

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISION DE INGENIERIA**



**Producción de Plántulas de Brócoli
(Brassica oleracea var. itálica) en cinco Sustratos
Orgánicos, Bajo Condiciones de Invernadero.**

Por:

MIGUEL ANGEL VILLA DE LOS SANTOS

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN SUELOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 1999

**TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISION DEL COMITÉ PARTICULAR
DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL, PARA
OBTENER EL TITULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

ESPECIALIDAD DE SUELOS

COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

**DR. EDMUNDO PEÑA CERVANTES
ASESOR PRINCIPAL**

**DR. ARTURO GALLEGOS DEL TEJO
ASESOR**

**MC. LUIS M. LASSO MENDOZA
ASESOR**

COORDINADOR DE LA DIVISION DE INGENIERIA

ING. JESUS R. VALENZUELA GARCÍA

***Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Junio de 1999***

.....	11
Crecimiento Vegetativo	12
.....	12
Raíz.....	13
	13
Tallos.....	13
	13
Hojas.....	13
Crecimiento Generativo	14
.....	14
Diferenciación	
floral.....	15
	16
Fruto.....	17
	17
Semilla.....	17
Requerimientos	18
climáticos.....	18
Requerimientos	
Edáficos.....	18
Prácticas de manejo	18
.....	20
Preparación de la	
cama.....	21
Siembra y plantación.	22
.....	23
Epoca de Siembra	
.....	23
Fertilización	24

.....	24
Riego	24
.....	24
Plagas y Enfermedades	24
.....	25
Plagas.....	25
.....	26
Enfermedades.....	26
Enfermedades	26
Fisiológicas.....	26
Control de Malezas	27
.....	27
Medio o Sustrato para Germinación	27
.....	27
Definición de Sustrato.	28
.....	28
Definición de Composta.	29
.....	29
Origen de la Composta	30
.....	31
Propiedades de la	33
Composta.....	33
Medio de	31
Germinación.....	32
Métodos de esterilización de los sustratos.	32
.....	32
Tratamiento con calor.	33
.....	34
Fumigación con sustancias químicas.	34

.....	34
Formaldehído.....	34
.....	34
Cloropicrina (Gas Lacrimógeno).....	35
Bromuro de metilo.	35
Vapam	36
MATERIALES Y METODOS.	36
Localización del sitio experimental.....	37
Materiales	38
Composta de Paja de Trigo.	46
Composta de Bagazo de Caña de azúcar	52
Composta de Celulosa	54
Composta de Residuos de Comida.	56
Composta de Lirio Acuático	60
Suelo	
Peat moss o Turba	
Perlita	

.....
Material Biológico.

Charolas Germinadoras
.....

MÉTODOS

.....

Preparación de los sustratos.
.....

Esterilización.
.....

Labores Agronómicas
.....

Llenado de
charolas.....

Raleo.....

Riego.....

Control de
plagas.....

Diseño experimental
.....

Características evaluadas.

Porcentaje de Emergencia..
.....

Altura de plántulas.
.....

Número de Hojas
.....

RESULTADOS Y DISCUSIONES.

.....

Porcentaje de Emergencia

.....

Altura de plántulas.

.....

Número de hojas.

.....

CONCLUSIONES.

.....

LITERATURA

CITADA.....

APENDICE.

.....

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Rendimiento medio y extracción de macronutrientes durante el ciclo de cultivo del Brócoli	15
.....	29
Cuadro 2. Características Físicas y Químicas de las compostas utilizadas...	32
Cuadro 3. Simbología de los materiales utilizados.....	33
.....	37
Cuadro 4. Descripción de los tratamientos.....	60
Cuadro 5 Croquis de la distribución de los tratamientos	

.....	60
Cuadro 6. ANVA para emergencia de plántulas de Brócoli al 4° día después de la siembra	60
.....	60
Cuadro 7. ANVA para emergencia de plántulas de Brócoli al 6° día después de la siembra	61
.....	61
Cuadro 8. ANVA para emergencia de plántulas de Brócoli al 8° día después de la siembra	61
.....	61
Cuadro 9. ANVA para altura de plántulas de Brócoli a los 20 días después de la siembra	61
.....	61
Cuadro 10. ANVA para altura de plántulas de Brócoli a los 25 días después de la siembra	62
.....	62
Cuadro 11. ANVA para altura de plántulas de Brócoli a los 30 días después de la siembra	62
.....	62
Cuadro 12. ANVA para No. de hojas de plántulas de Brócoli a los 30 días después de la siembra	62
.....	62
Cuadro 13. Prueba de medias DMS para emergencia de plántulas de Brócoli al 4° día después de la siembra	63
.....	63
Cuadro 14. Prueba de medias DMS para emergencia de plántulas de Brócoli al 6° día después de la siembra	63
.....	63
Cuadro 15. Prueba de medias DMS para emergencia de plántulas de Brócoli al 8° día después de la siembra	63
.....	63
Cuadro 16. Prueba de medias DMS para altura de plántulas de Brócoli	

a los 20 días después de la siembra
.....

Cuadro 17. Prueba de medias DMS para altura de plántulas de Brócoli
a los 25 días después de la siembra
.....

Cuadro 18. Prueba de medias DMS para altura de plántulas de Brócoli
a los 30 días después de la siembra
.....

Cuadro 19. Prueba de medias DMS para No. de hojas de plántulas de
Brócoli a los 20 días después de la siembra
.....

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación gráfica del porcentaje de emergencia en
plántulas de Brócoli var. Waltahm 29 al 4o día después de la
siembra

.....	
Figura 2. Representación gráfica del porcentaje de emergencia en plántulas de Brócoli var. Waltahm 29 al 6° día después de la siembra	42
Figura 3. Representación gráfica del porcentaje de emergencia en plántulas de Brócoli var. Waltahm 29 al 8° día después de la siembra	45
.....	
Figura 4. Representación gráfica de altura promedio en plántulas de Brócoli var. Waltahm 29 a los 20 días después de la siembra	47 49
Figura 5. Representación gráfica de altura promedio en plántulas de Brócoli var. Waltahm 29 a los 25 días después de la siembra	51
Figura 6. Representación gráfica de altura promedio en plántulas de Brócoli var. Waltahm 29 a los 30 días después de la siembra	53
Figura 7. Representación gráfica del Número de Hojas promedio en plántulas de Brócoli var. Waltahm 29 a los 30 días después de la siembra	

INTRODUCCION.

En México cada día son menos las superficies de tierras dedicadas a la agricultura, esto se debe al constante deterioro de los suelos en el transcurso de los años, lo que ha propiciado que algunos no sean rentables para la producción agrícola.

Esto ocasiona que los agricultores enfoquen su producción hacia cultivos con alta rentabilidad como lo son las hortalizas, que tienen demanda en el mercado interior y exterior, principalmente hacia los Estados Unidos de América (U.S.A).

Entre los cultivos con mas rentabilidad esta el Brócoli, que es una hortaliza relativamente nueva en México, la demanda interna para consumo en fresco es baja; sin embargo por su alto contenido de vitaminas, minerales y sus bajas calorías, es aceptable en el mercado exterior.

La importancia de esta hortaliza es debido a la superficie sembrada, captación de divisas, alta rentabilidad y la demanda de mano de obra.

El Brócoli es un cultivo de transplante, por lo que es necesario producir la plántula para después llevarla al lugar de la siembra.

La plántula ideal se produce en camas bien preparadas, sin terrones, con humedad y fertilidad adecuada, para que se desarrolle una plántula fuerte y de buena consistencia. Para la producción de plántula de Brócoli en

invernadero son utilizados diferentes sustratos tanto orgánicos como inorgánicos, que deben proporcionar a la plántula los nutrientes necesarios y retenga la humedad necesaria para su desarrollo. Es muy común utilizar sustratos orgánicos comerciales que en algunos casos son caros, ó también tierra de monte lo cual está ocasionando un deterioro muy grave en áreas forestales, llegando al grado de que en la actualidad se está prohibiendo ésta situación.

En los procesos productivos se generan residuos, como son residuos de cosechas, residuos en la producción ganadera, residuos de comida, residuos industriales, etc. Para que el desperdicio de estos productos disminuya es necesario incorporarlos nuevamente en el ciclo de producción pasando por un proceso de compostaje; el cual consiste en la descomposición o degradación de los materiales de desechos orgánicos.

Uno de los métodos utilizados para evitar la explotación y el agotamiento de las tierras agrícolas es la preparación y uso de compostas. Las corrientes y tendencias actuales de la producción agropecuaria, más comprometidas con la conservación del ambiente y la producción sostenible, han encontrado en el proceso de composteo microbiano la mejor manera de producir el abono necesario para mantener su productividad.

Es por esto que existe la necesidad de realizar estudios para definir cual es el mejor sustrato, a fin de obtener el optimo desarrollo de la especie de interés; Además de considerar el factor económico y así realizar la

producción masiva de plantas de la mejor calidad y al más bajo costo posible y sin deteriorar el medio ambiente.

Lo antes mencionado motivó a la realización del presente trabajo de investigación en cuanto a la búsqueda de alternativas de producción de plántula en sustratos que puedan ser baratos y de fácil preparación a partir de residuos orgánicos.

OBJETIVOS.

- Evaluar el efecto de cinco sustratos orgánicos combinados con perlita y suelo, en la etapa de emergencia, crecimiento hasta la etapa del transplante en plántulas de Brócoli.
- Determinar cual de los sustratos es el mejor para la producción de plántulas de Brócoli.

HIPOTESIS.

- ❖ Los sustratos originados de residuos orgánicos proporcionan las condiciones necesarias para la producción de plántulas de Brócoli.
- ❖ Independientemente del sustrato orgánico que se utilice se obtienen plántulas de buena calidad.

REVISION DE LITERATURA.

BRÓCOLI.

Origen e Historia.

El Brócoli es originario del Mediterráneo, principalmente de Italia. Respecto a su aparición, es más reciente que el repollo o col y la coliflor, siendo introducido a Estados Unidos de América (USA), en 1925 por inmigrantes italianos (Valadez, 1997).

Los tipos silvestres emparentados a Brassica oleracea designados colectivamente como *Brassica oleracea var. Sylvestris* L., han crecido siempre a lo largo de la costa del Mediterráneo (Nieuwhof, 1969). Se originó a partir de la forma silvestre de col (un tipo de col de mucha hoja) (Splittstoesser, 1979) y es nativo de la región del mediterráneo (parte de Europa) y Asia menor (Asgrow, 1980).

Los antiguos romanos cultivaron “Brócoli de brote” una forma botánica que todavía es popular en Italia. A pesar de esta antigüedad, no fue

sino hasta el siglo XVI que fue conocido en Inglaterra y lo llamaron “coliflor de brote” ó “espárrago de brote” (Asgro, 1980; Nieuwhof, 1969).

Su antigüedad está entre 2,000 a 2,500 años a.C., la cual puede reconocerse en el gran número de razas que existen y por modificaciones profundas que se han sumado a los caracteres de la planta primitiva. Es decir que la gran diversidad del género Brassica data de mucho antes del comienzo de nuestra era.

Estudios griegos y romanos citan tipos de coles, que eran recomendados para propósitos medicinales, especialmente problemas gastrointestinales y las hojas para cubrir heridas y úlceras. Introducidos con este fin en Europa en el siglo IX, adquiriendo luego importancia para el consumo humano (Limongelli, 1979).

La palabra Brócoli se refiere al vástago joven que desarrolla en primavera (broco es una palabra italiana que significa vástago).

En Estados Unidos el Brócoli es también llamado Brócoli italiano debido a que es originario de Italia, anteriormente se le llamó Calabrese Italiano. Calabrese se refiere al distrito de Calabria en Italia meridional. (Nieuwhof, 1969).

Importancia.

En Estados Unidos el consumo per cápita anual de Brócoli fresco se incrementó en un 10% cada año durante el periodo de 1970 a 1986 de

acuerdo a los estudios del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, (USDA., 1986). Este incremento en la demanda llevó a obtener precios más favorables (Mizelle, 1986). Con el incremento de la demanda y los precios favorables, el Brócoli fresco ha traído el interés de los productores.

En el estado de Texas, USA la producción comercial de Brócoli se ha incrementado de 2,550 acres en 1979 a 7,600 en 1982. Este estado es el segundo productor de Brócoli después de California aportando aproximadamente el 5 % de la producción en USA. (Hartz y Longbrake, 1983).

Antecedentes del Brócoli en Coahuila.

El cultivo del Brócoli en el estado de Coahuila data del año de 1983, pero en poco tiempo este estado se ha colocado como el tercer productor de Brócoli en el ámbito nacional, solamente superado por Guanajuato y Aguascalientes. El total de la producción de Brócoli se destina a la exportación, siendo muy fluctuantes los volúmenes de producción exportada a través del tiempo, teniendo como único mercado los Estados Unidos de América y siendo principalmente su comercialización en fresco.

El estado de Coahuila se encuentra en inmejorable localización geográfica en comparación con los estados del centro del país, para el acopio

y comercialización de productos de exportación en general (Domínguez, 1993).

DESCRIPCION TAXONOMICA

Clasificación	Categoría
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Dilleniidae
Orden	Caparales
Familia	Cruciferae
Género	<u>Brassica</u>
Especie	<u>oleracea</u>
Grupo o variedad	<u>itálica</u>

(Arce, 1988)

Características de la Planta.

La Planta del Brócoli forma una flor ó cabeza central sobre un tallo alto, verde y ramificado, de 5 a 9 cm de diámetro, pudiendo la planta alcanzar hasta un metro de altura, dependiendo de la variedad. (Splittstoesser, 1979).

Fenología y morfología.

Morfológicamente el Brócoli es parecido a la coliflor, las plantas forman un primordio floral que consiste en un grupo denso de botones o yemas unidas en racimos no cubiertos con hojas (Nieuwhof, 1969).

La inflorescencia central puede medir 7.5 a 15 cm o más de diámetro, las laterales se desarrollan mucho menos y miden 2.5 a 7.5 cm de diámetro. El peso es de hasta 600g para la inflorescencia central y 30g para las laterales (Nieuwhof, 1969, (Limongelli, 1979).

La parte comestible está formada por el grupo de yemas florales de la cabeza principal y los vástagos florales laterales con una proporción del tallo floral carnoso.

En general se distinguen dos etapas de desarrollo del Brócoli: crecimiento vegetativo y generativo:

Crecimiento vegetativo.

Raíz.

La plántula forma un hipocotilo de coloración rojiza de poca longitud, presentando dos cotiledones divididos y una raicilla con brotes laterales (Nieuwhof, 1969).

El sistema radicular del Brócoli es extenso, con raíz pivotante, finamente ramificada, extendiéndose lateralmente (Edmon et al, 1978).

Tallos.

Los tallos florales son carnosos y gruesos; emergen de las axilas foliares formando inflorescencias, generalmente una central de mayor tamaño (Nieuwhof, 1969; Limongelli, 1979), y luego otras laterales que desarrollan fuertemente, principalmente después de que son cosechadas las cabezas principales (Nieuwhof, 1969)

Este mismo autor menciona que algunas variedades botánicas de Brassica oleracea, muestran ciertas desviaciones en crecimiento, por ejemplo, el crecimiento primario en grosor ocurre en el tejido medular, hacia el punto de crecimiento, causando un incremento muy notorio en crecimiento del tallo, este fuerte crecimiento es a menudo asociado a un severo crecimiento de la sección longitudinal del tallo.

Hojas.

Las primeras hojas verdaderas son generalmente pecioladas y oblongas, aunque en algunos tipos, tales como el repollo y la coliflor,

generalmente son sésiles, de follaje liso y de capa cerosa. Eventualmente las hojas viejas llegan a caer (Nieuwhof, 1969).

Las hojas tienen 40-50 cm de largo, son lobuladas, pinatisectas y largamente pecioladas, comúnmente alternas, enteras, dentadas o lobuladas y las bases generalmente forman rosetas (Limongelli, 1979).

Crecimiento generativo.

Diferenciación floral.

Durante la diferenciación floral se desarrollan sucesivamente cuatro sépalos, seis estambres, dos carpelos y cuatro pétalos. Cuando las yemas tienen cerca de 5 mm de largo, cuatro sacos embrionarios aparecen en el tejido nuclear de cada óvulo, tres de los cuales mueren. Los granos de polen son de 30-40 micras de diámetro y tiene tres poros de germinación. Los pétalos de color amarillo brillante llegan a crecer de 15-25 mm de largo y unos 10 mm de ancho. En contraste con otras Brassicas, los sépalos son erectos. Las yemas abren debido a la presión del rápido crecimiento de los pétalos.

Las flores nacen en racimos sobre el tallo principal, el cual se ramifica (Nieuwhof, 1969), son hermafroditas, casi siempre actinomorfas, con frecuencia en racimos o corimbos terminales. Presentan cuatro pétalos libres, de diversos colores, en dos verticilos dispuestos en cruz, 6 estambres

(4 más 2 en 2 verticilos), anteras generalmente bilobadas, ovario súpero bicarpelar, estilo simple y estigma capitado o bilobado.

La flor de Brassica oleracea ($2n=18$) consta de un pedicelo breve. El cáliz está formado por cuatro sépalos y la corola tiene cuatro pétalos amarillos. El androceo está constituido por seis estambres, de los cuales cuatro son más largos y dos mas cortos provistos de filamentos blanquecinos que terminan en una antera bilocular de color amarillo. El ovario tiene color blanco, un estilo corto y un estigma papiláceo de color amarillo, situado a la misma altura que las antera más larga. Cada flor tiene cuatro nectarios para atraer a los insectos.

En la inflorescencia la floración ocurre de abajo hacia arriba y su duración en la planta, según la variedad botánica y la época del año, es de 20 a 40 días. Una planta de Brócoli abrirá todas sus 5, 000 a 8,000 flores en 10 a 14 días.

Fruto.

El fruto seco es dehiscente por dos valvas raramente indehiscente

Semilla.

Las semillas son pequeñas o medianas, de 0.5 a 0.6 mm y casi siempre globulares (Limongelli, 1979).

Requerimientos Climáticos.

En general, la vida activa de las plantas superiores se localiza entre 0 °C y 50 ° C, aún cuando estos límites varían mucho de una planta a otra (Torres, 1986). El Brócoli es un cultivo de climas fríos y frescos. Puede tolerar heladas (-2 °C) Siempre y cuando no se haya formado la inflorescencia. El rango de temperaturas para germinación es de 5 a 28 °C y las temperaturas ambientales para su desarrollo son de 15 a 25 °C, siendo la óptima de 17 °C; a temperatura de 0 ° C y mayores de 30 °C puede detener su desarrollo.(Valadez, 1989).

Es muy importante que se mantenga en el medio la temperatura apropiada para la germinación. En muchas variedades de semillas para lograr una germinación rápida, la temperatura debe ser relativamente elevada, de preferencia entre 21 a 24 °C, aunque para ciertas clases de semillas es mejor una de 18 °C y para otras, en especial para plantas de estación cálida y tropicales, se prefiere una de 26.5 °C (Hartmann, 1982).

Requerimientos Edáficos.

Este cultivo demanda un suelo con un buen suministro de humedad. En suelos muy secos, los floretes pueden resultar fibrosos. Requiere de buen drenaje, particularmente para aquellas variedades tardías. El Brócoli prefiere suelos franco arenosos (Nieuwhof, 1969).

El Brócoli se desarrolla bien en cualquier tipo de suelo, prefiriendo los franco – arenosos, con un buen contenido de materia

orgánica; en cuanto a su pH, se le clasifica como ligeramente tolerante a la acidez, siendo su rango de pH 6.8 a 6.0, y medianamente tolerante a la salinidad (4 mmhos o 2560 ppm) (Valadez, 1997).

Prácticas de manejo.

Preparación de la cama.

El Brócoli es generalmente sembrado en camas y transplantado de 4 a 7 semanas después de la siembra (Nieuwhof, 1969).

El brócoli en su mayoría es sembrado directamente, pero puede sembrarse en camas, ya sea abiertas o en invernaderos, esto último es con el fin de lograr cosechas tempranas o para tener la posibilidad de establecer dos cultivos al año en un mismo terreno. El daño y tiempos necesarios para reanudar el crecimiento normal en los transplantes, disminuye con el uso de charolas de germinación (U. Of C. 1985)..

Siembra y plantación.

En el tiempo de plantación especialmente en el caso de variedades tempranas, las plantas no deben de ser largas o el enrollamiento será alentado. Es importante no transplantar plantas grandes, pues aumenta el porcentaje de formación prematura de inflorescencias, esto también depende del cultivar (Limongelli, 1979).

El transplante se realiza cuando la planta tiene unos 5 cm de altura, a la cuarta o quinta semana de la siembra, durante la etapa de cuatro a cinco

hojas verdaderas. La profundidad óptima para enterrar la semilla es alrededor de 1 cm que se puede aumentar en caso de que de ser un suelo arenoso que no retenga la humedad. Si la siembra es directa, se realiza un aclareo al mes de sembradas, espaciando las plantas a 30 cm aproximadamente (U. Of C. 1985).

Epoca de siembra.

La época de siembra y transplante varía en cada región debido a que el clima es diferente para cada una de ellas.

En regiones con heladas fuertes, la semilla es sembrada después de finalizar el invierno para producciones tempranas. La cosecha de variedades tempranas, las cuales son plantadas a finales de marzo ó abril, puede ser a mediados de julio.

Poco Brócoli es cultivado en los meses de verano caluroso. Las variedades tempranas son mas apropiadas para este propósito.

En regiones con bastante frío en otoño y heladas tempranas, los picos de cosecha de los cultivos deben ser en septiembre u octubre, aquí se utilizan variedades tempranas, las cuales son plantadas a finales de junio. En regiones con otoño suave y con heladas leves, la cosecha puede ser más tardía y además de las líneas tempranas se pueden usar líneas medio tempranas, ambas son plantadas a finales de julio o septiembre.

En regiones con heladas leves en invierno se pueden utilizar variedades tardías y medio tempranas, plantadas a finales del verano o en otoño y son cosechadas de enero a mayo (Nieuwhof, 1969)

Fertilización.

En cuanto a la necesidad de nutrimentos, la Universidad de California, (citado por Knott, 1981) reportó los datos sobre extracción de algunos macronutrimentos del suelo en relación con el rendimiento, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 1 Rendimiento medio y extracción de macronutrimentos durante el ciclo del cultivo de Brócoli (Valadez, 1997).

Parte comestible	Rendimiento \bar{x} (Ton/ha)	N	P (Kg/ha)	K
Brotos de 20 cm de corte	22.4	67.2	22.4	56.0

Riego.

La mayoría de las hortalizas requieren de un buen y uniforme suministro de humedad, a través de todo el ciclo de crecimiento.

El mantenimiento de las condiciones adecuadas de humedad durante el periodo de germinación es fundamental, de tal manera que el medio no se

seque en ningún tiempo ni que esté tan mojado que permita que se vuelva un problema de ahogamiento (Hartmann, 1982).

Hortalizas de sistema radicular poco profundo, como el Brócoli son susceptibles a cualquier stress hídrico (Ontario, 1981). Aparentemente el Brócoli no es tan sensitivo a un stress de agua de suelo como la coliflor durante las etapas tempranas de crecimiento, pero si existe un periodo sensitivo durante y después de la formación de cabeza (Maurer, 1976).

El Brócoli requiere de 38 a 76 cm de agua dependiendo de la estación. La profundidad de enraizamiento efectiva es menor de 60 cm, la humedad contenida en esa porción del perfil del suelo es crítica. Por lo anterior se debe mantener alta humedad del suelo antes y durante la formación de la cabeza (Hartz, et al, 1983).

Plagas y Enfermedades.

La infestación de insectos y la presencia de enfermedades en hortalizas producen grandes pérdidas debido a la reducción en rendimiento, pobre calidad del producto, incremento en costos de producción y gastos necesarios de materiales y equipo para implementar medidas de control (Ware y McCollum, 1980). Las Crucíferas son plantas muy atacadas por muchos insectos, incluyendo aquellos con sistema bucal chupador y masticador (Thompson y Kelly, 1957).

Plagas.

Las principales plagas son: Pulga saltona (Apitrix cucumerix Harris), Pulgón (Brevicoryne Brassice L.), Diabrotica (Diabrotica Spp.).

En cuanto al ataque de larvas de Lepidopteros los más importantes y conocidos son: Gusano importado de la col (Pieris rapae L.), gusano mariposa de la col (Leptophobia aripa L.), gusano soldado del betabel (Spodoptera exigua, Huber), Gusano dorso de diamante (Plutella xylostella L.) y gusano falso medidor (Trichoplusia ni Hübner) (Valadez, 1997).

La planta de Brócoli en cualquier etapa de su desarrollo puede ser dañada por animales vertebrados, entre los que podemos citar pájaros, ratones de campo, ardillas, conejos, venados y topos, que pueden llegar a consumir el florete o la planta entera, con pérdidas considerables en especial en predios cercanos a matorrales o praderas silvestres (U. of C., 1985)

Enfermedades.

Las enfermedades del Brócoli plantean una grave amenaza a la producción. Para prevenir enfermedades se debe usar una combinación de prácticas antes de la plantación. Probablemente la más importante consideración es el uso de semilla libre de enfermedades. Semilla infectada resulta en plantas infectadas. Se debe usar semilla cultivada en áreas libres de enfermedades y solicitar semillas tratadas (Hartz y Longbrake, 1983).

Entre las enfermedades mas importantes se encuentran las siguientes: Mildiu veloso (Peronospora parasitica, pers. *Ex.Fr.*), Amarillamiento (Fusarium oxysporum Schlecht.), pudrición negra

(Xanthomonas campestris (pam.) Dows) y Damping – off (Phythium debayanum Hesse).

Enfermedades fisiológicas.

Entre estas enfermedades se encuentran: Formación prematura de la cabeza(buttoninig) que es ocasionada por stress de agua en los primeros estadios de desarrollo, Yemas y/o floretes secos ocasionada por la deficiencia de Molibdeno, Tallo hueco que lo ocasiona la deficiencia de Boro con altas temperaturas (>26°C) y Edema (ampollas en el limbo) que la ocasionan las altas temperaturas acompañadas con alta humedad relativa y días nublados (Valadez, 1997).

Control de malezas.

Es importante mantener el cultivo libre de malezas y más en el inicio del ciclo, debido a la alta competitividad de estas con el cultivo (SEP, 1984).

Medio o sustrato para Germinación.

Definición de Sustrato.

Abad, 1993. Define el término de sustrato en horticultura a todo material sólido distinto del suelo, natural o de síntesis, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto un papel de soporte

para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de nutrición vegetal.

También menciona, que los sustratos además de servir de soporte o anclaje a las plantas, tiene que suministrar a las raíces unas cantidades equilibradas de aire, agua y nutrientes minerales. Si las proporciones de éstos no son adecuadas, el crecimiento de las plantas podrá verse afectado por:

- ◆ Asfixia debida a falta de oxigeno, que impide la respiración de las raíces y de los organismos vivos que habitan en el suelo.
- ◆ Deshidratación por falta de agua, que pueden llegar a producir la muerte de la planta.
- ◆ Exceso o carencia de minerales, o desequilibrio entre sus concentraciones, que limita el crecimiento de las plantas.
- ◆ Enfermedades producidas indirectamente por las causas anteriores, al volverse las plantas mas susceptibles al ataque.

Mesa, 1965. Menciona que el sustrato es el medio en el cual se deposita la semilla para que germine, el cual puede ser elaborado de diferentes materiales y por consiguiente debe reunir ciertas características.

- ◆ No tóxico para las plántulas de semillero en germinación.

- ◆ Relativamente libres de mohos, así como de otros microorganismos y esporas.
- ◆ Apropriados para brindar ventilación y humedad para las semillas en germinación.

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; así mismo, Galloway, 1983. Menciona que los sustratos deben tener una buena porosidad para permitir un adecuado drenaje y penetración al aire; además la textura debe ser suelta para reducir la resistencia mecánica a la germinación.

Definición de Composta.

La composta se define como “la descomposición y estabilización biológica de los sustratos orgánicos, bajo condiciones en donde se alcanzan temperaturas termofílicas, las cuales son el producto del calor producido biológicamente, resultando un material suficientemente estable para almacenarse y aplicarse a la tierra, sin efectos adversos al medio ambiente”. Haug, 1980, Perez,1996. Mientras que Deffis, 1991. la define como un producto negro, homogéneo y por regla general de forma granulada, sin residuos gruesos. Al mismo tiempo es un producto húmico y cálcico; es un fertilizante químico por su adaptación de microelementos y su valor es muy

apreciado; y Monroy, 1981. Define la composta como la degradación microbiana de sólidos orgánicos por medio de una respiración aeróbica que pasa por una fase termofílica. Este proceso tiene como objetivos:

- ◆ Reducir la masa y volumen por medio de la volatilización de parte del carbono orgánico como CO₂.
- ◆ Utilizar los recursos desperdiciados. El uso principal del material producido es agronómico, y de esta forma permite reintegrar al suelo nutrientes minerales que de otra manera se perderían.

Origen de la composta.

En la naturaleza se producen anualmente enormes cantidades de materia orgánica como resultado del proceso de la fotosíntesis, materia orgánica que acabará en el suelo en forma de humus, proceso de humificación natural lento, sin embargo, este puede ser acelerado, amontonando la materia orgánica y promoviendo en ella el proceso denominado “composting” que consiste en la humificación artificial y acelerada de materia orgánica por una población microbiana en condiciones controladas de humedad, temperatura y aireación. Conovas, et al, 1983. La composta es originada de la descomposición de plantas y otros residuos orgánicos, formando un material oscuro y terroso que es rico en nutrimentos y puede ser utilizado para mejorar la tierra de macetas, jardines y cultivos.

Para obtener una buena composta se necesita crear condiciones ambientales adecuadas para la vida microbiana (bacterias, hongos) que se encargará de digerir y descomponer los desechos. Tomando en cuenta los factores: aire, agua alimento. Ecofronteras, 1998.

Propiedades de la Composta.

Así mismo tiene una doble función en el suelo: Por un lado mejora la estructura del suelo; lo que significa que va a poder trabajarse mas fácilmente, y tendrá una mejor aeraeación, una adecuada retención del agua y una mayor resistencia a la erosión. Por otro lado la composta provee de nutrimentos a las plantas y sus ácidos orgánicos hacen a los nutrimentos del suelo más disponibles para las plantas. Cuando el contenido de la materia orgánica de un suelo es adecuado se reduce la lixiviación de los nutrimentos. La composta beneficia la tierra en formas que los fertilizantes sintéticos no hacen. Para empezar, le agrega materia orgánica que mejora su interacción con el agua. En superficies arenosas, la composta ayuda a retener el líquido que de otra manera se precipitaría más allá del alcance de las raíces de la vegetación. En contraste, cuando las superficies son lodosas, la composta agrega porosidad a la tierra, haciendo que el agua se filtre y absorba más rápidamente, sin estancarse. Por otro lado, la composta provee a la tierra con microorganismos benéficos y el hábitat que necesitan para vivir. Estos

extraen nutrimentos de los minerales del suelo y los hacen llegar a la planta. Ecofronteras, 1998.

Medio de Germinación.

Hartmann, 1982. Indica que el medio o sustrato de germinación debe estar esterilizado y ser poroso para que retenga la humedad y proporcione buena aireación. Aunque por muchos años se han empleado mezclas de suelo, tales como partes iguales de suelo limoso, arena y turba, en la actualidad se usa en forma extensa varios medios artificiales o inertes.

Resh, 1987. Señala que la perlita se utiliza mezclada con materiales orgánicos para incrementar la aereación, soltura y mejorar la permeabilidad de las mezclas. El tamaño más fino es útil como medio de germinación , mientras que las partículas mayores u hortícolas, son mas apropiadas para las mezclas con turba.

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 plantas, sin embargo puede mezclarse con arena, vermiculita, perlita o pomita, para hacer sustratos más sueltos y mejorar así su aireación.

Métodos de Esterilización de los Sustratos.

El suelo puede contener semillas de malezas, nemátodos y ciertos hongos y bacterias nocivas para las plantas. Por lo tanto es necesario tratarlo antes de ser utilizado

Tratamiento con Calor:

El Término “esterilización del suelo” se ha establecido en el uso común, una palabra más exacta es pasteurización ya que durante el calentamiento recomendado no se mata a todos los organismos.

Para el tratamiento de suelos el vapor es la mejor fuente de calor y la de empleo más común. El calor húmedo es ventajoso; puede inyectarse directamente al suelo, a depósitos cubiertos, a los bancos, desde tubos perforados colocados de 15 a 20 cm debajo de la superficie.

Fumigación del suelo con sustancias químicas.

La fumigación con materias químicas mata a los organismos del suelo sin alterar la naturaleza física y química del mismo, al grado que sucede cuando se trata con calor.

Formaldehído.

Este es un buen fungicida, con buen poder de penetración. Mata algunas semillas de malezas pero no es confiable para matar nematodos o insectos.

Cloropicrina (Gas Lacrimógeno).

Este es un líquido que de ordinario se aplica con inyector, el cual debe aplicar de 2 a 4 cm³ en agujeros espaciados de 23 a 30 cm y a una profundidad de 7.5 a 15 cm. También puede aplicarse a razón de 175 ml por m³. La cloropicrina es efectiva contra nematodos, insectos, algunas semillas de malezas, Verticillium y la mayoría de otros hongos resistentes. Los vapores de la cloropicrina son muy tóxicos para tejidos vegetales vivientes.

Bromuro de metilo.

Este material inodoro es muy volátil y muy tóxico para las personas. Sólo debe usarse mezclado y su aplicación debe hacerla una persona entrenada en su manejo. El bromuro de metilo mata a la mayoría de los nematodos, insectos, semillas de malezas y algunos hongos, pero no a Verticillium. En ocasiones se emplea inyectando el material contenido en envases a presión, a un recipiente abierto, colocado debajo de una cubierta de plástico que cubre el suelo que se va a tratar, aplicándolo a una razón de 50 a 200 g por m². La cubierta se sella en los bordes y se debe dejar en el sitio durante 48 horas. La penetración es muy buena y se extiende hasta 30 cm de profundidad.

Vapam.

Este es un fumigante para suelos, soluble en agua que mata malezas, semillas de malezas, y, en condiciones apropiadas, nematodos. Sufre una descomposición rápida para producir un gas muy penetrante. El vapam se aplica asperjándolo en la superficie del suelo, por medio de sistemas de riego o con equipo estándar para inyectar el suelo (Hartmann, 1982).

MATERIALES Y METODOS

Localización del sitio experimental.

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el invernadero de alta tecnología, modelo Stuppy 2000, manteniéndose una temperatura diurna de 26 °C y una nocturna de 18 °C, este se encuentra dentro de los terrenos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, con coordenadas 25° 23' latitud Norte y 101 ° 00' de longitud Oeste y con una altura sobre el nivel del mar de 1743 m. El

experimento se realizó en el periodo comprendido entre octubre y diciembre de 1998.

MATERIALES.

Se utilizaron diferentes tipos de materiales para la elaboración de los sustratos, los cuales fueron: Composta de Paja de Trigo, Composta de Bagazo de Caña de Azúcar, Composta de Celulosa, Composta de Residuos de Comida, Composta de Lirio Acuático, Peat moss, Perlita y suelo, los cuales se describen a continuación:

Composta de paja de trigo.

La paja utilizada para la elaboración de la composta fue recolectada en los almacenes de forrajes ubicado dentro de las instalaciones de esta Universidad.

Composta de bagazo de caña de azúcar.

El bagazo de caña utilizado para elaborar esta composta, fue traído del estado de Tamaulipas del ingenio azucarero (Cd. Mante), ya que este Ingenio

lo desecha como desperdicio de la fabricación de azúcar; este material es muy rico en M.O. su contenido es del 95 %.

Composta de Celulosa.

Para la elaboración de esta composta se utilizó material que es derivado de la industria elaboradora del papel el cual es obtenido de los procesos a partir de la fibra celulósica reciclada; es considerado como un desperdicio y no tiene utilidad. El lodo de celulosa obtenido después de los procesos a que se someta la fibra celulósica en la fabrica, contiene un 60% de humedad y 55 % de M.O., presenta además un aspecto de color gris claro y sin olor.

Composta de Residuos de Comida.

El material usado para elaborar esta composta fue recolectado en el comedor central de la U.A.A.A.N., con el mismo propósito de los otros materiales utilizados para abonos orgánicos, en el desperdicio contenía tortillas, panes, cascarillas, legumbres, etc. el contenido del material orgánico es del 95%.

Composta de Lirio Acuático.

El material usado para elaborar esta composta proviene de una presa de tratamiento de aguas negras de la U.A.A.A.N., el cual se colectó ya seco.

Algunas características físicas y químicas de las compostas antes mencionadas se presentan en el cuadro No. 2.

Cuadro 2. Características físicas y químicas de las compostas utilizadas.(Coronel, 1996).

Compostas	N Total %	P Total Mg/kg	K Total Mg/kg	% Ca	% Mg
Bagazo de caña	1.0	570.3	94.3	12.2	8.8
Paja de Trigo	0.8	64.7	18.5	11.8	19.4

Celulosa	0.9	34.2	20.0	13.8	6.8
Residuos de Comida.	0.9	23.9	54.9	12.0	8.8
Lirio Acuático	1.2	195.2	210.9	9.4	10.8
Compostas	Relación C/N	% de M.O.	% de C.O.	C.E. ds/m	pH
Bagazo de caña	23.2	40	23.25	>10	8.6
Paja de Trigo	22.2	34	19.76	>10	8.5
Celulosa	18.2	30	17.44	>10	8.9
Residuos de Comida	19.4	33	19.18	>10	8.7
Lirio Acuático	16.1	35	20.34	>10	9.1

Suelo.

El suelo utilizado en la mezcla es un suelo traído de la sierra de Zapalinemé.

Peat moss o turba.

La turba se forma con restos de vegetación acuática, de marismas, de ciénegas o de pantanos, que se ha preservado bajo el agua en un estado de descomposición parcial. La composición de los diversos tipos de turba varía

mucho dependiendo de la vegetación que le dio origen, el estado de descomposición, el contenido de minerales y el grado de acidez.

Hay tres tipos de turbas: musgo turboso, turba de pantanos y humus turba.

Musgo turboso.

Es el menos descompuesto de los tres tipos y se deriva de los musgos Sphagnum, Hypnum u otros. Varía en color de pardo claro a castaño oscuro. Tiene una elevada capacidad para retener humedad (10 veces su peso seco), es ácido (pH de 3.8 a 4.5) y contiene una cantidad pequeña de nitrógeno (alrededor del 1.0 %) pero poco o nada de fósforo o potasio.

Turba de pantanos.

Formada por los restos de pastos, juncos, tules y otras plantas de pantanos. Este tipo de turba es muy variable en su descomposición y color, yendo de pardo rojizo a casi negro. Su pH varía de 4.5 a 7.0.

Humus de turba.

Este se encuentra en un estado tal de descomposición, que no permite identificar los remanentes de las plantas originales y se puede originar, ya sea de musgo Hypnum o de turba de pantanos. Su color es de pardo oscuro a negro, con una capacidad de retención de humedad baja, pero con un 2.0 a 3.5% de nitrógeno.

Perlita.

Este material blanco grisáceo es de origen volcánico y se extrae de los derrames de lava. El mineral crudo se quiebra y cierne, luego se calienta en hornos a alrededor de 1 000 °C; a esta temperatura la poca humedad de las partículas se evapora expandiendo a éstas, formando granos pequeños y esponjosos. Los granos son muy ligeros, pesando de 100 a 135 g/dm³. El tratamiento a tan altas temperaturas deja un producto estéril. En aplicaciones hortícolas se usan partículas de 1.5 a 3.1mm. La perlita retiene agua en proporción de tres a cuatro veces su peso. Prácticamente es neutra, con un pH de 7.0 a 7.5, pero sin capacidad de amortiguamiento (Hartmann, et al, 1982),

Material biológico.

La especie vegetal que a evaluar es el brócoli, debido a su importancia económica en nuestro país.

La variedad utilizada fue la Waltham 29, que es una planta azul verde, grande y ancha con rebrotes aptos para congelarse, es de ciclo moderadamente largo y muy adaptables a cosechas de otoño. (Carlo, 1991).

Charolas germinadoras.

Para la siembra y producción de plantulas de brócoli se utilizaron 6 charolas de 200 receptáculos, y se depositaron sobre tarimas de madera, para evitar que la charola estuviera en contacto con el suelo del invernadero.

METODOS.

Preparación de los sustratos.

En esta etapa se acondicionaron los sustratos, haciendo uso del tamiz, para los sustratos que así lo requerían.

Los sustratos fueron combinados con suelo y perlita de acuerdo a volumen. La combinación de diferentes materiales se hizo, debido a que es muy difícil que un solo material reúna las características ideales y adecuadas a las necesidades particulares del cultivo a establecer.

Cuadro 3 Simbología de los materiales utilizados.

	COMPOSTAS	SIMBOLO
1	Paja de Trigo	PATR
2	Bagazo de caña	BACA
3	Celulosa	CELO
4	Residuos de Cocina	RECO
5	Lirio Acuático	LIAC
6	Peat moss	PIMO

Cuadro 4 Descripción de los Tratamientos.

Código	Sustratos	Relación
T1	PATR + SUELO + PERLITA	2 : 1 : 1
T2	PATR + SUELO + PERLITA	1 : 2 : 1
T3	BACA + SUELO + PERLITA	2 : 1 : 1
T4	BACA + SUELO + PERLITA	1 : 2 : 1
T5	CELO + SUELO + PERLITA	2 : 1 : 1
T6	CELO + SUELO + PERLITA	1 : 2 : 1
T7	RECO + SUELO + PERLITA	2 : 1 : 1
T8	RECO + SUELO + PERLITA	1 : 2 : 1
T9	LIAC + SUELO + PERLITA	2 : 1 : 1
T10	LIAC + SUELO + PERLITA	1 : 2 : 1
T11	PIMO+ SUELO	2 : 1

ESTERILIZACION.

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 patógenos, exceptuando al género *Verticillium*.

La labor se realizó depositando los sustratos sobre plásticos pequeños y en forma dividida, cuidando que no se mezclaran; una vez distribuidos se procedió a cubrirlos con un plástico grande de polietileno negro, al que 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 72 horas, se quitó la cubierta de plástico a los sustratos dejándolos expuestos al aire libre por un periodo de 24 horas, espacio de tiempo después del cual los sustratos quedaron listos para su uso posterior.

Labores Agronómicas.

Llenado de charolas y siembra.

El llenado de charolas se llevó a cabo el día 12 de octubre de 1998. La siembra se llevó a cabo el día 17 de Octubre de 1998 con el suelo húmedo. Se depositaron 2 semillas de Brócoli por cavidad útil.

La semilla se depositó a un centímetro de la superficie aproximadamente.

Se realizó un riego antes de la siembra para sembrar en húmedo y después se regó cada tercer día tratando de mantener la humedad necesaria para la germinación y emergencia hasta llegar a la etapa en que la plántula se encontraba lista para el transplante.

Raleo.

Esta labor se realizó a los diez días de la siembra ya que para esta fecha había germinado casi en su totalidad las semillas. Se dejó una planta por cavidad dejando la planta que presentaba mayor vigor.

Riego.

El riego se aplicó cada tercer día por medio de una regadera de mano, ya que el tipo de riego existente en el invernadero, debido a la presión

sacaba las semillas de los receptáculos y una vez que emergían las plantas, les causaba daños físicos.

Control de Plagas.

Se hizo la aplicación de Insecticida Confidor, para el control de Mosquita blanca, ya que se encontraba presente en el cultivo, la aplicación se realizó con una dosis de 2 m. por litro de agua.

También fue necesario hacer la aplicación de un rodenticida para controlar esta plaga que en una primera siembra acabó con mas del 60 % de las plantas, por lo que fue necesario volver a sembrar.

DISEÑO EXPERIMENTAL.

El diseño experimental es completamente al azar con 11 tratamientos y 4 repeticiones.

El modelo estadístico utilizado en la presente investigación es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

i= 1,2,3,4,5... Tratamientos

j= 1,2,3,4,5... Repeticiones

CARACTERÍSTICAS EVALUADAS.

Las características evaluadas en el presente estudio fueron: el porcentaje de germinación, vigor de las plantas y el número de hojas.

Porcentaje de Emergencia.

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

Las plántulas anormales fueron aquellas que presentaron defectos en algunas 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 Emergencia se realizó finalmente, con base en el conteo de plántulas normales.

Altura de las plantas

Para evaluar este parámetro, se midió desde la base del tallo, hasta el ápice de la hoja mas reciente, haciéndose la toma de alturas a los 20 , 25 y 30 días. Para realizar esta labor se utilizó una regla graduada.

Número de Hojas.

Para esta característica se contaron las hojas de la plántula a los 20, 25 y 30 días después de la siembra, no contando las dos primeras hojas, solo contando las hojas verdaderas, obteniendo así el promedio.

Cuadro 5 Croquis de la distribución de los tratamientos.

CHAROLA No.1				CHAROLA No. 2			
T	T8R4	T9R2	T5R1	T4R3	T10R4	T6R2	T1R4
T8R3	76R3	T11R2	T2R1	T10R3	T11R4	T4R4	T6R1
CHAROLA No. 3				CHAROLA No. 4			
T3R1	T10R2	T2R2	T1R3	T2R4	T7R1	T9R3	T4R1
T7R3	T11R3	T1R2	T8R2	T9R4	T10R1	T3R2	T11R1

CHAROLA No. 5				CHAROLA No. 6			
T3R4	T5R2	T3R3	T8R1	T9R1	T7R2		
T7R4	T5R3	T4R2	T1R1	T5R4	T2R3		

RESULTADOS Y DISCUSIONES

A continuación se presentan los resultados y discusiones obtenidos en esta investigación, analizándose cada una de las variables por separado.

Se incluyen gráficas que muestran el comportamiento de las variables evaluadas.

Porcentaje de Emergencia.

En general el porcentaje de emergencia fue superior al 70 % en todos los casos, lo cual muestra una buena respuesta en todos los sustratos, que de acuerdo con Besnier (1989) quien menciona que un buen porcentaje de emergencia en plántulas de Brócoli, debe ser mínimo del 70 %.

Podemos observar en las figuras 1, 2 y 3 en los días 4º, 6º y 8º después de la siembra, la evolución de la emergencia.

De acuerdo al ANVA obtenido (Apéndice, Cuadro 13), no se hace la comparación de medias, debido a que no existen diferencias significativas al 4º día después de la siembra.

En la figura 1 se observa el porcentaje de emergencia al 4º día después de la siembra siendo T11(Testigo), el que alcanza un mayor porcentaje de emergencia con 60 %, seguido de T1 (Composta de Paja de Trigo) y T7 (Composta de Residuos de comida) con un 57 % de emergencia, dicha figura nos muestra también que los tratamientos con menor respuesta son T10 y T9 (Composta de Lirio Acuático), con un porcentaje de emergencia de 35 y 36 %, lo demostrando que desde los primeros días influyen los sustratos en la emergencia de plántulas de Brócoli.

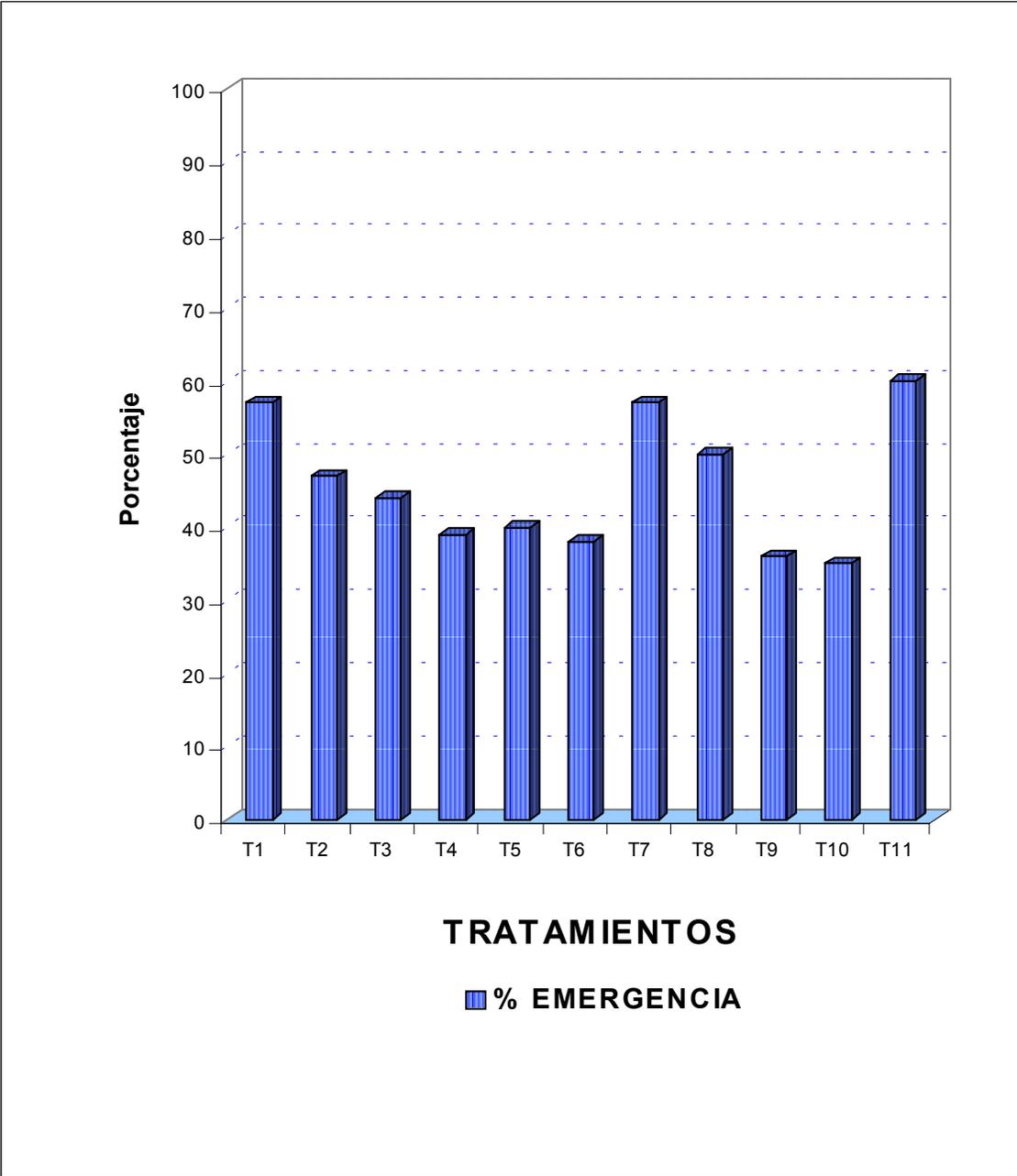


Figura 1 Representación gráfica de porcentaje de emergencia en plántulas de Brócoli var. Waltahm 29, al 40 día después de la siembra.

En la fig. 2 al 6º día después de la siembra, el sustrato T1 (Composta de Paja de trigo) presenta un 86 % de emergencia superando a T11 (Testigo) quien tiene 84 % de emergencia, la misma figura nos muestra que al 6º día de la siembra T9 y T10 presentan ya un rezago considerable con 73 y 76 % de emergencia, comparado con los tratamientos que mejor respuesta tuvieron en esta fecha, que fueron T1 (Composta de Paja de trigo) y T7 y T8 (Composta de Residuos de Comida. Dicha figura nos muestra que los tratamientos respondieron en forma diferente.

De acuerdo al ANVA para esta variable (Apéndice, Cuadro 7) al 6º día después de la siembra existen diferencias significativas entre los tratamientos, y haciendo la comparación de medias (DMS) (Apéndice, Cuadro 14), donde T1 (Composta de Paja de trigo), fue estadísticamente muy superior a T9 (Composta de Lirio Acuático).

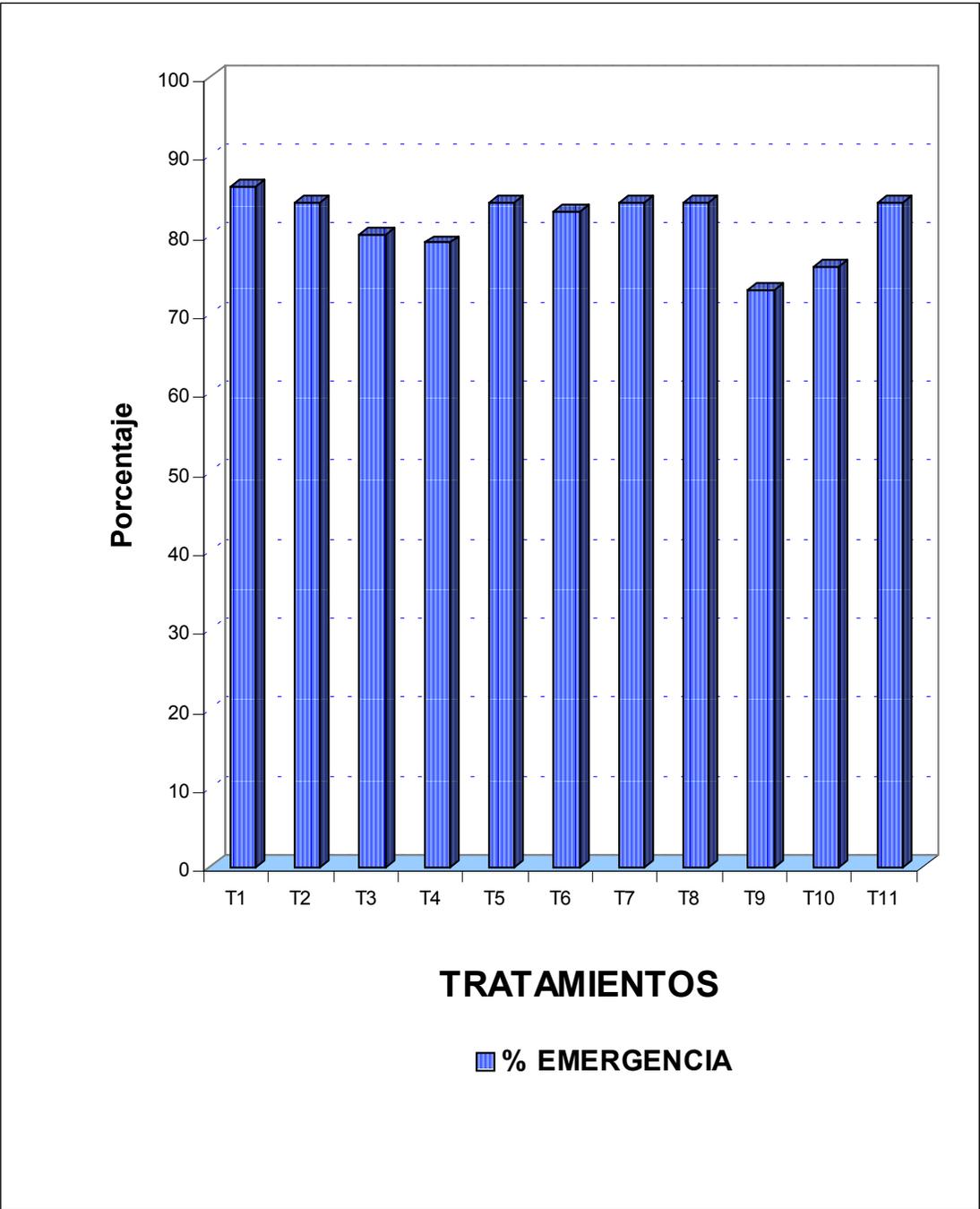


Figura 2 Representación gráfica de porcentaje de emergencia en plántulas de Brócoli var. Waltahm 29, al 60 día después de la siembra.

De acuerdo al ANVA obtenido (Apéndice, Cuadro 8) en esta misma variable de porcentaje de emergencia al 8° día después de la siembra, existen diferencias significativas entre los tratamientos y de acuerdo a la comparación de medias (DMS) (Apéndice, Cuadro 15), T3 (Composta de Bagazo de Caña) es el tratamiento con mayor respuesta.

Se puede resaltar en la figura 3 al 8° día después de la siembra, que los tratamientos T3 (Composta de Bagazo de Caña), T1 (Composta de Paja de Trigo y T7 (Composta de Residuos de comida), son los tratamientos que presentaron un mayor porcentaje de emergencia con 91 % para T1 y 88 % para los dos restantes, que resultaron ser iguales en porcentaje, superando a T11 (Testigo) quien tuvo un porcentaje de emergencia del 84 % podemos observar que existe una diferencia del 7 %. Dicha figura 3 también nos muestra que los tratamientos T9 y T10 son los que presentaron el mas bajo porcentaje de emergencia con 76 y 77 % respectivamente, existiendo una diferencia entre el tratamiento mas alto T3 con el tratamiento mas bajo T9 (Composta de Lirio Acuático) del 15 %, lo cual refleja como el sustrato influye tanto en la germinación y la salida de la plántula a la superficie.

Lo anterior puede ser originado por las características de los sustratos, ya que los tratamientos T9 y T10 (Composta de Lirio Acuático) que fueron los de mas bajo porcentaje tienen un pH demasiado alto, y los tratamientos con mas bajo contenido de materia orgánica, además de que el material o composta proviene de la laguna de tratamiento de aguas negras

que de esta Universidad, lo que pudo influir en la emergencia. Esto nos indica que dependiendo de las características de los sustratos utilizados estos influyen en la de una manera positiva en la emergencia del Brócoli, de acuerdo a los criterios de Besnier (1989); sin embargo algunos de ellos son mucho mejor que otros.

Con respecto a T3 (Composta de Bagazo de Caña), que fue el tratamiento con mas alto porcentaje de emergencia, esto puede atribuirse a que es el sustrato con el mas alto contenido de materia orgánica, un pH de 8.6, una relación C/N de 23.2 y contenido de 1 % de Nitrógeno Total, que de acuerdo con Abad (1993), los sustratos deben suministrar a las raíces unas cantidades equilibradas de aire, agua y nutrimentos minerales. Si las proporciones de estos no son adecuadas, el crecimiento de las plantas podrá verse afectado.

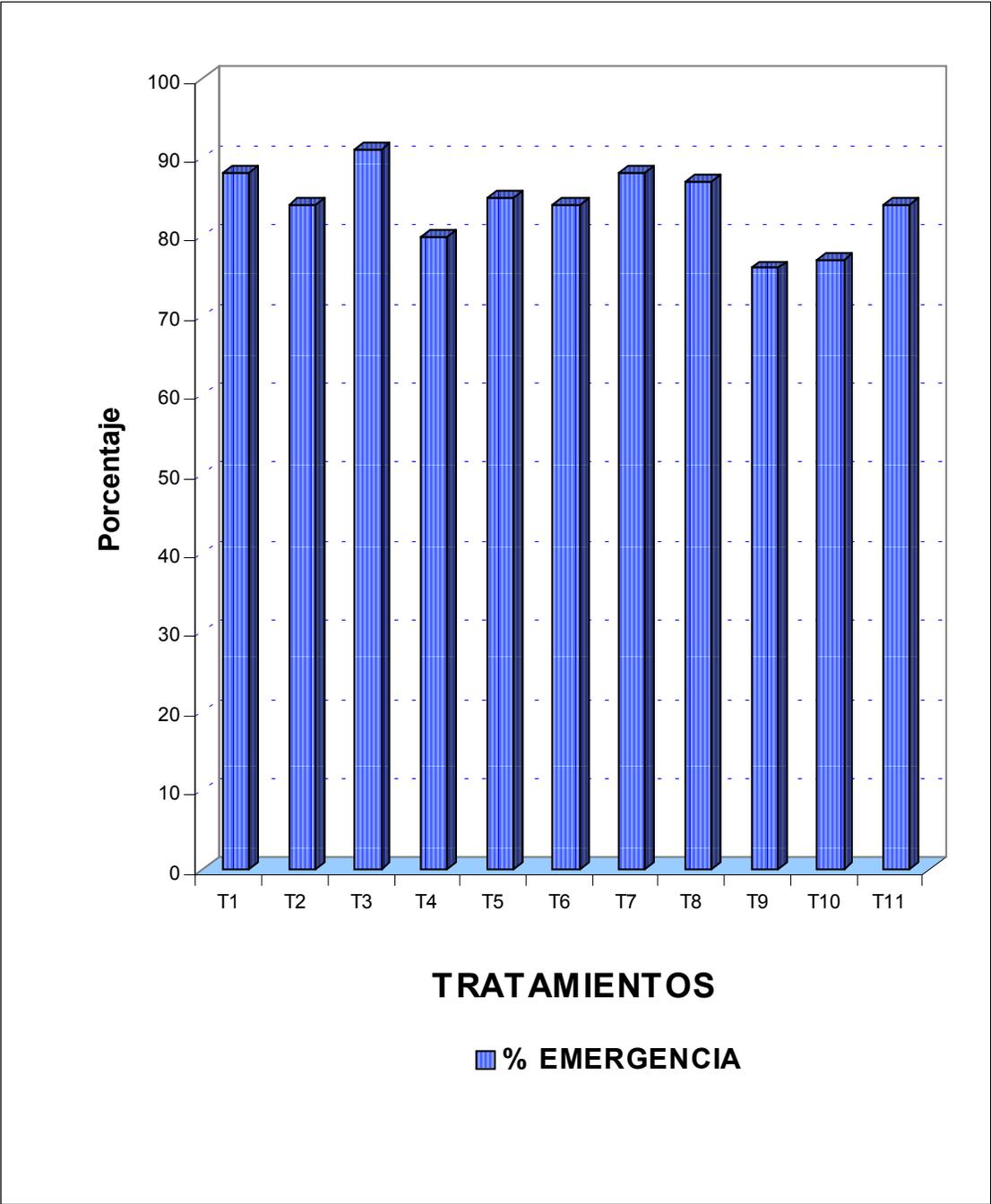


Figura 3 Representación gráfica de porcentaje de emergencia en plántulas de Brócoli var. Waltahm 29, al 80 día después de la siembra.

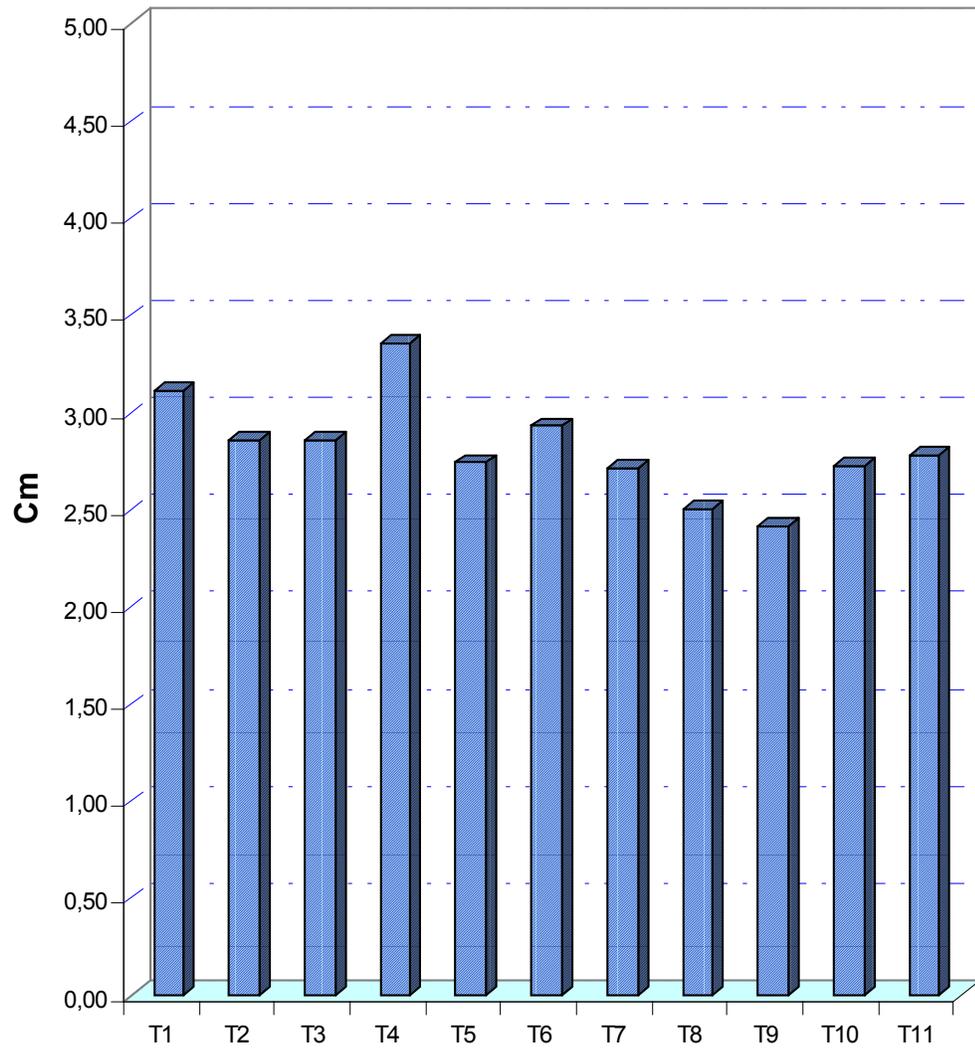
Altura de Plantas.

Esta variable fue evaluada durante tres fechas (a los 20, 25 y 30 días después de la siembra), aplicándose el ANVA respectivo.

Se puede observar el crecimiento de las plántulas de Brócoli en los diferentes tratamientos en las evaluaciones realizadas en las figuras 4, 5 y 6.

De acuerdo al ANVA obtenido (Apéndice, Cuadro 9), existen diferencias significativas entre los tratamientos, realizándose la prueba de comparación de medias (DMS) (Apéndice, Cuadro 16), para observar la igualdad y diferencia entre los tratamientos a los 20 días después de la siembra,

En la figura 4 se observa que a los 20 días después de la siembra, el Tratamiento T4 (Composta de Bagazo de Caña) es el que alcanza la mayor altura con 3.35 cm seguido de T1 (Composta de Paja de Trigo) con 3.11 cm, en comparación con T11 (Testigo), que alcanza una altura de 2.78 cm y T9 (Composta de Lirio Acuático) que presenta una altura de 2.41 cm. presentando un rezago en esta fecha con los demás tratamientos.



TRATAMIENTOS

■ ALTURA (cm)

Figura 4 Representación gráfica de altura promedio de Plántulas de Brócoli var. Waltahm 29, a los 20 días después de la siembra.

De acuerdo al ANVA obtenido (Apéndice, Cuadro 10), existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo que se realizó la comparación de medias (DMS), para determinar la igualdad y la diferencia entre los tratamientos, resultando que el tratamiento T3 y T4 (Composta de Bagazo de caña) fueron diferentes a los demás tratamientos, presentando la media mas alta y T8 (Composta de Residuos de cocina) , presentó la media mas baja, T1 (Composta de Paja de Trigo) y T10 (Composta de Lirio Acuático) fueron iguales.

La figura 5 nos muestra que después de 25 días de la siembra, el tratamiento T3 (Composta de Bagazo de Caña) alcanza ya una altura promedio de 4.08 cm.

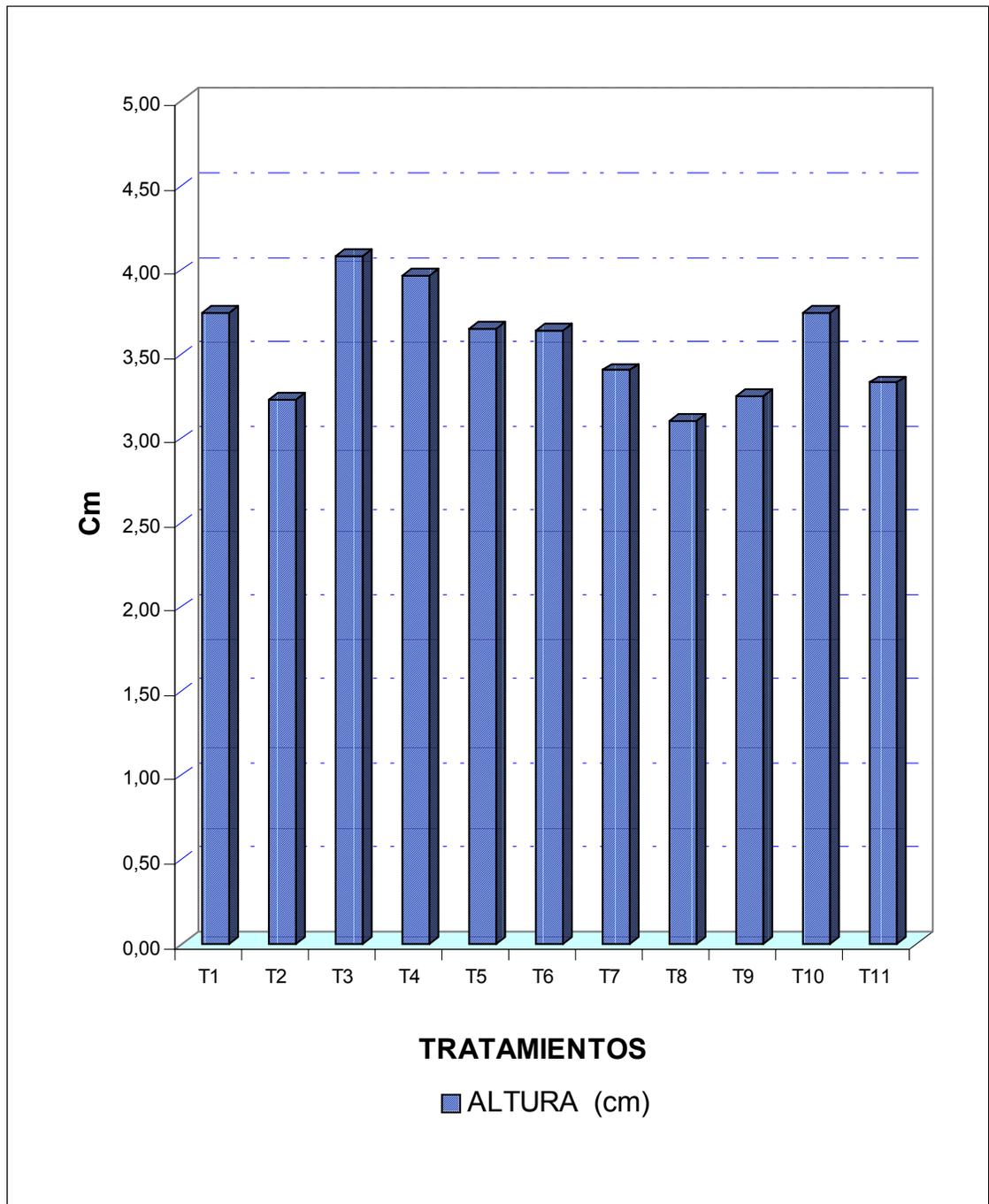


Figura 5 Representación gráfica de altura promedio de Plántulas de Brócoli var. Waltahm 29, a los 25 días después de la siembra.

En el ANVA obtenido para esta fecha (Apéndice, Cuadro 11), nos muestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se realizó la prueba de comparación de medias (DMS) (Apéndice, Cuadro 18), para obtener la diferencia e igualdad entre los tratamientos, así como obtener cual fue el tratamiento con el mejor comportamiento, resultando ser el tratamiento T3 (Composta de Bagazo de Caña), el que mejor comportamiento tuvo, T5 (Composta de Celulosa) y T7 (Composta de Residuos de comida) resultaron ser iguales entre sí.

Como se observa en la figura 6 a los 30 días después de la siembra los tratamientos que alcanzaron la máxima altura fueron T3 (Composta de Bagazo de Caña) y T1 (Composta de Paja de Trigo), cuya altura promedio fue de 4.86 y 4.82 cm respectivamente. De acuerdo a la U. of C.(1985) quien cita que la altura recomendada para la transplantar las plántulas de Brócoli es de 5 cm. aproximadamente.

Los resultados obtenidos en esta variable nos muestran que los sustratos de los tratamientos influyeron durante el crecimiento de las plántulas de Brócoli.

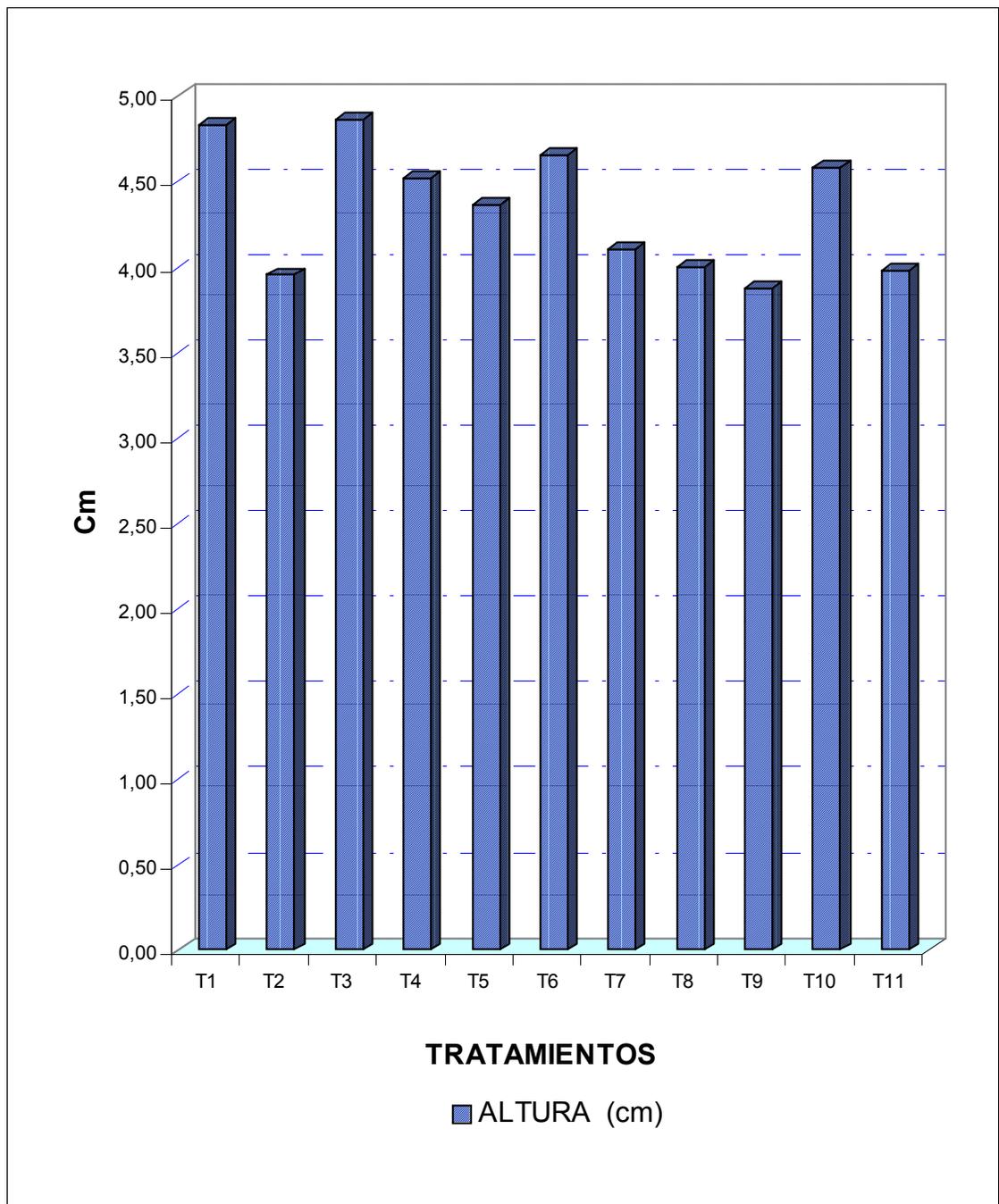
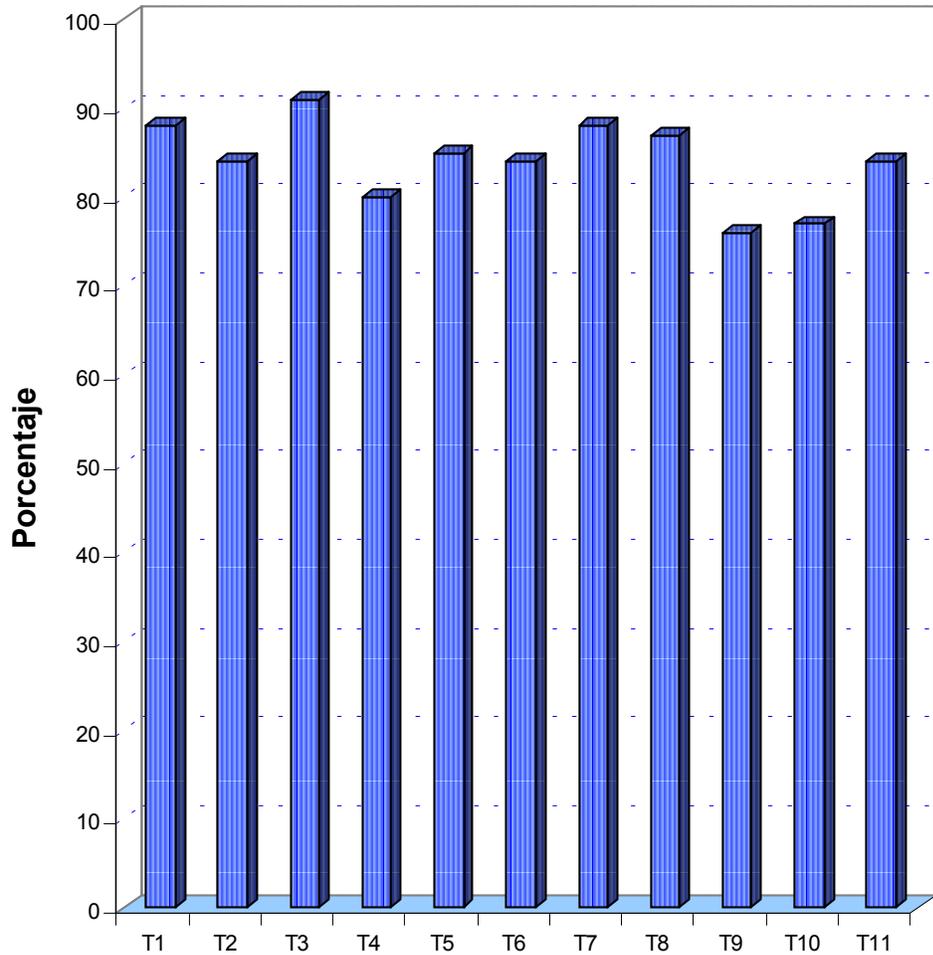


Figura 6 Representación gráfica de altura promedio de Plántulas de Brócoli var. Waltahm 29, a los 30 días después de la siembra.

Numero de hojas.

Esta variable fue evaluada durante las mismas fechas que para el caso de Altura de plántulas, realizándose el ANVA en la última evaluación, obteniéndose que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos (Apéndice, Cuadro 12). De acuerdo a esto se practicó la prueba de comparación de medias (DMS) para detectar cuales tratamientos son iguales y cuales diferentes, así como los tratamientos con el mejor comportamiento (Apéndice, Cuadro 19). Dicha prueba nos dio como resultado que T3 (Composta de Bagazo de caña) fue el tratamiento con mejor comportamiento.

En la figura 7, se puede observar el comportamiento de los tratamientos a los 30 días después de la siembra, destacando los tratamientos T3 (Composta de Bagazo de Caña) y T5 (Composta de Celulosa) que resultaron ser los que mostraron mejor respuesta, con 3.5 y 3.2 hojas en promedio, en comparación con el testigo T11, que fue de los tratamientos con más baja respuesta con 2.57 hojas en promedio.



TRATAMIENTOS

■ % EMERGENCIA

Figura 7 Representación gráfica del Número de hojas en plántulas de Brócoli var. Waltahm 29, a los 30 días después de la siembra.

CONCLUSIONES

- ✍ De los sustratos que se evaluaron el que mejor respuesta presentó para la generación de plántulas de Brócoli, fue el tratamiento T3 (Composta de Bagazo de Caña) cuyas características son, un contenido de materia orgánica del 40 %, relación C/N 23.2, Carbono Orgánico 23.25, ya que supera a los demás tratamientos en las características evaluadas, lo que se considera como el mejor tratamiento de la investigación.
- ✍ Basándose en los sustratos evaluados la primera hipótesis se acepta, ya que los sustratos en general presentaron un buen comportamiento en la producción de plántulas de Brócoli.
- ✍ La segunda Hipótesis planteada se rechaza, ya que hubo diferencias entre los sustratos y algunos de ellos fueron superados por el testigo, y no reunieron las características deseadas para la producción de plántulas de Brócoli de buena calidad.

- ✍ Es necesario utilizar este tipo de sustratos en cultivos de diferente ciclo y evaluarlos hasta el final de este para observar el comportamiento de los sustratos durante otras etapas de los cultivos.

- ✍ Se recomienda usar diferentes tipos de dosis de mezclas en los sustratos para tratar de mejorar su comportamiento.

- ✍ Así mismo se recomienda el estudio a mayor profundidad de la elaboración de compostas de materiales orgánicos y la modificación de los factores de fabricación de la misma; para evitar en lo posible el uso desmedido de tierra de monte y materiales orgánicos provenientes de los bosques; en viveros y jardines principalmente.

LITERATURA CITADA

- Abad. B.M. (1993). Sustratos. Características y propiedades. Curso superior de Especialización Sobre: cultivos sin suelo. FIPA. Almeira, España.
- Anzorena, M.J. 1994. Sustratos, Propiedades y Caracterización. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Arce, O. J. P. 1988. Evaluación de Tres Fechas de Siembra y Seis Niveles de Fertilización Nitrogenada. Tesis Profesional. I.T.E.S.M. Apodaca, N.L.
- Asgrow seed Co. 1980. Seed for today. Michigan, USA.
- Besnier Romero, Fernando. 1989. Semillas. Biología y Tecnología. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España.
- Brink, Nils. 1993. Composting of Food Waste, Paper and Milk Carton, an Cultivation in Ready Compost.

- Briz, I. J. M. 1991. Evaluación del Efecto de la Composta de basuras urbanas sobre características especiales de suelo y planta. Tesis Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México.
- Cruz, M. S. 1986. Abonos Orgánicos. UACH. Chapingo, México.
- Conovas, F. A., Hilgers, M., Jiménez, M. R., Mendizabal, V. M., Sanches, G. F. 1983. Tratado de Agricultura Ecológica. Cuadernos monográficos. Departamento de Ecología y Medio Ambiente. Instituto de Estudios Almerienses de la diputación de Almeria, España.
- Coronel, Albores, J. R. 1996. Elaboración de Compostas de Residuos Agrícolas y Evaluación de la calidad sobre el rendimiento del Cilantro (*Coriandrum sativum* L.) Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Dominguez, Sigala, J.A. 1993. Situación Actual y Perspectivas de la Producción y comercialización del Brócoli para Exportación en el Estado de Coahuila. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- ECOfronteras. 1998. Gestión ecológicamente racional de los desechos sólido. Revista Bimensual. ECOSUR. San Cristobal de las Casas, Chiapas, México.
- Edmon, O. B., T. L. Seen y E.S. Andrews. 1978. Principios de Horticultura. 3ª. Ed. Continental, México.

- Galloway, G. (1993). Manual de viveros forestales en la sierra Peruana. Proyecto FAO. INFOR. Holanda, Lima, Perú.
- Gonzalez, A., Sanches, A., San Martín E. 1995. Fundamentos Científicos De la Agroecología Mesicana. JC impresores, S. A. de C.V. México, D.F.
- Hartman, H. T. Y KESTER, D. E. 1987. Propagación de Plantas, principios y prácticas. Editorial Continental. México.
- Haug, R. T. 1993. Composting an Recycling Municipal Solid Waste. Editorial Lewis Publishers, CRC Press. Florida, USA.
- Limongelli, J. C. H. 1979. El repollo y otras Crucíferas de importancia en la huerta comercial. Edit. Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina.
- Maas, E. V. 1984. Crop Tolerance. California Agriculture. Vol. 38(10).
- Maurer, A. R. 1976. Response of Brócoli to five soil water regimens. Can. J: Plant. Sci. 56.
- Mesa. N.J. (1965). Semilla. Manual para el análisis de su calidad.
- Mizelle, W. O., Jr. 1986. Trumble. 1987. Biologically derived insecticides for use aginst beet armyworm. California agriculture. Nov. – Dec., 1987.
- Monroy, H. Oscar. Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos. AGT. Editor. S.A. México.

- Nieuwhof, M. 1969. Cole crops. World crop Books. Leonard hill Books, London.
- Pérez, López, Ma. Elenea. 1996. UBAMARI vista hispanoamericana de ciencia y tecnología. Instituto Tecnológico de Durango. Durango, México.
- Ontario, Ministry of agricultural an food. 1981. Vegetable production recommendations. Publication 363.
- Resh, H. M. (1982). Cultivos hidropónicos: nuevas técnicas de producción. 2ª. Edición . Ed. Mundi-prensa. Madrid, España.
- Splittstoesser, W. 1979. Vegetable growing Handbook. AVI Publishing Co., Inc. USA:
- Schnitman, Guillermo. 1992. ECO-AGRO Agricultura orgánica, Experiencias de cultivo ecológico en Argentina. Editorial Planeta Tierra S. A.I.C. Buenos Aires, Argentina.
- Thompson, H. C. and W. C. Kelly, 1957. Vegetable crops, Mc Graw – Hill, Book Co.
- Torres, R. E. 1984. Agrometeorología. Editorial Diana. México, D.F.
- Sholto, D. J. 1998, Hidroponia. Como cultivar sin tierra. Editorial BLUME. Barcelona, España.
- Valadez, L. A. 1997. Producción de hortalizas. 6ª Reimpresión. Ed. LIMUSA. México, D.F.

Ware, G. W. and J. P. McCollum. 1980. Producing vegetable crops. The interstate printers and publishers, Inc. Danville Illinois.

APENDICE.

Cuadro 6. ANVA para Emergencia, en plántulas de Brócoli al 4° día después de la siembra.

	FV	GL	SC	CM	F	Ft	
						.05	.01
TRAT.	10	356.045898	35.604591	1.9113	<i>NS</i>	2.16	2.98
ERROR	33	614.750000	18.628788				
TOTAL	43	970.795898					

C.V. 29.63 %

Cuadro 7. ANVA para Emergencia, en plántulas de Brócoli al 6° día después de la siembra.

	FV	GL	SC	CM	F	Ft	
						.05	.01
TRAT.		10	118.408203	11.84082	2.6269 *	2.16	2.98
ERROR		33	148.750000	4.507576			
TOTAL		43	267.158203				

C.V. 8.39 %

Cuadro 8 ANVA para Emergencia, en plántulas de Brócoli al 8° día después de la siembra.

	FV	GL	SC	CM	F	Ft	
						.05	.01
TRAT.		10	96.681641	9.668164	2.6205 *	2.16	2.98
ERROR		33	121.750000	3.689394			
TOTAL		43	218.431641				

C.V. 7.14 %

Cuadro 9 ANVA para Altura de Plántulas de Brócoli a los 20 días después de la siembra.

	FV	GL	SC	CM	F	Ft	
						.05	.01
TRAT.		10	3.020142	0.302014	2.2513 *	2.16	2.98
ERROR		33	4.426910	0.134149			
TOTAL		43	7.447052				

C.V. 12.98 %

Cuadro 10. ANVA para Altura de Plántulas de Brócoli a los 25 días después de la siembra.

	FV	GL	SC	CM	F		Ft
						.05	.01
TRAT.		10	4.222168	0.422217	3.9722 **	2.16	2.98
ERROR		33	3.507629	0.106292			
TOTAL		43	7.729797				

C.V. 9.19 %

Cuadro 11. ANVA para Altura de Plántulas de Brócoli a los 30 días después de la siembra.

	FV	GL	SC	CM	F		Ft
TRAT.		10	4.457397	0.545740	3.1317 **	2.16	2.98
ERROR		33	5.750671	0.174263			
TOTAL		43	11.208069				

C.V. 9.63 %

Cuadro 12 ANVA para Número de hojas en plántulas de Brócoli a los 30 días después de la Siembra.

	FV	GL	SC	CM	F		Ft
						.05	.01
TRAT.		10	3.015137	0.301514	4.5485 **	2.16	2.98
ERROR		33	2.187531	0.066289			
TOTAL		43	5.202667				

C.V. 8.80 %

Cuadro 13 Prueba de Medias DMS para Emergencia de plántulas de Brócoli al 4º día después de la siembra

Cuadro 14 Prueba de Medias DMS para Emergencia de plántulas de Brócoli al 6º día después de la siembra

	TRAT.	MEDIA	.05	.01
	1	27.5000	A	A
	8	27.0000	AB	A
	7	26.2500	ABC	A

NO SE HACE LA
COMPARACION DE MEDIAS
PORQUE NO EXISTEN
DIFERENCIAS
SIGNIFICATIVAS

6	26.2500	ABC	A
11	26.2500	ABC	A
5	26.0000	ABC	AB
2	25.7500	BCD	AB
3	24.2500	BCD	AB
10	23.5000	CD	AB
4	23.5000	CD	AB
9	22.0000	D	B
	DMS	3.055	4.105

Cuadro 15 Prueba de Medias DMS para Emergencia de plántulas de Brócoli al 8° día después de la siembra

Cuadro 16 Prueba de Medias DMS para Altura de plántulas a los 20 días después de la siembra.

TRAT.	MEDIA	.05	.01
3	29.2500	A	A
1	28.2500	AB	AB
7	28.0000	AB	ABC
8	27.7500	AB	ABCD
5	27.2500	ABC	ABCD
2	27.0000	ABCD	ABCD
6	27.0000	ABCD	ABCD
11	27.0000	ABCD	ABCD
4	25.5000	BCD	BCD
10	24.5000	CD	CD
9	24.2500	D	D
	DMS	2.764	3.714

TRAT.	MEDIA	.05	.01
1	3.3500	A	A
2	3.1125	AB	AB
3	3.0375	AB	AB
4	2.9250	ABC	AB
5	2.8500	ABC	AB
6	2.7750	BC	AB
7	2.7375	BC	AB
8	2.7250	BC	AB
9	2.6125	BC	B
10	2.5000	BC	B
11	2.4125	C	B
	DMS	0.527	0.708

Cuadro 17 Prueba de Medias DMS para Altura de plántulas a los 25 días después de la siembra.

Cuadro 18 Prueba de Medias DMS para Altura de plántulas a los 30 días después de la siembra.

TRA	MEDIA	.05	.01
T			
3	4.0750	A	A
4	3.9625	A	AB

TRAT	MEDIA	.05	.01
3	4.8625	A	A
1	4.8250	A	A

1	3.7375	AB	ABC	6	4.6500	AB	AB
10	3.7375	AB	ABC	10	4.5750	ABC	AB
5	3.6500	ABC	ABCD	4	4.5125	ABCD	AB
6	3.6375	ABCD	ABCD	5	4.3625	ABCDE	AB
7	3.4000	BCDE	BCD	7	4.1000	BCDE	AB
11	3.3250	BCDE	CD	8	4.0000	CDE	B
2	3.2250	CDE	CD	11	3.9750	CDE	B
9	3.1750	DE	CD	2	3.9500	DE	B
8	3.1000	E	D	9	3.8750	E	B
	DMS	0.4692	0.6300		DMS	0.600	0.807

Cuadro 19 Prueba de Medias DMS para Número de hojas a los 30 días después de la Siembra.

TRA	MEDIA	.05	.01
T			
3	3.5000	A	A
5	3.2000	AB	AB
10	3.0250	BC	ABC
1	3.0000	BC	BC
4	3.0000	BC	BC
9	2.9250	BCD	BC
7	2.8750	BCDE	BC
6	2.8250	CDE	BC
8	2.7000	CDE	C
11	2.5750	DE	C
2	2.5500	E	C
	DMS	0.3705	0.497

