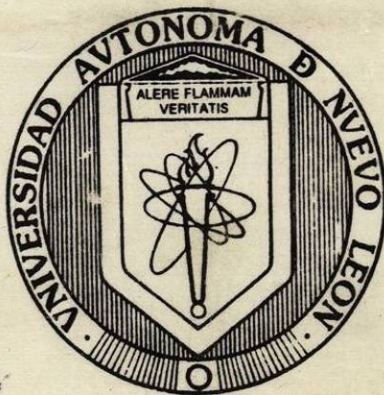


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



"PRODUCCION DE PLANTULAS DE CHILE SERRANO (*Capsicum annum L.*)  
VARIEDAD TAMPIQUEÑO 74 CON 4 FERTILIZANTES FOLIARES BAJO 3  
NIVELES EN CAJAS DE POLIESTIRENO Y CONDICIONES DE INVERNADERO"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA  
PRESENTA

ADRIANA GUTIERREZ DIEZ

MARIN, N.L.

FEBRERO DE 1993.

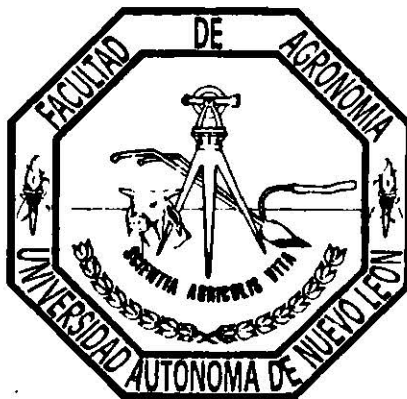
040.635  
1  
1993  
C.5

T  
SB353  
.C5  
G87  
c.1



1080061400

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**



"PRODUCCION DE PLANTULAS DE CHILE SERRANO (*Capsicum annum L.*)  
VARIEDAD TAMPIQUEÑO 74 CON 4 FERTILIZANTES FOLIARES BAJO 3  
NIVELES EN CAJAS DE POLIESTIRENO Y CONDICIONES DE INVERNADERO"

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA  
PRESENTA

**ADRIANA GUTIERREZ DIEZ**

**MARIN, N.L.**

**FEBRERO DE 1993.**

T  
5B351  
.C5  
987

040.638  
FA1  
1993  
C.5



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

F. TESIS



BU Raúl Rangel Fias  
UANL  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA

"Producción de plántulas de chile serrano (*Capsicum annum* L.)  
variedad Tampiqueño 74 con 4 fertilizantes foliares bajo 3  
niveles en cajas de poliestireno y condiciones de  
invernadero".

TESIS

ELABORADA POR:

ADRIANA GUTIERREZ DIEZ

ACEPTADA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

COMITE SUPERVISOR DE TESIS

Asesor principal

---

Ing. M.Sc. Fermín Montes Cavazos

Asesor auxiliar

Asesor auxiliar

---

Ph.D. Emilio Olivares Saenz

---

Dra. Elizabeth Cárdenas Cerda

**DEDICATORIA:**

A DIOS.

A MIS PADRES: Lic. Mario Gutiérrez Cázares y Sra.  
Ma. Soledad Díez de Gtz.

A MIS HERMANOS: Rosa, Marisol, Concha, Tere, Mario y  
Lucy.

A MIS TIOS: Sr. Constantino Alonso López y Sra. Ma.  
Teresa Alvarez de Alonso.

A MI NOVIO: Ing. Adalberto Lael Santana Belmares.

## AGRADECIMIENTOS:

Al Ing. M.Sc. Fermín Montes Cavazos por su asesoría para la realización de este trabajo,

A la Dra. Elizabeth Cárdenas Cerda por su ayuda en la revisión del escrito,

Al Ph.D. Emilio Olivares Saenz por su ayuda en la revisión del escrito,

Al Sr. Guillermo Zambrano de la Hacienda "La Escondida" por haber proporcionado el material para llevar a cabo este trabajo,

A todos los maestros que ayudaron a mi formación profesional,

A todos mis amigos y compañeros de clase y,

A todas aquellas personas que de una u otra manera participaron en la realización de este trabajo.



# INDICE

INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
1. Cajas de Poliestireno.....	3
2. Medios.....	4
2.1 Materiales.....	6
2.1.1 Turba.....	6
2.1.2 Musgo Esfagnífero.....	7
2.1.3 Aserrín y Corteza Desmenuzada.....	7
2.1.4 Arena y Grava.....	8
2.1.5 Arcilla.....	9
2.1.6 Vermiculita.....	9
2.1.7 Perlita.....	10
2.1.8 Agregados de Plástico Sintéticos....	11
2.1.9 Otros mMateriales.....	12
2.2 Mezclas.....	12
3. Fertilización.....	14
3.1 Macroelementos.....	14
3.1.1 Nitrógeno.....	15
3.1.2 Fósforo.....	17
3.1.3 Potasio.....	18
3.1.4 Calcio.....	18
3.1.5 Magnesio.....	19
3.1.6 Azufre.....	20
3.2 Microelementos	
3.2.1 Manganeso.....	21
3.2.2 Fierro.....	21
3.2.3 Boro.....	22
3.2.4 Cobre.....	22
3.2.5 Zinc.....	23

3.2.6 Molibdeno.....	23
3.3 Trabajos Realizados.....	24
4. Manejo.....	27
4.1 Esterilización del Substrato.....	27
4.1.1 Tratamiento con Calor.....	28
4.1.2 Tratamiento con Sustancias Químicas.....	29
4.2 Riegos.....	29
4.3 Salinidad.....	31
4.4 Enfermedades.....	32
4.5 Plagas.....	34
4.6 Acondicionamiento.....	34
4.7 Extracción y Transplante.....	37
MATERIALES Y METODOS.....	39
RESULTADOS Y DISCUSION.....	46
1. Resultados.....	46
1.1 Altura de Planta.....	46
1.2 Número de Hojas.....	50
1.3 Area Foliar.....	52
1.4 Peso Fresco Total.....	55
1.5 Peso Seco Total.....	57
1.6 Peso Fresco del Brote.....	62
1.7 Peso Seco del Brote.....	64
1.8 Peso Fresco de la Raíz.....	69
1.9 Peso Seco de la Raíz.....	71
2. Discusión.....	73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
BIBLIOGRAFIA.....	77

## INDICE DE TABLAS Y GRAFICAS

### Tablas

Tabla 1. Cuadrados medios y significancias de las variables.....	47
Tabla 2. Medias del factor dosis para la variable altura de planta (centímetros por planta).....	48
Tabla 3. Medias del factor fertilizantes para la variable altura de planta (centímetros por planta).....	48
Tabla 4. Medias del factor dosis de la variable número de hojas (hojas por planta).....	50
Tabla 5. Medias del factor fertilizantes en la variable número de hojas (hojas por planta).....	52
Tabla 6. Medias del factor dosis en la variable área foliar (cm <sup>2</sup> por planta).....	53
Tabla 7. Medias del factor fertilizantes en la variable área foliar (cm <sup>2</sup> por planta).....	53
Tabla 8. Medias del factor dosis de la variable peso fresco total (gramos por planta).....	55
Tabla 9. Medias del factor fertilizantes de la variable peso fresco total (gramos por planta).....	57

Tabla 10. Medias de la interacción (tratamientos) para la variable peso seco total (gramos por planta).....	58
Tabla 11. Medias del factor dosis para la variable peso seco total (gramos por planta).....	60
Tabla 12. Medias del factor fertilizantes para la variable peso seco total (gramos por planta)..	60
Tabla 13. Medias del factor dosis para la variable peso fresco del brote (gramos por planta).....	62
Tabla 14. Medias del factor fertilizantes para la variable peso fresco del brote (gramos por planta).....	64
Tabla 15. Medias de la interacción (tratamientos) de la variable peso seco del brote (gramos por planta).....	65
Tabla 16. Medias del factor dosis para la variable peso seco del brote (gramos por planta).....	67
Tabla 17. Medias del factor fertilizantes para la variable peso seco del brote (gramos por planta).....	67
Tabla 18. Medias del factor dosis para la variable peso fresco de la raíz (gramos por planta).....	69

Tabla 19. Medias del factor fertilizantes para la variable peso seco de la raíz (gramos por planta).....	71
--	----

### Gráficas

Gráfica 1. Comportamiento de las dosis y fertilizantes con respecto al testigo en la variable altura de planta.....	49
Gráfica 2. Comportamiento de las dosis y fertilizantes con respecto al testigo en la variable número de hojas.....	51
Gráfica 3. Comportamiento de las dosis y fertilizantes respecto al testigo de la variable área foliar.....	54
Gráfica 4. Comportamiento de las dosis y fertilizantes respecto al testigo en la variable peso fresco total.....	56
Gráfica 5. Comportamiento de la interacción (tratamientos) con respecto al testigo en la variable peso seco total.....	59
Gráfica 6. Comportamiento de las dosis y fertilizantes con respecto al testigo en la variable peso seco total.....	61

Gráfica 7. Comportamiento de las dosis y fertilizantes con respecto al testigo en la variable peso fresco del brote.....	63
Gráfica 8. Comportamiento de la interacción (tratamientos) con respecto al testigo en la variable peso seco del brote.....	66
Gráfica 9. Comportamiento de las dosis y fertilizantes con respecto al testigo en la variable peso seco del brote.....	68
Gráfica 10. Comportamiento de las dosis con respecto al testigo en la variable peso fresco de la raíz.....	70
Gráfica 11. Comportamiento de los fertilizantes con respecto al testigo para la variable peso seco de la raíz.....	72

## INTRODUCCION

En las zonas bajas del Estado de Nuevo León, los cultivos de chile se establecen comercialmente con plántulas que provienen de almácigos cubiertos con polietileno que se inician a fines de diciembre y principios de enero. La plántula producida es a raíz desnuda que aunque es barata tiene el inconveniente de presentar fallas al transplante (21), asimismo el cuidado de éstos almácigos requiere de gran cantidad de mano de obra y de insumos debido al control de malezas, plagas, enfermedades y labores de fertilización.

El uso de recipientes especiales para producir plántulas con cepellón, nos dan la posibilidad de eliminar el daño al transplante en los cultivos que comúnmente se siembran en almácigo además de producir plántulas de otros cultivos que en almácigos comunes no darían resultado como son: pepino, calabacita, melón, sandía, etc.

La utilización de charolas de poliestireno para la producción de plántulas de hortalizas son comunes desde hace muchos años en Sinaloa, Baja California y el Bajío y es además una práctica que permite mejor protección vegetal (2); al producirse en invernadero se puede controlar mejor la temperatura, riego, fertilización y se controlan mejor las plagas y enfermedades, lo anterior garantiza una mejor

germinación y la obtención de plántulas sanas y vigorosas además de un ahorro en semillas.

Las innumerables pérdidas económicas como consecuencia de la falta de plántulas de hortalizas sanas y vigorosas, de un método más rápido para obtenerlas y de la falta de información práctica útil al productor, motivó que se buscara una mejor forma de producción basado en la correcta utilización de fertilizantes foliares disponibles en el mercado para la obtención de plántulas de la calidad requerida; así los objetivos de este trabajo fueron: 1) Producción de plántulas vigorosas con cepellón adecuadas para el transplante, 2) Determinar el fertilizante foliar más apropiado para la producción de plántulas y 3) Determinar el nivel óptimo de fertilizante foliar.



## REVISION DE LITERATURA

### 1. Cajas de Poliestireno

El uso de cajas de transplante para la producción de vegetales se ha incrementado significativamente en los últimos años. El tipo y tamaño de las cajas disponibles así como su información de uso para propósitos particulares es escasa (17), sin embargo es conocido que el tamaño de la cavidad de la caja y el ambiente de producción afectan la calidad del transplante pudiendo modificar el crecimiento y productividad del cultivo en el campo (30).

Las cavidades de dimensiones pequeñas con respecto a los tamaños grandes reducen el costo de propagación y permiten un mejor manejo de las cajas y transporte de las plántulas al transplante; sin embargo producen plántulas más pequeñas que las producidas en cavidades grandes (14). En general el diámetro del tallo, peso de la planta y área foliar de plántulas de calabaza se incrementaron al incrementar el tamaño de la cavidad (17).

Nicklow y Saire citados por Weston y Zandstra (30) observaron que plántulas de tomate en cavidades grandes presentaron más hojas y una tasa mayor de crecimiento después del transplante, citan además que Knavel, Romshe y Westover

reportaron una producción más temprana en campo que las plántulas de cavidades pequeñas. Weston (29) trabajando específicamente con 5 tamaños de cavidades (5.6, 18.8, 15.4, 30.7 y 39.5 cm<sup>3</sup>), encontró que aquellas contenidas en cavidades de 39.5 cm<sup>3</sup> tuvieron el mayor peso, área foliar y peso seco además de que produjeron más temprano en campo que aquellas plántulas de las cavidades más pequeñas.

En el mercado existen cajas de 124, 200, 300 y 390 cavidades, mientras mayor sea el número de cavidades por caja el volumen de la cavidad es menor; las cajas de 124 cavidades se utilizan en plántulas grandes como las de calabaza y la sandía, las de 200 cavidades son las más usadas sobre todo para producir plántulas de chile y tomate, y las de 300 y 390 cavidades se utilizan en cultivos como brócoli y repollo.

## 2. Medios

Uno de los principales componentes en la producción de plántulas en recipientes, es el substrato ya que es aquí donde se lleva a cabo la germinación de la semilla, desarrollo radicular y crecimiento de la plántula hasta que esta lista para ser llevada a campo.

El substrato necesita ser lo suficientemente macizo y denso para mantener las semillas en su lugar durante la

germinación, es decir su volumen debe mantenerse constante seco o mojado; debe retener suficiente humedad para no tener que regarlo con demasiada frecuencia, ser lo suficientemente poroso de manera que escurra el agua excesiva permitiendo una aereación adecuada, estar libre de semillas de malezas, de nemátodos y de diversos patógenos, tener un nivel bajo de salinidad y poder ser esterilizado con vapor o sustancias químicas sin que sufra efectos nocivos (10).

La relación entre cantidad de agua y solutos es muy importante en la producción de plántulas; la salinidad no depende sólo de la cantidad de sales que están presentes, está relacionada directamente con la cantidad de agua. Una reducción en el 50% de la cantidad de agua duplicará la concentración de sales, sin embargo sólo algunos iones como el potasio y el nitrato responden de esta manera (10). En el substrato es necesario una baja concentración de sal, ya que muchos cultivos son sensibles a la salinidad durante la germinación y estado de plántula (25).

La porosidad total y el volumen de aire están relacionados a el radio y grado de los componentes del substrato. El grado de compactación del substrato es otro aspecto importante, el principal efecto de una alta compactación es una reducción en la porosidad total y por lo tanto una reducción en la cantidad de agua disponible, así se incrementa la cantidad de substrato y de nutrientes solubles

resultando un incremento en los solutos. La capacidad de intercambio catiónico es uno de los mecanismos importantes que ayudan a regular el abastecimiento de ciertos nutrientes como  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{Na}^+$  y normalmente se incrementa con el pH (10).

## 2.1 Materiales

### 2.1.1 Turba

Es el material más utilizado, se usa sólo o en combinación con otros materiales. En estado natural es deficiente en los principales nutrientes pero en combinación con suelos minerales tiene la ventaja de tener una alta capacidad de intercambio catiónico (10). Esta formada por restos de vegetación acuática, de pantanos o de marismas que han sido conservados debajo del agua en estado de descomposición parcial (15).

Las diferencias entre los tipos de turba esta en función de las variaciones del clima de cada localidad, de las especies de plantas que la forman, de su estado de descomposición, contenido de minerales y del grado de acidez (15). Desafortunadamente no existe un método aceptado a nivel mundial para la clasificación de la turba y su terminología, cada país tiene un sistema propio de clasificación.

La turba cuando se usa como tal no es un producto uniforme y puede ser fuente de semillas de malezas, insectos e inóculos de enfermedades; por lo que debe esterilizarse junto con los otros componentes del substrato de cultivo (15).

### 2.1.2 Musgo Esfagnífero

El musgo esfagnífero comercial es el producto deshidratado de residuos jóvenes o porciones vivientes de plantas de pantano ácidos del género *Sphagnum* (*S. papillosum*, *S. capillaceum* y *S. palustre*). Es relativamente estéril, ligero y tiene una gran capacidad de retención del agua, siendo capaz de absorber de 10 a 20 veces su propio peso en agua. Contiene cantidades muy pequeñas de minerales, por lo que es necesario agregar nutrientes. Tiene un pH alrededor de 3.5 a 4 y contiene alguna sustancia o sustancias fungistáticas específicas que inhiben el desarrollo del ahogamiento en las plántulas que germinan en el mismo (15).

### 2.1.3 Aserrín y Corteza Desmenuzada

La corteza desmenuzada, el aserrín y virutas de madera de diversas especies de maderas duras pueden usarse como componentes en las mezclas de cultivo y propagación, sirviendo en gran parte igual que el musgo turboso (15). Este material

presenta dos problemas cuando son utilizados en cualquier proporción en el substrato y son: a) deficiencia de nitrógeno y b) producción de sustancias tóxicas para las plantas. Tanto el aserrín como la corteza tienen una gran cantidad de carbón y solamente pequeñas cantidades de nitrógeno, la composición aproximada es de 50% de carbono y de 0.1% de nitrógeno; la corteza tiene ligeramente más nitrógeno que el aserrín (10).

#### 2.1.4 Arena y Grava

Son usadas como la base del substrato, son usualmente utilizadas en una mezcla con turba con el propósito de cambiar las propiedades físicas, como por ejemplo la densidad aparente y la retención de agua; están libres de arcillas y carbonatos de calcio y no tienen efecto sobre las características químicas del substrato (10); la arena prácticamente no contiene minerales ni capacidad de amortiguamiento químico (15).

El punto más importante en la selección de la arena, es que esté libre de carbonatos ya que estos influyen en el pH del substrato que causa un desorden nutricional porque afecta la disponibilidad de nutrientes menores; ejemplo de lo anterior lo constituye el hecho de que plántulas de tomate germinadas en un substrato de turba y arena que contenía carbonatos, mostraron muerte de los puntos de crecimiento a

los 10 días de la germinación, siendo este un síntoma de la deficiencia de boro (10).

#### 2.1.5 Arcilla

Es utilizada algunas veces, su propósito es incrementar la capacidad buffer o resistencia a cambios en los niveles de los nutrientes; tiene una capacidad de intercambio catiónico alta pero cuando se usa con turba como componente principal del substrato su función es regular la demanda de fósforo y de elementos menores. Existe una reducción en el espacio poroso y en el drenaje del agua porque existe una reducción en el tamaño del poro si se usa más del 10% del volumen de arcilla, al igual que la arena es importante que no contenga carbonatos (10).

#### 2.1.6 Vermiculita

Es un silicato de aluminio-fierro-magnesio que tiene una alta porosidad y buena relación aire-agua (10). Es muy liviana con una densidad de 90 a 150  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , de reacción neutra con buenas propiedades de amortiguamiento químico e insoluble en agua, puede absorber grandes cantidades de agua (400 a 500  $\text{cm}^3/\text{dm}^3$ ; tiene una capacidad relativamente alta de intercambio catiónico y así puede mantener nutrientes en

reserva y después liberarlos (15).

La vermiculita hortícola se clasifica en 4 tamaños: partículas de 5 a 8 mm de diámetro, de 2 a 3 mm de diámetro, de 1 a 2 mm de diámetro y partículas de 0.75 a 1 mm de diámetro (10). La vermiculita contiene suficiente magnesio, de 9 a 12% y potasio, de 5 a 8% para proveer a las plantas, así que substratos que contienen vermiculita requieren menos de estos minerales en el fertilizante base (10 y 15).

#### 2.1.7 Perlita

Es un silicato de aluminio de origen volcánico y se extrae de escurrimientos de lava . Tiene una densidad que va de 80 a 130  $\text{kg.m}^{-3}$ , la alta temperatura de procesamiento proporciona un producto estéril, para usos hortícolas se utilizan partículas de 1.6 a 3 mm de diámetro. Absorbe de 3 a 4 veces su peso en agua; en esencia es neutra, con un pH de 6 a 8 pero sin capacidad de amortiguamiento químico, no tiene capacidad de intercambio catiónico y no contiene nutrientes minerales (15).

Un substrato con una alta proporción de perlita tiene esencialmente un buen drenaje y no retiene mucha agua, la cantidad de agua disponible depende del grado del material usado (10), es muy útil para aumentar la aireación de las



mezclas (15). White y Mastalerz, citados por Bunt (10), encontraron valores de agua disponible del 34% para perlita y 59% para turba, el contenido de agua para mezclas de perlita-turba se incrementó cuando el contenido de perlita disminuyó y el de turba aumentó.

#### 2.1.8 Agregados de Plásticos Sintéticos

Estos materiales se usan especialmente en Europa como sustitutos de la arena o de la perlita (15). Las hojuelas de poliestireno expandido no absorben agua, cuando se usan en algunos substratos, tienen el efecto de reducir la cantidad de agua retenida y así mejorar la aireación del substrato. Usualmente se mezcla con turba y la cantidad de poliestireno o turba se ajusta al tipo de plantas, este material no contiene nutrientes y tampoco absorbe o retiene algún fertilizante (10), son químicamente neutras y no se pudren (15), sin embargo substratos hechos con este material no pueden ser esterilizados a vapor ni con esterilizantes químicos (10).

La espuma de urea-formaldehído consiste en partículas esponjosas que tienen gran capacidad para retener agua y contiene hasta un 30% de nitrógeno que se va liberando poco a poco en un período de varios años (15). Mezclas que contienen partículas de poliestireno crean problemas al productor ya que este tiene una baja densidad y retención de humedad, la

densidad del suelo seco es más baja en mezclas con poliestireno que en combinaciones con perlita aunque la diferencia no es muy grande (5).

#### 2.1.9 Otros Materiales

Se han utilizado otros materiales que sirven como substrato o medio y que proporcionan el soporte a las plántulas hasta que estas alcanzan el vigor y la resistencia necesaria para soportar el transplante. Entre estos materiales están el bagazo de caña, cascarilla o paja de arroz, bagazo de coco y cascarilla de cacahuete (2).

#### 2.2 Mezclas

A causa de las diferentes cantidades de los materiales que forman las mezclas, no existe un procedimiento común en cuanto a su preparación y proporción de los materiales. Se puede decir que existe una amplia variedad de mezclas, por lo general en cada país existe una formulación diferente.

En Estados Unidos se desarrollaron las mezclas para macetas UC, debido a que se basan en materiales uniformes, generalmente disponibles y que no requieren preparación previa (15). Los componentes básicos de las mezclas UC son: 75% del

volumen de turba de musgo esfagnífero, 25% de arena fina y diferentes mezclas de fertilizantes. El fertilizante I (D), contiene por metro cúbico de substrato 0.15 kg de nitrato de potasio, 0.15 kg de sulfato de potasio, 1.2 kg de superfosfato, 3 kg de dolomita y 2.4 kg de carbonato de calcio dando una concentración de nutrientes de  $20 \text{ mg.l}^{-1}$  de N,  $95 \text{ mg.l}^{-1}$  de P y  $123 \text{ mg.l}^{-1}$  de K. El fertilizante II (D), contiene por metro cúbico 1.5 kg de pezuña y cuerno, 0.15 kg de nitrato de potasio, 0.15 kg de sulfato de potasio, 1.2 kg de superfosfato, 3 kg de dolomita y 1.2 kg de carbonato de calcio; esto proporciona rangos de nutrientes de  $20 \text{ mg.l}^{-1}$  de N mineral,  $195 \text{ mg.l}^{-1}$  de N orgánico,  $95 \text{ mg.l}^{-1}$  de P y  $123 \text{ mg.l}^{-1}$  de K (10).

El substrato UC E, es todo de turba y los fertilizantes pueden ser usados en 2 rangos, el fertilizante I (E) contiene: 0.2 kg de nitrato de potasio, 0.6 kg de superfosfato, 1.5 kg de dolomita y 3 kg de carbonato de calcio; las concentraciones de los nutrientes son  $26 \text{ mg.l}^{-1}$  de N,  $48 \text{ mg.l}^{-1}$  de P y  $76 \text{ mg.l}^{-1}$  de K. El fertilizante II (E) contiene por metro cúbico de substrato: 1.5 kg de pezuñas y cuerno, 0.2 kg de nitrato de potasio, 0.6 kg de superfosfato, 1.5 kg de dolomita y 3 kg de carbonato de calcio; los nutrientes que proporciona son:  $26 \text{ mg.l}^{-1}$  de N mineral,  $195 \text{ mg.l}^{-1}$  de N orgánico,  $48 \text{ mg.l}^{-1}$  de P y  $76 \text{ mg.l}^{-1}$  de K. Para estos substratos no se recomienda la adición de microelementos (10).

Las mezclas Cornell Peat-Lite son suelos artificiales usados principalmente para la germinación de semillas (15). Los componentes son livianos, uniformes y fácilmente obtenibles con características físicas y químicas apropiadas para el crecimiento de las plantas; estas mezclas han dado excelentes resultados y existen disponibles muchas preparaciones comerciales listas para usarse (15). Los niveles de fertilizantes de las mezclas varían ligeramente dependiendo del tipo de planta, fertilización líquida y fertilizantes de lenta liberación que se utilicen. El substrato Peat-Lite A contiene 50% de turba de musgo y 50% de vermiculita; a esto se le adiciona por metro cúbico de substrato: 0.9 kg de nitrato de calcio o potasio, 0.6 kg de superfosfato, 3 kg de tierra de piedra cálcica y 0.07 kg de FTE No. 503 (elementos menores), esto proporciona  $117 \text{ mg.l}^{-1}$  de N,  $48 \text{ mg.l}^{-1}$  de P y  $340 \text{ mg.l}^{-1}$  de K. En el substrato Peat-Lite B la vermiculita es reemplazada por perlita, los fertilizantes son los mismos excepto que solamente puede ser usado nitrato de potasio y la cantidad de superfosfato debe duplicarse. El análisis de elementos menores de ambos substratos es de 3% de B, 3% de Cu, 18% de Fe, 7.5% de Mn, 17% de Zn y 0.2% de Mo (10).

### 3. Fertilización

Durante la producción de plántulas es necesario abastecer las cantidades adecuadas de N, P y K, sin embargo, dichas

cantidades difieren en cada cultivo (19). La determinación de la mejor formulación para la solución de los nutrientes debe contribuir al desarrollo de plántulas vigorosas para el trasplante lo cual es un prerequisite para un exitoso trasplante y una óptima producción vegetal (28). Plántulas fertilizadas adecuadamente con N, P y K producen más tempranamente y en su totalidad que aquellas fertilizadas con cantidades mínimas de estos nutrientes (30).

### 3.1 Macroelementos

#### 3.1.1 Nitrógeno

El nitrógeno juega un papel importante en la formación de muchos compuestos elaborados en las plantas, forma parte de la molécula de todas las proteínas y enzimas, de la clorofila "a" y de la clorofila "b", de ciertos ácidos del núcleo y de ciertas hormonas (13). Una deficiencia se traduce en una palidez gradual que se extiende de las hojas maduras a las más jóvenes (3), el contenido de clorofila es relativamente bajo absorbiéndose cantidades relativamente bajas de luz y los carbohidratos elaborados son muy pocos resultando en un crecimiento y rendimiento bajo (13).

Para obtener una utilización más efectiva de nitrógeno, deben estar presentes otros nutrientes esenciales como fósforo

(P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg). Las plantas absorben nitrógeno en grandes cantidades durante los primeros estados de crecimiento y, puede ser trasladado más tarde para usarse en nuevos centros de crecimiento. La capacidad de las plantas jóvenes para absorber y almacenar nitrógeno es importante en los estados de fructificación cuando la reserva de nitrógeno es traslocada de las partes vegetativas de la planta a los órganos de reproducción o almacenamiento, este hecho enfatiza la importancia de un adecuado abastecimiento de nitrógeno en la planta joven durante el período de rápido crecimiento (4).

Masson, Tremblay y Gosselin (18), reportaron que con altos rangos de fertilización con nitrógeno se incrementó el peso seco de brotes en apio, lechuga, brócoli y tomate. En tomate, dosis de  $400 \text{ mg.l}^{-1}$  de N incrementaron en un 38% el peso seco de los brotes comparado con dosis de  $100 \text{ mg.l}^{-1}$ , sin embargo estos mismos incrementos disminuyeron el porcentaje de materia seca de brotes, mostrándose los porcentajes más bajos con los niveles más altos de fertilización nitrogenada; una respuesta similar fue observada en Chile. Asimismo, encontraron un incremento del 16% en el peso seco de la raíz con dosis de  $400 \text{ mg.l}^{-1}$  en relación con las dosis de  $100 \text{ mg.l}^{-1}$ , por último bajo condiciones de luz natural y con rangos de 300 a  $400 \text{ mg.l}^{-1}$  de N optimizaron el crecimiento de plántulas.

No obstante, otro aspecto a considerar es el no sobrefertilizar las plántulas ya que se ha observado que cuando existe un exceso de nitrógeno la fase vegetativa se efectúa rápidamente, hay un rápido desarrollo de tallos y hojas grandes de color verde oscuro conteniendo gran cantidad de clorofila que absorbe cantidades relativamente altas de luz y elaboran grandes cantidades de carbohidratos que se utilizan en la formación de células de tallos, hojas y raíces absorbentes (13). Por otro lado se ha observado que plántulas sobrefertilizadas con N incrementan su succulencia y se rompen fácilmente cuando se transplantan (18).

### 3.1.2 Fósforo

Es esencial para la fotosíntesis y respiración, para la división celular y las transformaciones azúcar-almidón en las plantas, forma parte de los ácidos nucleicos, fosfolípidos, de las coenzimas NAD y NADP y es parte integral de la molécula de ATP. En los tejidos meristemáticos se encuentra en cantidades considerables; intervienen en la fotosíntesis, glucólisis, respiración y síntesis de ácidos grasos a través de las coenzimas (3).

Las plantas necesitan fósforo urgentemente en la germinación, estado de plántula y estado de reproducción. En las plantas jóvenes el fósforo es más abundante en los tejidos

que en los puntos de crecimiento; promueve el desarrollo radicular, incrementa la resistencia a las enfermedades, mejora la resistencia a la sequía y a altas temperaturas y mejora el vigor de las plántulas (6). Narayanan y Balakrishna (22) estudiando el efecto del fósforo en el sistema radicular de 14 especies reportaron que la longitud de las raíces primarias y secundarias se incrementaron, mientras que las de las raíces terciarias decrecieron. Una deficiencia se manifiesta en hojas jóvenes mediante un color verde oscuro o grisáceo (3).

### 3.1.3 Potasio

El papel del potasio sobre las plantas no es aún bien conocido aunque se sabe que intervienen en los procesos de respiración, fotosíntesis, síntesis de clorofila y es esencial como activador enzimático. Se encuentra en las regiones meristemáticas de la planta; su deficiencia repercute en un crecimiento lento de las plantas, el tallo es débil, las semillas o los frutos se arrugan y disminuye la resistencia a enfermedades (3).

### 3.1.4 Calcio

Es necesario para la formación del pectato de calcio que



junto con el pectato de magnesio mantiene unidas las cadenas de celulosa en la formación de la pared celular, por lo tanto, en plantas sanas en rápido crecimiento son necesarias grandes cantidades de calcio para el meristemo de las raíces, los tallos y el cambium (13); está también relacionado a la síntesis de proteínas por su incremento sobre la asimilación de nitrógeno nítrico y se asocia con la actividad de ciertos sistemas enzimáticos (27).

El calcio es relativamente inmóvil en la planta, así las hojas jóvenes muestran los síntomas de deficiencia antes que las hojas viejas (13); una deficiencia se manifiesta en la falta de desarrollo de los brotes terminales de las plantas, lo mismo puede decirse de los tejidos apicales de las raíces, como resultado el crecimiento de las plantas cesa en ausencia de un adecuado suministro de este elemento (27).

### 3.1.5 Magnesio

Es el centro de la molécula de la clorofila "a" y "b", y es parte de la molécula de pectato de magnesio, así es necesario para la fotosíntesis y para la división celular (13); se requiere para la actuación de muchas enzimas relacionadas con el metabolismo de los hidratos de carbono y es muy importante en el llamado ciclo del ácido cítrico de importancia en la respiración celular (27).

El síntoma sobresaliente de la deficiencia es la pérdida de clorofila de los tejidos entre las nervaduras, las áreas intervasculares cambian de verde oscuro a verde pálido y de este a amarillo pero las nervaduras permanecen verdes, este cambio se inicia en los ápices y avanza gradualmente al centro de la hoja. Las hojas viejas muestran primero los síntomas, debido al poco contenido de clorofila hay poca absorción de luz y una actividad fotosintética baja, los tejidos tienen un bajo contenido de azúcares y almidón, las paredes celulares son delgadas, el tejido vigorizante tiene escaso desarrollo y las raíces son pequeñas y escasas (13).

### 3.1.6 Azufre

Es parte de la molécula de glicina un aminoácido esencial y de la vitamina B<sub>1</sub> la coenzima para la respiración; es necesario para la formación de nuevo protoplasma y nuevas células, para el mantenimiento y reparación de los tejidos y para la formación de clorofila (13). Una deficiencia tiene un marcado efecto al retardar el crecimiento de la planta y se caracteriza por plantas uniformemente cloróticas (27).

## 3.2 Microelementos

### 3.2.1 Manganeso

El papel del manganeso no es aún conocido (13), recientemente se la han atribuido funciones en ciertos procesos fotoquímicos como la reacción de Hill (27). En deficiencias de este elemento, las áreas intervenales de las hojas jóvenes se vuelven verde pálido y amarillas pero las nervaduras se mantienen verdes (13); el manganeso es requerido solamente en pequeñas cantidades y en grandes cantidades es frecuentemente tóxico (27).

### 3.2.2 Fierro

Su papel en el crecimiento de la planta y sus síntomas de deficiencia son muy semejantes al manganeso (13). Tiene funciones específicas en la activación de varios sistemas meristemáticos, su carencia perjudica al mecanismo de producción de clorofila ya que se ha observado que el contenido de clorofila se relaciona con un suministro continuo de hierro, se cree está asociado con la síntesis de proteína cloroplástica. Una deficiencia se muestra primero en las hojas jóvenes de las plantas, presentan una clorosis intervenal que progresa rápidamente sobre la hoja entera (27).

### 3.2.3 Boro

Su papel fisiológico es desconocido pero parece ser necesario para la división celular, para el desarrollo del floema y para el transporte de ciertas hormonas (13). Se cree que tiene influencia en el desarrollo de las células por el control que ejerce en la formación de los polisacáridos en ausencia de cantidades adecuadas la laminilla intermedia de las nuevas células tiene un escaso desarrollo y los tubos del floema se descomponen; al no efectuarse una rápida división celular los meristemas son profundamente afectados, las yemas vegetativas no desarrollan, las hojas son pequeñas y deformes y las partes más jóvenes de la planta muestran primero los síntomas de deficiencia (27).

### 3.2.4 Cobre

Es un constituyente esencial de ciertas enzimas oxidantes (oxidasa del ácido ascórbico) puesto que una deficiencia provoca áreas intervenales de las hojas color amarillas, es necesario para la formación de clorofila (13). Se ha dicho que puede ser uno de los metales relacionados con la reacción de la luz en las plantas. Al igual que en el fierro y el manganeso las cantidades de cobre presentes en una planta en relación a las cantidades de otros metales pesados son quizás de mayor importancia en el funcionamiento correcto de la

planta que la cantidad absoluta de cobre; se han señalado deficiencias de cobre en numerosas plantas aunque es más frecuente entre cultivos que crecen en suelos de turba, en muchos cultivos hortícolas las hojas pierden turgencia (27).

### 3.2.5 Zinc

Es necesario para la formación del triptófano el precursor del ácido indolacético que da a las paredes celulares la habilidad de dilatarse, así parece ser necesario para la elongación celular (13); es un metal activador de enzimas como enolasa, aldolasa, lecitinasa, cisteína desulfhidrasa, almidrasa carbónica e istidina de aminasa. Los síntomas de deficiencia empiezan por las hojas jóvenes iniciándose con una clorosis intervenal y seguida con una reducción del crecimiento de los brotes; el zinc es tóxico para las plantas en ciertas cantidades aunque sean pequeñas, su concentración en las plantas en relación a los otros metales pesados es de mayor importancia que las cantidades absolutas (27).

### 3.2.6 Molibdeno

Es esencial para la reducción de los nitratos en las hojas (13 y 27) y probablemente también en los puntos de

crecimiento (13), es parte de un sistema enzimático que cambia los nitratos en compuestos amoniacales en la formación de aminoácidos (13 y 27). En una deficiencia los nitratos tienden a acumularse en los tejidos, además de que provoca bajas cantidades de glucosa, fructuosa, almidón, ácido glutámico y ácido ascórbico y grandes cantidades de fósforo inorgánico (13). Se han señalado deficiencias para tomates y otras hortalizas, siendo los síntomas diferentes en cada cultivo pero observándose primero como regla general una clorosis intervenal (13 y 27).

### 3.3 Trabajos Relacionados

Los regímenes más altos de N-P-K han estado generalmente asociados a un crecimiento vigoroso de la plántula. En experimentos realizados por Dufault en 1986 y citados por Melton y Dufault (19), cambios en los rangos de N de 10 a 250  $\text{mg.l}^{-1}$  y en el P de 5 a 25  $\text{mg.l}^{-1}$  incrementaron el crecimiento de brotes y raíces en plántulas de melón de 27 días, incrementos en el K de 10 a 250  $\text{mg.l}^{-1}$  aumentó también el crecimiento de brotes.

Asimismo Weston y Zandstra citados por Melton y Dufault (19), reportan que cambios en las cantidades de N de 400  $\text{mg.l}^{-1}$  y de P de 30  $\text{mg.l}^{-1}$  incrementaron el tamaño en plántulas de tomate; similarmente citan que Tremblay *et al.*,

poliestireno bajo 3 niveles de fertilización y 3 frecuencias de aplicación.

La frecuencia de la fertilización depende de la concentración de los nutrientes en la solución utilizada y debe iniciarse generalmente cuando la plántula muestra sus primeras hojas verdaderas.

Melton y Dufault (19) utilizando combinaciones factoriales de N, P y K, iniciaron las aplicaciones cuando las plántulas presentaron el primer y segundo par de hojas verdaderas con una frecuencia de 3 veces por semana ; por su parte, Marr y Jirak (16) usaron una frecuencia de aspersion por medio de mist de 5 segundos cada 6 a 12 minutos de una solución de fertilizantes cuya fórmula es: 20N-8.6P-16.6K. Utilizando ésta misma fórmula, Weston y Zandstra (30) fertilizaron semanalmente a una dosis de  $2.7 \text{ gr.l}^{-1}$  cuando aparecieron las hojas verdaderas.

Bigurra (9) inició la aplicación de tratamientos a los 11 días de emergidas las plántulas cuando las primeras hojas verdaderas tenían una cuarta parte de la longitud de las hojas cotiledonales; aplicando Tricel-20 observó que en frecuencias de aplicación de cada tercer día obtuvo buena respuesta en altura final, peso seco del sistema radicular, peso seco total, relación entre el peso seco del sistema radicular y peso seco total, relación entre el peso seco del brote y peso

establecen que dosis de  $350 \text{ mg.l}^{-1}$  de N aumentaron el crecimiento de plántulas de brócoli, lechuga, chile, y apio pero se disminuye el crecimiento radicular; mientras que un incremento en el P de 5 a  $125 \text{ mg.l}^{-1}$  incrementó el crecimiento de brotes con un cambio significativo en el crecimiento radicular y, rangos de K de  $200 \text{ mg.l}^{-1}$  produjeron los pesos secos más altos de brotes en brócoli y chile que aquellos rangos de 50 ó  $300 \text{ mg.l}^{-1}$ .

Melton y Dufault (19), trabajando en la producción de plántulas de tomate de alta calidad consignan que utilizando soluciones de nutrientes que contenían al menos  $225 \text{ mg.l}^{-1}$  de N,  $45 \text{ mg.l}^{-1}$  de P y  $25 \text{ mg.l}^{-1}$  de K; así como otros rangos de N, P y K, el N presentó la mayor variación en peso de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, área foliar, total de clorofila, peso fresco de brotes y raíz mientras que el P sólo presentó un porcentaje pequeño de la variación total en peso de la planta, diámetro de tallo, número de hojas, área foliar y peso fresco de brotes; el K no tuvo influencia significativa en el crecimiento de las variables medidas.

En la misma especie, Bigurra (9) concluye que la dosis de  $0.7 \text{ gr.l}^{-1}$  de Tricel-20 (20-20-20 + 0.35 S + 0.3 Ca + 0.7 Mg + 0.13 Fe + 0.1 Zn + 0.1 Mn + 0.07 Cu + 0.0015 Mo + 0.5 B + 0.001 ác. giberélico), promovió una buena repuesta en la altura final, número final de hojas, peso seco del brote y cobertura en la producción de plántulas en cajas de



seco del sistema radicular además de que redujo el daño por damping-off. Con frecuencias de aplicación diarias se indujo una respuesta buena en la altura final, peso seco del brote, peso seco total, cobertura y color del follaje; cita además que la fertilización debe hacerse en el agua de riego, pero de manera uniforme para que todos contengan aproximadamente la misma cantidad de fertilizante y agua tomando en cuenta de que el riego no debe sobrepasar la capacidad de retención del medio o sustrato.

#### 4. Manejo

Proporcionarle a las plántulas las condiciones físicas y nutricionales es esencial ya que algún error durante este estado causado por un mal manejo como es la esterilización tóxica del sustrato, salinidad o problemas nutricionales se presentará evidentemente durante el desarrollo de la planta (10).

##### 4.1 Esterilización del Sustrato

La mayoría de los materiales que se utilizan como sustratos o como componentes para la preparación de estos necesitan de esterilización; dichos materiales pueden contener semillas de malezas, nemátodos y diversos hongos y bacterias

que son dañinas a los tejidos vegetales. Para eliminar a todos estos patógenos los materiales pueden calentarse o tratarse con sustancias químicas.

#### 4.1.1 Tratamiento con Calor

Aunque se usa el término esterilización, lo más correcto es pasteurización ya que los procesos de calentamiento recomendados no matan a los organismos. Por lo general la pasteurización de los medios de crecimiento con vapor es preferible a la fumigación con productos químicos, después de este tratamiento es posible usar el substrato más pronto. Aunque el vapor no es selectivo de las plagas, es mucho menos peligroso que los fumigantes químicos, tanto para las plantas como para los operadores, además de que puede usarse en substratos fríos y mojados (15).

Independientemente del substrato, éste debe someterse a tratamiento de vapor de agua; un procedimiento es colocar en un tambo de 200 litros, 15 a 20 litros de agua, inmediatamente arriba se coloca un soporte de varilla o alambón que sostendrá una tela o malla tipo mosquitero, el tambor se cubre en la parte superior y en la inferior se enciende un mechero o quemador de gas o petróleo o en último caso de leña u otro material combustible. El tratamiento de vapor es barato y altamente efectivo (2).

Otro método que se utiliza para esterilizar el substrato es la mezcla de aire con vapor (vapor aireado) en proporción de 4.1 a 1 por volumen, obteniendo una temperatura de 60 grados centígrados, ésta temperatura no mata a muchas de las semillas de malezas pero si se mantiene por 30 minutos y el substrato está húmedo elimina la mayoría de las bacterias y hongos patógenos. Para pasteurizar cantidades de hasta 0.4 m<sup>3</sup> se pueden usar calentadores eléctricos (15).

#### 4.1.2 Tratamiento con Sustancias Químicas

La fumigación con sustancias químicas mata organismos sin alterar sus características físicas y químicas al grado que ocurre con los tratamientos con calor. Para obtener resultados satisfactorios las mezclas deben de estar húmedas (entre el 40 y 80% de su capacidad de campo) y a temperaturas de 18 a 24 grados centígrados, después de la fumigación hay que dejar transcurrir de 2 días a 2 semanas dependiendo del material. Entre las sustancias químicas que se utilizan para fumigar las mezclas se encuentran: formaldehído, cloropicrina, bromuro de metilo y mezclas de bromuro de metilo más cloropicrina (15).

#### 4.2 Riegos

Para obtener buenos resultados, el contenido total de

sales solubles en el agua no debe de exceder de 1400 ppm (aproximadamente 2 mmhos por cm). El agua que contiene una alta proporción de sodio respecto al calcio y magnesio puede afectar adversamente las propiedades físicas y tasa de absorción de los suelos y substratos y no deben de usarse para el riego. Las aguas duras contienen cantidades relativamente grandes de calcio y magnesio (bicarbonatos y sulfatos) y forman depósitos, el agua suave rica en sodio es tóxica para los tejidos vegetales (15).

La cantidad de agua y frecuencia del riego depende del substrato utilizado, temperatura, especie cultivada y de si las cajas se encuentran a la intemperie, o bien, protegidas dentro de un invernadero. Generalmente el riego se hace 2 veces al día (2, 30 y 31) y se puede aprovechar para la aplicación de fungicidas y nutrientes (2). En plántulas de tomate una vez que se han sembrado las cajas y son colocadas en el invernadero se procede a dar el primer riego para posteriormente con los riegos subsecuentes tratar de mantener las cajas en un rango de 1 a 2 kg dependiendo de cuanto se quiera acelerar o retardar el crecimiento de las plántulas (8).

La aplicación del agua de riego puede ser mediante la utilización de regaderas manuales, mochilas aspersoras o bien aplicación de una niebla uniforme a través de boquillas no obturables (9).

### 4.3 Salinidad

La excesiva salinidad formada por la solución de nutrientes que se aplican usualmente en cada irrigación y la salinidad natural del agua de riego, pueden incrementar la salinidad del substrato y el pH y reducir el crecimiento de las plantas (12). La sobrefertilización produce síntomas de salinidad con rapidez, empezando con el marchitamiento del follaje y de las puntas así como quemaduras de los márgenes de las hojas (15).

En diferentes experimentos llevados a cabo por Melton y Dufault (19 y 20) y por Tremblay, Yelle y Gosselin (28), los pH's de las soluciones nutritivas fueron ajustados a un rango entre 6.5 y 7 utilizando KOH, NaOH y  $H_2SO_4$  según fuera necesario. Masson, Tremblay y Gosselin (18) por su parte durante el desarrollo del experimento lavaron el substrato donde se desarrollaban las plántulas una vez por semana con agua potable para prevenir un incremento en la salinidad del substrato, estas mismas medidas fueron tomadas por Melton y Dufault y por Tremblay, Yelle y Gosselin (19 y 28).

Para impedir la acumulación de sales, periódicamente se deben de lixiviar con agua las cajas; si el agua contiene 25 ppm la lixiviación debe hacerse cada 12 semanas, para 500 ppm cada 6 semanas y para 1000 ppm cada 3 semanas (15). El riego con agua destilada es utilizado algunas veces a nivel

experimental (12).

#### 4.4 Enfermedades

El ahogamiento de las plántulas, comúnmente se denomina damping-off y es causada por hongos del suelo (26). El damping-off es un problema que se presenta en los almácigos y que en ocasiones provoca daños hasta del 100% y si se utiliza planta infectada se incrementa la infestación de los terrenos y la pérdida de plantas con la consecuente reducción de los rendimientos y calidad de la producción (7). En muchas ocasiones el bajo índice de germinación de semilla o la pobre emergencia de plántulas se debe a infecciones que produce el ahogamiento durante la etapa de pre-emergencia (1).

Esta enfermedad es causada por un complejo de hongos: *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* y *Fusarium* (2), sin embargo al parecer *Pythium* es la causa más importante de las fases de pre-emergencia y de post-emergencia del ahogamiento (1). Cuando las semillas son atacadas por la enfermedad, se ablandan, empardecen, contraen y finalmente se desintegran; esto es difícil de observar y los síntomas de la enfermedad se limitan sólo a la baja población de plántulas (1).

Los tejidos de las plántulas jóvenes pueden ser atacados en cualquier punto, la infección inicial toma la apariencia de

una mancha aguanosa y ligeramente ennegrecida, la zona infectada se extiende con rapidez, las células invadidas se colapsan y la plántula es invadida por el hongo y muere antes de que emerjan las plántulas, esta fase se denomina ahogamiento de pre-emergencia (1).

Las plántulas que ya han emergido casi siempre son atacadas a nivel de sus raíces y en ocasiones a nivel de la línea del suelo. El hongo penetra fácilmente a los tejidos suculentos de la plántula e invade y mata a las células con gran rapidez; las zonas invadidas se vuelven aguanosas y decoloradas y las células se colapsan en poco tiempo. La porción basal de la plántula es mucho más delgada y blanda que las porciones superiores aún invadidas lo cual hace que pierda firmeza y soporte no pudiendo sostener a la parte localizada por arriba de ella, dando como resultado que la plántula caiga al suelo, a esta fase se le denomina ahogamiento de post-emergencia (1).

La enfermedad puede controlarse en invernadero mediante la esterilización del substrato ya sea con calor o con compuestos químicos y mediante el uso de semillas tratadas con estos compuestos (1 y 11). Para la esterilización del substrato se puede utilizar formol al 1% (24), los compuestos químicos que se utilizan con frecuencia para el tratamiento de la semilla son: cloranil, thiram, captán, diclone, ferbam y diazoben (1 y 26). En ocasiones el tratamiento de la semilla

se continua por la aspersión de las plántulas con ziram, cloranil, captán, compuestos químicos solubles y ethazol que es un fungicida sistémico que se utiliza también para el tratamiento de semillas (1).

#### 4.5 Plagas

Los daños por insectos se registran por trozadores, minador de la hoja, gusano alfiler y mosquita blanca que se combaten aplicando Folidol, Celatón y Ambush respectivamente (9). La aplicación de insecticidas se hace con un equipo independiente del sistema de riego y fertilización para evitar problemas de contaminación del agua y compatibilidad de productos químicos (8).

#### 4.6 Acondicionamiento

Dufault citado por Masson, Tremblay y Gosselin (23) afirma que son requeridas características específicas para disminuir el shock del transplante y obtener producciones máximas en la cosecha; Liptay *et al*, citados también por Masson, Tremblay y Gosselin, reportaron que el diámetro del tallo de las plántulas de tomate es un indicador de su vigor y que la acumulación de reservas de los tallos promueve la fructificación temprana. Las estrategias tradicionales para



minimizar el shock del transplante y promover la toma de nutrientes por las plántulas de tomate, involucran la modificación del ambiente del suelo donde se desarrollan las raíces o rizosfera (31). La mayoría de los trabajos que evalúan tratamientos de acondicionamiento de plántulas son llevados a cabo con tomate.

Dufault citado por Widders (31) afirma que una alternativa estratégica para facilitar un rápido crecimiento de la raíz y establecimiento de la plántula en el campo es aumentar el contenido de nutrientes en las plántulas de tomate antes del transplante; si las raíces existentes se dañan durante el transplante, nuevas raíces crecen aceleradas por la disponibilidad de energía asimilada y por los nutrientes minerales que se acumularon en los brotes. Tiessen y Carolus citados por Widders (31), reportaron que concentraciones de N y P soluble en tejidos de los brotes declinaron significativamente durante los primeros días después del transplante, estos elementos tienden a ser movilizados de los tejidos de los tallos y hojas y son usados en la iniciación y desarrollo de la raíz.

Widders (31), fertilizó plántulas de tomate cultivadas en un régimen bajo de nutrientes minerales 10 días antes de transplantar a campo reportando que soluciones altas de N (16 y 18 mM) promovieron un crecimiento acelerado de la plántula, los rangos más altos de crecimiento se dieron durante los 5

días después de estar en el campo y un incremento en la acumulación neta de N y P en el brote se dió enseguida del transplante a campo. Los tratamientos de pre-transplante con P no mostraron respuesta de crecimiento del brote, sin embargo los rangos tomados de este y su acumulación fueron aumentados por el N y P de los tratamientos de pre-transplante, así la iniciación y crecimiento de la raíz pudieron haber sido estimulados.

Melton y Dufault (20), experimentaron con bajas temperaturas y diferentes dosis de N y P durante 2 años basándose en la hipótesis de que las producciones tempranas y durante el año pueden mejorarse usando un acondicionamiento nutricional de pre-transplante, en donde las plántulas son acondicionadas nutricionalmente durante su producción en invernadero para habilitarlas a una mejor tolerancia al stress del transplante y aumentar las producciones tempranas. En los 2 años la solución que contenía  $200 \text{ mg.l}^{-1}$  de N incrementó el crecimiento de la plántula pero el crecimiento en campo no fue el mismo; en el primer año la dosis de  $200 \text{ mg.l}^{-1}$  de N mostró un incremento mientras que en el segundo año fue la dosis de  $100 \text{ mg.l}^{-1}$  de N la que lo mostró, en los 2 años no hubo respuesta en campo para los tratamientos de P; la exposición a las bajas temperaturas no afectó a las producciones tempranas en campo o en su calidad (20).

En el estado de Morelos, las plántulas permanecen cuatro

semanas cubiertas a media sombra y una más expuestas a pleno sol permitiéndole esto adquirir mayor fortaleza para soportar el cambio; la mayor dosis de luminosidad favorece la fotosíntesis y el fortalecimiento de los tejidos vegetales (2).

#### 4.7 Extracción y Transplante

En plántulas de chile de almácigos comunes, la extracción y transplante se llevan a cabo cuando estas tienen una altura entre 15 y 20 cm, ocurriendo esto generalmente entre los 60 y 70 días después de la siembra (21).

Las plántulas de tomate en cajas están en condiciones de transplante después de 30 días (2 y 8). Las plántulas se sacan de las cajas incluyendo el cepellón con el sistema radical intacto, colocándose en cajas para su transporte y planteo en el campo. El transplante se lleva a cabo como en todos los cultivos, si es de forma manual con tierra venida se van haciendo orificios a lo largo del surco depositando una plántula en cada orificio que se acomoda y se compacta el suelo a su alrededor.

El rendimiento que se consigue con máquinas transplantadoras es de 1,500 a 2,000 o más plántulas por operario y hora. Las partes fundamentales de una máquina

transplantadora son: reja abre surco, recipiente de plántulas, discos de alimentación, asientos bajos para los operarios y rodillos compresores. Las plántulas son colocadas por el operario con las raíces hacia el exterior y la parte aérea hacia el centro del disco, estos giran en el sentido de avance y dejan la planta en el surco ligeramente inclinada hacia atrás encargándose los rodillos compresores de que quede derecha (23).

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en un invernadero de polietileno construido en las instalaciones de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. en Marín, N.L. para este fin. Se sembraron 60 cajas de poliestireno de 200 cavidades cada una utilizando como medio una preparación comercial de peat-moss cuyo nombre comercial es Lambert. Cada caja se relleno con la mezcla previamente humedecida colocando luego 2 semillas por punto de chile serrano (*Capsicum annum* L) variedad tampiqueño 74 para posteriormente cubrirse con una capa delgada del mismo medio; una vez que se sembraron todas las cajas, se apilaron y cubrieron con un plástico para conservar la humedad y aumentar la temperatura ayudando así a una rápida germinación. La siembra se realizó el 19 de septiembre de 1991.

Las cajas se revisaron diariamente con el objeto de revisar la germinación, emergencia y contenido de humedad de las mismas. A los 7 días de la siembra, la emergencia en todas las cajas era casi completa, se acomodaron éstas en estructuras de acero; a partir de aquí se dió un riego diario aplicando  $1 \text{ gr.l}^{-1}$  de Captán al agua de riego para prevenir la incidencia de enfermedades; los riegos se aplicaron con regaderas manuales. Una semana después de que se aplicó el primer riego, se llevó a cabo al aclareo y replante ya que durante la siembra algunas semillas quedaron a mayor

profundidad y por lo tanto no emergieron; se dejó una plántula por punto y en los espacios vacíos se reemplazó la plántula. Se seleccionaron las cajas que presentaron mayor uniformidad marcándose de acuerdo al tratamiento y repetición que les correspondía.

Para formar los tratamientos se usaron 4 fertilizantes foliares comerciales cada uno bajo 3 dosis, los fertilizantes foliares usados fueron: Grofol 20-30-10, Tricel 20, Greenzit y Nitrofoska; en base a una dosis media de  $0.7 \text{ gr.l}^{-1}$  de Tricel 20 reportada por Bigurra (9) como la mejor en plántula de tomate, una baja de  $0.3 \text{ gr.l}^{-1}$  y una alta de  $1.1 \text{ gr.l}^{-1}$  de este mismo producto y a la concentración de fósforo de cada fertilizante se ajustaron las dosis para los demás productos no cumpliéndose esto para Greenzit y quedando los tratamientos como sigue:

Grofol 20-30-10	-	T <sub>1</sub> : $0.20 \text{ gr.l}^{-1}$
		T <sub>2</sub> : $0.46 \text{ gr.l}^{-1}$
		T <sub>3</sub> : $0.73 \text{ gr.l}^{-1}$

Tricel 20	-	T <sub>4</sub> : $0.30 \text{ gr.l}^{-1}$
		T <sub>5</sub> : $0.70 \text{ gr.l}^{-1}$
		T <sub>6</sub> : $1.10 \text{ gr.l}^{-1}$

Greenzit	-	T <sub>7</sub> : $0.24 \text{ ccl}^{-1}$
		T <sub>8</sub> : $0.56 \text{ ccl}^{-1}$
		T <sub>9</sub> : $0.88 \text{ ccl}^{-1}$

Nitrofoska	T10: 0.40 ccl <sup>-1</sup>
	T11: 0.93 ccl <sup>-1</sup>
	T12: 1.46 ccl <sup>-1</sup>

T13: Testigo

la composición de cada uno de los fertilizantes foliares es: Grofol 20-30-10: 20% de N total, 30% de P disponible, 10% de K, 480 ppm de azufre, 250 ppm de fierro, 250 ppm de zinc, 125 ppm de manganeso, 65 ppm de calcio, 65 ppm de magnesio, 65 ppm de cobre, 65 ppm de boro, 12 ppm de cobalto, 6 ppm de molibdeno y 12 ppm de fitohormonas; para Tricel 20: 20% de N, 20% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 20% de K<sub>2</sub>O, 14.4 gr.kg<sup>-1</sup> de azufre, 0.08 gr.kg<sup>-1</sup> de calcio, 1 gr.kg<sup>-1</sup> de fierro, 1.5 gr.kg<sup>-1</sup> de zinc, 0.4 gr.kg<sup>-1</sup> de manganeso, 0.2 gr.kg<sup>-1</sup> de cobre, 0.03 gr.kg<sup>-1</sup> de molibdeno, 0.6 gr.kg<sup>-1</sup> de boro y 10 ppm de ácido giberélico; para Greenzit: 25 gr.l<sup>-1</sup> de N, 25 gr.l<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 25 gr.l<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 30 gr.l<sup>-1</sup> de EDTA FeNa (3.9 gr.l<sup>-1</sup> de metal), 30 gr.l<sup>-1</sup> de EDTA ZnNa<sub>2</sub> (4.4 gr.l<sup>-1</sup> de metal), 30 gr.l<sup>-1</sup> de EDTA MnNa<sub>2</sub> (3.9 gr.l<sup>-1</sup> de metal) y 15 gr.l<sup>-1</sup> de EDTA CuNa<sub>2</sub> (2.13 gr.l<sup>-1</sup> de metal) y para Nitrofoska: 5% de N, 15% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 5% de K<sub>2</sub>O, 0.2% de MgO, 15 ppm de boro, 10 ppm de manganeso, 20 ppm de cobre, 3 ppm de zinc, 2 ppm de cobalto, 20 ppm de fierro y 10 ppm de molibdeno. El testigo consistió en la aplicación sólo de agua.

El pesado de los fertilizantes sólidos se hizo con una balanza granataria mientras que la medición de los fertilizantes líquidos se hizo utilizando una jeringa de 3 cc para cada fertilizante.

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 4 X 3 con 4 repeticiones cuyo modelo es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}$$

y en donde:

$\mu$  = media general

$A_i$  = efecto del nivel  $i$  del factor A (fertilizantes)

$B_j$  = efecto del nivel  $j$  del factor B (dosis)

$AB_{ij}$  = efecto de la interacción entre los niveles  $i$  y  $j$  de los factores A y B

$E_{ijk}$  = error experimental

La comparación de medias se llevó a cabo por el método de Tukey utilizando un nivel de significancia del 0.05 para proporcionar un rango más amplio de interpretación. El testigo fue utilizado sólo de manera comparativa.

El arreglo de los tratamientos en las repeticiones quedó de la siguiente manera:

R <sub>I</sub>	:	8	7	13	11	3	6	9	2	12	4	10	1	5
R <sub>II</sub>	:	4	9	11	10	2	12	3	7	8	6	13	5	1
R <sub>III</sub>	:	2	9	3	13	8	12	4	7	1	6	10	11	5
R <sub>IV</sub>	:	1	13	3	2	7	4	6	11	9	12	5	10	8



La aplicación de los tratamientos se inició el 7 de octubre a las 2 semanas y media de la siembra cuando las plántulas presentaban las primeras hojas verdaderas y tenían una altura promedio de 2.7 cm. Las aplicaciones se hicieron cada 3 días en el agua de riego utilizando regaderas manuales, se dieron riegos diarios utilizando aproximadamente 1 litro de agua por caja y aplicando  $1\text{gr.l}^{-1}$  de Captán; la aplicación de fungicida finalizó el 31 de octubre en la novena aplicación y en las últimas aplicaciones de los tratamientos solamente se regó con agua. Las aplicaciones de los tratamientos finalizaron el 15 de noviembre siendo un total de 14 aplicaciones.

Se tomaron datos de altura y número de hojas de cada 10 plántulas de la parcela útil a partir de la primera aplicación de tratamientos. A 5 días de haber terminado las aplicaciones de los tratamientos y 2 meses después de la siembra se evaluó la altura final de las plántulas, número de hojas, área foliar, peso fresco total, peso fresco del brote y de la raíz y posteriormente se evaluó el peso seco total y el peso seco del brote y raíz. Para la determinación de la altura, número de hojas y área foliar se tomaron muestras de 10 plántulas de la parcela útil y para la determinación de los pesos fresco y seco fueron tomadas muestras de 20 plántulas.

Para considerar a la parcela útil se eliminaron las 2 filas de cavidades de cada lado de las cajas quedando una población de 96 plántulas por parcela útil. Durante todo el

tiempo que duró el experimento, se hizo una sola aplicación preventiva de insecticida Endosulfán el 27 de octubre cuando las plántulas tenían un mes de emergidas.

Para tomar la altura de la plántula se utilizó una cinta métrica de 1 m, la altura se considero a partir de la base del cuello del tallo.

Para determinar el número de hojas por plántula se contaron aquellas hojas verdaderas que estaban totalmente formadas.

La determinación del área foliar se hizo mediante el integrador de área foliar Li-Cor 3000.

La determinación del peso fresco tanto de la raíz como del brote se hizo en una balanza granataria. Para determinar el peso fresco se procedió a extraer las plántulas a las cuales se les eliminó el cepellón lavando la raíz y dejándolas escurrir para posteriormente cortar a la altura de la base del cuello y proceder a pesar tanto la raíz como el brote.

Para la determinación del peso seco de raíces y brotes, se secaron las plántulas en la estufa para pesarse posteriormente en una balanza analítica.

El peso total de la planta tanto fresco como seco se

consideró sumando el peso de cada uno de los brotes y las raíces de las plántulas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. Resultados

En la Tabla 1 se muestran los cuadrados medios obtenidos en los análisis de varianza de las variables que se estudiaron así como la significancia de los factores (dosis y fertilizantes) y de la interacción.

#### 1.1 Altura de planta

Para esta variable solamente los factores fueron altamente significativos (Tabla 1). El comportamiento de las medias tanto para las dosis como para los fertilizantes pueden observarse en la Gráfica 1. Para las dosis, la mejor media correspondió a la dosis alta mientras que la peor dosis fue la baja (Tabla 2). Para los fertilizantes el mejor comportamiento lo presentó Tricel 20 y el peor Nitrofoska sin embargo fue estadísticamente igual a Greenzit (Tabla 3).

Tabla 1. Cuadrados medios y significancias de las variables.

Variables	Fuente de variación			Error
	A	B	AB	
AP	76.2239**	168.7939**	1.1031NS	3.0463
NH	46.5687**	41.0722**	7.1140NS	5.3478
AF	482.1275**	370.4316**	14.5143NS	32.9684
PFT	0.8752**	1.4290**	0.0963NS	0.0737
PST	0.0192**	0.0424**	0.0029*	0.0011
PFB	0.7114**	0.9267**	0.0681NS	0.0297
PSB	0.0144**	0.0335**	0.0014*	0.0004
PFR	0.0227NS	0.0681*	0.0182NS	0.0155
PSR	0.0011**	0.0006NS	0.0004NS	0.0002

donde:

A = fertilizantes

B = dosis

AB = interacción

AP = altura de planta

PFB = peso fresco del brote

NH = número de hojas

PSB = peso seco del brote

AF = área foliar

PFR = peso fresco de raíz

PFT = peso fresco total

PSR = peso seco de raíz

PST = peso seco total

Tabla 2. Medias del factor dosis para la variable altura de planta (centímetros por planta).

Tratamiento	Media
3 dosis alta	21.7500 A
2 dosis media	18.7344 B
1 dosis baja	15.2594 C

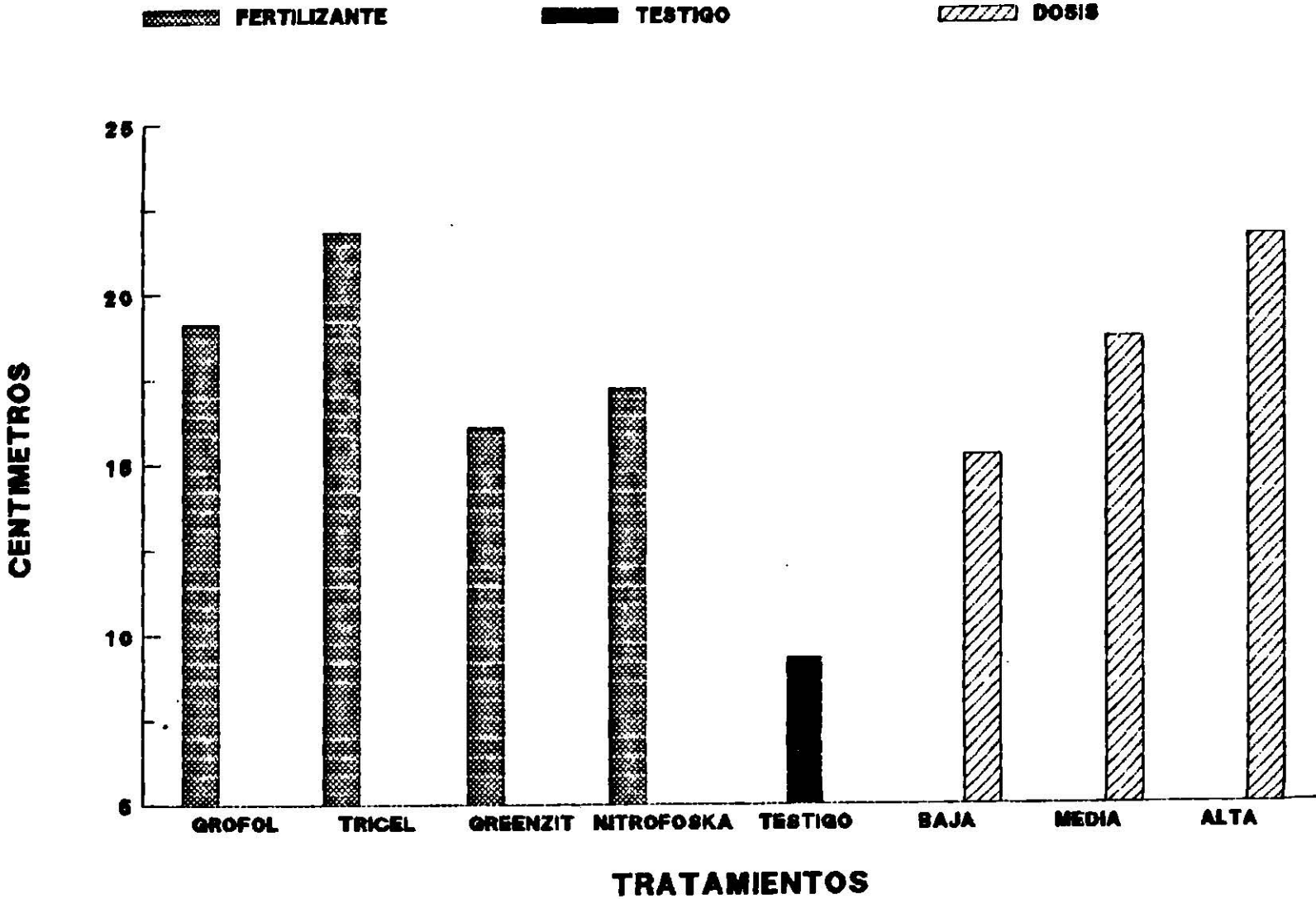
Tukey = 1.5097

Tabla 3. Medias del factor fertilizantes para la variable altura de planta (centímetros por planta).

Tratamiento	Media
2 Tricel 20	21.8375 A
1 Grofol 20-30-10	19.1833 B
4 Nitrofoska	17.2208 C
3 Greenzit	16.0833 C

Tukey = 1.9196

## ALTURA DE PLANTA



Gráfica 1. Comportamiento de las dosis y fertilizantes con respecto al testigo en la variable altura de planta.

## 1.2 Número de Hojas

Al igual que en altura de planta, los factores presentaron diferencias significativas (Tabla 1). En la Gráfica 2 se puede apreciar el comportamiento de las medias de las dosis y fertilizantes con respecto al testigo. Las medias de las dosis alta y media fueron las mejores mientras que el comportamiento más bajo fue para la dosis baja (Tabla 4). En el caso de los fertilizantes, el valor más alto lo obtuvo Tricel 20, sin embargo fue estadísticamente igual a Grofol 20-30-10 y Nitrofoska; el valor más bajo correspondió a Greenzit que fue estadísticamente igual a Nitrofoska (Tabla 5).

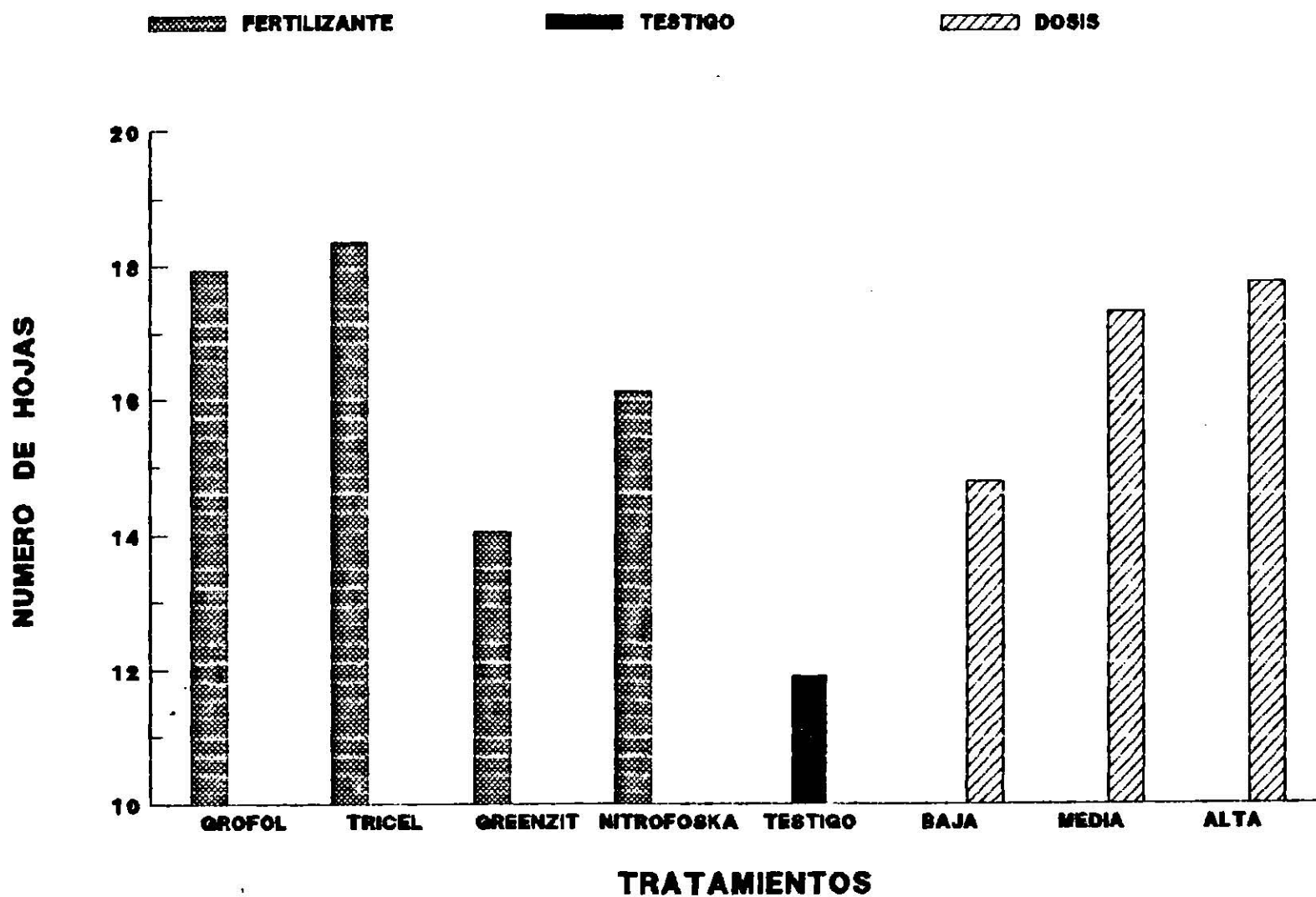
Tabla 4. Medias del factor dosis en la variable número de hojas (hojas por planta).

Tratamiento	Media
3 dosis alta	17.2938 A
2 dosis media	17.1750 A
1 dosis baja	14.7750 B

Tukey = 2.0003



## NUMERO DE HOJAS



Gráfica 2. Comportamiento de las dosis y fertilizantes con respecto al testigo en la variable número de hojas.

Tabla 5. Medias del factor fertilizante en la variable número de hojas (hojas por planta).

Tratamiento	Media
2 Tricel 20	18.3500 A
1 Grofol 20-30-10	17.9333 A
4 Nitrofoska	16.1000 AB
3 Greenzit	14.0417 B

Tukey = 2.5434

### 1.3 Area Foliar

El área foliar mostró diferencias significativas entre los niveles de los factores, pero no en la interacción. (Tabla 1). En la comparación de medias para las dosis el valor más alto correspondió a la dosis media sin embargo fue estadísticamente igual al valor de la dosis alta, el valor más bajo fue para la dosis baja (Tabla 6). Para los fertilizantes la media más alta fue nuevamente para Tricel 20 sin embargo fue estadísticamente igual a la media del Grofol 20-30-10; la media más baja la obtuvo Greenzit que fue estadísticamente igual a la de Nitrofoska. La media de Grofol 20-30-10 y Nitrofoska fueron a su vez estadísticamente iguales (Tabla 7).

El comportamiento de los fertilizantes y las dosis con respecto al testigo se puede ver en la Gráfica 3.

Tabla 6. Medias del factor dosis en la variable área foliar (cm<sup>2</sup> por planta)

Tratamiento	Media
2 dosis media	36.1761 A
3 dosis alta	35.2989 A
1 dosis baja	27.4381 B

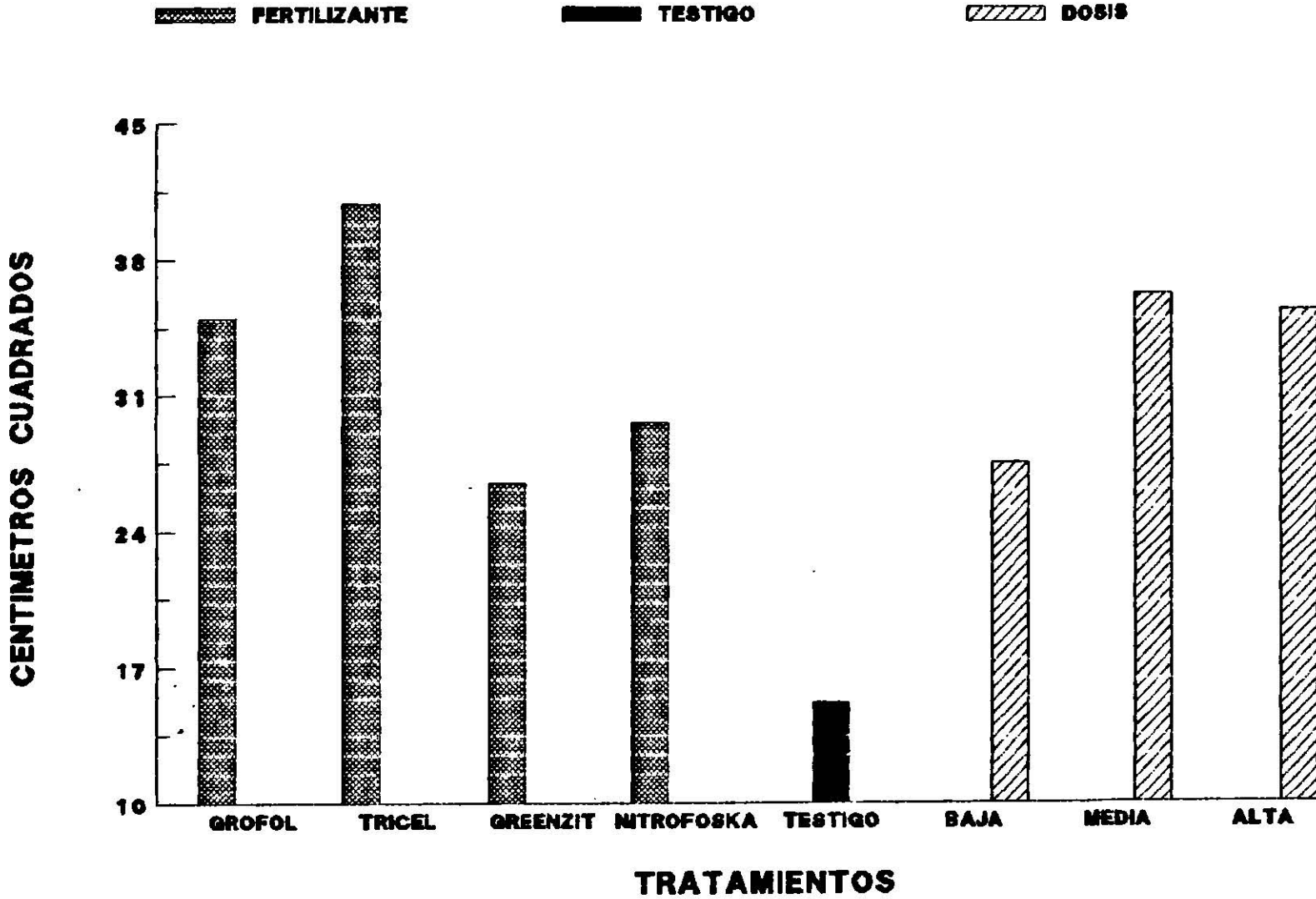
Tukey = 4.9667

Tabla 7. Medias del factor fertilizantes en la variable área foliar (cm<sup>2</sup> por planta).

Tratamiento	Media
2 Tricel 20	40.9008 A
1 Grofol 20-30-10	34.9296 AB
4 Nitrofoska	29.5975 BC
3 Greenzit	26.4575 C

Tukey = 6.3151

## AREA FOLIAR



Gráfica 3. Comportamiento de las dosis y fertilizantes respecto al testigo en la variable área foliar.

#### 1.4 Peso Fresco Total

Para esta variable solamente los factores mostraron diferencias altamente significativas (Tabla 1). En la Gráfica 4 se muestra el comportamiento de las dosis y fertilizantes contra el testigo. El valor más alto en la comparación de medias para las dosis correspondió a la dosis alta mientras que el más bajo lo obtuvo la dosis baja que sin embargo fue estadísticamente igual a la dosis media (Tabla 8). Para los fertilizantes el valor más alto correspondió al Tricel 20 que fue estadísticamente igual a Grofol 20-30-10 y este a su vez fue igual a Nitrofoska; el valor más bajo correspondió a Greenzit que fue estadísticamente igual a Nitrofoska (Tabla 9).

Tabla. 8. Medias del factor dosis de la variable peso fresco total (gramos por planta).

Tratamiento	Media
3 dosis alta	1.7728 A
2 dosis media	1.3837 B
1 dosis baja	1.1853 B

Tukey = 0.2348

Tabla 9. Medias del factor fertilizantes de la variable peso fresco total (gramos por planta).

Tratamiento	Media
2 Tricel 20	1.7067 A
1 Grofol 20-30-10	1.6221 AB
4 Nitrofoska	1.3458 BC
3 Greenzit	1.1146 C

Tukey = 0.2986

### 1.5 Peso Seco Total

Como puede observarse en la Tabla 1, tanto la interacción como los factores presentaron diferencias. La interacción presentó diferencias significativas mientras que las dosis y los fertilizantes presentaron diferencias altamente significativas. En la Gráfica 5 puede verse el comportamiento de los tratamientos con respecto al testigo mientras que en la Gráfica 6 se observa el de las dosis y los fertilizantes.

Analizando la interacción, la media más alta correspondió a la interacción de Tricel 20 y dosis alta siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos mientras que la media más baja fue para la interacción de Nitrofoska y

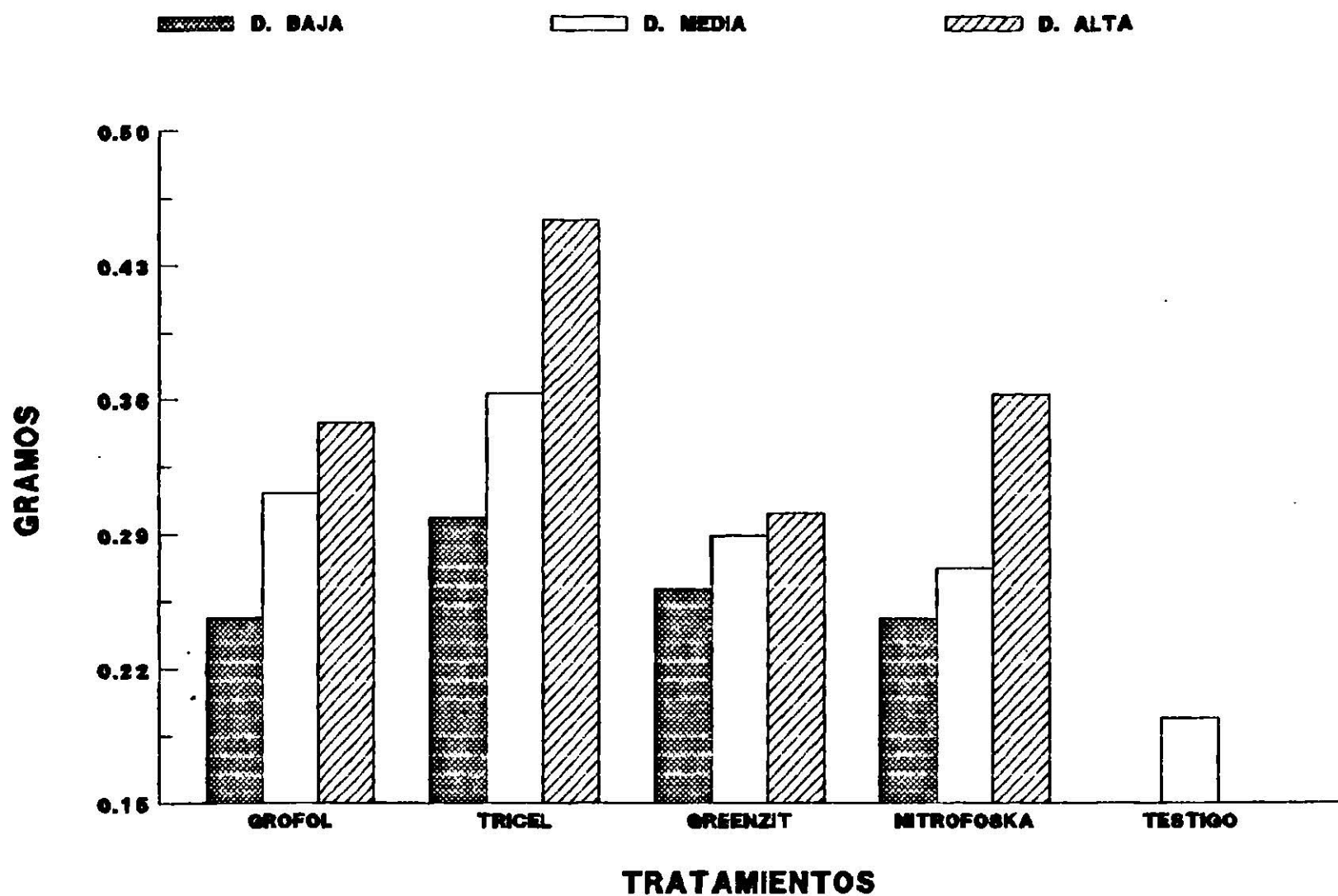
dosis baja; Grofol 20-30-10, y Greenzit con sus dosis alta y media, Tricel 20 con su dosis media y Nitrofoska con su dosis alta fueron estadísticamente iguales mientras que a su vez la dosis baja de Tricel 20 y las media de Nitrofoska fueron estadísticamente iguales a las mismas dosis anteriores de Grofol 20-30-10 y Greenzit, por último Nitrofoska con sus dosis media y baja, Grofol 20-30-10 y Greenzit con sus dosis bajas fueron estadísticamente iguales (Tabla 10).

Tabla 10. Medias de la interacción (tratamientos) para la variable peso seco total (gramos por planta).

Tratamiento	Media	
1 Grofol 20-30-10, 0.20 gr.l <sup>-1</sup> (dosis baja)	0.2466	D
2 Grofol 20-30-10, 0.46 gr.l <sup>-1</sup> (dosis media)	0.3113	BCD
3 Grofol 20-30-10, 0.73 gr.l <sup>-1</sup> (dosis alta)	0.3476	BC
4 Tricel 20, 0.30 gr.l <sup>-1</sup> (dosis baja)	0.2987	BCD
5 Tricel 20, 0.70 gr.l <sup>-1</sup> (dosis media)	0.3629	B
6 Tricel 20, 1.10 gr.l <sup>-1</sup> (dosis alta)	0.4535	A
7 Greenzit, 0.24 cc.l <sup>-1</sup> (dosis baja)	0.2616	D
8 Greenzit, 0.56 cc.l <sup>-1</sup> (dosis media)	0.2890	BCD
9 Greenzit, 0.88 cc.l <sup>-1</sup> (dosis alta)	0.3007	BCD
10 Nitrofoska, 0.40 cc.l <sup>-1</sup> (dosis baja)	0.2460	D
11 Nitrofoska, 0.93 cc.l <sup>-1</sup> (dosis media)	0.2719	CD
12 Nitrofoska, 1.46 cc.l <sup>-1</sup> (dosis alta)	0.3623	B

Tukey = 0.0820

## PESO SECO TOTAL (INTERACCION)



Gráfica 5. Comportamiento de la interacción (tratamientos) con respecto al testigo en la variable peso seco total.



Analizando los factores por separado se obtuvo que para las dosis, el valor más alto y mejor comportamiento fue para la dosis alta mientras que el valor más bajo fue para la dosis baja (Tabla 11). En los fertilizantes la mejor media la presentó Tricel 20, el valor más bajo correspondió para Greenzit sin embargo fue estadísticamente igual a Grofol 20-30-10 y Nitrofoska (Tabla 12).

Tabla 11. Medias del factor dosis para la variable peso seco total (gramos por planta).

Tratamiento	Media
3 dosis alta	0.3660 A
2 dosis media	0.3088 B
1 dosis baja	0.2632 C

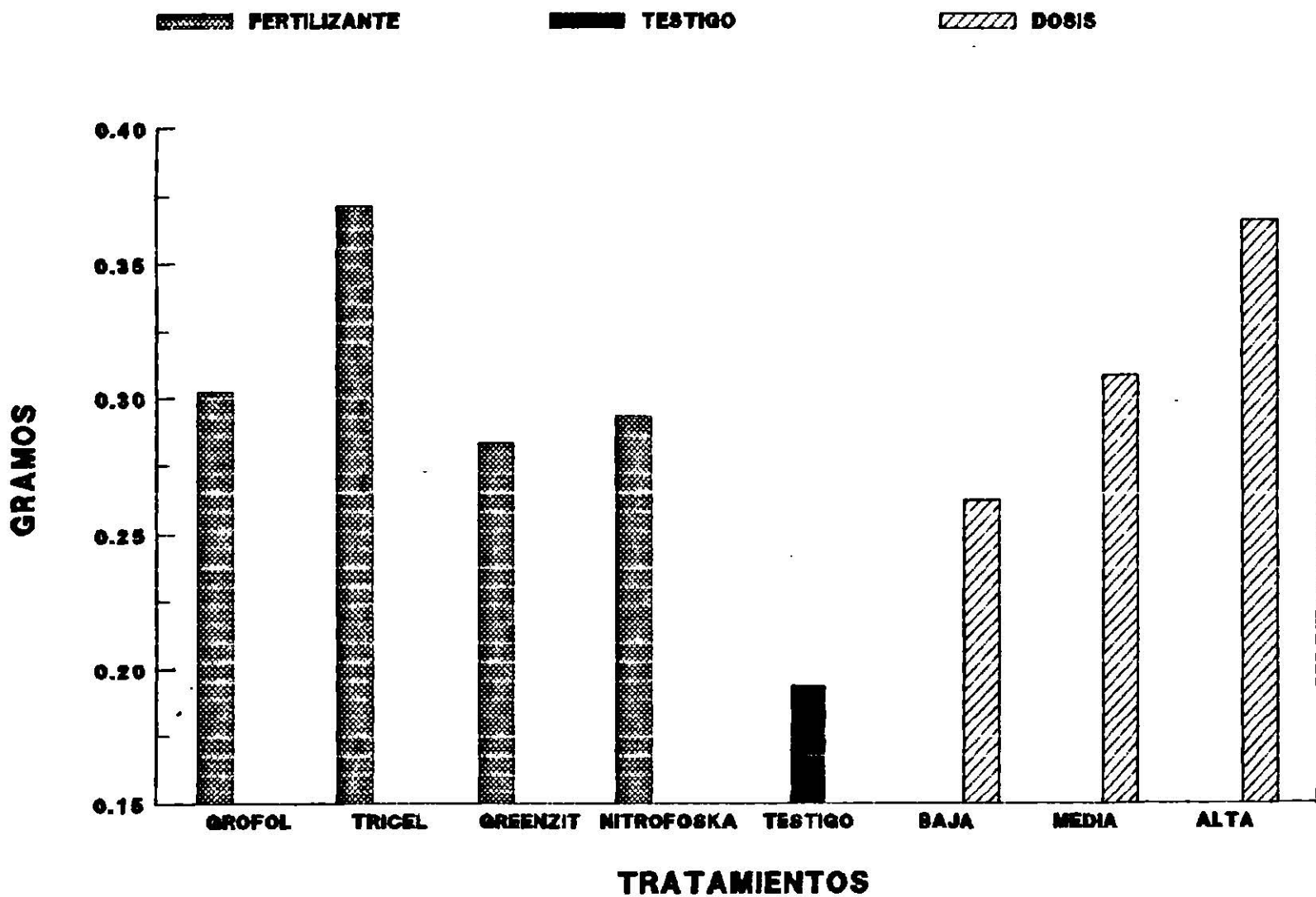
Tukey = 0.0287

Tabla 12. Medias del factor fertilizantes para la variable peso seco total (gramos por planta).

Tratamiento	Media
2 Tricel 20	0.3717 A
1 Grofol 20-30-10	0.3019 B
4 Nitrofoska	0.2934 B
3 Greenzit	0.2838 B

Tukey = 0.0365

## PESO SECO TOTAL



Gráfica 6. Comportamiento de las dosis y fertilizantes con respecto al testigo en la variable peso seco total.

### 1.6 Peso Fresco del Brote

En esta variable solamente los factores mostraron diferencias altamente significativas como se observa en la Tabla 1. En la Gráfica 7 se presenta el comportamiento de las dosis y los fertilizantes y del testigo.

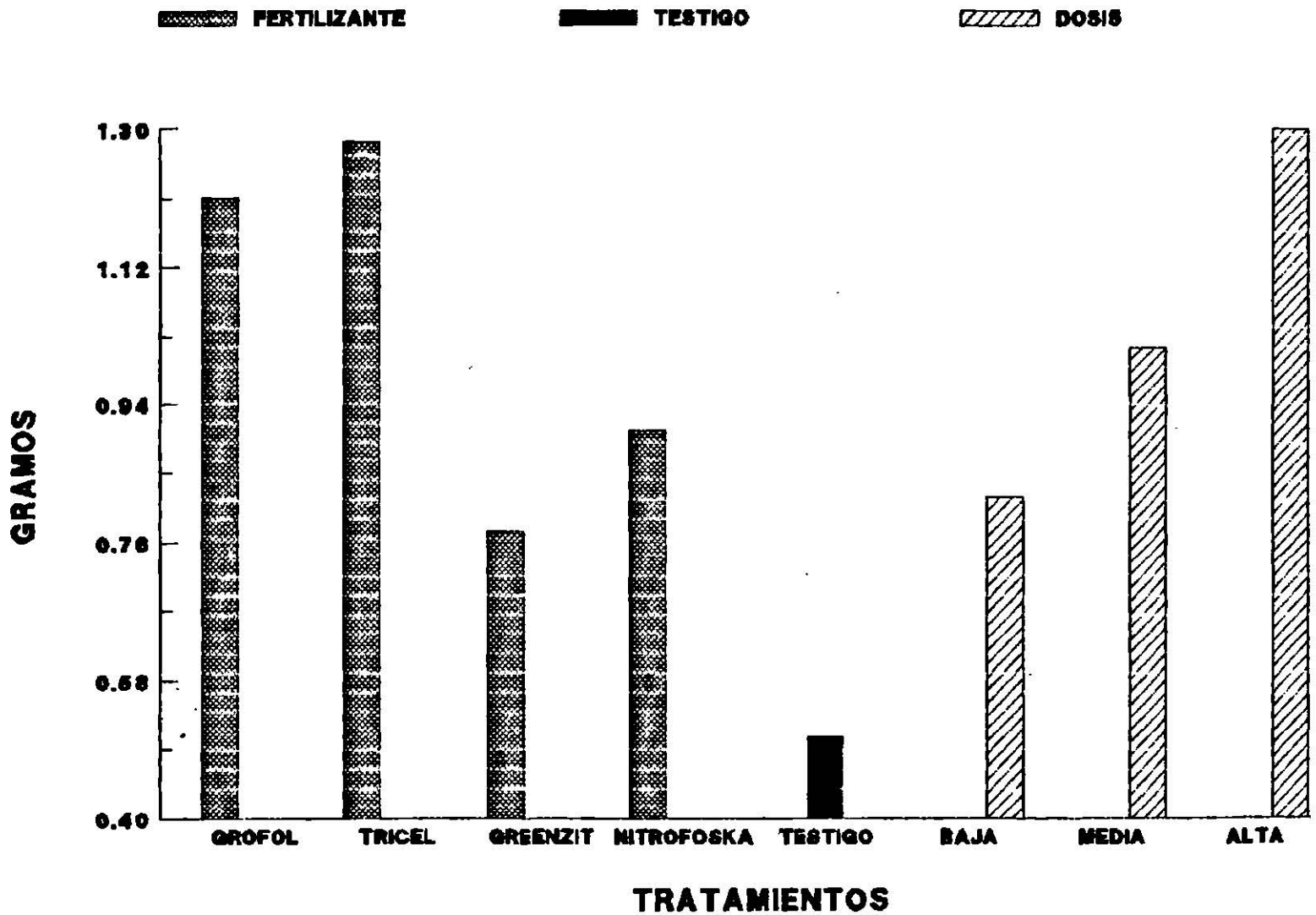
Para las dosis el mejor comportamiento correspondió a la dosis alta con el valor de media más alto, el valor más bajo correspondió a la dosis baja (Tabla 13). En los fertilizantes la media más alta fue para Tricel 20, sin embargo fue estadísticamente igual a la media de Grofol 20-30-10; el valor más bajo fue para Greenzit que fue estadísticamente igual a Nitrofoska (Tabla 14).

Tabla 13. Medias del factor dosis para la variable peso fresco del brote (gramos por planta).

Tratamiento	Media
3 dosis alta	1.2972 A
2 dosis media	1.0147 B
1 dosis baja	0.8184 C

Tukey = 0.1491

## PESO FRESCO DEL BROTE



Gráfica 7. Comportamiento de las dosis y fertilizantes con respecto al testigo en la variable peso fresco del brote.

Tabla 14. Medias del factor fertilizantes para la variable peso fresco del brote (gramos por planta)

Tratamiento	Media
2 Tricel 20	1.2833 A
1 Grofol 20-30-10	1.2117 A
4 Nitrofoska	0.9054 B
3 Greenzit	0.7733 B

Tukey = 0.1895

### 1.7 Peso Seco del Brote

El peso seco del brote al igual que el peso seco total presentó diferencias significativas en la interacción y diferencias altamente significativas para los factores como se ve en la Tabla 1. En la Gráfica 8 se observa el comportamiento de la interacción y el testigo y en la Gráfica 9 el de las dosis y fertilizantes.

Al analizar la interacción el mejor comportamiento lo obtuvo Tricel 20 con la dosis alta mientras que el valor más bajo correspondió a Nitrofoska con la dosis baja, Grofol 20-30-10 con sus dosis alta y media fue igual a Nitrofoska y Tricel 20 con sus dosis alta y media respectivamente. Nitrofoska y Greenzit con sus dosis altas fueron iguales a

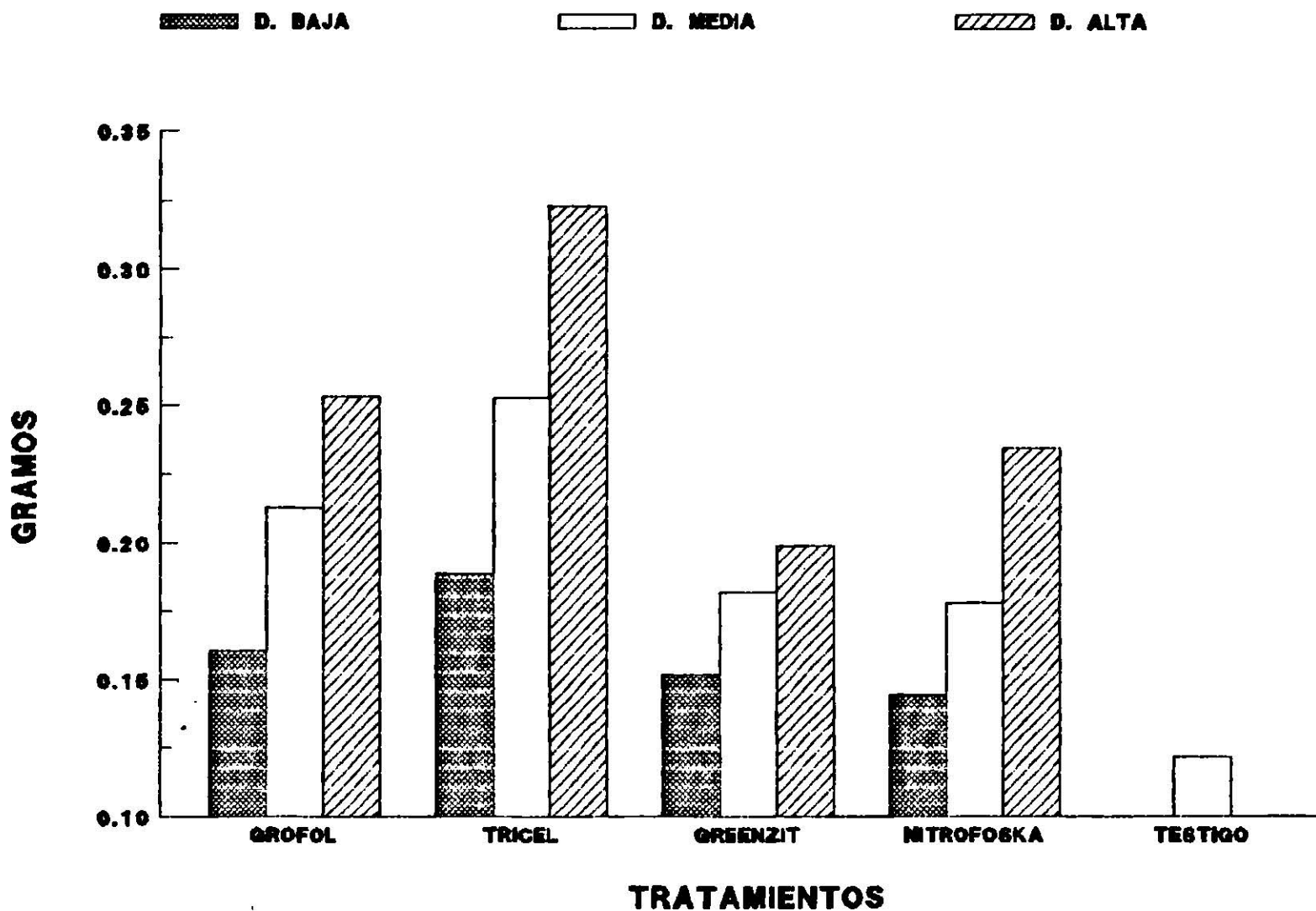
Grofol 20-30-10 con su dosis media y a Tricel 20 con su dosis baja. Grofol 20-30-10, Greenzit y Nitrofoska tuvieron comportamientos iguales con sus dosis medias a Greenzit con su dosis alta y Tricel 20 con su dosis baja. Greenzit con sus tres dosis presentó un comportamiento igual a Tricel 20 y Grofol 20-30-10 con sus dosis bajas y a Nitrofoska con su dosis media. Por último las dosis medias y bajas de Greenzit y Nitrofoska y las dosis bajas de Tricel 20 y Grofol 20-30-10 presentaron igual comportamiento (Tabla 15).

Tabla 15. Medias de la interacción (tratamientos) de la variable peso seco del brote (gramos por planta).

Tratamiento	Media	
1 Grofol 20-30-10, 0.20 gr.l <sup>-1</sup> (dosis baja)	0.1603	EF
2 Grofol 20-30-10, 0.46 gr.l <sup>-1</sup> (dosis media)	0.2128	BCD
3 Grofol 20-30-10, 0.73 gr.l <sup>-1</sup> (dosis alta)	0.2532	B
4 Tricel 20, 0.30 gr.l <sup>-1</sup> (dosis baja)	0.1884	CDEF
5 Tricel 20, 0.70 gr.l <sup>-1</sup> (dosis media)	0.2527	B
6 Tricel 20, 1.10 gr.l <sup>-1</sup> (dosis alta)	0.3237	A
7 Greenzit, 0.24 cc.l <sup>-1</sup> (dosis baja)	0.1518	EF
8 Greenzit, 0.56 cc.l <sup>-1</sup> (dosis media)	0.1819	DEF
9 Greenzit, 0.88 cc.l <sup>-1</sup> (dosis alta)	0.1990	CDEF
10 Nitrofoska, 0.40 cc.l <sup>-1</sup> (dosis baja)	0.1445	
11 Nitrofoska, 0.93 cc.l <sup>-1</sup> (dosis media)	0.1784	DEF
12 Nitrofoska, 1.46 cc.l <sup>-1</sup> (dosis alta)	0.2350	BC

Tukey = 0.0525

## PESO SECO DEL BROTE (INTERACCION)



Gráfica 8. Comportamiento de la interacción (tratamientos) con respecto al testigo en la variable peso seco del brote.

Para el factor dosis el mejor comportamiento correspondió a la dosis alta mientras que el valor más bajo fue para la dosis baja (Tabla 16); en el factor fertilizantes el mejor comportamiento lo obtuvo Tricel 20, el valor más bajo correspondió Greenzit que sin embargo fue estadísticamente igual a Nitrofoska (Tabla 17).

Tabla 16. Medias del factor dosis para la variable peso seco del brote (gramos por planta).

Tratamiento	Media
3 dosis alta	0.2527 A
2 dosis media	0.2065 B
1 dosis baja	0.1612 C

Tukey = 0.0173

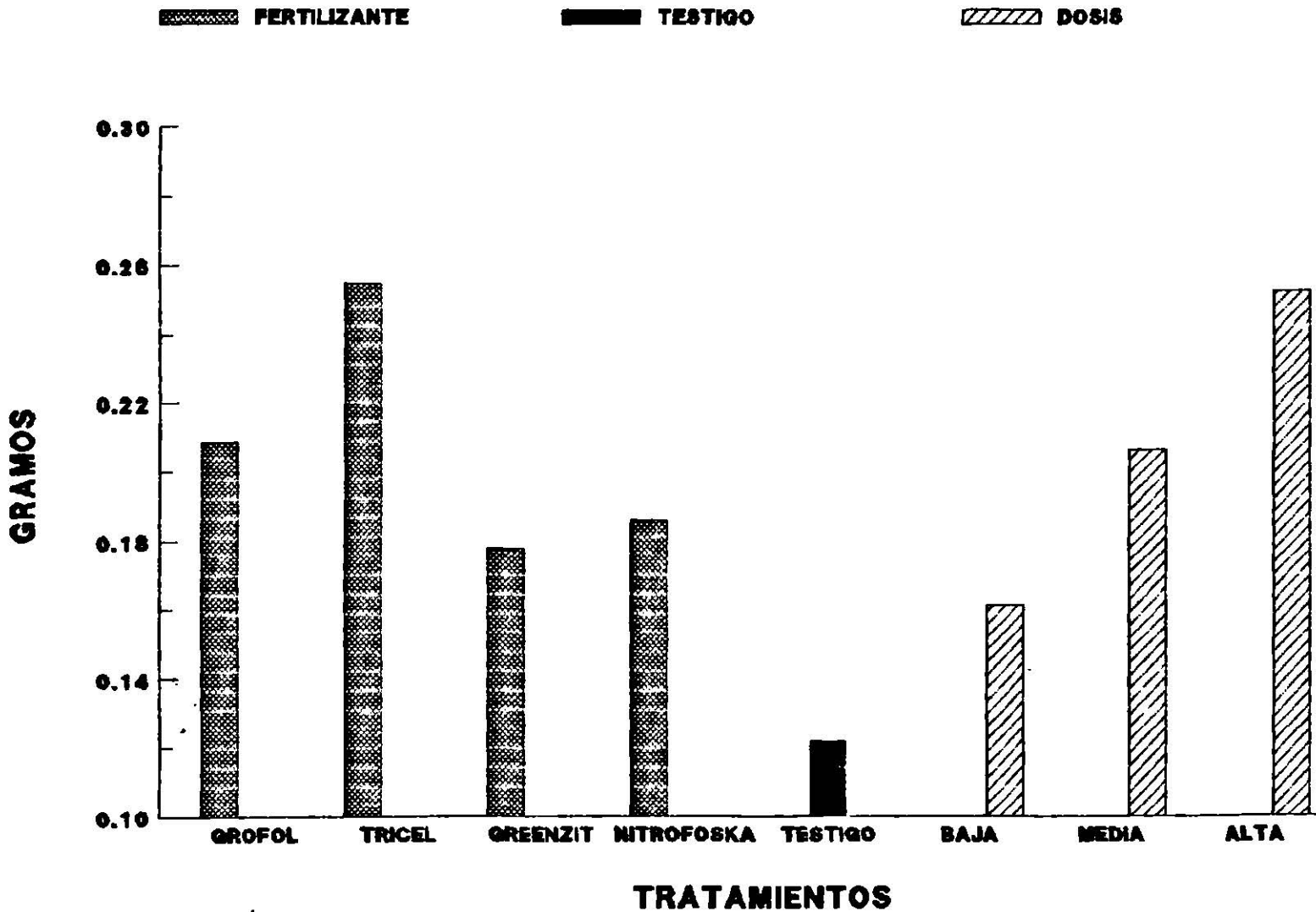
Tabla 17. Medias del factor fertilizantes para la variable peso seco del brote (gramos por planta).

Tratamiento	Media
2 Tricel 20	0.2549 A
1 Grofol 20-30-10	0.2088 B
4 Nitrofoska	0.1860 C
3 Greenzit	0.1776 C

Tukey = 0.0220



## PESO SECO DEL BROTE



Gráfica 9. Comportamiento de las dosis y fertilizantes con respecto al testigo en la variable peso seco el brote.

### 1.8 Peso Fresco de la Raíz

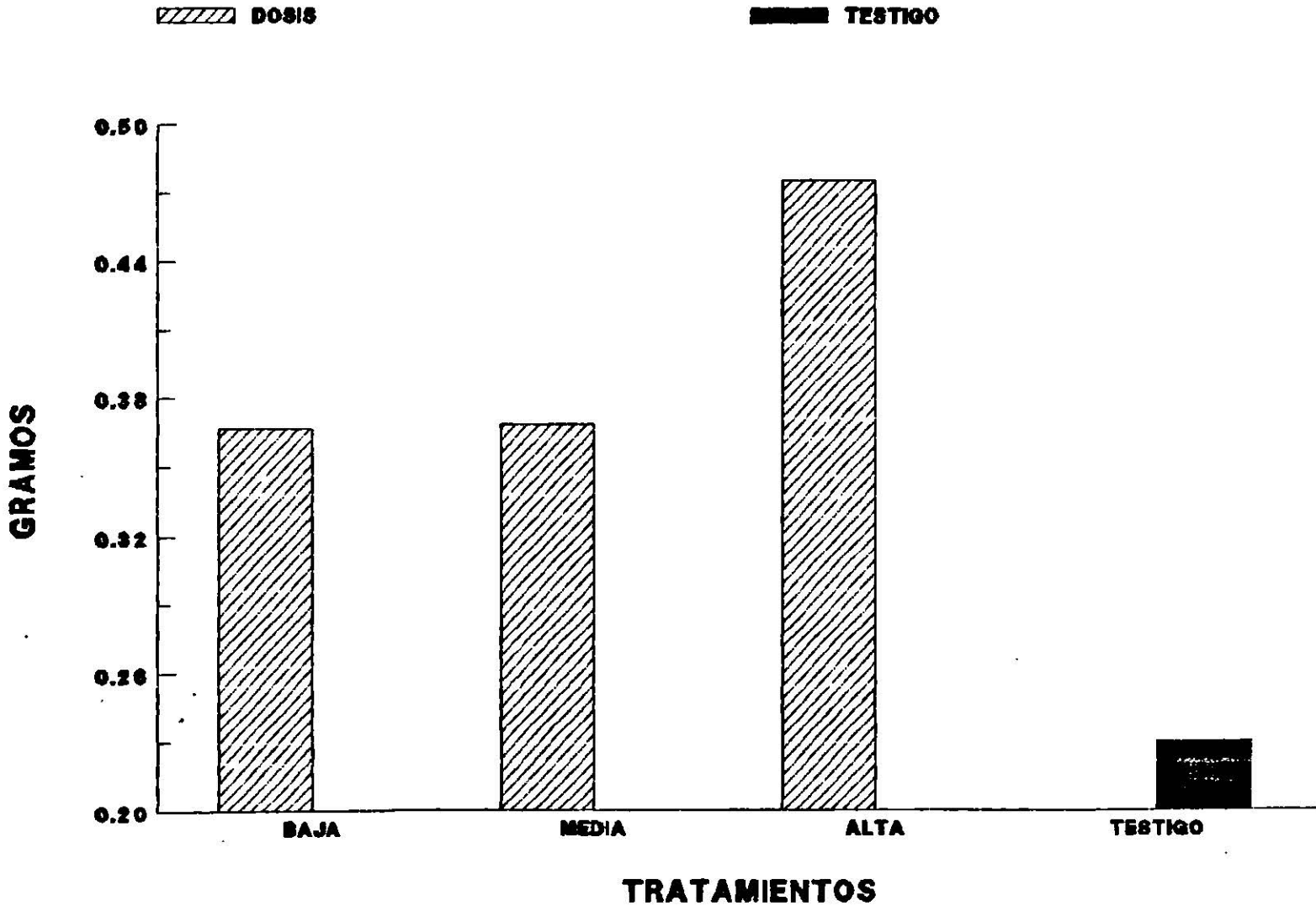
Para esta variable solamente el factor dosis mostró diferencias significativas, los fertilizantes y la interacción no fueron significativos (Tabla 1). En la Gráfica 10 se ve el comportamiento de las dosis respecto al testigo. El valor más alto para las dosis correspondió a la dosis alta que fue estadísticamente igual a la dosis media, el valor más bajo correspondió a la dosis baja que fue también estadísticamente igual a la dosis media (Tabla 18).

Tabla 18. Medias del factor dosis para la variable peso fresco de la raíz (gramos por planta).

Tratamiento	Media
3 dosis alta	0.4756 A
2 dosis media	0.3691 AB
1 dosis baja	0.3669 B

Tukey = 0.1077

## PESO FRESCO DE RAIZ



Gráfica 10. Comportamiento de las dosis con respecto al testigo en la variable peso fresco de la raíz.

### 1.9 Peso Seco de la Raíz

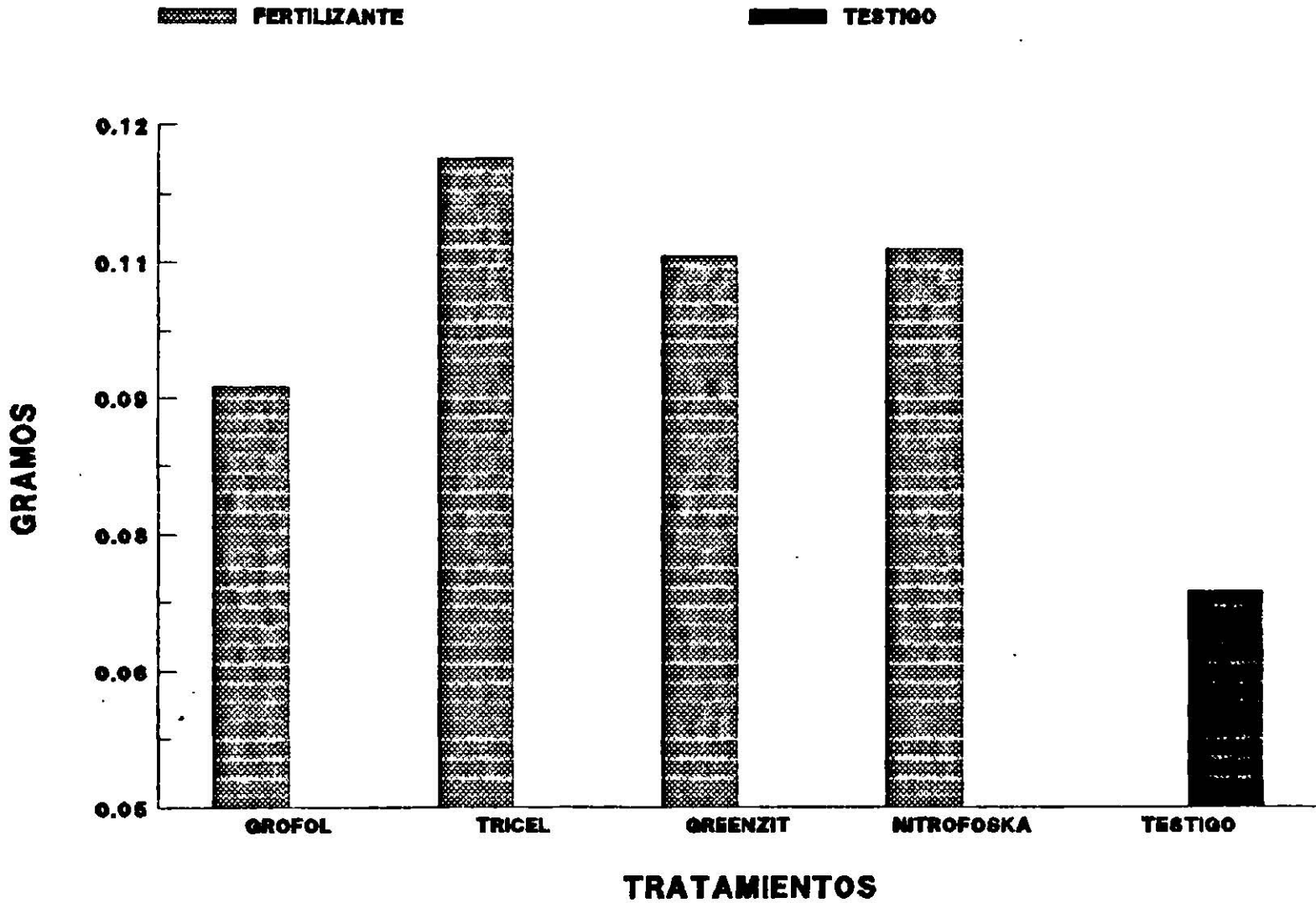
Al igual que el peso fresco, sólo uno de los factores fue significativo, el factor fertilizante presentó diferencias altamente significativas (Tabla 1). En la Gráfica 11 se ve el comportamiento de los fertilizantes y el testigo. El valor más alto de los fertilizantes lo obtuvo Tricel 20 seguido por Nitrofoska, Greenzit y Grofol 20-30-10. Tricel 20, Nitrofoska y Greenzit fueron estadísticamente iguales mientras que estos 2 últimos fueron también iguales a Grofol 20-30-10 (Tabla 19).

Tabla 19. Medias del factor fertilizantes para la variable peso seco de la raíz (gramos por planta).

Tratamiento	Media
2 Tricel 20	0.1168 A
4 Nitrofoska	0.1075 AB
3 Greenzit	0.1067 AB
1 Grofol 20-30-10	0.0931 B

Tukey = 0.0156

## PESO SECO DE RAIZ



Gráfica 11. Comportamiento de los fertilizantes con respecto al testigo para la variable peso seco de la raíz.

## 2. Discusión

Se puede decir en general que las plántulas obtenidas reunieron las características deseadas para el transplante dado que durante el desarrollo del experimento no se presentaron problemas en el manejo, por enfermedades y por plagas.

Analizando los factores por separado, el comportamiento encontrado en los fertilizantes es claro que se debió a sus formulaciones, las diferencias pueden ser originadas en principio por la cantidad de nitrógeno (N) disponible de cada formulación dado que la cantidad de fósforo (P) es la misma para cada fertilizante y el comportamiento observado es de que las mejores plántulas se obtuvieron con aquellos fertilizantes de mayores concentraciones de N (Tricel 20 y Grofol 20-30-10) así el mejor comportamiento obtenido por Tricel 20 fue debido a que sus dosis tuvieron mayor cantidad de N disponible. Este comportamiento fue similar al reportado por Melton y Dufault (19) en tomate y por Masson, Tremblay y Gosselin (18) en brócoli, lechuga, chile y apio en donde altas concentraciones de N promovieron el desarrollo de plántulas vigorosas.

En lo que respecta a las dosis, los resultados mostraron que debido a la mayor disponibilidad de nutrientes las dosis altas y en algunos casos las dosis medias fueron mejores que las dosis bajas, presentándose la tendencia de que a mayor

dosis mejor calidad de plántula. Esta misma tendencia fue observada por Bigurra (9) en plántulas de tomate el cual reporta la dosis más alta de Tricel 20 ( $0.7 \text{ gr.l}^{-1}$ ) como la mejor. En este trabajo la mejor combinación de fertilizante y dosis fue de Tricel 20 a  $1.1 \text{ gr.l}^{-1}$ .

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 1. Conclusiones

1. El Tricel 20 resultó significativamente superior al resto de los fertilizantes para las variables altura de planta, número de hojas y área foliar pero fue igualado por Grofol 20-30-10 para las dos últimas variables y por Nitrofoska en la variable número de hojas. Así mismo en los pesos frescos total y del brote Tricel 20 y Grofol 20-30-10 fueron superiores al resto de los tratamientos aunque éste último fue igualado por Nitrofoska en el peso fresco total. En los pesos secos total y del brote Tricel 20 fue significativamente superior a los demás tratamientos; Tricel 20, Nitrofoska y Greenzit tuvieron un comportamiento igual en el peso seco de raíz. Se concluye que el Tricel 20 de acuerdo a los resultados se comportó superior al resto de los fertilizantes.
2. En general, las dosis altas y medias en todos los fertilizantes se comportaron igual en las variables altura de planta, número de hojas, área foliar y peso fresco de las raíces. Las dosis altas fueron significativamente superiores a las demás dosis en los pesos frescos y secos totales y del brote.



3. La interacción Tricel 20 y dosis alta fue significativamente superior al resto de los tratamientos en las variables peso seco total y peso seco del brote. Al analizar en forma separada los tratamientos se encontró que Tricel 20 y la dosis alta ( $1.1 \text{ gr.l}^{-1}$ ) fueron significativamente superiores al resto de los tratamientos.

## 2. Recomendaciones

Se recomienda utilizar en primera instancia Tricel 20 a la dosis alta ( $1.1 \text{ gr.l}^{-1}$ ) cada tercer día y como sustituto Grofol 20-30-10 también a la dosis alta ( $0.73 \text{ gr.l}^{-1}$ ) o bien el mismo Tricel 20 a la dosis media ( $0.70 \text{ gr.l}^{-1}$ ).

Dado la tendencia de las dosis de que a mayor dosis mejor calidad de plántula se recomienda experimentar con dosis más altas para obtener la dosis óptima, así mismo es recomendable continuar con experimentos sobre este mismo tema en otros cultivos así como evaluar tratamientos de acondicionamiento para el transplante tanto en este cultivo como en otros.

## BIBLIOGRAFIA

1. Agrios, G.N. 1989. Fitopatología. Editorial Limusa. México. p. 237-243.
2. Anónimo. 1989. Almacigos: fitosanidad y vigor. Síntesis Hortícola. Abril. p. 9-18.
3. Anónimo. Fertilizantes foliares. Omega Agroindustrial, S.A. de C.V. Saltillo, Coah.
4. Anónimo. Nitrogen and Crop Production. Texas Agricultural Extension Service. The Texas A&M University System. College Station. Texas. p. 4 y 5.
5. Anónimo. 1988. Perlita vs poliestireno. Síntesis Hortícola. Diciembre. p. 33 y 34.
6. Anónimo. Phosphorus and Crop Production. Texas Agricultural Extension Service. The Texas A&M University System. College Station. Texas. p. 4.
7. Anónimo. 1979. Problemática y alternativas de solución del cultivo del chile en CIANOC. Programa Nacional de Chile. Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Norte. SARH.
8. Anónimo. 1987. Ventajas de almacigos bajo invernaderos. Síntesis Hortícola. Enero. p. 28-30.
9. Bigurra, G., D.G. 1992. Efecto de dosis y frecuencia de fertilización completa sobre plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), cv. Floradade cultivadas en almacigo de cajas de poliestireno. Tesis. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N.L. p. 188 y 119.
10. Bunt, A.C. 1976. Modern Potting Composts. A Manual on the Preparation and Use of growing Medio for Pot Plants. The Pennsylvania State University Press. Great Britain.
11. Chupp, Ch. y A.F. Sherf. 1960. Vegetable Diseases and Their control. John Wiley & Sons. USA. p. 6.
12. Dufault, R.J. 1987. Use of Slow-release Nitrogen and Phosphorus Fertilizers in Celery Transplant Production. HortScience. 22(6):1268-1270.

13. Edmond, J.B., T.L. Senn y F.S. Adrews. 1981. Principios de Horticultura. Editorial CECSA. México. p. 138-145.
14. Hall, M. R. 1989. Cell Size of Seedling Containers Influences Early Vine Growth and Yield of Transplanted Watermelon. HortScience. 24(5):771-773.
15. Hartmann, H.T. y D.E. Kester. 1989. Propagación de Plantas. Principios y Prácticas. Editorial CECSA. México. p. 42-61.
16. Marr, Ch.W. y M. Jirak. 1990. Holding Tomato Transplants in Plug Trays. HortScience. 25(2):173-176.
17. Marsh, D.B. y K.B. Paul. 1988. Influence of Container Type and Cell Size on Cabbage Transplant Development and Field Performance. HortScience. 23(2):310-311.
18. Masson, J., N. Tremblay y A. Gosselin. 1991. Nitrogen Fertilization and HPS Supplementary Lighting Influence Vegetable Transplant Production. I. Transplant Growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(4):594-598.
19. Melton, R.R. y R.J. Dufault. 1991. Nitrogen, Phosphorus y Potassium Fertility Regimes Affect Tomato Transplant Growth. HortScience. 26(2):141-142.
20. Melton, R.R. y R.J. Dufault. 1991. Tomato Seedling Growth, Earliness, Yield and Quality following Pretransplant Nutritional Conditioning and Low Temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(3):421-425.
21. Montes, C., F. 1984. Cultivos Hortícolas de Verano. Zonas bajas del Estado de Nuevo León. Centro de Investigaciones Agropecuarias. FAUANL.
22. Narayanan, A. y K. Balakrishna R. 1982. Effect of Phosphorus deficiency on the form of plant root system. Plant Nutrition.
23. Ortiz-Cañavate, P.M.J. 1975. Técnica de la mecanización agraria. I. tractores y aperos de labranza y de cultivo. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura. Madrid. p. 296-297.
24. Pinto, C.B. 1969. El Cultivo del Chile. Novedades Hortícolas. Vol. XIV. Nos. 1 a 4. Instituto Nacional de Investigaciones Hortícolas. México.

25. Salinas, F. y L.N. Namken. Seedbed Soil Salinity and Emergence of Peppers and Carrots Under Sprinkler and Furrow Irrigation. p. 74-79.
26. Shannon, E. Chile disease control. New Mexico State University.
27. Tisdale, S.L. y W.L. Nelson. 1982. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. UTEHA. México. p. 78-109.
28. Tremblay, N., S. Yelle y A. Gosselin. 1987. Effects of CO<sub>2</sub> Enrichment, Nitrogen and Phosphorus Fertilization on Growth and Yield of Celery Transplants. HortScience 22(5):875-876.
29. Weston, L.A. 1988. Effect of Flat Cell Size Transplant Age, and Production Site on Growth and Yield of Pepper Transplants. HortScience. 23(4):709-711.
30. Weston, L.A. y B.H. Zandstra. 1986. Effect of Root Container Size and Location of Production on Growth and Yield of Tomato Transplants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(4):498-501.
31. Widders, I.E. 1989. Pretransplant Treatments of N and P Influence Growth and Elemental Accumulation in Tomato Seedlings. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(3):416-420.

## RESUMEN

El trabajo se llevó a cabo en la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. en un invernadero de polietileno construido para este fin. Se sembraron 60 cajas de poliestireno de 200 cavidades con chile serrano (*Capsicum annuum* L.) variedad Tampiqueño 74 de las cuales se eligieron las 52 mejores para llevar a cabo la aplicación de los tratamientos. Para formar los tratamientos se utilizaron 4 fertilizantes foliares comerciales cada uno bajo 3 dosis, una alta, una media y una baja las cuales se determinaron en base a una dosis media de  $0.7 \text{ gr.l}^{-1}$  de Tricel 20 reportada por Bigurra (29) como la mejor en plántula de tomate, una baja de  $0.3 \text{ gr.l}^{-1}$  y una alta de  $1.1 \text{ gr.l}^{-1}$  de este mismo producto y a la concentración de fósforo de cada uno de los demás fertilizantes, no cumpliéndose esto para el Greenzit.

Los fertilizantes utilizados fueron Grofol 20-30-10, Tricel 20, Greenzit y Nitrofoska. El diseño experimental usado fue completamente al azar en un arreglo factorial  $4 \times 3$  con 4 repeticiones más un testigo el cual consistió en la aplicación sólo de agua. Las aplicaciones se hicieron cada tercer día con una regadera manual y se iniciaron a las dos semanas y media de la siembra cuando las plántulas presentaban las primeras hojas verdaderas y una altura promedio de 2.7 cm, en total las aplicaciones fueron 14 procediéndose después de finalizadas a la toma de datos. Las variables medidas fueron:

altura de planta, número de hojas, área foliar, peso fresco total, peso seco total, peso fresco del brote, peso seco del brote, peso fresco de raíz y peso seco de raíz.

El Tricel 20 fue significativamente superior al resto de los fertilizantes en las variables altura de planta, número de hojas y área foliar siendo igualado por Grofol 20-30-10 para las dos últimas variables y por Nitrofoska para número de hojas. En los pesos frescos total y del brote Tricel 20 y Grofol 20-30-10 resultaron superiores al resto de los tratamientos aunque Nitrofoska igualó a Grofol 20-30-10 en el peso fresco total. En los pesos secos total y del brote Tricel 20 fue superior y en el peso seco de raíz Tricel 20, Nitrofoska y Greenzit tuvieron un comportamiento igual.

Las dosis altas y medias se comportaron igual en la altura de planta, número de hojas, área foliar y peso fresco de raíz siendo sin embargo superiores las primeras en los pesos frescos y secos totales y el brote. En las variables de peso seco total y peso seco del brote en que la interacción fue significativa el Tricel 20 y la dosis alta ( $1.1 \text{ gr.l}^{-1}$ ) fueron significativamente superiores al resto de los tratamientos.

Las plántulas obtenidas reunieron las características deseadas para el transplante, al analizar los factores por separado es claro que el comportamiento de los fertilizantes se debió en un principio a la cantidad de N disponible en cada

formulación dado que la cantidad de P era la misma, así en aquellos fertilizantes con más alta concentración de N se presentaron las mejores plántulas. En los que respecta a las dosis dado la mayor disponibilidad de nutrientes de las dosis altas éstas mostraron el mejor comportamiento siendo igualadas en algunos casos por las dosis medias y presentándose la tendencia de que a mayor dosis mejor calidad de plántula.

Se recomienda utilizar primeramente Tricel 20 a su dosis alta ( $1.1 \text{ gr.l}^{-1}$ ) cada tercer día y como sustituto Grofol 20-30-10 a su dosis alta ( $0.73 \text{ gr.l}^{-1}$ ) o bien el mismo Tricel 20 a la dosis media ( $0.70 \text{ gr.l}^{-1}$ ). Dado la tendencia de las dosis se recomienda experimentar con dosis más altas y continuar con los experimentos sobre este mismo tema ya sea en este o en otros cultivos.

