta
Porosidad efectiva (%)	91.90	Probeta
Porosidad al aire (%)	18.15	Bragg y Chambers
Retención de agua (%)	86.79	Bragg y Chambers
Contracción (%)	25.00	Bragg y Chambers
Materia orgánica (%)	93.97	Calcinación
Cenizas (%)	6.03	Calcinación
Carbón orgánico (%)	52.54	Walkley y Black
Relación C/N	57.73	Walkley y Black
C.I.C. meq/100g	181.83	Estracto de saturación
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	0.43	Puente Weathstone
pH estable	4.40	Potenciómetro
Bacterias		
-Aerobias 10 ³ /g	4000.00	Carpenter
-Anaerobias 10 ³ /g	400.00	Carpenter
Actinomicetos 10 ³ /g	1800.00	Carpenter
Hongos 10 ³ /g	90.00	Carpenter

Fuente: García (1996)

Cuadro A.6 Contenido de iones, elementos mayores y elementos traza para Peat Moss. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1995.

Determinación	Valor	Métodos de análisis
N ₂ total (%)	0.91	absorción atómica
N-NO ₃ (mg/kg)	300.50	absorción atómica
N-NHO ₄ (mg/kg)	159.00	absorción atómica
Fósforo (mg/kg)	716.69	absorción atómica
Potasio (mg/kg)	25.00	absorción atómica
Calcio (mg/kg)	21.52	absorción atómica
Magnesio (mg/kg)	990.00	absorción atómica
SO ₄ (mg/kg)	16.34	absorción atómica
Fierro (mg/kg)	287.00	absorción atómica
Molibdeno (mg/kg)	57.00	absorción atómica
Zinc (mg/kg)	31.00	absorción atómica
Aluminio (mg/kg)	550.00	absorción atómica
Sodio (mg/kg)	127.00	absorción atómica
Plomo (mg/kg)	44.00	absorción atómica

Fuente: García (1996)

Cuadro A.7 Características físicas, químicas y microbiológicas del Bagazo de Caña de Azúcar sin compostar. Buenavista, Saltillo, Coahuila, 1995.

Determinación	Valor	Método de análisis
Densidad aparente (g/cm ³)	0.09	Probeta
Densidad real (g/cm ³)	0.11	Picnómetro
Porosidad total (%)	92.71	Probeta
Porosidad efectiva (%)	92.56	Probeta
Porosidad al aire (%)	27.30	Bragg y Chambers
Retención de agua (%)	88.44	Bragg y Chambers
Contracción (%)	18.18	Bragg y Chambers
Materia orgánica (%)	97.77	Calcinación
Cenizas (%)	2.23	Calcinación
Carbón orgánico (%)	44.62	Walkley y Black
Relación C/N	218.72	Walkley y Black
C.I.C. meq/100g	83.70	Estracto de saturación
Conductividad eléctrica (m mhos/cm)	1.34	Puente de Weathstone
pH estable	4.02	Potenciómetro
Bacterias		
-Aerobias 10 ³ /g	5000.00	Carpenter
-Anaerobias 10 ³ /g	200.00	Carpenter
Actinomicetos 10 ³ /g	1200.00	Carpenter
Hongos 10 ³ /g	70.00	Carpenter

Fuente: García (1996)

Cuadro A.8 Contenido de iones, elementos mayores y elementos traza en el bagazo de caña de azúcar sin compostar. Buenavista, Saltillo, Coahuila, 1995.

Determinación	Valor	Método de análisis
N ₂ Total (%)	0.204	absorción atómica
N-NO ₃ (mg/kg)	216.000	absorción atómica
N-NH ₄ (mg/kg)		
Fósforo (mg/kg)	470.100	absorción atómica
Potasio (mg/kg)	366.000	absorción atómica
Calcio (mg/kg)	499.000	absorción atómica
Magnesio (mg/Kg)	505.000	absorción atómica
SO ₄ (mg/kg)	14.520	absorción atómica
Fierro (mg/kg)	67.000	absorción atómica
Molibdeno (mg/kg)	62.000	absorción atómica
Zinc (mg/kg)	20.000	absorción atómica
Aluminio (mg/kg)	547.000	absorción atómica
Sodio (mg/kg)	135.000	absorción atómica
Plomo (mg/kg)	49.000	absorción atómica

Fuente: García (1996)

Cuadro A.9 Análisis de Varianza del peso fresco medio en gramos de plántulas de tomate variedad Floradade, a los 5 días después del trasplante. Saltillo, Coahuila, Enero de 1997.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
FACTOR (A)	8	131.1866	16.3983	18.26**	2.07	2.77
FACTOR (B)	3	197.0085	65.6695	73.14**	2.74	4.08
INTERACCIÓN	24	88.2104	3.6754	4.09**	1.72	2.15
ERROR	72	64.6467	0.8978			
TOTAL	107	481.0523				

CV 29.82%

** altamente significativo.

Cuadro A.10 Análisis de Varianza del peso fresco medio en gramos de plántulas de tomate variedad Floradade, a los 10 días después del trasplante. Saltillo, Coahuila, Enero de 1997.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
FACTOR (A)	8	833.9465	104.2433	40.73**	2.07	2.77
FACTOR (B)	3	308.6632	102.8877	40.20**	2.74	4.08
INTERACCION	24	129.4444	5.3935	2.11*	1.72	2.15
ERROR	72	184.2694	2.5592			
TOTAL	107	1456.3236				

CV 28.9 %

* Significativo.

** altamente significativo.

Cuadro A.11 Análisis de Varianza para peso fresco medio en gramos de plántulas de tomate variedad Floradade, a los 22 días después del trasplante. Saltillo, Coahuila, Enero de 1997.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
FACTOR (A)	8	77150.4402	9643.8050	103.67**	2.07	2.77
FACTOR (B)	3	5434.1993	18811.3997	19.47**	2.74	4.08
INTERACCION	24	4128.3542	172.0147	1.85*	1.72	2.15
ERROR	72	6697.4929	93.0207			
TOTAL	107	93410.4866				

CV 33.8%

* Significativo

** altamente significativo

Cuadro A.12 Análisis de Varianza para peso seco medio en gramos de plántulas de tomate variedad Floradade, a los 10 días después del trasplante. Saltillo, Coahuila, Enero de 1997.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
FACTOR (A)	8	9.4874	1.1859	41.25**	2.07	2.77
FACTOR (B)	3	5.6747	1.8915	65.79**	2.74	4.08
INTERACCION	24	1.8681	0.0778	2.71**	1.72	2.15
ERROR	72	2.0700	0.0287			
TOTAL	107	19.1002				

CV 41.0%

** altamente significativo

Cuadro A.13 Análisis de Varianza para peso seco medio en gramos de plántulas de tomate variedad Floradade, a los 22 días después del trasplante Saltillo, Coahuila, Enero de 1997.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
FACTOR (A)	8	1673.938	209.2423	88.24**	2.07	2.77
FACTOR (B)	3	59.4623	19.8207	8.36**	2.74	4.08
INTERACCION	24	63.5326	2.6471	1.12 ^{ns}	1.72	2.15
ERROR	72	170.7334	2.3712			
TOTAL	107	1967.6669				

CV = 25%

** Altamente significativo

ns = No significativo

Cuadro A.14 Análisis de Varianza de altura media en centímetros de plántulas de tomate, variedad Floradade, a los 15 días después de siembra. Saltillo, Coahuila, Enero de 1997.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
FACTOR (A)	8	134.7934	16.8491	136.17**	2.07	2.77
FACTOR (B)	3	7.8364	2.6121	21.11**	2.74	4.08
INTERACCION	24	7.4539	0.3105	2.51**	1.72	2.15
ERROR	72	8.9088	0.1237			
TOTAL	107	158.9927				

CV 9.93%

** Altamente significativo

Cuadro A.15 Análisis de varianza de altura media en centímetros de plántulas de tomate variedad Floradade a los 22 días después de siembra. Saltillo, Coahuila, Enero 1997.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
FACTOR (A)	8	441.453700	55.1817125	429.86**	2.07	2.77
FACTOR (B)	3	32.7666148	10.9222049	85.08**	2.74	4.08
INTERACCION	24	9.5390185	0.3974591	3.10**	1.72	2.15
ERROR	72	9.2427333	0.1283713			
TOTAL	107	493.0020667				

CV 6.11%

** Altamente significativo

Cuadro A.16 Peso seco medio en gramos de plántulas de tomate, variedad Floradade, por tratamiento a los 10 y 22 ddt. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

Interacciones		10 ddt	22 ddt
S ₁	D ₁	0.133	0.366
S ₁	D ₂	0.600	1.500
S ₁	D ₃	0.700	1.533
S ₁	D ₄	1.033	2.266
S ₂	D ₁	0.690	7.800
S ₂	D ₂	0.970	9.033
S ₂	D ₃	1.183	11.056
S ₂	D ₄	1.240	10.700
S ₃	D ₁	0.993	10.900
S ₃	D ₂	1.043	9.566
S ₃	D ₃	1.483	13.400
S ₃	D ₄	1.273	11.466
S ₄	D ₁	0.566	1.033
S ₄	D ₂	0.866	1.800
S ₄	D ₃	1.066	2.166
S ₄	D ₄	1.066	1.833
S ₅	D ₁	0.556	2.240
S ₅	D ₂	0.426	6.833
S ₅	D ₃	0.876	6.933

Cuadro A.16 (continuación)

S ₅	D ₄	0.873	7.700
S ₆	D ₁	0.133	0.133
S ₆	D ₂	0.500	0.933
S ₆	D ₃	0.533	0.833
S ₆	D ₄	0.666	1.266
S ₇	D ₁	0.6060	0.990
S ₇	D ₂	0.360	1.000
S ₇	D ₃	0.666	1.166
S ₇	D ₄	1.300	2.600
S ₈	D ₁	0.073	0.166
S ₈	D ₂	0.333	0.833
S ₈	D ₃	0.500	1.466
S ₈	D ₄	0.933	2.466
S ₉	D ₁	0.043	0.093
S ₉	D ₂	0.110	0.166
S ₉	D ₃	0.236	0.296
S ₉	D ₄	0.320	0.340

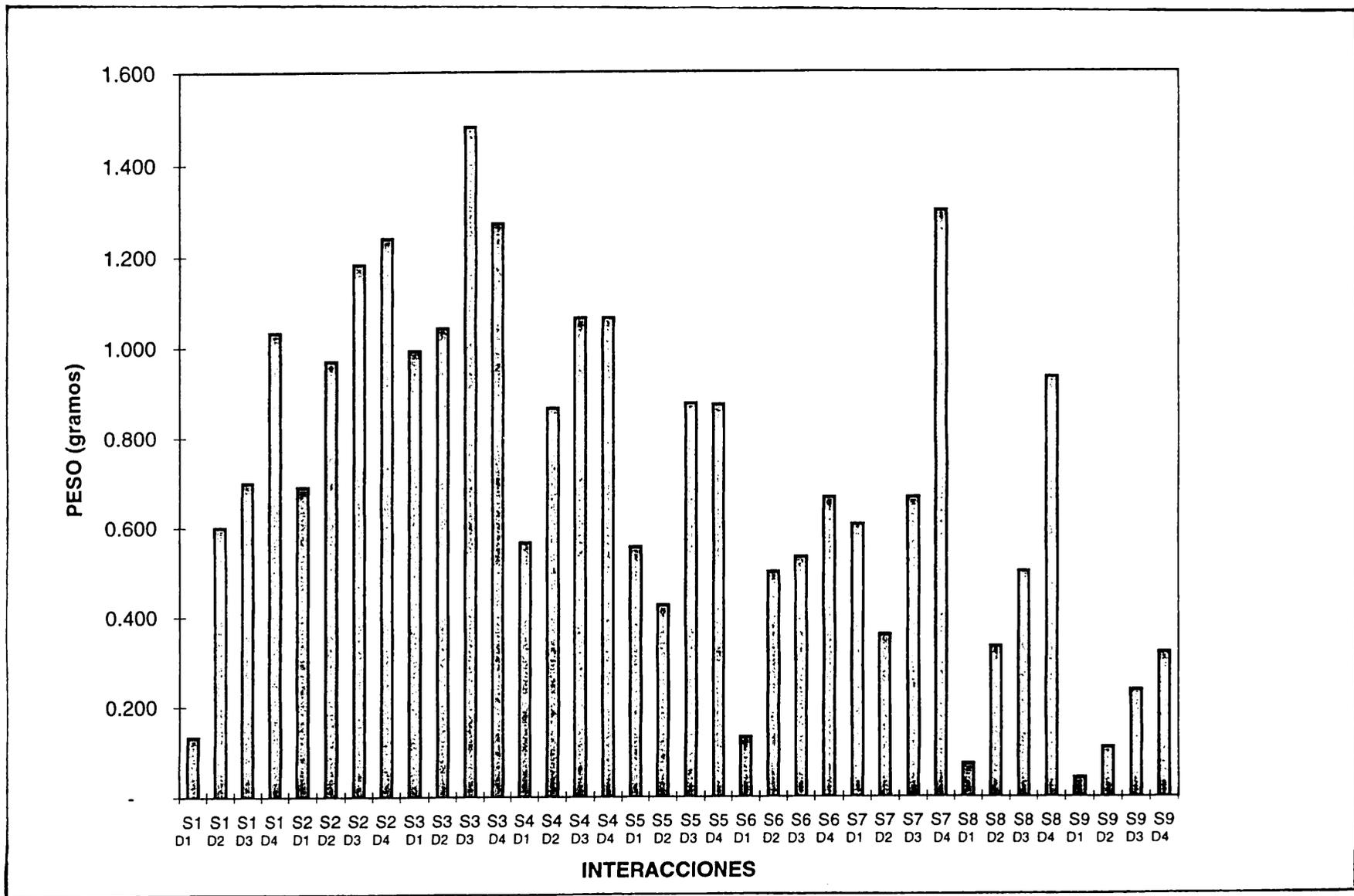


Figura A.1. Representación gráfica de medias del peso seco en gramos de plantas de tomate 10 ddt, por interacción. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.

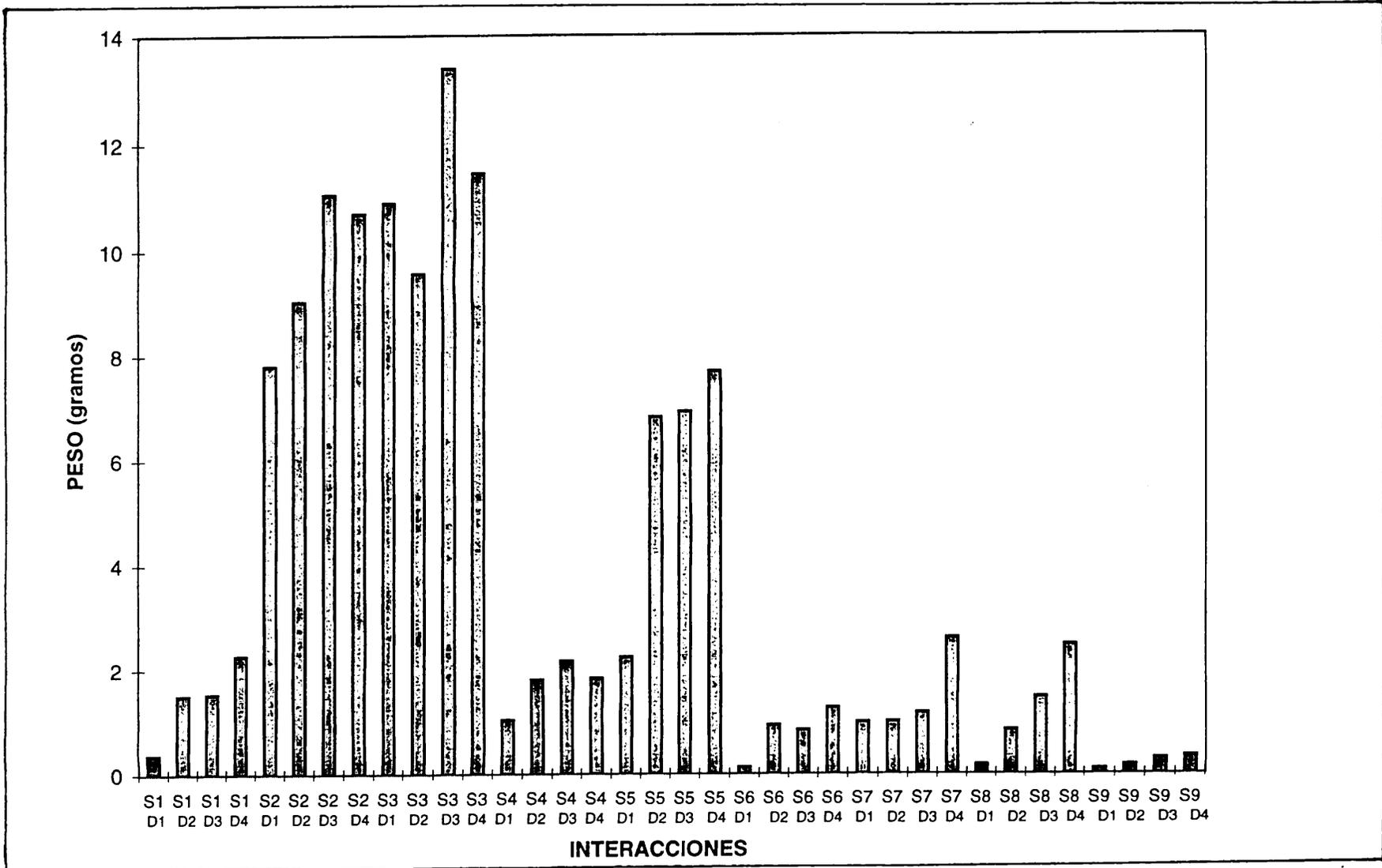


Figura A.2. Representación gráfica de las medias de peso seco en gramos de plantas de tomate 22 ddt, por interacción. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1996.