

88

16988

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



EFECTO DEL NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO
EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCCION DE
PLANTULAS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*
Mill) VAR. FLORADADE.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO
EN CIENCIAS

PRESENTA

CARLOS RODRIGUEZ ORTIZ

TM
SB349
.R6
c.1

MARIN, N. L.

MAYO DE 1998

12848

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



EFECTO DEL NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO
 EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE
 PLANTULAS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*
 Mill) VAR. FLORADADE.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TESIS

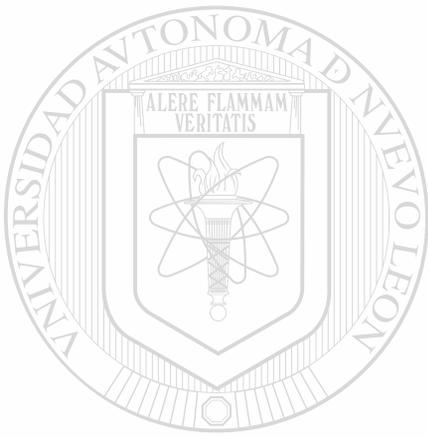
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO
 EN CIENCIAS

PRESENTA

JUAN CARLOS RODRIGUEZ ORTIZ

88

SB349
.R6



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Facultad de Agronomía

Subdirección de Estudios de Postgrado

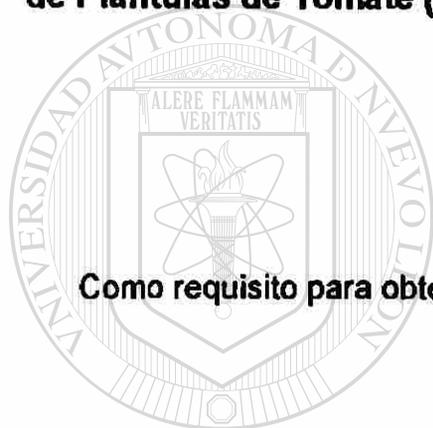
Efecto del Nitrógeno, Fósforo y Potasio en el Crecimiento y Producción de Plántulas de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) var. Floradade.

Tesis que presenta:

Juan Carlos Rodríguez Ortiz

Como requisito para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agrícola.

Aprobación de tesis



M. Sc. Fermín Montes Cavazos

Asesor Principal

Ph.D. Rigoberto E. Vazquez Alvarado

Asesor Auxiliar

M.C. Maurilio Martínez Rodríguez

Asesor Auxiliar

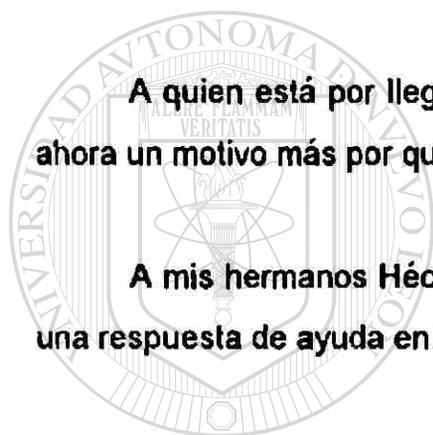
DEDICATORIA

A mis padres Sr. Héctor David Rodríguez Castillo y Sra. María Elena Ortiz Barraza, por haberme brindado con su esfuerzo y trabajo el más grande de los legados... "La Educación".

A mi esposa Ing. Isabel Cristina Montes Zuñiga, quien siempre ha estado a mi lado, me ha brindado su apoyo y comprensión sin los cuales no hubiera terminado este trabajo.

A quien está por llegar, pues representa una gran ilusión para nosotros y es ahora un motivo más por quién luchar en la vida.

A mis hermanos Héctor, Jesús, Gustavo y María Elena, de quienes he tenido una respuesta de ayuda en los momentos en que los he necesitado.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro señor por darme la vida y las fuerzas necesarias para realizar todos mis estudios.

Al CONACYT por brindarme los recursos necesarios para poder efectuar los estudios de Postgrado.

A la Subdirección de Estudios de Postgrado de la Facultad de Agronomía de la UANL, por darme su confianza y admitirme como alumno en sus aulas.

Al M. Sc. Fermín Montes Cavazos por su asesoría en la realización de este trabajo, así también por los conocimientos que de él obtuve tanto en clase como asesor de tesis.

Al Ph.D. Rigoberto E. Vazquez Alvarado por su amabilidad, consejos y dedicación en la revisión de este trabajo, así como profesor en las materias donde tuve la valiosa oportunidad de ser su alumno.

Al M.C. Maurilio Martínez Rodríguez tanto por su apoyo en la revisión de la tesis y por la transferencia de conocimientos en clase.

A las familias Briano Ortiz, Almanza González, Treviño Ortiz de quienes recibí un desinteresado y caluroso hospedaje así como apoyo moral en mi estancia en esta ciudad.

A mis compañeros de clase por su compañía y ayuda.

A TODOS ELLOS MUCHAS GRACIAS,

JUAN CARLOS.

INDICE GENERAL

	PÁGINA
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
SUMMARY	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Historia y origen del cultivo	4
2.2 Importancia del cultivo del tomate	5
2.3 Clasificación botánica	7
2.4 Requerimientos nutricionales del tomate	8
2.5 Funciones de los elementos Nitrógeno, Fósforo y Potasio en las plantas	11
2.6 Conducción de agua y nutrientes en el xilema	15
2.7 Conducción de agua y nutrientes en el floema	17
2.8 Factores de producción de plántulas de tomate	18
2.9 Producción de plántulas de tomate	19
2.10 Experimentos en la producción de plántulas	22
III. MATERIALES Y METODOS	26
3.1 Localización	26
3.1.1 Condiciones climáticas	26
3.2 Materiales	28
3.3 Métodos	29
3.3.1 Tratamientos	29
3.3.2 Diseño experimental	30
3.3.3 Variables	34
3.3.4 Desarrollo del experimento	38

	PÁGINA
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1 Altura de plantas	42
4.2 Número de hojas total	47
4.3 Diámetro de tallos	51
4.4 Peso seco de raíz	56
4.5 Peso seco de brote	57
4.6 Peso seco total	57
4.7 Peso fresco de raíz	58
4.8 Peso fresco de brote	60
4.9 Peso fresco total	64
4.10 Relación peso seco brote-raíz	67
4.11 Relación peso fresco brote-raíz	69
4.12 Porciento de extracción de raíz	71
4.13 Color de plantas	71
4.14 Cobertura de plantas	72
4.15 Resultados de las Correlaciones	72
4.16 Resultados de la Regresiones	74 [®]
4.17 Análisis Económico	77
V. CONCLUSIONES	83
VII. BIBLIOGRAFÍA	85

INDICE DE CUADROS

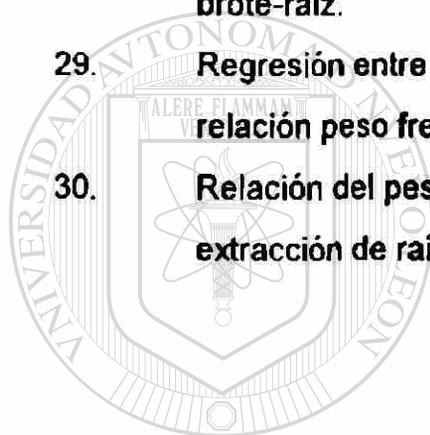
Cuadro	Página
1. Superficie cultivada y rendimientos promedio de los estados productores de jitomate en México.	6
2. Extracción de nutrimentos del suelo por el tomate, relacionando rendimiento y organo de la planta.	9
3. Tratamientos formados a partir de la combinación de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y sus niveles más el testigo dentro del experimento de plántulas de tomate.	30
4. Calendario de las actividades realizadas en el transcurso del experimento en plántulas de tomate durante el mes de Agosto.	41
5. Análisis de varianza de la variable altura de plantas a los 27 días de efectuada la siembra.	43
6. Medias de la variable altura de plantas a los 27 días de la siembra.	43
7. Análisis de varianza del factorial de altura de plantas a los 27 días de la siembra.	44
8. Análisis de varianza del factorial de la variable altura de plantas final.	46
9. Análisis de varianza para la variable número de hojas total.	47
10. Medias de la variable número de hojas total.	48
11. Análisis de varianza del factorial para la variable número de hojas total.	49
12. Análisis de varianza de la variable diámetro de tallos.	51
13. Medias de la variable diámetro de tallos.	51
14. Análisis de varianza del factorial de la variable diámetro de tallos.	53
15. Medias de la interacción P K de la variable diámetro de tallos	55
16. Análisis de varianza del factorial de la variable peso seco de raíz.	56

17.	Análisis de varianza del factorial de la variable peso fresco de raíz.	58
18.	Análisis de varianza de la variable peso fresco de brote.	60
19.	Medias de la variable peso fresco de brote.	60
20.	Análisis del factorial de la variable peso fresco de brote.	62
21.	Análisis de varianza de la variable peso fresco total.	64
22.	Medias de la variable peso fresco total.	64
23.	Análisis de varianza del factorial de la variable peso fresco total.	66
24.	Análisis de varianza del factorial de la variable relación peso seco brote-raíz.	68
25.	Análisis de varianza de la variable relación peso fresco brote-raíz.	69
26.	Medias de la variable relación peso fresco de brote-raíz.	69
27.	Análisis de varianza del factorial de la variable relación peso fresco brote-raíz.	70
28.	Correlaciones mayores del 60% de las variables en estudio del experimento de plántulas de tomate determinadas por el método de Pearson.	73
29.	Correlaciones más importantes de acuerdo a los objetivos del experimento en plántulas de tomate.	74
30.	Precios por kilogramo de los materiales fertilizantes utilizados en el experimento de producción de plántulas de tomate.	78
31.	Costos de las mezclas fertilizantes y Tricel 20 por hectárea, y diferencias de costos de las mezclas respecto a Tricel 20.	78

INDICE DE FIGURAS

Figura		PÁGINA
1.	Temperaturas máximas y mínimas (°C) registradas en el interior del invernadero durante el mes de Agosto	27
2.	Croquis de Campo donde se muestra la distribución de los tratamientos dentro de los bloques en el experimento de plántulas de tomate	31
3.	Charola de poliestireno que muestra la parcela útil en el experimento de plántulas de tomate.	31
4.	Porcentajes de extracción de raíz de plántulas de tomate.	36
5.	Altura de plantas (cm) a los 27 días de la siembra (22 de Agosto).	44
6.	Medias de la variable altura de plantas a los 27 días de la siembra para el factor N.	45
7.	Medias del factor N para la variable altura de plantas final.	46
8.	Número de hojas total de los tratamientos	48
9.	Medias del factor N de la variable número de hojas.	49
10.	Medias del factor P de la variable número de hojas.	50
11.	Diámetro de tallos (mm) de los tratamientos.	52
12.	Medias de diámetro de tallos del factor N.	53
13.	Medias de diámetro de tallos factor P.	54
14.	Medias de diámetro de tallos factor K.	54
15.	Interacción PxK en la variable diámetro de tallos.	55
16.	Medias del factor N de la variable peso seco de raíz.	57
17.	Medias del factor N de la variable peso fresco de raíz.	59
18.	Peso fresco de brote (gr) de los tratamientos	61
19.	Medias del factor N de la variable peso fresco de raíz.	62
20.	Medias del factor P de la variable peso fresco de brote.	63
21.	Medias del factor K de la variable peso fresco de brote	63

22.	Peso fresco total (gr) de los tratamientos.	65
23.	Medias del factor N de la variable peso fresco total.	66
24.	Medias del factor K de la variable peso fresco total	67
25.	Medias del factor N de la variable Relación peso seco brote-raíz.	68
26.	Relación peso fresco de brote y raíz de los tratamientos.	70
27.	Medias de los niveles de N de la variable relación peso fresco de brote-raíz.	71
28.	Regresión entre peso fresco de raíz y relación peso fresco de brote-raíz.	75
29.	Regresión entre el porcentaje de extracción de raíz y la relación peso fresco de brote-raíz.	75
30.	Relación del peso fresco de raíz con el porcentaje de extracción de raíz y la relación peso fresco de brote-raíz.	76



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

RESUMEN

El presente experimento se realizó en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en el municipio de Marín, N.L.

El objetivo fue determinar el efecto de la fertilización del Nitrógeno, Fósforo y Potasio en el crecimiento y producción de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) var. Floradade.

Para cada elemento se manejaron dos niveles de aplicación por litro de agua, siendo estos: N1= 150 mg l⁻¹ y N2= 350 mg l⁻¹ ; P1= 100 mg l⁻¹ y P2=150 mg l⁻¹; K1=200 mg l⁻¹ y K2= 350 mg l⁻¹. Como testigo se empleó el fertilizante Tricel 20 a dosis de 1 gr l⁻¹.

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar en arreglo factorial teniendo un total de 8 tratamientos producto de la combinación de elementos con niveles (2³), tomando en cuenta el testigo nos dieron un total de 9 tratamientos.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Las semillas de tomate se sembraron en charolas de poliestireno siendo éstas las unidades experimentales. Los fertilizantes que se utilizaron fueron Urea, Ácido Fosfórico y Sulfato de Potasio.

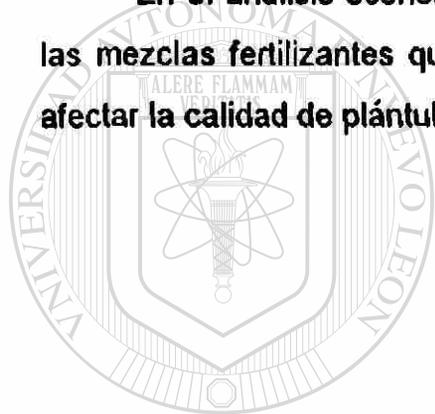
Se encontró que el nivel alto de Nitrógeno (350 mg l⁻¹) favoreció significativamente las variables número de hojas, diámetro de tallos, peso fresco de brote, peso seco de brote y peso fresco total. Mientras que el nivel bajo de Nitrógeno (150 mg l⁻¹) favoreció a las variables peso seco de raíz, fresco de raíz y altura de plantas. Además este nivel de Nitrógeno provocó una mejor relación del brote-raíz en las plantas tanto para los pesos frescos como secos.

Para el elemento Fósforo se obtuvo un efecto significativo en el nivel alto (150 mg l⁻¹) en las variables número de hojas, diámetro de tallos y peso fresco de brote.

Para el elemento Potasio se obtuvo un efecto significativo en su nivel alto (350 mg l⁻¹) en las variables diámetro de tallos y peso fresco de brote.

La dosis que obtuvo la relación de brote-raíz mejor balanceada es N1=150 mg l⁻¹, P1=100 mg l⁻¹ y K1=200 mg l⁻¹, superando al testigo Tricel 20.

En el análisis económico se encontró un ahorro significativo al hacer uso de las mezclas fertilizantes que se formaron en comparación con el testigo, esto sin afectar la calidad de plántulas de tomate y en ocasiones mejorándola.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

SUMMARY

This research was carried out at the Agronomy Experimental Station of the Agronomy Faculty of Nuevo León at the county of Marín, Nuevo León.

The objective of this research was to evaluate the effect of Nitrogen, Phosphorus and Potassium fertilizers on the growth and production, in tomato seedling (*Lycopersicum esculentum* Mill) var. Floradade.

Two concentrations of each element were dissolved in one liter of water. The concentration of elements were the following: N1= 150 mg l⁻¹ y N2= 350 mg l⁻¹ ; P1= 100 mg l⁻¹ y P2=150 mg l⁻¹ ; K1=200 mg l⁻¹ y K2= 350 mg l⁻¹ . The control was Tricel 20 in rate of the 1 gr per liter of water.

A complete randomized block design was used with the factorial analysis (3 elements and 2 levels, 2³) with 4 replications. The total of the treatments were 9 including the control.

The tomato seed was sowed in poliestirene boxes. The fertilizers used were urea, fosforic acid and potassium sulphate.

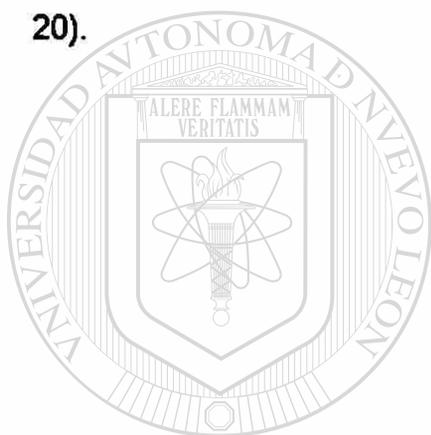
The results showed that the high level of N (350 mg l⁻¹) improve the leaf number, stem diameter, shoot fresh weight, shoot dry weight and total fresh weight. However the low level of Nitrogen (150 mg l⁻¹) was better on the root fresh weight, root dry weight and height of seedling and was also better in the relationship between shoot-root fresh and dry weight.

The high level of Phosphorus (150 mg l⁻¹) improved at the leaf number, stem diameter and shoot fresh weight.

The high level of Potassium (350 mg l^{-1}) improved at the stem diameter and shoot fresh weight.

The best balance between shoot and root was obtained with the Treatment 1 ($N1=150 \text{ mg l}^{-1}$, $P1=100 \text{ mg l}^{-1}$ y $K1=200 \text{ mg l}^{-1}$) which was better then the control (Tricel 20).

The economic analysis demonstrated that it is more inexpensive to use the fertilizer mixture, comparing this to the comercial product used as the control (Tricel 20).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

I. INTRODUCCION

El cultivo de Tomate es actualmente en México el producto agrícola que genera mayor cantidad de divisas dentro del sector agropecuario estimándose en 40 millones de dólares al año, que representa alrededor de la tercera parte de las importaciones del sector agrícola de Estados Unidos, ya que cubre el 95 % de participación del mercado de importación seguido muy de lejos por Holanda con 1.9 % y Canadá 1.94 %. Se estima que en la producción de Jitomate se emplean a 172 mil 289 trabajadores agropecuarios, lo que representa el 3.3 % de la población económicamente activa (PEA) empleada en este sector de acuerdo a los datos del censo de población y vivienda de 1990 (Mena, 1996).

Una parte del éxito en la producción de este cultivo es que se logre producir plántulas de excelente calidad que estén sanas y vigorosas para que en el campo pueda tenerse un alto porcentaje de arraigo y evitar pérdidas económicas por la reposición de plantas además de asegurar un buen crecimiento y desarrollo de las plantas que se va a manifestar en la producción con una alta calidad y rendimiento de frutos.

En nuestro país el sistema de siembra más usado es el de transplante para la cual se construyen almácigos de tierra donde se produce una gran cantidad de plantas en donde muchas veces no se tiene el control adecuado sobre los factores que afectan la producción de plántulas. Entre los factores más importantes que se deben manejar

son la fertilización, riegos, control sanitario, etc. Estos van a tener influencia directa en la calidad de las plantas que se determina por la altura de planta, número de hojas, índice de área foliar, etc.

La necesidad de producir plantas en charolas de poliestireno se ha incrementado con el hecho de que gran parte de la semilla usada actualmente son híbridos de un costo muy alto lo que exige que no se pierdan semillas y que las plántulas sean de la mayor calidad posible y respondan a lo indicado por su constitución genética.

Diversos trabajos experimentales han demostrado que la fertilización es esencial para una buena calidad de plántula, sin embargo, el costo de los fertilizantes foliares así como su composición nutricional no es en ocasiones lo mejor para el cultivo en prueba.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

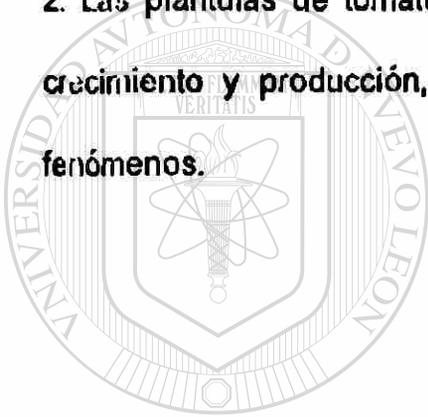
Por otra parte el producir plántulas con temperaturas elevadas durante el Verano (máxima de 42° C y mínima de 24° C, en Marín, N.L.) ha llevado a tener altos crecimientos en el follaje y una raíz pobre, por lo que se buscó en este trabajo balancear la fórmula nutricional para obtener plántulas con suficiente raíz y mejorar la relación de ésta con la parte aérea.

OBJETIVOS

- 1. Comparar diferentes fórmulas nutricionales, y observar sus efectos en el crecimiento y producción de plántulas de tomate.**

HIPOTESIS

- 2. Las plántulas de tomate requieren una nutrición adecuada para obtener un buen crecimiento y producción, por lo tanto la variación de nutrientes afectará dichos fenómenos.**



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 HISTORIA Y ORIGEN DEL CULTIVO

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), es una planta originaria de las regiones tropicales de América Latina, cuyo centro de origen se localiza en la región de los Andes, integrado por Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú; donde existe la mayor variabilidad genética y mayor cantidad de tipos silvestres, aunque existe cierta discrepancia sobre estos países.

La evidencia histórica favorece a México como el centro más importante de domesticación del tomate, ya que la utilización de formas domesticadas en el país, es muy antigua y sus frutos eran empleados en la alimentación indígena de las zonas centro y sur de México. Además se hizo una recopilación de datos sobre la dispersión que sufrió el tomate; y se menciona que el tomate Mexicano fue enviado a España en el siglo XVI, donde se utilizó para sazonar los alimentos. En el siglo XVII en Italia constituyó un condimento en los principales platillos de ese país. Alrededor del siglo XVIII el tomate Mexicano fue conocido y consumido a nivel mundial; y posteriormente llegó a ser un artículo de consumo necesario en el siglo XIX. (León y Arosamena, 1980; Rick, 1978; Yamaguchi, 1983).

Flores,(1982) Menciona que tal vez el centro de dispersión de las formas cultivadas sea diferente al centro de origen primario, siendo éste, el área comprendida entre Puebla y Veracruz en México, donde se da la diversificación varietal que ha dado origen a las formas cultivadas que actualmente se conocen.

El jitomate es una planta nativa de América tropical, cuyo origen se localiza en la región de los Andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú), (Vavilov,1951) y donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres.

México está considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación de tomate. La palabra tomate proviene de la voz náhuatl "tomatl"; en 1554 fue llevado a Europa, empezando a comercializarse en Estados Unidos hacia el año de 1835 (Chávez, 1980).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

2.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL TOMATE

Gallegos, et al. (1980), citados por Barenque, (1991) Mencionan que gracias a la gran adaptabilidad que posee el cultivo, es posible obtener elevadas producciones, ya que permite que se le explote tanto en climas tropicales como templadas de diversas regiones del país.

Anónimo (1985) Cita que en México el tomate es cultivado prácticamente en todo el territorio, siendo los principales estados productores Sinaloa, Morelos, Sonora, Baja California, San Luis Potosí, Michoacán, Tamaulipas, Guanajuato, Hidalgo y Puebla.

El tomate ocupa un lugar preponderante con relación al desarrollo económico y social de la agricultura a nivel mundial, reportándose que requiere de 140 jornales por hectárea. En lo que respecta a superficie sembrada, existen más de 90 000 ha (UNPH, 1986), de las que aproximadamente el 33% se sitúan en el estado de Sinaloa. En el Cuadro 1 se presentan los principales estados productores de tomate de la República Mexicana así como los rendimientos promedio por hectárea.

Cuadro 1. Superficie cultivada y rendimientos promedio de los Estados productores de jitomate en México.

ESTADO	SUPERICIE CULTIVADA (Has.)	RENDIMIENTO MEDIO (TON/HA)
SINALOA	30150	39.8
TAMAULIPAS	7312	9.3
VERACRUZ	3386	9.7
MICHOACAN	2901	11.1
B. CALIFORNIA NORTE	2840	12.6
MORELOS	2630	17.1
GUANAJUATO	2095	16.2
HIDALGO	1930	14.1
SONORA	1400	20.9
OTROS	15440	17.8

FUENTE: SARH, 1986.

2.3 CLASIFICACION BOTANICA

El tomate ha sido clasificado de la siguiente manera:

Reino: **Vegetal**
División: **Trachephyta**
Subdivisión: **Pteropsidae**
Clase: **Angiospermae**
Subclase: **Personatae**
Familia: **Solanácea**
Género: ***Lycopersicum***
Especie: ***esculentum***

Se reporta que el género *Lycopersicum* contiene una pequeña cantidad de especies, todas ellas herbáceas que crecen en formas diferentes, dependiendo de los métodos de cultivo.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Actualmente se conocen seis especies de *Lycopersicum*:

- 1.- *Lycopersicum esculentum*
- 2.- *Lycopersicum pimpinellifolium*
- 3.- *Lycopersicum hirsutum*
- 4.- *Lycopersicum cheesmani*
- 5.- *Lycopersicum peruvianum*
- 6.- *Lycopersicum glandulosum*

Se ha encontrado que el *Lycopersicum esculentum* posee cinco variedades botánicas:

- | | |
|---|-------------------------|
| 1.- <i>Lycopersicum esculentum</i> var. <i>commune</i> | Tomate común |
| 2.- <i>Lycopersicum esculentum</i> var. <i>grandifolium</i> | Tomate hoja de papa |
| 3.- <i>Lycopersicum esculentum</i> var. <i>validum</i> | Tomate arbusto o erecto |
| 4.- <i>Lycopersicum esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i> | Tomate cherry |
| 5.- <i>Lycopersicum esculentum</i> var. <i>pyriforme</i> | Tomate pera. |

(Flores, 1982; Huerres, 1988; Rick, 1978; Rick citado por Simmonds, 1986; Yamaguchi, 1983).

2.4 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL TOMATE

La composición mineral de las plantas refleja, en grados variables, la naturaleza del suelo en el cual estas son cultivadas.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Así como la mayoría de las plantas el tomate necesita de al menos 16 elementos minerales, algunos son requeridos en cantidades muy pequeñas (fierro, boro, zinc, manganeso, cobre, molibdeno) que no se les dió mucha importancia ya que el aire, recipientes, medio de cultivo o las impurezas de fertilizantes y productos químicos aportan cantidades suficientes de ellos para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Winsor, 1973; Weier, Stocking y Barbour, 1981). Es necesario conocer las cantidades de los elementos extraídos y su proporción en cada parte de la planta para tener una

idea más o menos aproximada de la cantidad de fertilizantes que deben ser incorporados al suelo. Lo que como referencia se toma la cantidad de nutrientes que se retira del suelo por cada tonelada de fruta que se cosecha. Los nutrientes extraídos se distribuyen diferencialmente en cada uno de los órganos de la planta.

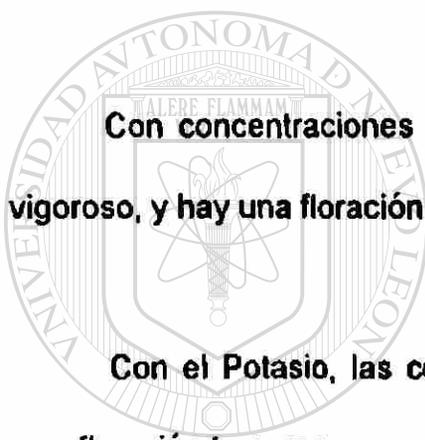
Cuadro 2. Extracción de nutrimentos del suelo por el tomate, relacionando rendimiento y órgano de la planta.

Partes	Rendimiento medio (ton/ha)	Nutrientes contenidos (Kg/ha)				
		N	P	K	Ca	Mg
1. Frutos	22.4	67.2	22.4	95.2	-	-
Hojas y Tallos	2.6	44.8	22.4	128.8	-	-
2. Frutos	33.6	104.1	26.8	145.6	8.9	11.2
Hojas y Tallos	4.0	76.1	30.2	185.9	203	31.3
3. Frutos	27.5	47	6.7	69.4	5.6	7.8
Hojas y Tallos	6.9	30.2	3.3	33.6	50.4	13.4

FUENTE WORD (1969) c.r. Uexdall (1978) y Adams (1966).

Las cantidades de fertilizantes por aplicar dependen de muchos factores edáficos principalmente y del rendimiento y el conocimiento de las cantidades extraídas, esto sirve como referencia general (Cuadro 2).

La nutrición mineral modifica en gran medida la formación de flores. La concentración alta de Nitrógeno (120 ppm) da como resultado un vigoroso crecimiento en las plantas, la diferenciación del botón floral es más temprana. En condiciones de alta intensidad y alta concentración se promueve una floración temprana e incrementa el número de flores. Así mismo Kuksal (1978); Varis y George, (1985) señalan que concentraciones altas de N 100 gr/maceta incrementó el número de flores, frutos y producción de semillas, provocando floración y maduración tempranas.



Con concentraciones de Fósforo altas (60 y 180 ppm) el crecimiento es más vigoroso, y hay una floración temprana.

Con el Potasio, las concentraciones altas (60 y 180 ppm) también promueven una floración temprana comparado con niveles más bajos (0.5 y 10 ppm).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Anónimo, (1987) Reporta que durante el desarrollo del cultivo, los elementos nutritivos deben suministrarse en proporciones adecuadas; es decir, debe haber un balance nutricional para lograr calidad (forma, color, firmeza, tamaño, etc) que sea aceptable y altas producciones de frutos por unidad de superficie.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2.5 FUNCIONES DE LOS ELEMENTOS NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN LAS PLANTAS.

Nitrógeno.

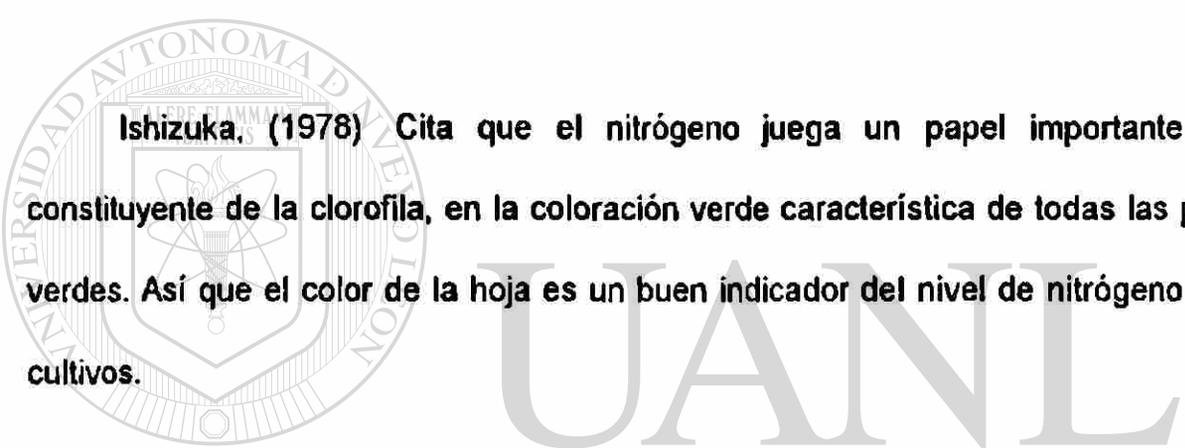
Bennet, (1983) Menciona que el nitrógeno es absorbido por las plantas en forma de nitrato (NO_3) y amonio (NH_4). Generalmente se entiende que el amonio es absorbido y utilizado primeramente por las plantas jóvenes. Mientras que el nitrato es la forma principal para utilizarlo durante el periodo largo de desarrollo.

El nitrógeno tiene numerosas funciones en la planta. El ión NO_3 sufre transformaciones después esto es absorbido y reducido a la forma amino. Entonces es utilizado en forma de aminoácidos. Los aminoácidos son esenciales para la formación de proteínas y son considerados estos componentes de los mismos. En adición a aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos y bases nitrogenadas, el nitrógeno es también componente de compuestos de otras plantas incluyendo nucleótidos, amidas y aminas. Por lo tanto el N juega un papel clave en muchas reacciones metabólicas.

El nitrógeno es contenido en la molécula de clorofila, por lo que una deficiencia de N va a resultar en una condición clorótica en la planta. El N es también un constituyente estructural de las paredes celulares.

Las proteínas son continuamente creadas, sintetizadas y degradadas en la planta así que el N se mueve de las partes viejas de la planta a hojas jóvenes. Por lo tanto el síntoma de deficiencia aparece normalmente primero en las hojas viejas.

La proteína (aminoácidos y clorofila) y ácidos nucleicos son constituyentes mayores del protoplasma de la célula, así que a falta de nitrógeno inhibe la división celular con una consecuente reducción en crecimiento.



Ishizuka, (1978) Cita que el nitrógeno juega un papel importante como constituyente de la clorofila, en la coloración verde característica de todas las plantas verdes. Así que el color de la hoja es un buen indicador del nivel de nitrógeno en los cultivos.

Tisdale y Nelson, (1991) Reportan que un adecuado suministro de nitrógeno está asociado con vigorosos crecimientos vegetativos y un intenso color verde. Cantidades excesivas de nitrógeno pueden prolongar el periodo de crecimiento y retrasar la madurez.

Edmon, J.B.; T.L. Senn y F.S. Adrews, (1981) Reportan que cuando existe un exceso de nitrógeno en 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.

Masson, Tremblay y Gosselin, (1991) Mencionan que han observado que plántulas sobrefertilizadas de N incrementan su succulencia y se rompen fácilmente cuando se transplantan.

Fósforo.

Adams, (1986). Menciona que el fósforo se considera como un elemento nutritivo mayor igual que el N y K, sin embargo en la mayoría de las plantas se presenta en menores cantidades que estos. El fósforo es absorbido por las plantas en cualquiera de las formas como ión ortofosfato monovalente (H_2PO_4) o como ión ortofosfato divalente (HPO_4). El ión absorbido es determinado por el pH del suelo. Cuando el nitrógeno y el fósforo son físicamente y químicamente asociados al suelo, la absorción del fósforo aumenta.

El fósforo es un constituyente de compuestos de la planta tal como enzimas, proteínas y es un componente estructural de fosfoproteínas, fosfolípidos y ácidos nucleicos, por lo tanto juega un papel importante en la vida de las plantas e importante también en el crecimiento reproductivo, la división celular, síntesis de azúcar, grasas y proteínas.

Este promueve maduración temprana y calidad de frutos. Un adecuado suministro en las primeras etapas vegetativas es importante en el retraso del crecimiento de las partes reproductivas asociadas a la vez con una pronta maduración de los cultivos. Se le considera esencial en la formación y maduración de las semillas encontrándose en gran cantidad en éstas y frutos; los meristemos y tejidos activos.

Incrementa también la resistencia a enfermedades. Una buena fertilización con Fósforo ha sido asociada con un incremento del crecimiento de las raíces (Rodríguez, 1989; Tisdale y Nelson, 1991; Bennet, 1993).

POTASIO.

El potasio es absorbido como ión "K". La forma asimilable para las plantas del total del potasio es generalmente pequeña. A diferencia de otros elementos no forma parte de los componentes de la planta. Su funciones son más bien de naturaleza catalítica. El potasio se enlaza iónicamente a la piruvato quinasa que es esencial en la respiración y en metabolismo de carbohidratos. Es un constituyente de la fotosíntesis bajo condiciones de baja intensidad (Bidwell,1979; Tisdale y Nelson, 1991; Wallace, 1961).

Eaton,(1952) citado por Devlin, (1980) Menciona que en la planta este elemento es requerido para turgencia de la misma y mantiene el potencial osmótico de las

células. Esta regulación osmótica indica el papel que juega el potasio en relación con el agua de la planta, retención de agua en tejidos y transporte de largas distancias de agua y asimilados en el floema y xilema. Este también tiene funciones en la estabilización de pH en la célula. El Potasio se requiere a la vez para producción de fosfato de alta energía (ATP). Parece que actúa como activador o catalizador de enzimas que intervienen en la síntesis de ciertas uniones peptídicas. En las regiones meristemáticas que son las más activas de la planta como yemas, hojas tiernas y extremos de raíces se concentra más este elemento. Esta acción en las células tiene efecto en el desarrollo normal de las mismas, por lo tanto aumenta la resistencia al alojamiento de plagas y enfermedades.

A causa de estas cualidades del potasio, los frutos que crecieron con un suministro adecuado de este elemento, parecen tener larga vida en anaquel en el almacenamiento (Bennet, 1993).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2.6 CONDUCCIÓN DE AGUA Y NUTRIENTES EN EL XILEMA

Se ha demostrado que en los vasos de xilema, la tasa de flujo varía de acuerdo al cuadrado del radio del vaso. Las plantas con tallos largos y estrechos, tienden a poseer vasos de gran diámetro que permiten altas tasas de flujo. Puesto que la tasa de flujo varía inversamente a la longitud, tal arreglo permite la transferencia del agua a través de largas distancias en un tallo de diámetro pequeño.

El xilema ha sido reconocido como el principal camino para el movimiento ascendente del agua en el tallo; este tejido conductor consiste principalmente de vasos y traqueidas. Cuando estas células son funcionales están muertas, y por lo regular forman parte de un sistema de tubos continuamente abiertos a través del tallo.

Las células que componen las fibras del xilema son muy abundantes, de un cuerpo muy largo que tienen paredes celulares gruesas y lignificadas, y permiten el movimiento del agua y nutrientes entre las células componentes de las fibras. La función principal de las fibras es de soporte para las plantas.

Los rayos del parénquima que se encuentran orientados lateralmente por lo general son continuos desde el xilema hasta el cambium vascular y penetran hasta dentro del floema, permitiendo el intercambio de sustancias entre estos dos tejidos.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Puesto que el xilema constituye un sistema transportador de agua de extremos abiertos, esencialmente en una sola dirección, es probable que los solutos se movilicen pasivamente por él, por medio del arrastre de solventes, los solutos necesitan no moverse en la misma tasa del agua, ya que sus movimientos pueden estar influidos por la adsorción a las paredes de los vasos o por difusión hacia abajo de un gradiente de potencial dentro del sistema de flujo (Harper, 1980; Bidwell, 1986; Hartman y Kester, 1987; Rojas, G. y Rovalo, M. 1987).

2.7 CONDUCCION DE FOTOSINTATOS EN EL FLOEMA

El floema es el tejido conductivo de las plantas que transporta la savia elaborada que ha sido producida en las áreas verdes fotosintéticamente activas y que se va a emplear para crecimiento y desarrollo de puntos meristemáticos, o de frutos, o bien se alojará en zonas de almacenamiento.

Además de las funciones conductivas, el floema de las capas de células muertas, de tallos viejos, provee a las plantas de protección para evitar las pérdidas excesivas de agua. En la mayoría de los casos, todo el tejido del floema, es decir, la parte viva y muerta es lo que comunmente se conoce como la corteza de las plantas.

Los azúcares que han sido sintetizados durante la fotosíntesis se mueven hacia las partes inferiores de la planta básicamente en el tejido del floema, hasta llegar a los puntos de almacenamiento como puede ser la corteza, granos, frutos y las raíces. Este movimiento no solamente ocurre hacia abajo de las plantas sino también lateralmente en ambos lados. Esta translocación de fotosintatos se realiza en los elementos conductores y en sistema de tuberías que conforman el floema (Harper, 1980; Bidwell, 1986; Hartman y Kester, 1987; Rojas, G. y Rovalo, M. 1987).

2.8 FACTORES DE PRODUCCIÓN EN PLÁNTULAS DE TOMATE

Huerres, P. (1988) Menciona que la escasez de luz produce debilitamiento en las plantas, las cuales son más susceptibles a las enfermedades. Muchas veces, debido a una siembra densa en el semillero, las propias posturas se autosomborean y se forman delgadas y débiles, lo cual afecta los rendimientos. Regulando el tamaño y la forma de área nutritiva, se puede lograr un adecuado balance de luz tanto en semillero como en plantación. Algunos otros autores, comenta, clasifican al tomate como una planta de día corto; sin embargo, la mayoría la considera que es indiferente al fotoperiodo.

Casseres, E. (1966) Reporta que el pH del suelo debe ser entre 5.5 y 6.8 con una buena aereación y buen drenaje para un adecuado crecimiento y desarrollo de las plántulas de tomate.

Aung, (1978) Cita que la temperatura de germinación a las cuales favorece un alto porcentaje de germinación varía entre cultivares y aún entre semillas de la misma variedad. Señala que el rango óptimo de temperatura para germinación va de 18.5°C a 21°C en el día; en la noche necesita 15°C. La mínima es de 10°C y la máxima de 35°C.

Knott, (1957) Menciona que un suelo con condiciones óptimas para germinación de semilla de tomate es aquel cuya temperatura está entre los 15°C y 29°C, con

mínimas y máximas de 10°C y 35°C. El tiempo promedio que tardan en nacer las semillas a temperaturas óptimas y cuando la semilla es sembrada a 1.25 cm de profundidad, es de más 10 días, pero con las temperaturas mínimas y máximas indicadas, el tiempo varía desde 9 a 43 días. El pH del suelo debe ser entre 5.5 y 6.8, el suelo debe ser profundo con buena aereación y drenaje.

Bendix y Went, (1956) citados por Aung (1978) Reportan que se reduce el crecimiento vegetativo con tratamientos cortos diarios de temperaturas de 3°C ó 30°C durante la noche, por 4 ó 5 semanas. Han observado que las hojas cotiledonales alcanzan su mayor extensión cuando crecen a 15.5°C-18.5°C, las cuales están por abajo del óptimo para el crecimiento radical que es de 25°C, sin embargo, durante la noche la materia seca se incrementa más a 25°C. Temperaturas de 14°C y 20°C, redujeron el número de nudos para la primera inflorescencia.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
2.9 PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE

Casseres, (1966) Menciona que el término "plántula" designa a la planta pequeña producida por semilla, de pocas semanas de edad, y que se utiliza en los cultivos de trasplante para establecer el plantío definitivo en el campo. Con hortalizas de trasplante es costumbre hacer el almacigal, pues tales plantas tienen la propiedad de reproducir raicillas y pelos absorbentes rápidamente. Típicas de este grupo son las solanáceas y crucíferas.

El tomate es típicamente de trasplante, pero puede sembrarse directamente en el campo cuando se trata de plantaciones muy extensas, siempre que se haga oportunamente la entresaca y que las condiciones del suelo y del clima sean ideales desde el principio. La práctica de hacer semilleros es más común con el tomate y con las demás hortalizas de trasplante, por las siguientes ventajas: 1) Se puede preparar solamente una área pequeña de tierra prodigándole todos los cuidados, dejando la preparación costosa del campo entero para la época de trasplante; 2) hay mayor eficiencia en el uso de la semilla, pues un mayor porcentaje nace bajo las condiciones especiales de semillero; 3) se pueden escoger las plantas uniformes y fuertes, desechando las débiles o dañadas; 4) es más práctico y menos costoso combatir las hierbas y plagas del suelo, los hongos y los insectos en los semilleros que en el campo.

Al colocar la plántula en su sitio definitivo en el campo, la tierra suelta y mullida debe afirmarse a su alrededor, con el fin de asegurar un buen contacto de la tierra con las raíces. La tierra, para estar al punto ideal, debe estar húmeda, pero no mojada. Si el suelo está muy seco, conviene regarlo con anticipación o esperar una lluvia y trasplantar después de un día o dos cuando tiene su "punto".

Casseres, et al (1947) citados por Casseres, (1966) Reportan que la plántula de tomate alcanza su mejor estado de desarrollo para el trasplante unas cuatro

semanas después de la fecha de la siembra de la semilla, si se le ha dado un espaciamento intermedio de por lo menos 5 X 5 cm en el semillero.

Angulo, C. (1980) Reporta que en el Valle de Culiacán, se ha generalizado el uso de invernaderos con cubiertas de plástico, para la obtención de plántulas de tomate en charolas de poliestireno, método que es más eficiente que los almácigos comunes a campo abierto. Esto se debe a que en las siembras tempranas los almácigos en campo y las siembras directas de tomate se ven muy afectadas por las lluvias, provocando una serie de plagas y enfermedades en las plantas, que finalmente impiden su adecuado establecimiento.

Menciona que un invernadero de 45 metros de largo, 8.5 metros de ancho y 4 metros de altura con cubierta de plástico de 0.602 milímetros, pueden sembrarse un total 1430 charolas de poliestireno, de 200 cavidades, dando un total de 286 000 plántulas.

Las charolas se llenan con un material estéril compuesto de musgo y otros ingredientes previamente humedecidos. Después de llenar la charola se presiona la mezcla en cada cavidad, dejando espacio suficiente para depositar la semilla, la cual se cubre después con una capa de vermiculita para facilitar la emergencia de las plántulas. Las charolas se riegan y se mantienen estivadas por 2 a 3 días con el fin de

mantener la humedad y calor para acelerar la germinación de la semilla. Después de esto se llevan al invernadero y se riegan.

Aproximadamente de 8 a 11 días después del primer riego en el invernadero, se procede a dejar una sola planta por cavidad. Las plantas sobrantes se eliminan y se realiza la fertilización. Al inicio del desarrollo de las plántulas en invernadero, el principal problema que se presenta es la enfermedad conocida como "damping-off" o "secadera", pudiéndose prevenir y combatir aplicando fungicidas como el Ridomil.

2.10 EXPERIMENTOS EN LA PRODUCCION DE PLÁNTULAS

Bigurra, G., D.G. (1992) Reporta la evaluación de 3 dosis y 3 frecuencias de aplicación del fertilizante trichel 20 en el agua de riego en plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) de la variedad Floradade y comparó contra el testigo de no aplicación y contra el de aplicación de otro fertilizante foliar llamado "Peters profesional" (20-20-20). Las dosis del trichel 20 fueron de 0.3, 0.5 y 0.7 gr l⁻¹ y las frecuencias fueron diarias, cada dos días y cada tercer día. El fertilizante Peters profesional sólo se aplicó en dosis de 0.5 gr, cada dos días. En total tuvo 11 tratamientos. Al final del trabajo determinó que las plántulas fertilizadas con 0.7 gr de trichel 20 con una frecuencia de aplicación de cada tercer día, se presenta el mejor desarrollo y observó que la aplicación de todos los elementos nutritivos inducen una mejor respuesta en la altura final y reduce el daño por "damping off". Recomienda

utilizar nuevas fuentes fertilizantes en futuros trabajos experimentales así como incluir la calidad del agua como un factor importante en el riego y fertilización de las plántulas.

Gutierrez, D., A. (1993) Reporta un trabajo con chile serrano (*Capsicum annum*) var. Tampiqueño 74, en donde se probaron 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 gr l^{-1} de trichel 20, reportada por Bigurra (1992) como la mejor en plántula de tomate, una baja de 0.3 gr l^{-1} y una alta de 1.1 gr l^{-1} de este mismo producto. Los fertilizantes utilizados fueron grofol 20-30-10, trichel 20, Greenzit y Nitrofoska. Las aplicaciones se hicieron cada tercer día. Concluye que el comportamiento de los fertilizantes foliares se debió 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 lo que respecta a las dosis dado la mayor disponibilidad de nutrientes, las dosis altas 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. Recomienda utilizar primeramente trichel 20 a su dosis alta (1.1 gr l^{-1}) cada tercer día y como sustituto grofol 20-30-10 a sus dosis alta (0.73 gr l^{-1}) o bien el mismo trichel a su dosis media (0.70 gr l^{-1}). Menciona que 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 u otros cultivos.

Weston y Zandstra, (1989) Reportan que trabajando con tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) cv. "Pik red", en cajas cuyas cavidades tenían 18.8 ml. Aplicaron una vez por semana el nitrógeno, a razón de 100, 200 y 400 mg l⁻¹ en el riego. Además 15, 30 y 60 mg l⁻¹ de P. Utilizaron el medio Esmigram que contenía 56 gr/m³ de micronutrientes, 28 gr de hierro quelatado por m³ y dolomita a 3 kg/m³. El pH fue de 6 a 6.1 al mezclar los tratamientos. Se aplicó cuando aparecieron las primeras hojas verdaderas. Se obtuvieron los siguientes resultados: el N a 400 mg l⁻¹ y P a 300 mg l⁻¹, produjeron plántulas cuyo tiempo a transplante fue el más largo (5 semanas). El N a 100 mg l⁻¹ promovió la mayor relación raíz-brote, y este no fue afectada por el P. Las plántulas fertilizadas con 200 y las fertilizadas con 400 mg l⁻¹ promovieron la producción temprana más larga en el campo, pero la producción total no se afectó. Plántulas de 4 ó 5 semanas al ser trasplantadas indujeron mayor producción en el campo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Melton y Dufault, (1991) Reportan que en tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) cv. Sunny en celdas de 65 cm³ (4X4 cm de la parte superior y 3X3 de la inferior) llenadas con el medio sogemix No. 3 (musgo y perlita) que contenía 8 mg l⁻¹ de N, 28 mg l⁻¹ de P y 103 mg l⁻¹ de K y pH de 5.7. Probaron una combinación factorial con 25, 75 y 225 mg l⁻¹ de N; 5, 15 y 45 mg l⁻¹ de P y 25, 75 y 225 mg l⁻¹ de K. Además se agregaron sulfato de magnesio a 70 mg l⁻¹, 347 mg l⁻¹ de Ca y 313 mg l⁻¹ de "soluble trace element mix" l⁻¹. El pH lo ajustaron a 7 con H₂SO₄ o NaOH. Ellos encontraron lo siguiente: Cuando el N se aumenta de 25 a 225 mg l⁻¹, el peso fresco del brote, altura

de la planta, diámetro de tallo, número de hojas, área foliar, peso fresco del brote y de la raíz y la clorofila total se incrementaron. El N aportó la mayor fuente de variación. El P a 45 mg l^{-1} incrementó el peso del brote, altura de la planta, diámetro de tallo, número de hojas y área foliar comparándolo con la dosis de 5 y 15 mg l^{-1} . El K no tuvo efecto en ninguna de las variedades estudiadas. Para producir plántulas de calidad, recomiendan usar una solución nutritiva con 225 mg de N, 45 mg de P y 25 mg de K por litro de agua.

Masson, Tremblay y Gosselin, (1991) Reportaron que con altos rangos de fertilización con nitrógeno se incrementó el peso seco de brotes de apio, lechuga, brócoli y tomate. En tomate, dosis de 400 mg l^{-1} de N incrementaron en un 38% el peso seco de los brotes comparado con dosis de 100 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 mg l^{-1} en relación con las dosis de 100 mg l^{-1} , por último bajo condiciones de luz natural y con rangos de 300 a 400 mg l^{-1} de N optimizaron el crecimiento de plántulas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

El presente experimento se desarrolló en el campo agrícola experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, localizado en el kilómetro 17.5 de la carretera Zuázua-Marín. Se encuentra ubicado a 25° 25' de latitud Norte y 100° 03' de longitud Oeste, con una altitud de 367 msnm.

3.1.1 Condiciones climáticas

El clima de esta región según la clasificación de Koeppen, modificada por García (1964) es un BS₁ (h') h x' (e'), en donde:

BS₁. Corresponde a un clima seco árido, siendo el más seco de los BS.

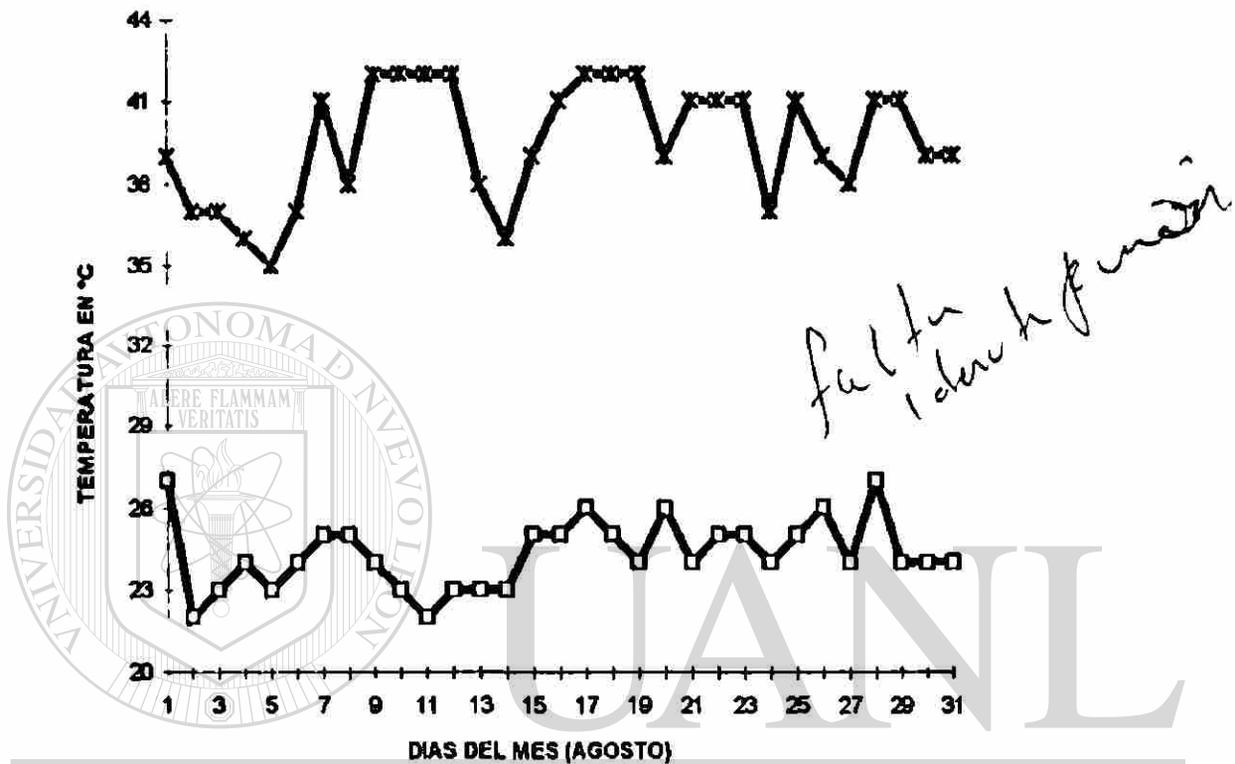
(h') h. Corresponde a temperaturas anuales altas de 22°C y abajo de los 8°C en el mes más frío.

x'. Corresponde a un régimen de lluvias que ocurren entre Verano e Invierno mayor del 18%.

(e'). Corresponde a un clima extremoso con temperaturas medias anuales mayores de 14° C.

Por otra parte se puede observar que de 1976 a 1986 la precipitación promedio fue de 540 mm, esto de acuerdo a López, A.G. 1995.

Las temperaturas registradas durante el transcurso del experimento en el mes de Agosto, se presentan en la Figura 1.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FIGURA 1. TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS (°C)
REGISTRADAS EN EL INTERIOR DEL INVERNADERO DURANTE
EL MES DE AGOSTO.
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3.2 MATERIALES

Los materiales utilizados para realizar el experimento se enlistan a continuación:

- Un invernadero rústico
- 36 cajas de poliestireno con 200 cavidades. El volúmen es de 22 cm³ por cavidad.
- 30 kg "Sunshine mix-3 " hecho a base de " peat moss " .
- 1 kg. de fertilizante Tricel 20 (N P K)
- 1 kg. de fertilizante UREA (N)
- 1 kg. de fertilizante ácido fosfórico en estado líquido (P)
- 1 kg. de fertilizante sulfato de potasio (K)
- 1 litro de cloro
- 1 kg. de fungicida Captán 50 ph
- 1 kg. de fungicida Folpate
- 1 kg. de fungicida interguzan
- Una regadera de manual de 5 lt.
- Una mochila aspersora de 5 lt.
- Una probeta graduada de 50 ml.
- Un vaso de precipitado de 1 litro.
- 100 gr. de semilla de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) cv. Floradade.
- Una balanza analítica
- Una estufa de secado
- Un termómetro para determinar temperaturas máximas y mínimas
- Materiales para análisis de agua

Constituyentes de las fuentes Fertilizantes empleados son: Urea 46 % N ; Ácido fosfórico 31.63 % P, y Sulfato de potasio 50 % de K.

Tricel 20 N, P y K 20 % ; Fe Quelatado 0.13 %; Cu Quelatado 0.07 % Zn; Quelatado 0.10 %; Mn Quelatado 0.1 %; Mg 0.7 %; Mo 0.0015 %; B 0.05 %; Ca 0.03 %; S 0.35 %; GA3 0.001 %.

3.3 MÉTODOS.

3.3.1 Tratamientos

De acuerdo al objetivo planteado en el experimento donde se menciona el comparar diferentes fórmulas nutricionales y observar sus efectos en el crecimiento y producción de plántulas de tomate, se pretende que los niveles de los elementos Nitrógeno, Fósforo y Potasio establecidos en el experimento y las cantidades de material fertilizantes equivalentes por litro de agua sean las siguientes:

Nivel 1 ó bajo de N; 150 mg l⁻¹ de agua, equivalente a 326 mg de Urea.

Nivel 2 ó alto de N; 350 mg l⁻¹ de agua, equivalente a 760 mg de Urea.

Nivel 1 ó bajo de P; 100 mg l⁻¹ de agua, equivalente a 316 mg de Acido Fosfórico.

Nivel 2 ó alto de P; 150 mg l⁻¹ de agua, equivalente a 474 mg de Acido Fosfórico.

Nivel 1 ó bajo de K; 200 mg l⁻¹ de agua, equivalente a 446 mg de Sulfato de Potasio.

Nivel 2 ó alto de K; 350 mg l⁻¹ de agua, equivalente a 781 mg de Sulfato de Potasio.

TRICEL 20, se aplicó 1gr l⁻¹ de agua

La combinación de los niveles y de los elementos NPK nos dieron 8 tratamientos más del testigo nos dan un total de 9 que se pueden observar en el cuadro 3.

Cuadro 3. Tratamientos formados a partir de la combinación de NPK y sus niveles más el testigo dentro del experimento de plántulas de tomate.

TRATAMIENTO	N	P (mg l ⁻¹)	K
1	150	100	200
2	150	100	350
3	150	150	200
4	150	150	350
5	350	100	200
6	350	100	350
7	350	150	200
8	350	150	350
9	TRICEL 20. 1 gr l ⁻¹		(testigo)

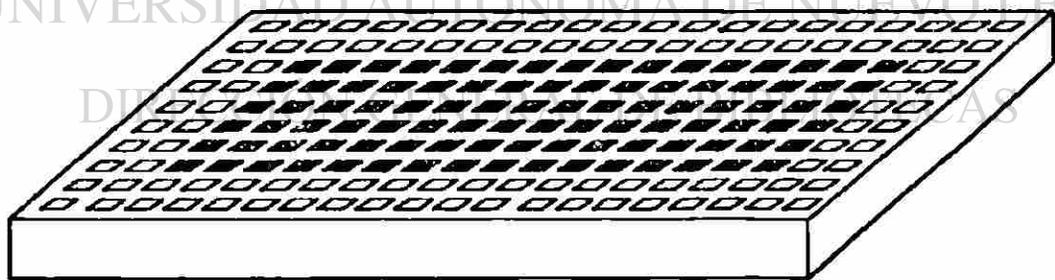
3.3.2 Diseño experimental

El diseño experimental fue un bloques al azar con 9 tratamientos y 4 repeticiones lo que nos dió 36 unidades experimentales que vienen siendo cada una de las charolas de poliestireno. En la figura 2 se presenta la distribución de los tratamientos dentro del invernadero.

Para obtener la parcela útil, se eliminaron dos filas (80 plantas descartadas) y dos hileras (24 plantas descartadas), quedando 96 plántulas para muestreos. En la figura 3 se puede observar la parcela útil dentro de las unidades experimentales.

		BLOQUES			
		I	II	III	IV
T R A T A M I E N T O S	5	6	P A S I L L O	4	2
	7	1		3	8
	8	4		9	6
	3	2		5	1
	6	9		7	4
	2	5		1	9
	4	3		6	7
	1	7		8	5
	9	8		2	3
		ENTRADA			

Figura 2. Croquis de campo donde se muestran la distribución de los tratamientos dentro de bloques en el experimento de plántulas de tomate.



-  Parcela útil
-  Parcela eliminada

Figura 3. Charola de poliestireno que muestra la parcela útil en el experimento de plántulas de tomate.

Para analizar las medias para cada una de las variables se realizó un análisis de varianza y aquellas que resultaron con diferencia significativa de 0.05 se compararon por medio de la prueba de DMS (diferencia mínima significativa). También se realizó el análisis factorial para observar si existe diferencia entre los niveles de los elementos en prueba , así como de las interacciones. Para el proceso de los análisis se utilizó el programa computacional de Diseños experimentales del Doctor Emilio Olivares S. Versión 1994 de la FAUANL.

Para detectar si había diferencia estadística entre los tratamientos y el testigo se utilizó el modelo estadístico:

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij} \text{ donde:}$$

Y_{ij} es la observación del tratamiento y en el bloque j .

M es el efecto verdadero de la media general.

T_i es el efecto del i -ésimo tratamiento.

B_j es el efecto del j -ésimo bloque.

E_{ij} es el error experimental.

Para poder detectar el efecto de los elementos (NPK), de los niveles y de la interacción, se buscó que los tratamientos 1 al 8 formaron un factorial 2^3 . El modelo estadístico fué:

$$Y_{ijkl} = M + B_i + N_j + P_k + K_l + (NP)_{jk} + (NK)_{jl} + (PK)_{kl} + (NPK)_{jkl} + E_{ijkl} \text{ donde:}$$

Y_{ijkl} es la observación del Nitrógeno j , Fósforo k y Potasio l en el bloque i .

M es la media verdadera general

B_i es el efecto del bloque i

N_j es el efecto del Nitrógeno j

P_k es el efecto del Fósforo k

K_l es el efecto del Potasio l

$(NP)_{jk}$ es el efecto de la interacción del Nitrógeno j con el Fósforo k

$(NK)_{jl}$ es el efecto de la interacción del Nitrógeno j con el Potasio l

$(PK)_{kl}$ es el efecto de la interacción del Fósforo k con el Potasio l

$(NPK)_{jkl}$ es el efecto de la interacción entre el Nitrógeno j , el Fósforo k y el Potasio l

E_{ijkl} es el error experimental

Para cada una de las variables de estudio en el experimento, se probaron las siguientes hipótesis estadísticas:

1. $H_0. N_1 = N_2$ vs. $H_a. N_1 \neq N_2$.

2. $H_0. P_1 = P_2$ vs. $H_a. P_1 \neq P_2$.

3. $H_0. K_1 = K_2$ vs. $H_a. K_1 \neq K_2$.

4. $H_0.$ No hay interacción NP vs. $H_a.$ Si hay interacción NP

5. $H_0.$ No hay interacción NK vs. $H_a.$ Si hay interacción NK

6. $H_0.$ No hay interacción de PK vs. $H_a.$ Si hay interacción de PK

7. $H_0.$ No hay interacción NPK vs. $H_a.$ Si hay interacción NPK

Después de haber realizado el ANVA, se llevó a cabo el análisis de correlación de todas las variables evaluadas en el experimento, que fueron procesadas por el programa computacional SAS (Statistical Analysis System).

De aquí se seleccionaron los datos cuyos grados de correlación fueran lógicas y el coeficiente de correlación mostrado fuera superior al 60 % ($r > 0.60$), debido a que

con las variables que presentan estas características se puede tener una alta capacidad de predicción al proponer un modelo estadístico.

Con las variables seleccionadas, mediante el análisis de correlación se procesó un análisis de regresión mediante el programa computacional SAS, y se estableció el mejor modelo estadístico para estas variables. *→ modelo*

También se consultaron los precios de los fertilizantes utilizados a valores actuales y observar si hay diferencias importantes en cuanto a el empleo de los fertilizantes empleados en las mezclas elaboradas en este experimento, en comparación con el fertilizante Tricel 20 que es el testigo. Los cálculos se hicieron en base a la producción de plántula por una hectárea de 18 500 plantas y con el número de aplicaciones que se tuvieron en el experimento.

3.3.3 Variables

Las variables cuantificadas son las siguientes:

- Altura de plantas. Se diferencian tres etapas en el crecimiento de las plántulas, la primera no se aplicó fertilizantes ya que se consideró que las reservas de las semillas eran suficientes para satisfacer la demanda de las plántulas al germinar. Las fechas de

las mediciones fueron el día 12 de Agosto, 22 de Agosto y 31 de Agosto. Se tomaron 10 plántulas de muestra por fecha.

- **Peso Fresco de brote y peso fresco de raíz.** Al final del experimento se extrajo la plántula y se cortó en dos partes a partir del cuello, se pesó en una báscula granataria por separado ambas partes. Se tomaron 20 plántulas de muestra.

- **Peso fresco total.** Se determinó sumando los pesos frescos de raíz y brote.

- **Relación de peso fresco de brote y raíz.** Se determinó dividiendo el peso fresco del brote entre el peso fresco de raíz.

- **Peso seco de brote y peso seco de raíz.** Al término del trabajo se tomaron 20 plantas

Y se colocaron en una estufa durante 72 horas a 50°C, una vez que se determinó un peso constante se tomaron los datos.

- **Peso seco total.** Se determinó sumando los pesos secos de raíz y brote.

- **Relación de peso seco de brote y raíz.** Se determinó dividiendo el peso seco del brote entre peso seco de raíz.

- **Número de hojas.** Se contaron las hojas ya formadas de una muestra de 10 plántulas.

- **Diámetro de tallo.** Se midió con un vernier en la base de la planta tomando una muestra de 10 plántulas.

- **Porcentaje de extracción de raíz.** Se sacaron las plantas de las charolas y se determinaban 3 criterios de medición que son: 0 % de raíz, 50 % raíz y 100 % de raíz.

Los valores se transformaron para su análisis estadístico a través del Arco seno. En la figura 4 se muestra los sistemas radicales y sus diferentes porcentajes de raíz extraídos, tal como se consideraron para la evaluación de ésta variable.



Figura 4. Porcentajes de extracción de raíz en plántulas de tomate.

- Cobertura final. Se determinó cualitativamente al final del trabajo antes de la extracción de plantulas. La escala que se manejó es la siguiente:

Mala, deja ver más del 30% del sustrato.

Regular, deja ver del 29 al 20 % del sustrato.

Buena, deja ver del 19 al 10 % del sustrato.

Muy buena, deja ver del 9 al 1 % del sustrato.

Excelente, no deja ver el sustrato.

Esta variable se analizó estadísticamente por la prueba de friedman.

- Color final de Follaje. Se determinó cualitativamente al final del trabajo. La escala que se manejó es la siguiente:

Verde opaco (las hojas no tienen brillo).

Verde normal (color normal de las hojas de tomate).

Verde intenso (color verde brillante).

Esta variable se analizó estadísticamente por la prueba de Friedman.

3.3.4 DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

Siembra

Una vez que se desinfectó el invernadero y charolas con cloro en una concentración del 10 %, se procedió a sembrar el día 27 de julio de 1994, depositando dos semillas por cavidad con la finalidad de asegurar la germinación de una plántula, cuando se tenían de a dos plántulas por cavidad se hizo un aclareo para así dejar una sola, se procuró que el sustrato estuviera ligeramente húmedo para que la semilla entrara rápidamente en contacto con el agua y además se facilitara el manejo del sustrato. Después de esto las charolas fueron cubiertas con plástico y estibadas para acelerar su germinación, a los cuatro días en que germinaron se trasladaron al invernadero donde se realizó el experimento. La semilla utilizada fué de Jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) variedad Floradade.

Riegos y fertilización

Se regó todos los días con aproximadamente 1.5 litros de agua por charola, en días calurosos se regaba 2 veces al día. En el agua de riego se diluían los pesticidas y el fertilizante.

Para preparar las mezclas Fertilizantes, y sabiendo su concentración de elementos por fuente así como las dosis establecidas por elemento, se procedió a realizar los cálculos del material fertilizante a aplicar haciendo uso de la regla de tres simple en base a un litro de agua. Se preparó una solución concentrada para cada tratamiento que servía para una semana, la cual se elaboró tomando en cuenta la cantidad de agua que se requiere para regar una charola con fertilizantes ya programado por semana, y la cantidad de material fertilizante por litro de agua. Con esto se diluía el fertilizante en un 1 % del agua utilizada por día y luego se pasaba al agua de riego que representaba el 99 % restante.

La aplicación de los fertilizantes se inició a los 17 días de sembrado el cultivo cuando las plántulas tenían desarrolladas sus hojas verdaderas, la primer semana se aplicaba un día si y otro no, de ahí en adelante se fertilizó a diario.

Los riegos se hicieron en la primera semana con una mochila aspersora de acción manual con capacidad de 5 litros para hacer un rocío fino y no sacar las semillas de la charola, los demás días se regó con una regadera manual de plástico de 5 litros.

El agua de riego utilizada en el experimento presentó las siguientes características:

El ph: 6.9 (Neutro)

C E: 650 mmhos/ cm a 25° C. (No salino)

Ca: 4.7 miliequivalentes l⁻¹

Mg: 1.6 miliequivalentes l⁻¹

Na: 0.2 miliequivalentes l⁻¹

CO₃ :0 miliequivalentes l⁻¹

HCO₃ : 4.6 miliequivalentes l⁻¹

Cl: 1.5 miliequivalentes l⁻¹ (Condicionada)

SO₄ : 0.4 miliequivalentes l⁻¹

NO₃ : miliequivalentes l⁻¹

RAS: 0.112 (Bajo en sodio)

CSR: 0 (Buena)

Clase: C 1 S 1 (Adecuada para riego)

CONTROL FITOSANITARIO

Para el control de "Damping off" se aplicó durante todos los días de la primera semana los Fungicidas Captán en dos aplicaciones seguidas y Folpate los siguientes dos días, e Interguzan por un solo día, la dosis era de 1 gr l⁻¹ de agua de cada material.

Para la segunda semana se siguió con el mismo orden y dosis en que se aplicaban los pesticidas pero se dejó de aplicar por un día entre aplicaciones. Las últimas dos semanas se manejaron pausas de dos días entre las aplicaciones de los pesticidas. Los fungicidas eran aplicados en el agua de riego y en ocasiones junto con los fertilizantes.

Extracción de plántulas

Las plántulas fueron extraídas de las charolas el día 31 de Agosto, se tomaban cuidadosamente de la base del tallo y se levantaban tratando de no aplicar mucha

presión para evitar que se trozaran las plántulas. Posteriormente se procedió a hacer la evaluación correspondiente para cada variable de la forma ya especificada (ver cuadro 4).

Cuadro 4. Calendario de las actividades realizadas en el transcurso del experimento en plántulas de tomate durante el mes de Agosto.

Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	1 Captán	2 Captán	3 Folpate	4 Folpate	5 Interguzán	6 Captán
7 Captán	8 *	9 Folpate	10 *	11 Folpate	12 Inicio de Fertilización	13 Interguzan
14 Fertilización	15 Captán	16 Fertilización	17 *	18 Captán + Fertilización	19 *	20 Fertilización
21 Folpate + Fertilización	22 Fertilización	23 Fertilización	24 Folpate + Fertilización	25 Fertilización	26 *	27 Interguzan + Fertilización
28 Fertilización	29 Fertilización	30 Fertilización	31 E.F.			

* = Riego sólo con agua.
E.F. = Evaluación final

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Altura de plantas

Se diferencian tres etapas en el crecimiento de las plántulas, la primera no se aplicó fertilizantes ya que se consideró que las reservas de carbohidratos de las semillas eran suficientes para satisfacer la demanda de las nuevas plantas al germinar, además se consideraron los nutrientes que pudiera aportar el sustrato y el agua de riego. Por lo tanto los resultados obtenidos en el experimento se mencionan a continuación.

Para la altura de plantas se hicieron tres mediciones que fueron el día 12, 22 y 31 de Agosto. En la primera medición que se realizó el 12 de Agosto, se tiene que en el Análisis de varianza no se detectó ninguna diferencia estadística entre los tratamientos. Las medias que se obtuvieron son de 3.63 cm que fue la más alta y corresponde al tratamiento 3, mientras que la más baja fue del tratamiento 6 con 3.045 cm., estos resultados eran de esperarse pues la fertilización aún no se realizaba.

En la segunda medición efectuada a los 27 días (22 de Agosto), se encontró que existe diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 5), al realizar la prueba de medias la más alta es del tratamiento 4 con 11.0675 cm, le

siguen el tratamiento 9 con 10.8825 cm y los tratamientos más bajos son el 5,6 y 8 con 10.0725, 9.9525 y 9.8825 cm respectivamente (Cuadro 6 y Figura5) .

En el análisis de varianza del factorial se tiene una diferencia significativa en el efecto principal de N, donde el nivel 1obtuvo una media de 10.65 cm que superó al nivel 2 que tiene 10.07 cm (Cuadro 7 y Figura 6).

Cuadro 5. Análisis de varianza de la variable altura de plantas a los 27 días de efectuada la siembra.

FV	GL	SC	CM	F	PF
TRATAMIENTOS	8	5.622803	0.70285	2.5577	0.036*
BLOQUES	3	9.032471	3.01082	10.9564	0*
ERROR	24	6.595215	0.2748		
TOTAL	35	21.25048			

CV= 5.04%

* DIF. SIGNIFICATIVA .05 %

Cuadro 6. Medias de la variable altura de plantas a los 27 días de la siembra

TRATAMIENTO	MEDIA (cm)
4	11.06A
9	10.88AB
1	10.62ABC
2	10.56ABC
3	10.37ABC
7	10.12BC
5	10.07C
6	9.95C
8	9.88C

Nivel de Significancia= 0.05

DMS= .7651

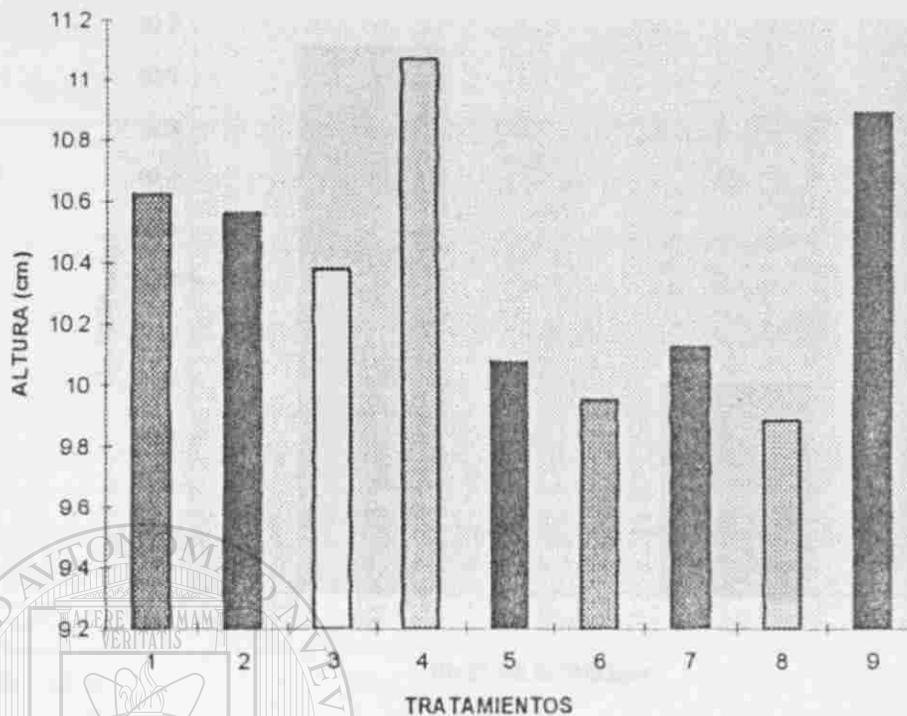


FIGURA 5. ALTURA DE PLANTAS (cm) A LOS 27 DÍAS DE LA SIEMBRA (22 de Agosto) .

Cuadro 7. Análisis de varianza del factorial de altura de plantas a los 27 días de la siembra.

FV	GL	SC	CM	F	PF
BLOQUES	3	6.76245	2.25415	8.3998	.001*
FACTOR N	1	3.36596	3.36596	12.5429	.002*
FACTOR P	1	0.02782	0.02783	0.1037	.745NS
FACTOR K	1	0.0354	0.0354	0.1319	.720NS
N X P	1	0.04028	0.040283	0.1501	.704NS
N X K	1	0.49096	0.490967	1.8295	.188NS
P X K	1	0.20263	0.20263	0.7551	.601NS
N X P X K	1	0.38183	0.38183	1.4229	.245NS
ERROR	21	5.63549	0.26835		
TOTAL	31	16.94287			

CV= 5.01 %

*DIF. SIGNIFICATIVA 0.05

NS=NO SIGNIFICATIVO

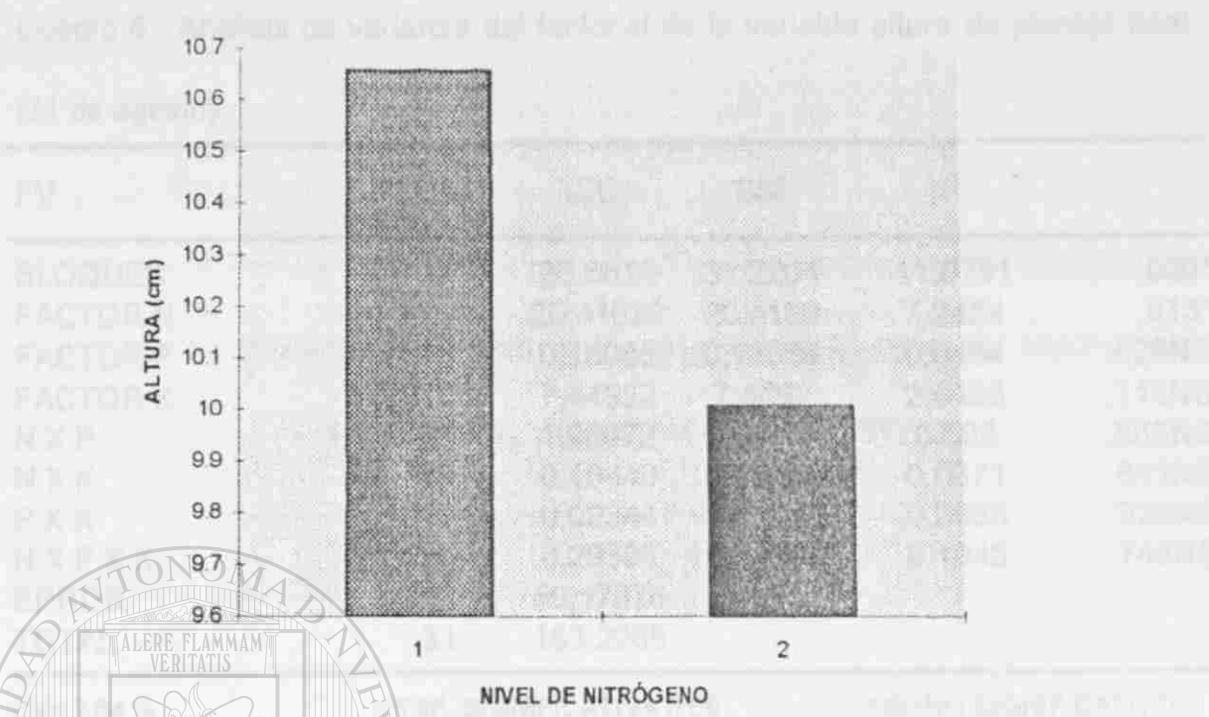


FIGURA 6. MEDIAS DE LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 27 DIAS DE LA SIEMBRA PARA EL FACTOR NITRÓGENO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

La altura final de plantas se tomó el día 31 de Agosto, el análisis de varianza no muestra diferencia significativa alguna entre los 9 tratamientos pero al ordenar de mayor a menor las medias obtenidas se tiene que van desde los 23.6125 cm que corresponde al tratamiento 4, hasta los 20.50 cm del tratamiento 7. Sin embargo, el análisis factorial detectó la existencia de un efecto significativo dentro del factor N, donde el nivel 1 fue mayor estadísticamente con una media de 22.7663 cm, mientras que el nivel 2 tuvo una altura promedio de plantulas de 21.1688 cm (Cuadro 8 y Figura 7).

Cuadro 8. Análisis de varianza del factorial de la variable altura de plantas final

(31 de agosto).

FV	GL	SC	CM	F	P
BLOQUES	3	93,6611	31,2204	11,0791	.000*
FACTOR N	1	20,41699	20,4169	7,2454	.013*
FACTOR P	1	0,13085	0,13086	0,0464	.826NS
FACTOR K	1	7,44922	7,4492	2,6435	.115NS
N X P	1	1,96972	1,96972	0,699	.583NS
N X K	1	0,10449	0,10449	0,0371	.843NS
P X K	1	0,02344	0,02343	0,0083	.925NS
N X P X K	1	0,29395	0,29394	0,1043	.748NS
ERROR	21	59,17676	2		
TOTAL	31	183,2265			

CV= 7.64 %

*DIF. SIGNIFICATIVA 0.05

NS=NO SIGNIFICATIVO

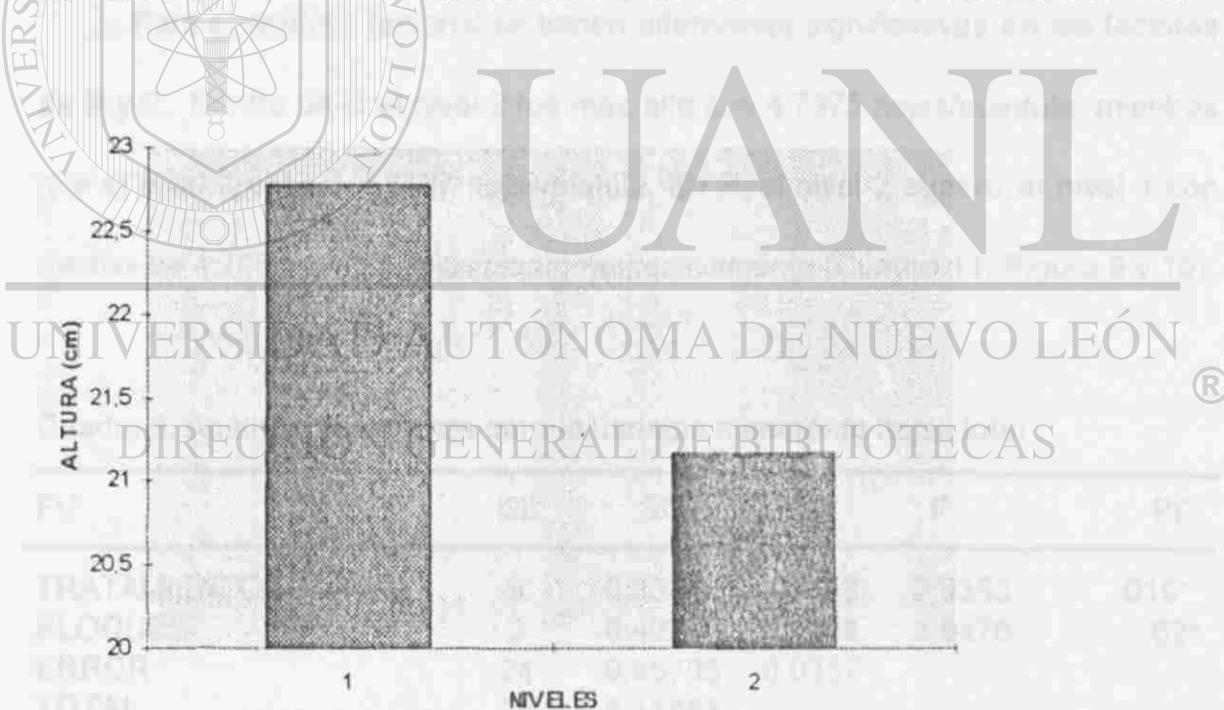


FIGURA 7. MEDIAS DEL FACTOR N PARA LA VARIABLE ALTURAS DE PLANTAS FINAL.

4.2 Número de hojas total

Se hizo una sólo medición al final del experimento el día 31 de Agosto se obtuvo una diferencia significativa en el Análisis de Varianza para tratamientos (Cuadro 9). En la prueba de medias el tratamiento 8 fue el más alto logrando un promedio de 4.875 hojas/planta, seguido del tratamiento 7 con 4.775, los tratamientos más bajos son el 9 con 4.425 y el 1 con 4.356 hojas/plántula (Cuadro 10 y Figura 8).

Para el análisis factorial se tienen diferencias significativas en los factores de N y P. Dentro de N el nivel 2 fué más alto con 4.7375 hojas/plántula, mientras que el nivel 1 obtuvo 4.5187 hojas/platula. En P, el nivel 2 superó al nivel 1 con medias de 4.7063 y 4.55 hojas/planta respectivamente (Cuadro 11, Figura 9 y 10).

Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable número de hojas total

FV	GL	SC	CM	F	PF
TRATAMIENTOS	8	0,83856	0,1048	2,9353	.019*
BLOQUES	3	0,42291	0,1409	3,9476	.02*
ERROR	24	0,85705	0,0357		
TOTAL	35	2,11853			

CV= 4.1 %

*DIF. SIGNIFICATIVA 0.05

NS=NO SIGNIFICATIVO

Cuadro 10. Medias de la variable número de hojas total.

TRATAMIENTO	MEDIAS (número de hojas)
8	4.87 A
7	4.77 AB
5	4.65 ABC
6	4.65 ABC
4	4.62 ABCD
2	4.55 BCD
3	4.55 BCD
9	4.42 CD
1	4.35 D

NIV. DE SIGNIFICANCIA 0.05

DMS= 0.3737

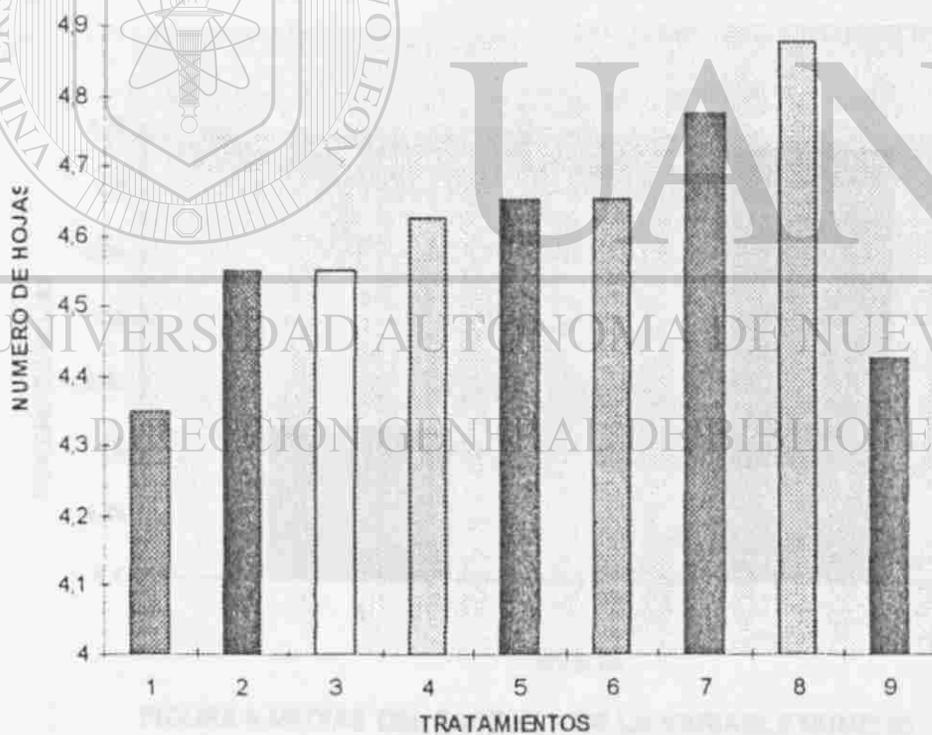
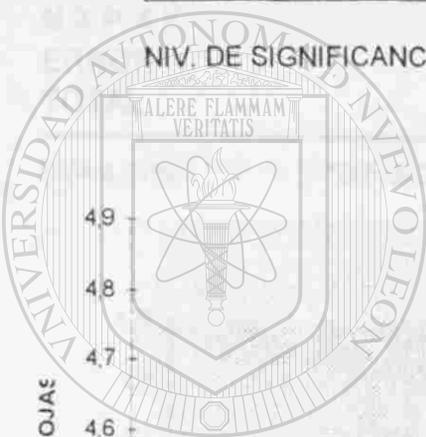


FIGURA 8. NUMERO DE HOJAS TOTAL DE LOS TRATAMIENTOS

Cuadro 11. Análisis de varianza del factorial para la variable número de hojas

total						
FV	GL	SC	CM	F	PF	
BLOQUES	3	0,31317	0,10439	2,6756	.073	NS
FACTOR N	1	0,38262	0,38262	9,807	.005	*
FACTOR P	1	0,19512	0,19512	5,0013	.034	*
FACTOR K	1	0,07007	0,07007	1,7959	.192	NS
N X P	1	0,00293	0,00293	0,0751	.783	NS
N X K	1	0,0155	0,0155	0,3973	.542	NS
P X K	1	0,00055	0,00055	0,0141	.903	NS
N X P X K	1	0,02514	0,02514	0,6445	.563	NS
ERROR	21	0,81933	0,03902			
TOTAL	31	1,82446				

CV= 4.27%

*DIF. SIGNIFICATIVA .05

NS=NO SIGNIFICATIVO

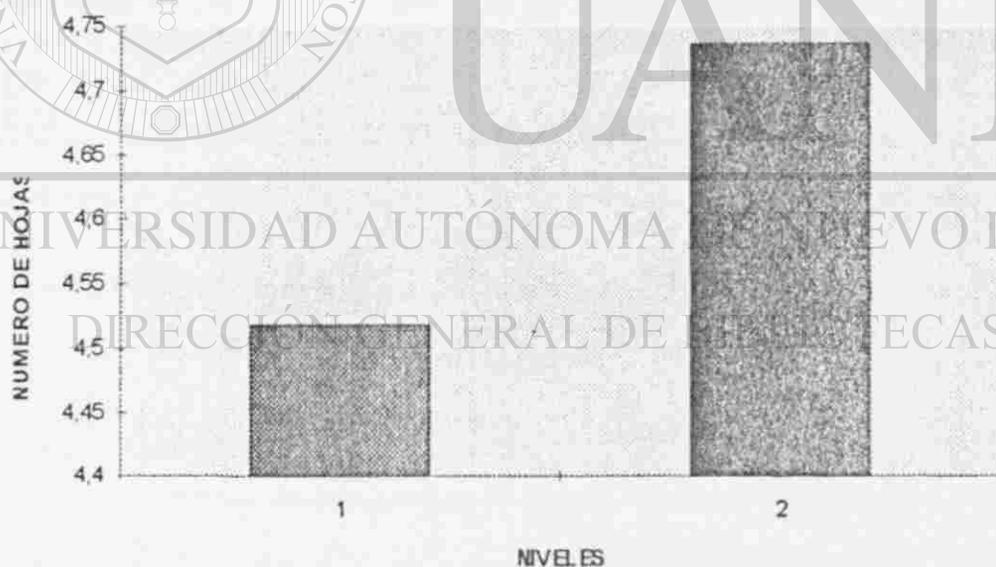


FIGURA 9 MEDIAS DEL FACTOR N DE LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS

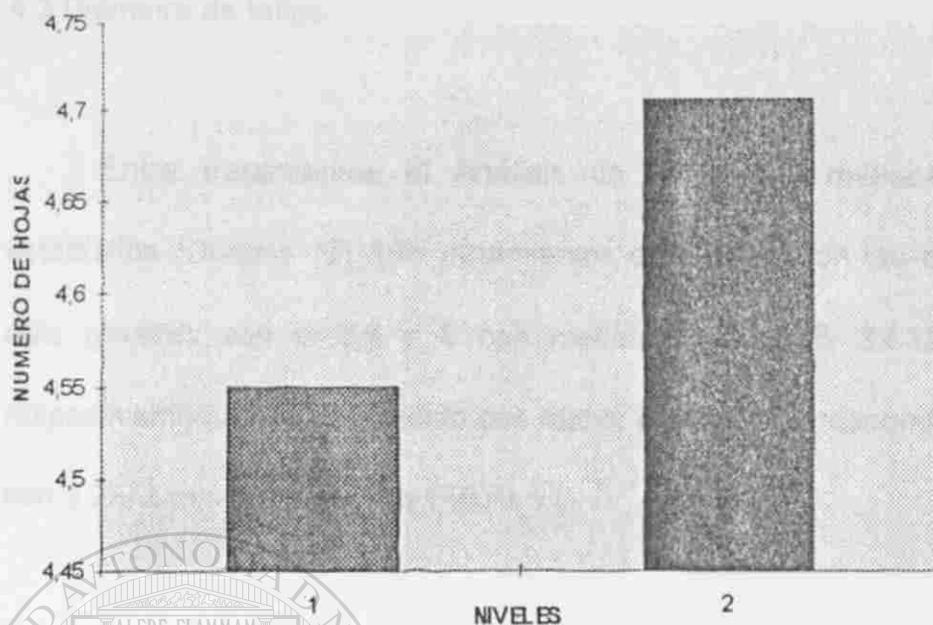
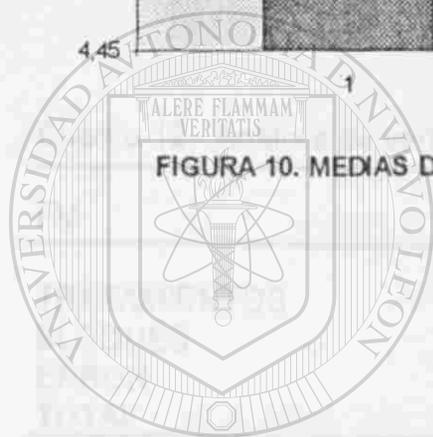


FIGURA 10. MEDIAS DEL FACTOR P DE LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

N	Clasificación
8	3.67 A
4	3.81 A
6	3.56 A
7	3.50 AB
5	3.47 ABC
8	3.40 BCD
6	3.52 CD
3	3.31 CD
1	3.23 D

4.3 Diámetro de tallos.

Entre tratamientos el Análisis de Varianza muestra una diferencia estadística (Cuadro 12). Los tratamientos que obtuvieron los diámetros de tallo más grandes son el 8,4 y 9 con medias de 3.6375, 3.6125 y 3.5875 mm respectivamente, los tratamiento con menor diámetro corresponde al tratamiento 1 con 3.2375 mm (Cuadro 13 y Figura 11).

Cuadro 12. Análisis de varianza de la variable diámetro de tallos

FV	GL	SC	CM	F	PF
TRATAMIENTOS	8	0,66046	0,08255	5,9	.019*
BLOQUES	3	0,07788	0,02596	1,8553	.02*
ERROR	24	0,33581	0,01399		
TOTAL	35	1,07415			

CV= 3.42%

*DIF. SIGNIFICATIVA .05

NS=NO SIGNIFICATIVO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Cuadro 13. Medias de la variable diámetro de tallos.

TRATAMIENTO	MEDIA (mm)
8	3.63 A
4	3.61 A
9	3.58 A
7	3.50 AB
5	3.47 ABC
6	3.40 BCD
2	3.32 CD
3	3.31 CD
1	3.23 D

Nivel de Significancia= 0.05

DMS= 0.1726

BIBLIOTECA DE LA U.A.N.L.

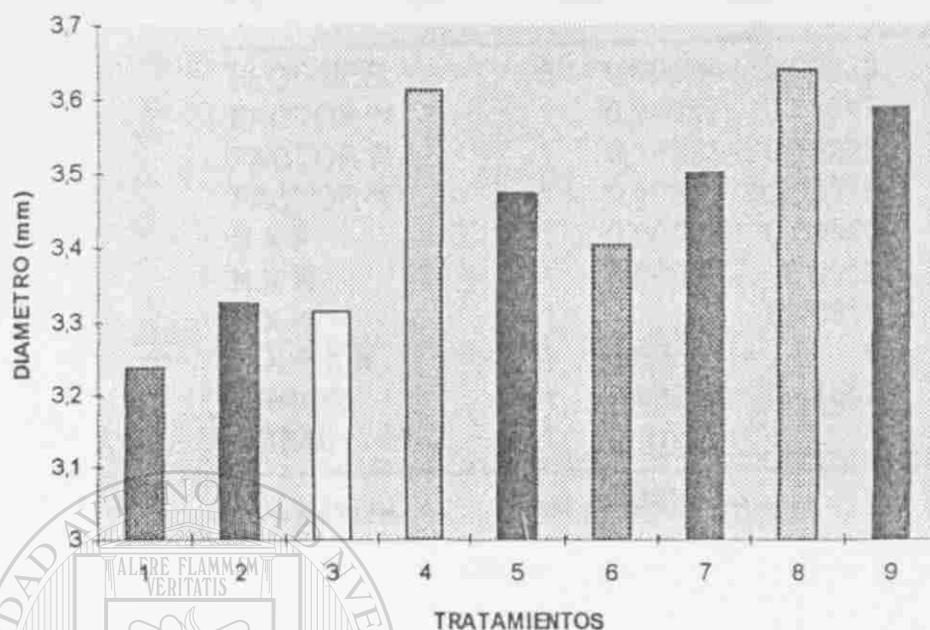


FIGURA 11. DIAMETRO DE TALLOS (mm)

En el Análisis factorial de la variable diámetro de tallos, se tiene una diferencia significativa en los tres factores (NPK) en donde se observa una superioridad significativa del nivel 2 sobre el 1 en todos ellos (Cuadro 14).[®]

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En el factor N, el nivel 2 supera al nivel 1, y se tienen medias de 3.5044 mm y 3.3719 mm respectivamente (Figura 12). Para el Fósforo se tiene para el nivel 2 un diámetro de 3.25 mm que fue mayor estadísticamente que el nivel 1 que tuvo un diámetro de 3.365 mm (Figura 13). Para Potasio el nivel 2 obtuvo un diámetro de tallo de 3.495 por 3.385 mm del nivel 1 (Figura 14).

Cuadro 14. Análisis de varianza del factorial de la variable diámetro de tallos

FV	GL	SC	CM	F	P F
BLOQUES	3	0,06668	0,02222	1,393	0,272
FACTOR N	1	0,14047	0,14047	8,802	.007*
FACTOR P	1	0,19223	0,19223	12,045	.003*
FACTOR K	1	0,10351	0,103516	6,486	.018*
N X P	1	0,00549	0,00549	0,344	.57NS
N X K	1	0,08819	0,0512	3,208	.084NS
P X K	1	0	0,08819	5,526	.027*
N X P X K	1	0,33514	0	0	1NS
ERROR	21	0,98294	0,01595		
TOTAL	31				

CV= 3.6744%

*DIF. SIGNIFICATIVA .05

NS=NO SIGNIFICATIVO

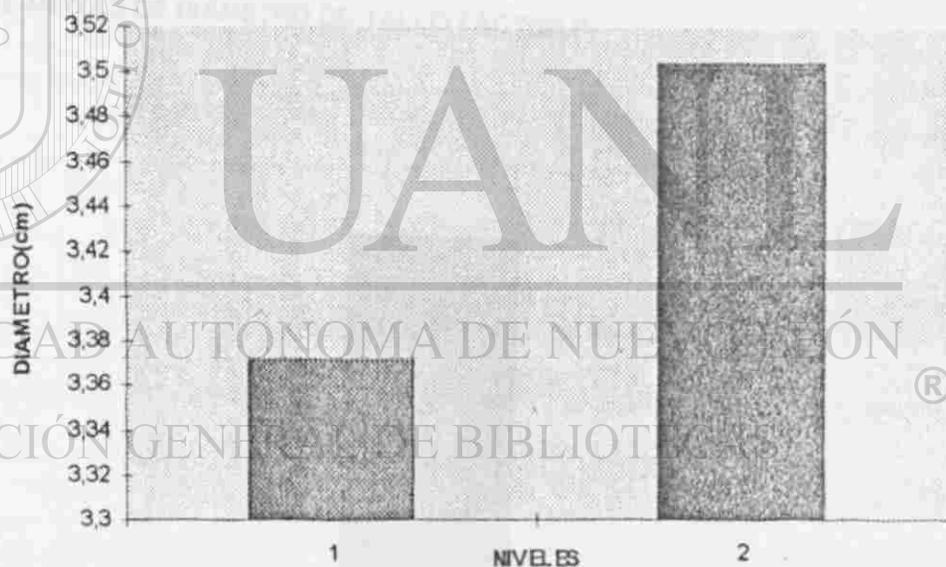
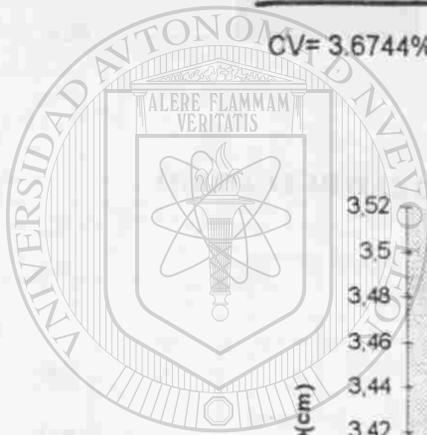


FIGURA 12. MEDIAS DE DIAMETRO DE TALLOS DEL FACTOR N

BIBLIOTECA AUTÓNOMA U.A.N.L.

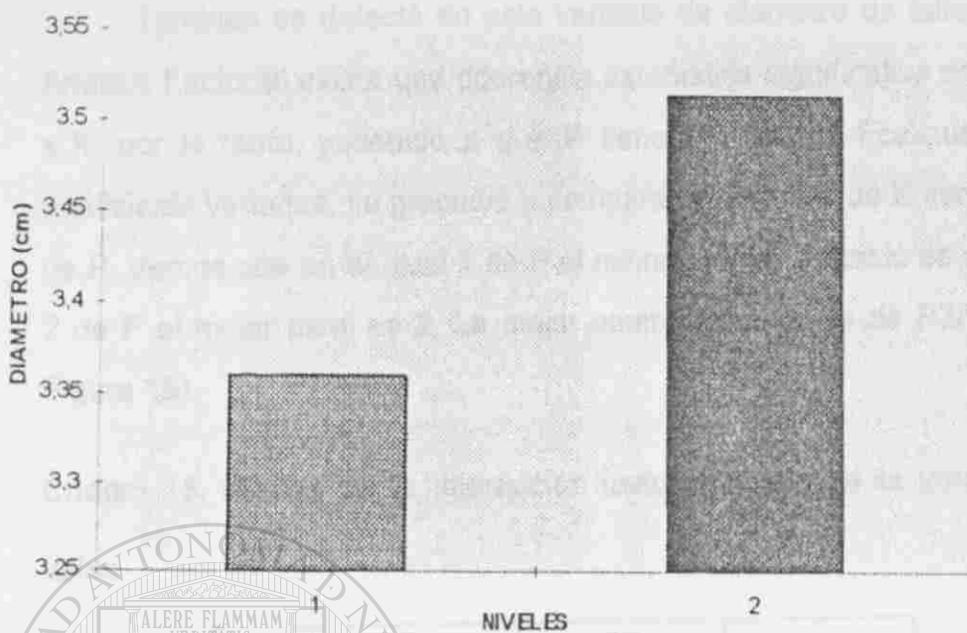


FIGURA 13. MEDIAS DE DIÁMETRO DE TALLO FACTOR P

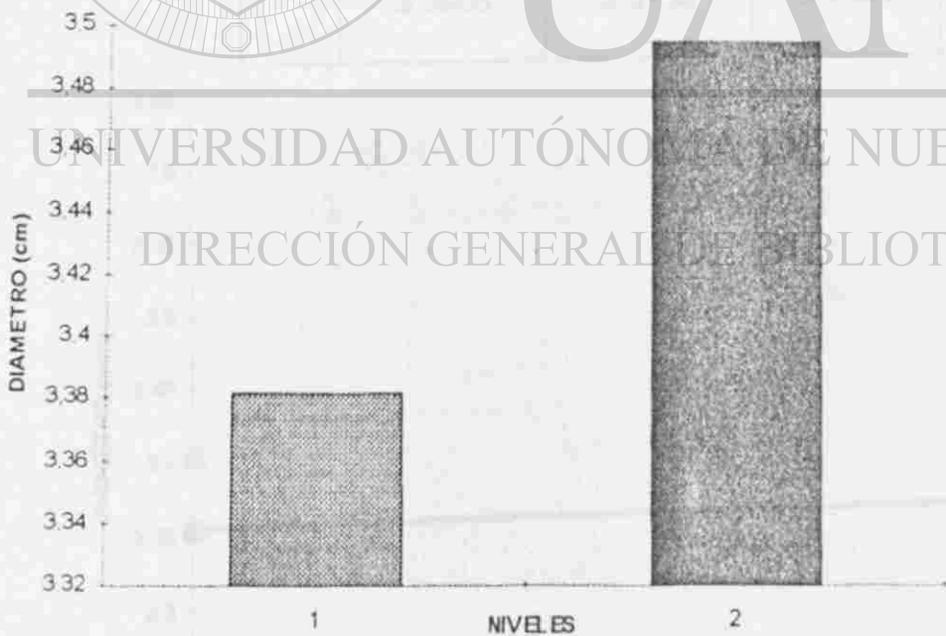


FIGURA 14. MEDIAS DE DIAMETRO DE TALLOS FACTOR K

También se detectó en esta variable de diámetro de tallos que dentro del Análisis Factorial existe una diferencia estadística significativa en la interacción P x K, por lo tanto, y debido a que P tiene una mayor Fcalculada que K en el análisis de varianza, se procedió a comparar los niveles de K dentro de cada nivel de P. Vemos que en el nivel 1 de P el mejor nivel de Potasio es el 2. Para el nivel 2 de P el mejor nivel es 2. La mejor combinación es la de P2K2 (Cuadro 15 y Figura 15).

Cuadro 15. Medias de la interacción fósforo-potasio de la variable diámetro de tallos.

	P1	P2	
K1	3.3563 B	3.4063 B	3.3812
K2	3.365 A	3.6250 A	3.495
	3.3606	3.5156	3.4381

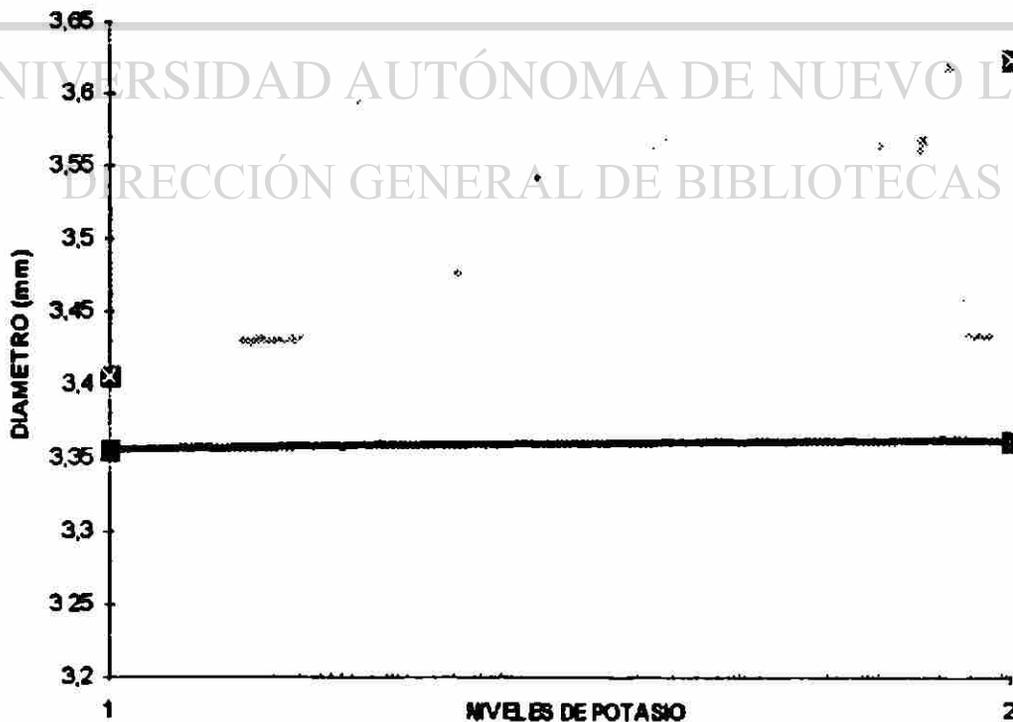


FIGURA 15. INTERACCION P x K EN LA VARIABLE DIAMETRO DE TALLO

4.4 Peso seco de raíz.

No hay diferencia estadística entre los tratamientos el ordenamiento de mayor a menor de medias nos muestra que el valor más alto corresponde al tratamiento 1 con 2.025 gr y el menor de 1.425 gr del tratamiento 7, estando el resto de las medias dentro de este rango. En el análisis factorial se observa que en el factor N se tiene diferencia significativa entre los niveles 1 y 2, donde el primero fué superior pesando 1.8686 y 1.6283 gr respectivamente (Cuadro 16 y Figura 16).

Cuadro 16. Análisis de varianza del factorial de la variable peso seco de raíz

FV	GL	SC	CM	F	PF
BLOQUES	3	1,1683	0,3894	3,9201	,022*
FACTOR N	1	0,4622	0,4622	4,6526	,041*
FACTOR P	1	0,0039	0,0039	0,0394	,839NS
FACTOR K	1	0,0039	0,0039	0,0395	,838NS
N X P	1	0,0573	0,0573	0,577	,538NS
N X K	1	0,371	0,371	3,7351	,064NS
P X K	1	0,1193	0,1193	1,2014	,285NS
N X P X K	1	0,0019	0,0019	0,0189	,887NS
ERROR	21	2,0861	0,0993		
TOTAL	31	4,274			

CV=18.03 %

*DIF. SIGNIFICATIVA 0.05

NS=NO SIGNIFICATIVO

4.7 Peso fresco de raíz.

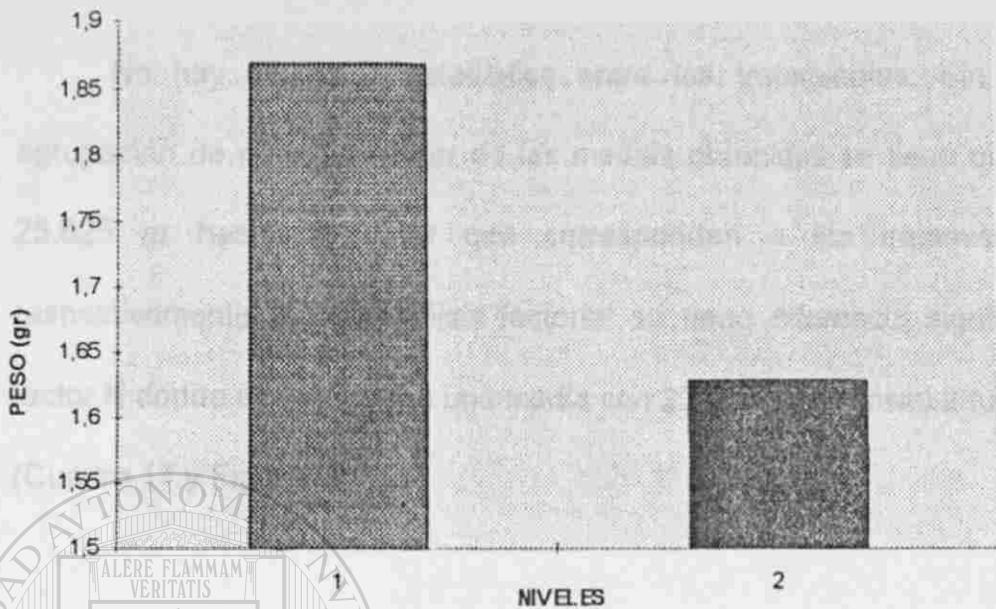


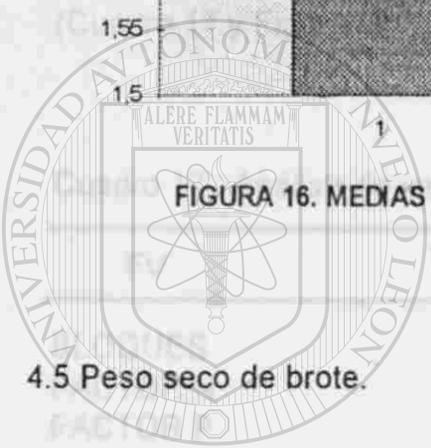
FIGURA 16. MEDIAS DEL FACTOR N DE LA VARIABLE PESO SECO DE RAÍZ

4.5 Peso seco de brote.

Sin diferencias significativas entre los tratamientos, las medias van desde 7.625 gr, obtenidas por el tratamiento 8, hasta 6.275 gr obtenida por el tratamiento 2. En el factorial no se encontró diferencia significativa para las interacciones y efectos principales por lo que los tratamientos son iguales estadísticamente iguales en esta variable.

4.6 Peso seco total

No se obtuvieron diferencias significativas en el análisis de varianza por lo que las medias son iguales estadísticamente, de la misma manera el factorial no detectó diferencia alguna entre las combinaciones que forman los factores NPK para esta variable.



UANL

4.7 Peso fresco de raíz.

No hay diferencia estadística entre los tratamientos. Sin embargo, la agrupación de mayor a menor de las medias obtenidas se tiene que van desde 25.625 gr hasta 19.75 gr que corresponden a los tratamientos 1 y 7 respectivamente. En el análisis factorial se tiene diferencia significativa en el factor N donde el nivel 1 tuvo una media con 23.275 gr y el nivel 2 tuvo 20.6875 gr (Cuadro 17 y Figura 17).

Cuadro 17. Análisis de varianza del factorial de la variable peso fresco de raíz

FV	GL	SC	CM	F	PF
BLOQUES	3	265,213	88,404	8,189	,001*
FACTOR N	1	53,562	53,562	4,962	,035*
FACTOR P	1	1,281	1,281	0,1187	,733NS
FACTOR K	1	6,481	6,481	0,6004	,547NS
N X P	1	0,0791	0,0791	0,0073	,930NS
N X K	1	33,619	33,619	3,1145	,089NS
P X K	1	5,619	5,619	0,5197	,515NS
N X P X K	1	3	3	0,2781	,609NS
ERROR	21	226,681	10,794		
TOTAL	31	595,53			

CV=14.94 %

*DIF. SIGNIFICATIVA 0.05

NS=NO SIGNIFICATIVO

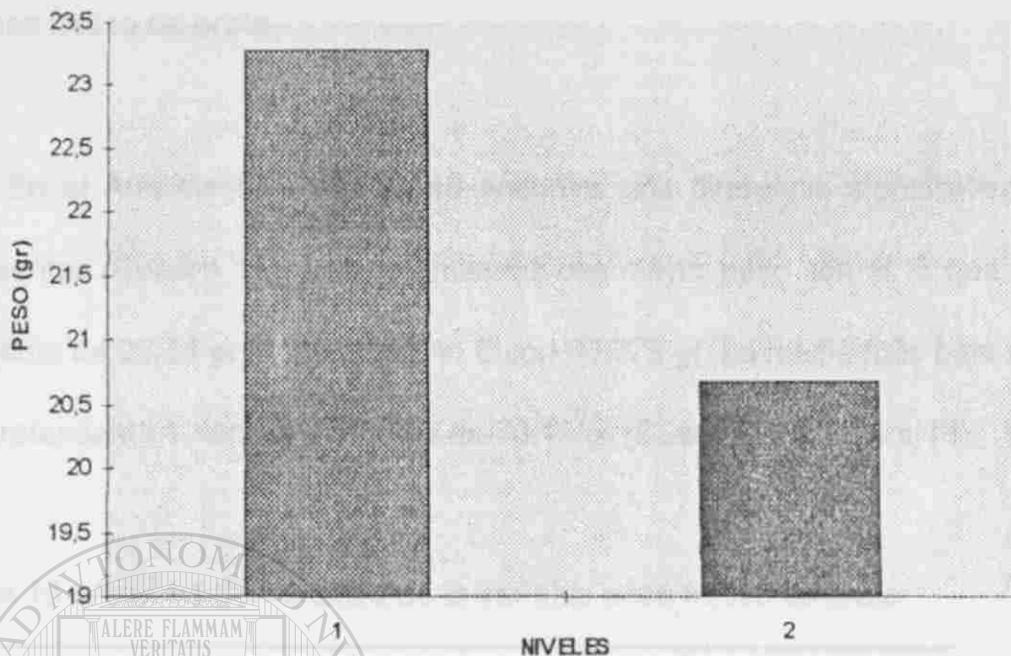
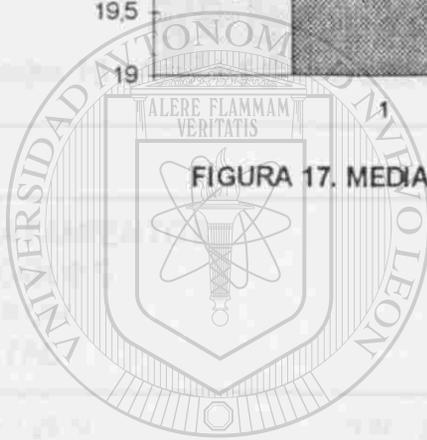


FIGURA 17. MEDIAS DEL FACTOR N DE LA VARIABLE PESO FRESCO DE RAIZ



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Cuadro 19 Medias de la variable peso fresco de la raíz

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TRATAMIENTO	ME DIAS (gr)
8	66.25 A
6	70.37 AB
7	66.00 B.
9	62.25 BC
4	60.62 BCD
9	74.33 CD
2	75.50 D
3	72.00 DE
1	70.15 E

BIBLIOTECA AUTÓNOMA U.A.N.L.

4.8 Peso fresco de brote

En el Análisis de varianza se encontró una diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 18). Los tratamientos con mayor peso son el 8 que obtuvo una media de 92.25 gr, seguido del tr. 6 con 88.375 gr. La media más baja se tuvo en el tratamiento 1 con un promedio de 70.15 gr (Cuadro 19 y Figura 18).

Cuadro 18. Análisis de varianza de la variable peso fresco de brote

FV	GL	SC	CM	F	PF
TRATAMIENTOS	8	2107,15	263,394	7,659	0*
BLOQUES	3	1233,45	411,15	11,956	0*
ERROR	24	825,312	34,388		
TOTAL	35	4165,92			

CV=7.25 %

*DIF. SIGNIFICATIVA 0.05

Cuadro 19. Medias de la variable peso fresco de brote

TRATAMIENTO	MEDIAS (gr)
8	95.25 A
6	88.37 AB
7	86.02 BC
5	82.25 BC
4	80.62 BCD
9	79.20 CD
2	73.52 DE
3	72.90 DE
1	70.15 E

NIV. SIGNIFICANCIA 0.05

DMS=8.559

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

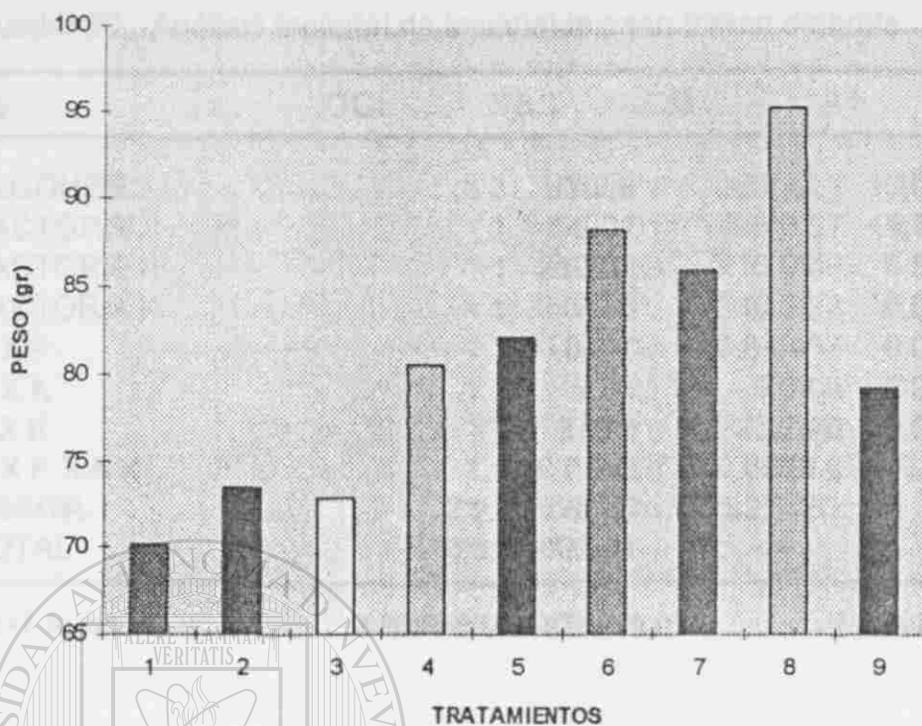


FIGURA 18. PESO FRESCO DE BROTE (gr) DE LOS TRATAMIENTOS

En el análisis de los factores se encontró diferencia significativa en todos los efectos principales (Cuadro 20), en donde se tiene que para el elemento Nitrógeno el nivel 2 fué significativamente más alto que el 1 siendo las medias de 87.9749 y 74.2999 gr respectivamente (Figura 19).

Para el Fósforo, el nivel 2 también resultó ser de la media más alta con 83.69 gr mientras que el nivel 1 se tiene un promedio de 78.5749 gr. (Figura 20).

En el elemento Potasio, al igual que en los anteriores factores, en este también se tuvo una superioridad del nivel 2 donde su media es de 84.4437 gr y la media del nivel 1 fué de 77.8312 gr (Figura 21).

Cuadro 20. Análisis factorial de la variable peso fresco de brote

FV	GL	SC	CM	F	PF
BLOQUES	3	1089,4	363,13	10,9131	0*
FACTOR N	1	1496,01	1496,01	44,9587	0*
FACTOR P	1	210,09	210,09	6,3138	,019*
FACTOR K	1	349,76	349,76	10,5113	,004*
N X P	1	0,3437	0,3437	0,0103	,917NS
N X K	1	9,06	9,06	0,2723	,613NS
P X K	1	27,78	27,78	0,8349	,626NS
N X P X K	1	0,7656	0,7656	0,023	,875NS
ERROR	21	698,78	33,2752		
TOTAL	31	3882,01			

CV=7,10%

*DIF. SIGNIFICATIVA 0.05

NS=NO SIGNIFICATIVO

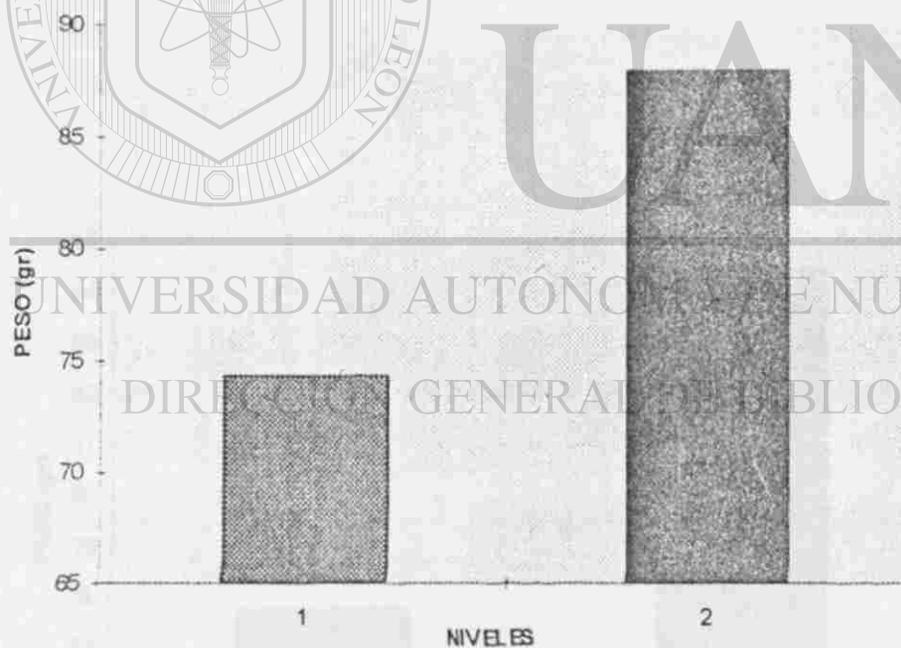
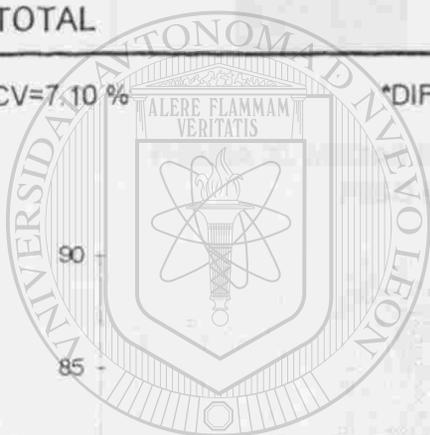


FIGURA 19. MEDIAS DEL FACTOR N DE LA VARIABLE PESO FRESCO DE RAIZ

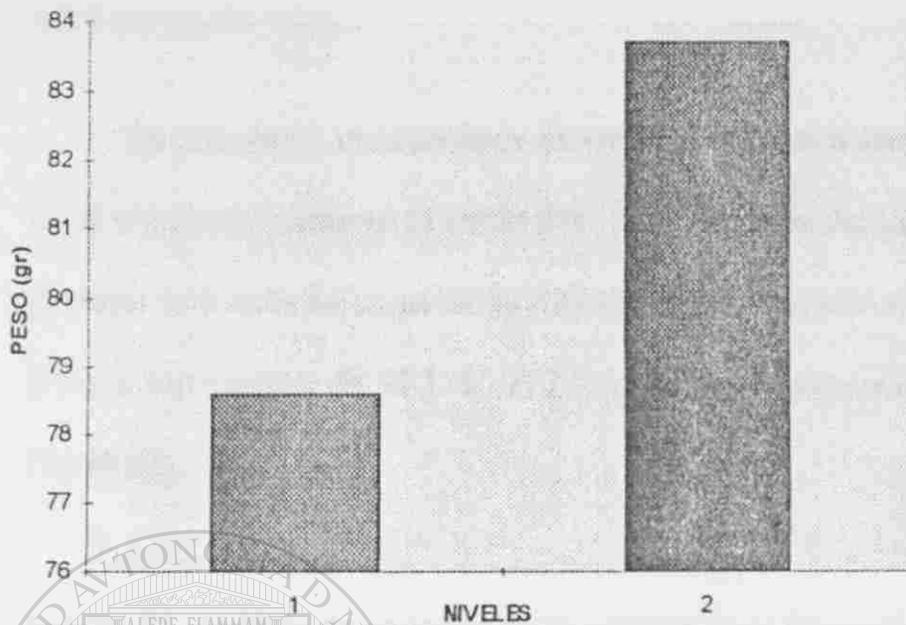
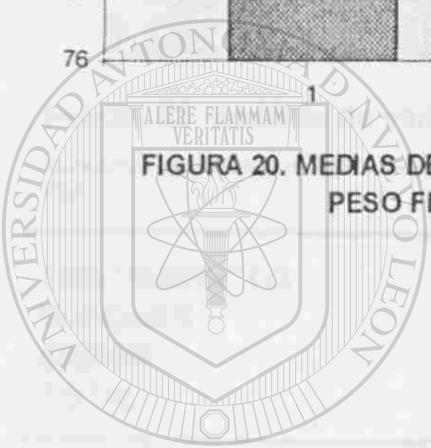


FIGURA 20. MEDIAS DEL FACTOR P DE LA VARIABLE PESO FERSCO DE BROTE



UANL

REPUBLICA DE COAHUILA DE ZARAGOZA U.A.C.R.

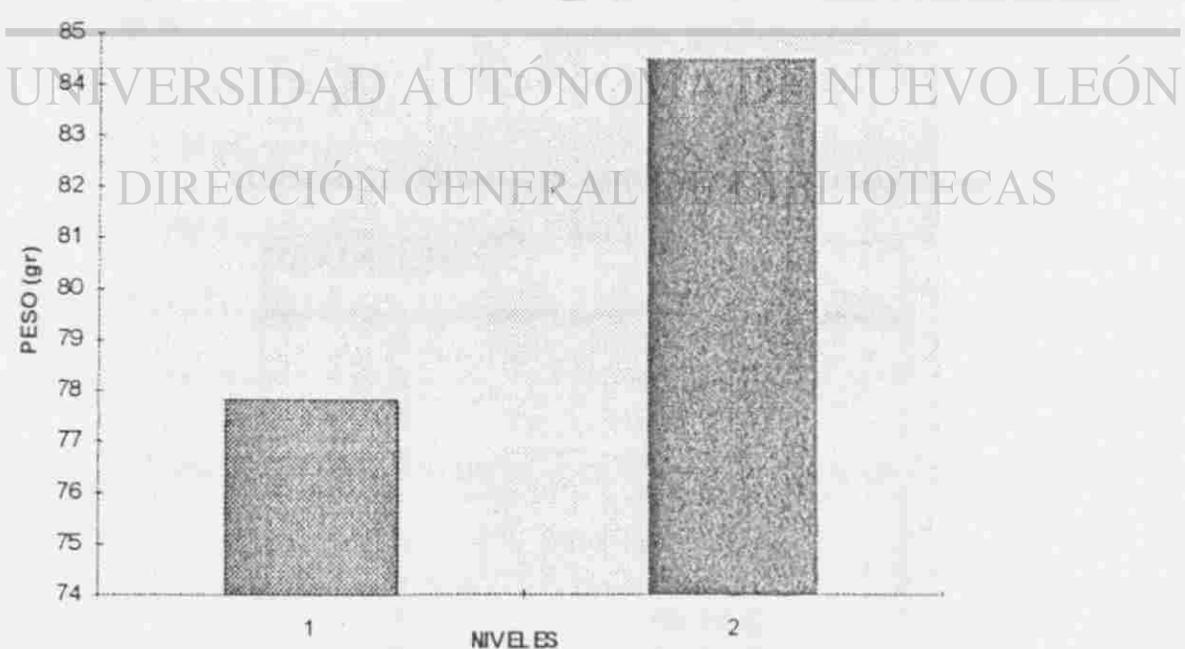


FIGURA 21. MEDIAS DEL FACTOR K DE LA VARIABLE PESO FERSCO DE BROTE

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

4.9 Peso fresco total

Se encuentra en el análisis de varianza que los tratamientos son diferentes entre si estadísticamente (Cuadro 21), y en donde la media del tratamiento 8 fue el mayor el cual tiene un peso de 116.375 gr . Los pesos más bajos fueron de los 3,1 y 2 con medias de 96.775, 95.775 y 94.75 gr respectivamente (Cuadro 22 y Figura 22).

Cuadro 21. Análisis de varianza de la variable peso fresco total

FV	GL	SC	CM	F	PF
TRATAMIENTOS	8	1565,87	195,73	3,1636	,014*
BLOQUES	3	2812,12	937,37	15,15	0*
ERROR	24	1484,9	61,87		
TOTAL	35	5862,9			

C.V. 7.63 %

*DIF. SIGNIFICATIVA 0.05%

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

Cuadro 22. Medias de la variable peso fresco total

TRATAMIENTO	MEDIA
8	116.37 A
6	109.77 AB
7	105.77 ABC
9	103.20 BC
4	103.00 BC
5	102.72 BC
3	96.77 C
1	95.77 C
2	94.75 C

NS = 0.05 DMS = 11.4799

Cuadro 22. Análisis de varianza del factorial de la variable peso fresco total

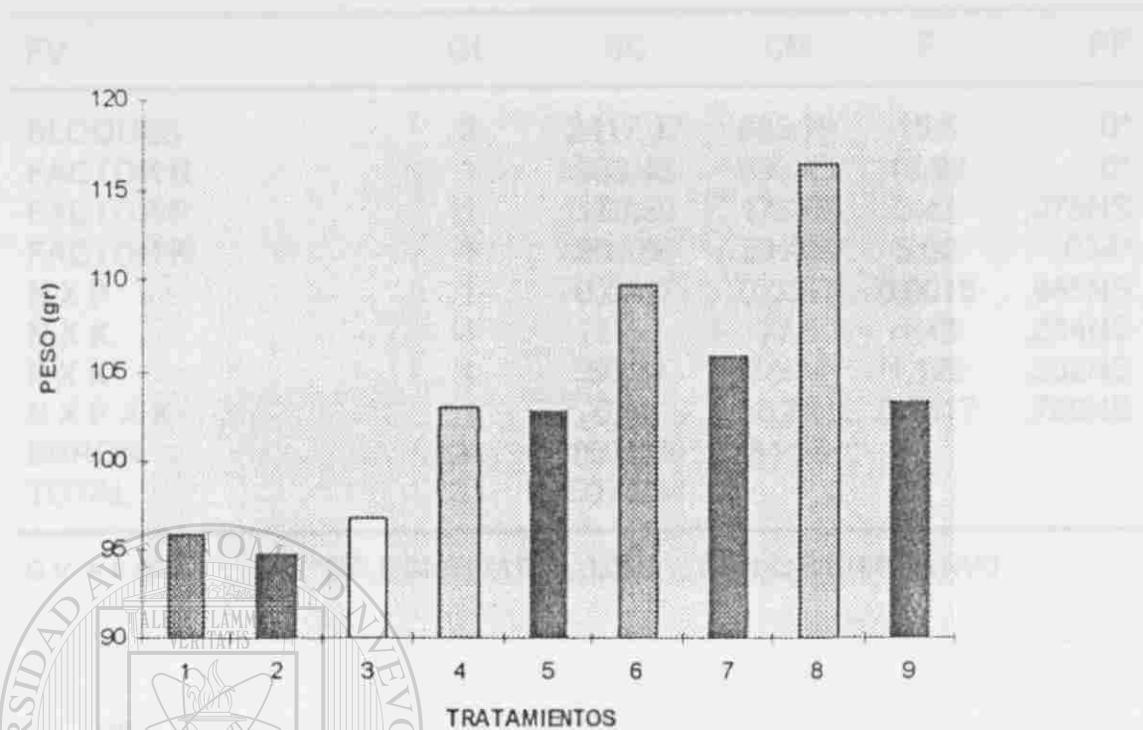


FIGURA 22. PESO FRESCO TOTAL (gr) DE LOS TRATAMIENTOS

En el análisis factorial, de esta variable de peso fresco total, se tienen diferencias significativas dentro de los efectos principales N y K (Cuadro 23), en donde se tiene que para N, el nivel que logró un peso mayor fué el 2 con una media de 108.663 gr, mientras que en el nivel 1 se tuvo un valor de 97.5749 gr.(Figura 23). Para K, en el nivel 2 se obtuvo una media de 105.97 gr que fué mayor estadísticamente que el nivel 1 que tuvo un valor de 100.262 gr (Figura 24).

Cuadro 23. Análisis de varianza del factorial de la variable peso fresco total

FV	GL	SC	CM	F	PF
BLOQUES	3	2417,37	805,79	15,5	0*
FACTOR N	1	983,43	983,43	18,92	0*
FACTOR P	1	178,59	178,59	3,43	,075NS
FACTOR K	1	261,06	261,06	5,02	,034*
N X P	1	0,0937	0,0937	0,0018	,965NS
N X K	1	77,5	77,5	1,49	,234NS
P X K	1	58,34	58,34	1,122	,302NS
N X P X K	1	6,84	6,84	0,1317	,720NS
ERROR	21	1091,09	51,95		
TOTAL	31	5074,34			

C.V. = 6.99% *DIF. SIGNIFICATIVA 0.05% NS=NO SIGNIFICATIVO

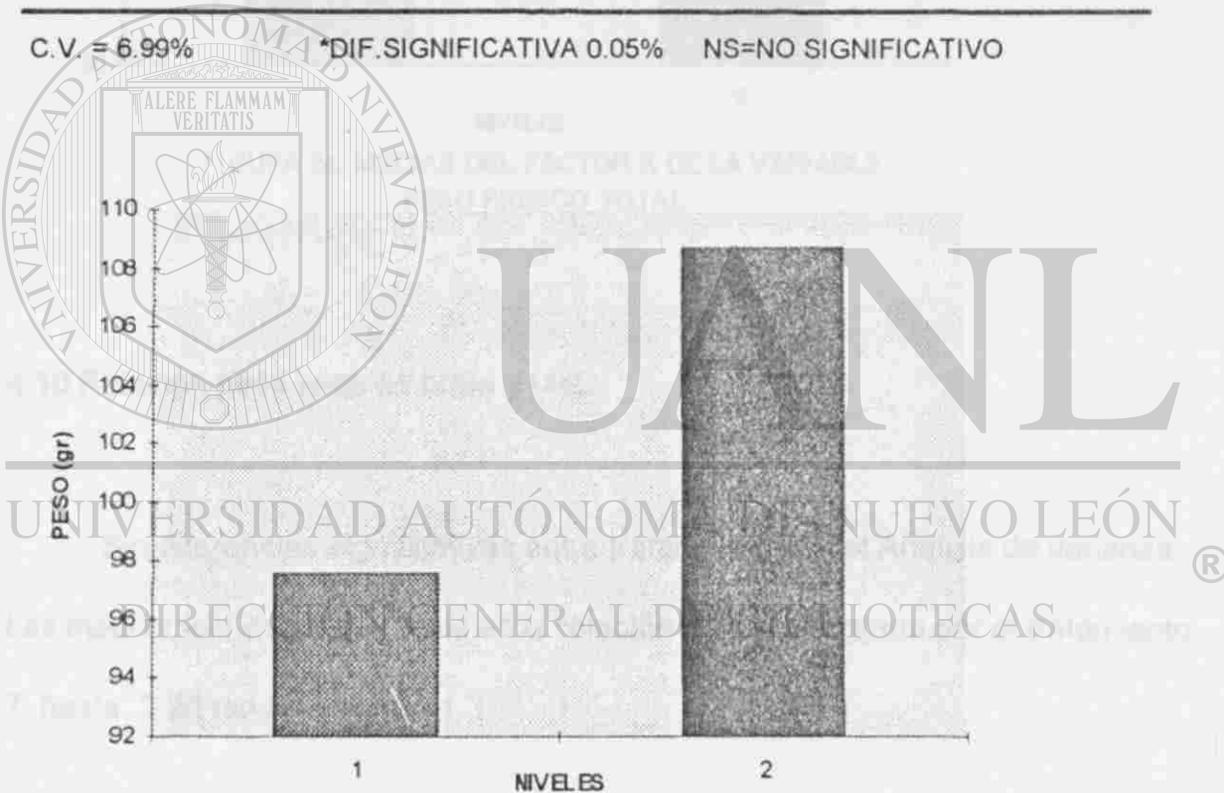


FIGURA 23. MEDIAS DEL FACTOR N DE LA VARIABLE PESO FRESCO TOTAL

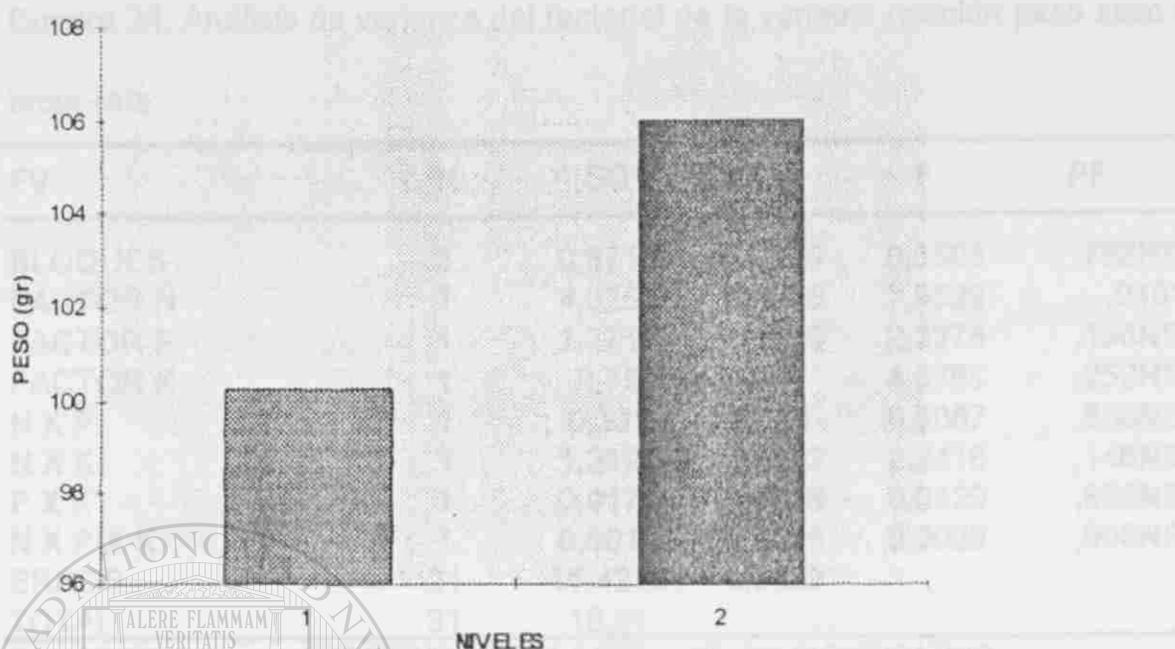


FIGURA 24. MEDIAS DEL FACTOR K DE LA VARIABLE PESO FRESCO TOTAL

4.10 Relación peso seco de brote y raíz.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Sin diferencias significativas entre tratamientos en el Analisis de varianza.

Las medias van desde 4.77 que es la relación más alta lograda por el tratamiento 7, hasta 3.20 del tratamiento 1.

En el Análisis Factorial se tiene diferencia significativa en el factor N donde el nivel 2 es estadísticamente mayor con 4.4022, mientras que el nivel 1 tuvo una relación de 3.666 que es considerada la mejor relación por estar más balanceada las partes aéreas y radicales ya que el valor de la relación es inversa con respecto a la parte aérea (Cuadro 24 y Figura 25).

Cuadro 24. Análisis de varianza del factorial de la variable relación peso seco de brote-raíz

FV	GL	SC	CM	F	PF
BLOQUES	3	0,5716	0,1905	0,3503	,792NS
FACTOR N	1	4,3255	4,3255	7,9529	,010*
FACTOR P	1	1,2715	1,2715	2,3378	,138NS
FACTOR K	1	0,75	0,75	1,3791	,252NS
N X P	1	0,331	0,331	0,6087	,550NS
N X K	1	1,2192	1,2192	2,2418	,146NS
P X K	1	0,0178	0,0178	0,0329	,852NS
N X P X K	1	0,0015	0,0015	0,0029	,956NS
ERROR	21	11,4218	0,5439		
TOTAL	31	19,91			

C.V.=18,27% *DIF. SIGNIFICATIVA 0.05% NS=NO SIGNIFICATIVO

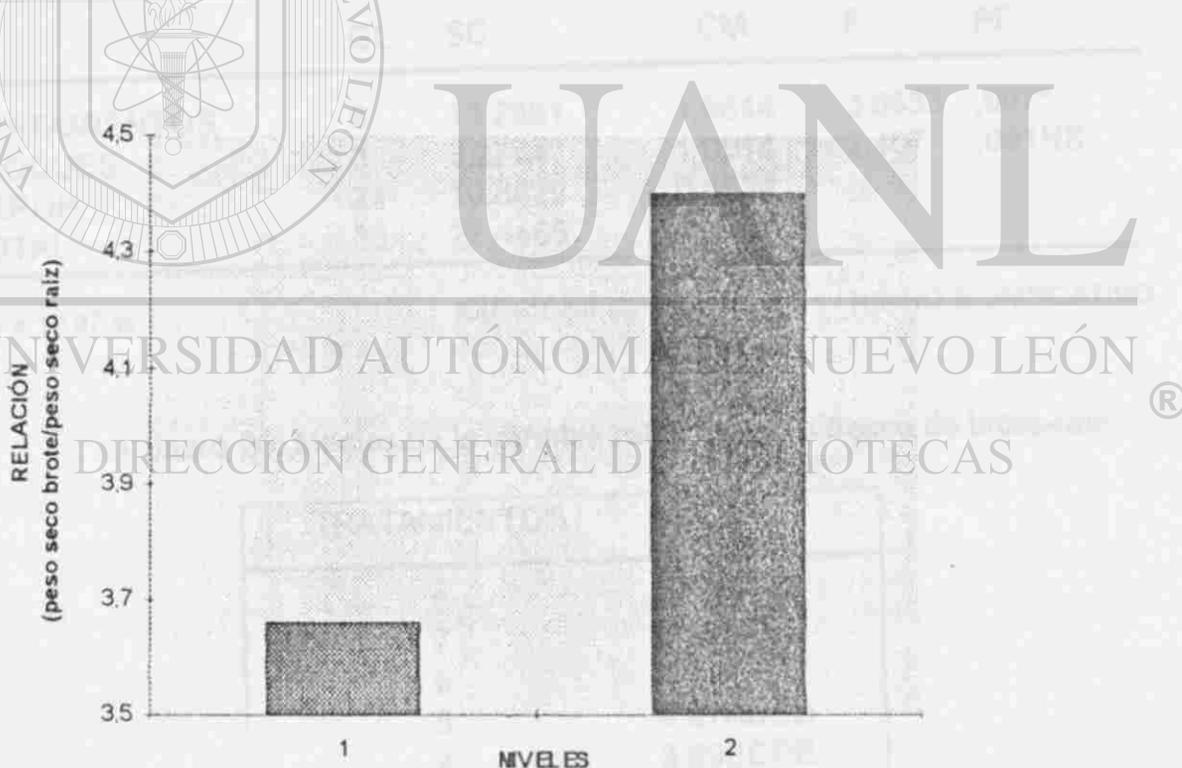


FIGURA 25. MEDIAS DEL FACTOR N DE LA VARIABLE RELACION PESO SECO DE BROTE Y RAIZ

4.11 Relación peso fresco de brote y raíz

Se encontró en el análisis de varianza una diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro 25). El tratamiento que tiene la relación brote- raíz en fresco más baja es el número 1 con 2.76 y es considerado el mejor pues indica que se tiene un mejor balance entre la parte aérea y la de raíces de la plántula. El tratamiento que presentó la relación más alta es el número 8 con una relación 4.73 y por lo tanto se considera que tiene una mayor desbalance de las partes aérea y radicular. (Cuadro 26 y Figura26).

Cuadro 25. Análisis de varianza de la variable relación peso fresco de brote-raíz

FV	GL	SC	CM	F	PF
TRATAMIENTOS	8	13,2891	1,6644	3,6633	,007*
BLOQUES	3	3,2744	1,0914	2,407	,091NS
ERROR	24	10,8829	0,4534		
TOTAL	35	27,4465			

CV = 17.97 %

*DIF. SIGNIFICATIVA .05%

NS=NO SIGNIFICATIVO

Cuadro 26. Medias de la variable relación peso fresco de brote-raíz

TRATAMIENTOS	MEDIA
8	4.73A
7	4.53AB
6	4.13ABC
5	4.07ABCD
4	3.69BCDE
2	3.59BCDE
9	3.46CDE
3	3.09DE
1	2.76E
Nivel de Significancia= 0.05 DMS= 0.9828	

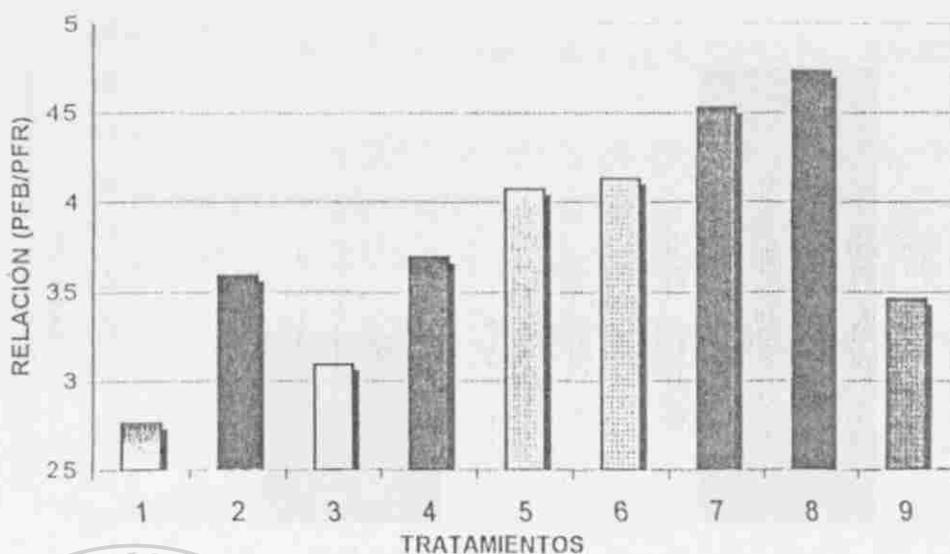


FIGURA 26. RELACION PESO FRESCO DE BROTE Y RAÍZ DE LOS TRATAMIENTOS

En el análisis factorial existe un efecto significativo en el factor N donde el nivel 1 mostró tener una mejor relación con 3.28 en comparación con el nivel 2 que obtuvo una relación de 4.36 (Cuadro 27 y Figura 27).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 Cuadro 27. Análisis de varianza del factorial de la variable relación peso fresco de brote-raíz

FV	GL	SC	CM	F	PF
BLOQUES	3	0,5716	0,1905	0,3503	,792NS
FACTOR N	1	4,3255	4,3255	7,9529	,010*
FACTOR P	1	1,2715	1,2715	2,3378	,138NS
FACTOR K	1	0,75	0,75	1,3791	,252NS
N X P	1	0,331	0,331	0,6087	,550NS
N X K	1	1,2192	1,2192	2,2418	,146NS
P X K	1	0,0178	0,0178	0,0329	,852NS
N X P X K	1	0,0015	0,0015	0,0029	,956NS
ERROR	21	11,4218	0,5439		
TOTAL	31	19,91			

C.V.=18.27%

*DIF.SIGNIFICATIVA 0.05%

NS=NO SIGNIFICATIVO

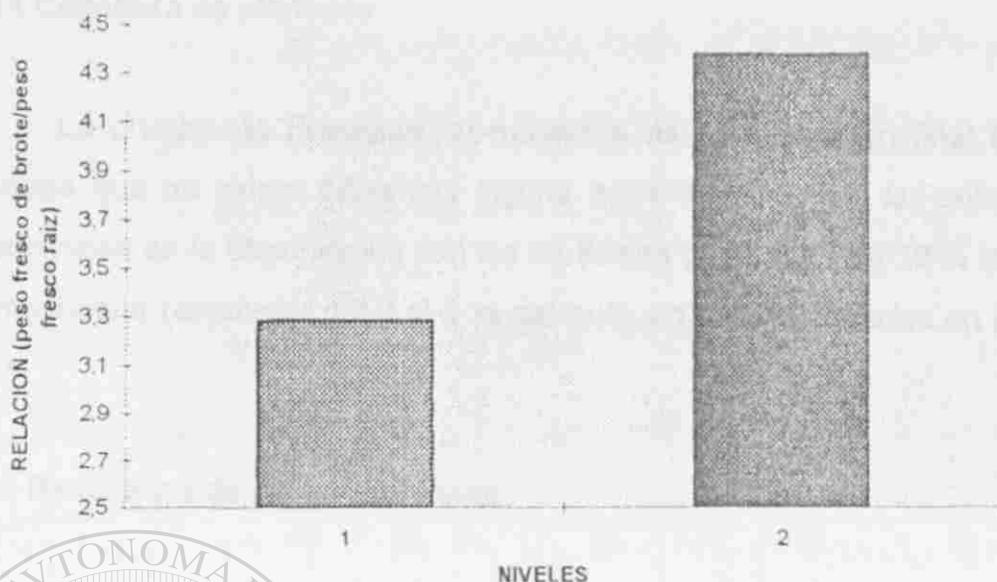
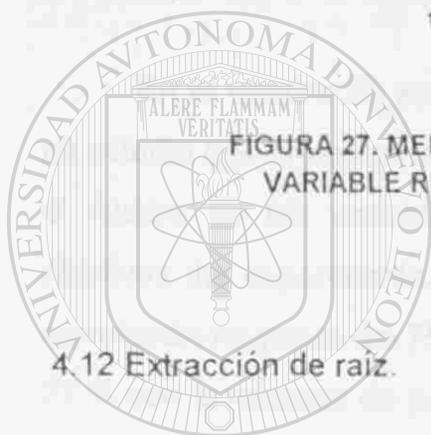


FIGURA 27. MEDIAS DE LOS NIVELES DE NITROGENO DE LA VARIABLE RELACIÓN PESO FRESCO DE BROTE Y RAÍZ



UANL

4.12 Extracción de raíz.

El análisis de varianza, al momento de la evaluación final (Cuadro 4), indica con los porcentajes transformados que no existe diferencia alguna entre tratamientos las medias transformadas van de 83.54 % del tratamiento 1, hasta 61.1025% del tratamiento 8. No se dió diferencia alguna entre los factores NPK.

4.13 Color de plantas.

La prueba de Friedman, al momento de la evaluación final (Cuadro 4), nos demostró que no hay diferencias significativas entre los tratamientos. Los colores que predominan en la observación son de verde normal y verde intenso. Sin diferencias en los factores NPK.

4.14 Cobertura de plántulas.

La prueba de Friedman, al momento de la evaluación final (Cuadro 4), muestra que no existe diferencia alguna entre tratamientos. las coberturas que predominan en la observación son las de Buena (deja ver 19 a 10 % del sustrato) y muy buena (dejan ver del 9 al 5 % del sustrato). Sin diferencias en los factores NPK.

4.15 Resultados de las correlaciones

En el cuadro 28 se pueden observar las correlaciones entre las variables en estudio que presentaron porcentajes mayores del 60%. También se muestra en el cuadro 29 las variables que representan mayor influencia en base a los objetivos del experimento. Se tiene que la variable Peso seco de raíz tiene una correlación negativa del 75% con la variable de relación peso seco de brote-raíz y 77 % con la relación de peso fresco de brote-raíz. También existe una correlación positiva del peso seco de raíz con el porcentaje de extracción de raíz que es del 70%. Todos estos porcentajes se consideran altos lo que muestran una cercanía a lo real.

Así mismo se observa que las relaciones de brote-raíz tanto en fresco como en seco están correlacionadas en forma negativa con el porcentaje de extracción de raíz en un 73% y 62% respectivamente.

Cuadro 28. Correlaciones mayores de 60% de las variables en estudio del experimento de plántulas de tomate determinadas por el método de Pearson.

	ALT.	D.T.	P.S.R.	P.S.B.	P.S.T.	P.F.R.	P.F.B.	P.F.T.	R.P.S. B/R	R.P.F. B/R	%EXT.
ALT.						64					
D.T.							62				
P.S.R.				64	79	90			-75	-77	70
P.S.B.			64		97	60	73	82			
P.S.T.			79	97		73	63	80			
P.F.R.	64		90	60	73				-63	-83	81
P.F.B.		62		73	63			93			
P.F.T.				82	80		93				
R.P.S. B/R			-75			-63				87	-62
R.P.F. B/R			-77			-83			87		-73
%EXT.			70			81			-62	-73	

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

- ALT.= Altura de plantas
- D.T.= Diámetro de tallos
- P.S.R.= Peso seco de raíz
- P.S.B.= Peso seco de brote
- P.S.T.= Peso seco total
- P.F.R.= Peso fresco de raíz
- P.F.B.= Peso fresco de brote
- P.F.T.= Peso fresco total
- R.P.S.B/R= Relación peso seco brote-raíz
- R.P.F.B/R= Relación peso fresco brote-raíz
- %EXT.= Porcentaje de extracción de raíz

Cuadro 29. Correlaciones más importantes de acuerdo a los objetivos del experimento.

	P.S.R.	P.F.R.	R.P.S.B/R	R.P.F.B/R	% EXT.
P.S.R.		90	-75	-77	70
P.F.R.	90		-63	-82	81
R.P.S.B/R	-75	-63		87	-62
R.P.F.B/R	-77	-82	87		-73
% EXT.	70	81	-62	-73	

P.S.R. = Peso seco de raíz
 P.F.R. = Peso fresco de raíz
 R.P.S.B/R = Relación peso seco brote-raíz
 R.P.F.B/R = Relación peso fresco brote-raíz
 %EXT. = Porcentaje de extracción de raíz

4.16 Resultados de las regresiones.

Estos son los resultados obtenidos al procesar los modelos cuadráticos con los valores más altos de los análisis de las correlaciones en donde se seleccionaron aquellas con un porcentaje mínimo de 60%, el paquete eliminó los menos significativos y se obtuvieron 3 modelos (Figuras 28,29 y 30), que se presentan a continuación:

Modelo 1. $P.F.R. = 37.67 - 4.11 (R.P.F.B/R)$

Modelo 2. $\% EXT. = 117.6 - 12.4 (R.P.F.B/R)$

Modelo 3. $P.F.R. = 2.2 - 0.24 (R.P.F.B/R) + 0.0065 (\% EXT.)$

P.F.R. = Peso fresco de raíz
 R.P.F.B/R = Relación peso fresco brote-raíz
 %EXT. = Porcentaje de extracción de raíz

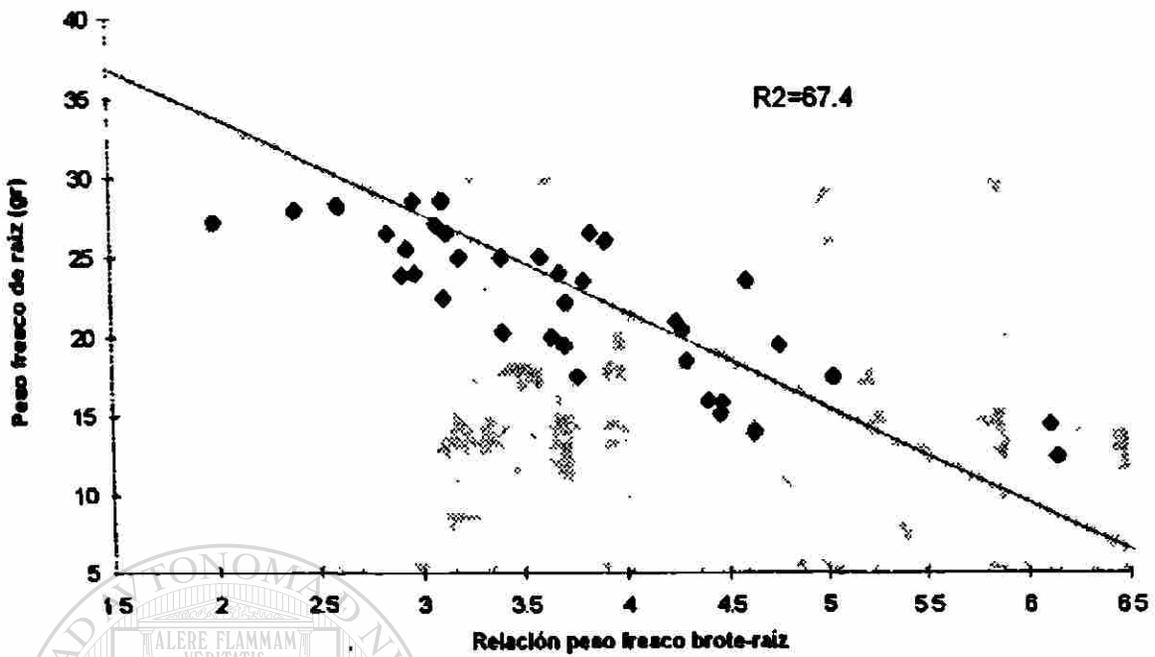


FIGURA 28. Regresión entre peso fresco de raíz y relación peso fresco brote-raíz.

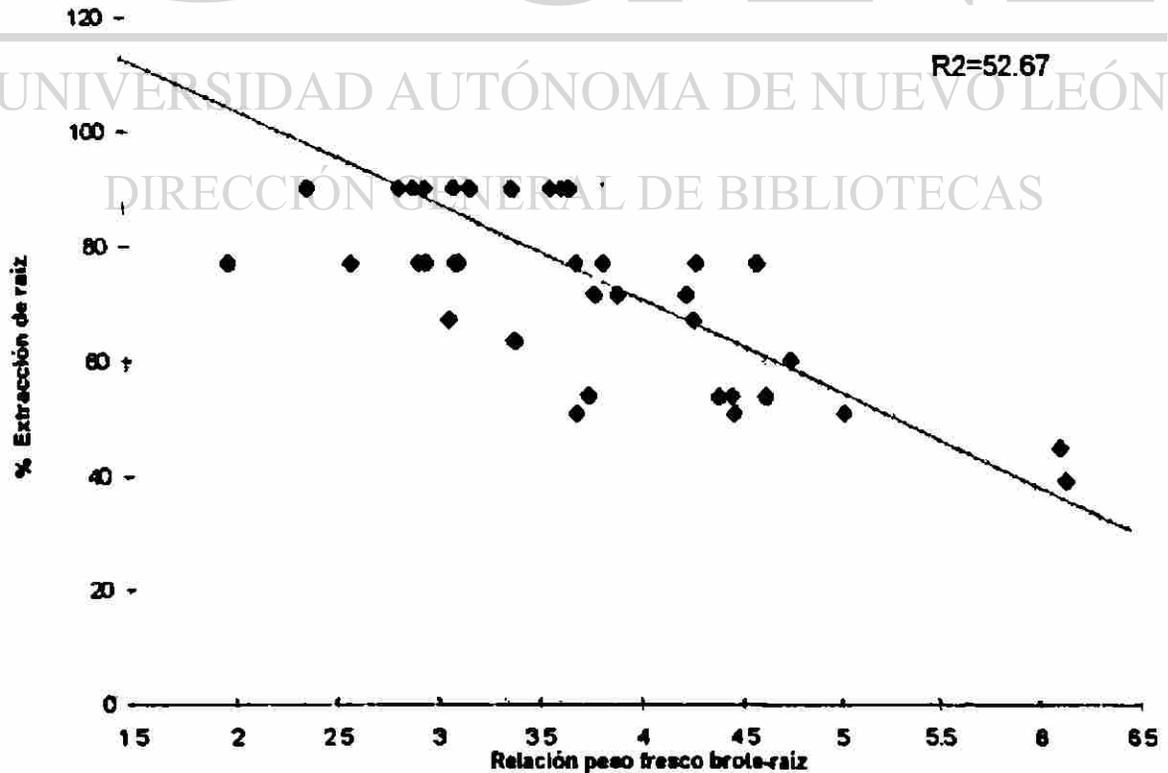
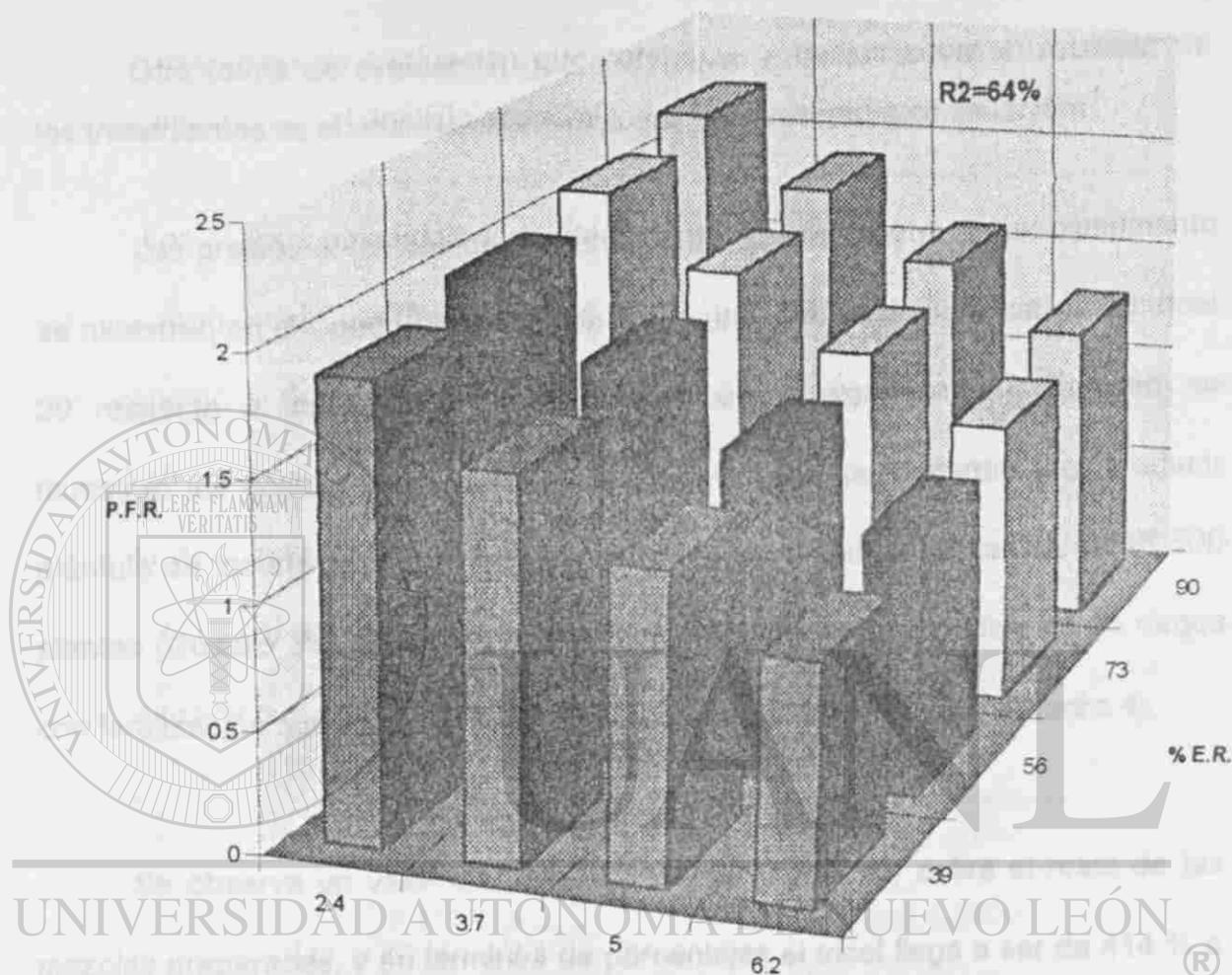


FIGURA 29. Regresión entre el porcentaje de extracción de raíz y relación peso fresco brote-raíz



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
 R.P.F.B/R

FIGURA 30. RELACIÓN DEL PESO FRESCO DE RAÍZ CON EL PORCIENTO DE EXTRACCIÓN DE RAÍZ Y LA RELACIÓN DE PESO FRESCO DE BROTE-RAÍZ

P.F.R.= Peso fresco de raíz (gr)
 % E.R.= Porciento de extracción de raíz
 R.P.S.B/R= Relación peso fresco brote-raíz

4.17 Análisis Económico

Otra forma de evaluación que contribuye a decidir sobre el resultado de los tratamientos es el análisis económico que se presenta a continuación.

Los precios obtenidos de los fertilizantes que se usaron en el experimento se muestran en el Cuadro 30 en donde se ve una diferencia significativa del trichel 20 respecto a los fertilizantes empleados en el experimento. También se muestran los costos de las mezclas fertilizantes que se formaron para producir plántula de tomate para una hectárea con una densidad de población de 18 500 plantas (Cuadro 31). Se tomó en cuenta para hacer estos cálculos los 14 riegos con fertilización que se hicieron en el transcurso del experimento (Cuadro 4).

Se observa un valor más alto del testigo (Trichel 20) sobre el resto de las mezclas preparadas, y en términos de porcentajes el trichel llega a ser de 414 % a 716% más caro (Cuadro 31). Esto es significativo pues en las evaluaciones realizadas a cada una de las variables no se tiene ventaja del Trichel 20 sobre los demás tratamientos, esto nos dice que podemos usar alguna de las mezclas fertilizantes sin sacrificar calidad de plántula, y en algunos casos superarla, además podemos obtener un ahorro económico significativo en la producción de plantas cuando se manejan grandes volúmenes.

Cuadro 30. Precios por kilogramo de los materiales fertilizantes utilizados en el experimento de producción de plántulas de Tomate (Febrero de 1998).

FERTILIZANTE	COSTO/KG (\$)
Urea	2.1
Sulfato de Potasio	2.3
Ácido Fosfórico	6.4
Tricel 20	26.5

Cuadro 31. Costo de las mezclas fertilizantes y Tricel 20 por hectárea, y diferencia de costos de las mezclas con respecto a Tricel 20.

TRATAMIENTO	COSTO DE MEZCLA/HA (\$)	DIFERENCIA DEL COSTO DE LAS MEZCLAS RESPECTO A TRICEL 20 (%)
1	5.18	716
2	6.30	588
3	6.58	564
4	7.70	482
5	6.44	576
6	7.56	490
7	7.84	473
8	8.96	414
9	37.10	-

DISCUSIÓN

Los resultados muestran que existe una tendencia a aumentar el crecimiento de la parte aérea de las plántulas al usar niveles altos de los elementos, ya que fueron significativas en algunas de las variables como son diámetro de tallos, número de hojas, peso fresco de brote y peso fresco total, mientras que las dosis bajas de Nitrógeno (150 mg l^{-1}) provoca un aumento en la masa radicular de la planta y así lo demuestra la significancia obtenida en la variable peso seco de raíz. Estos efectos se tienen también en forma contraria o sea, menor crecimiento de parte aérea en los niveles bajos de fertilización por un menor crecimiento radicular en dosis altas.

Estos resultados se podrían explicar en base a lo citado por Bidwell (1986), en donde señala que el transporte de los nutrientes tiene lugar por las vías más directas al sitio de demanda más cercano, no a la más fuerte, y que estas regiones van a exceder al que va a las regiones menos activas. Cuando ocurre crecimiento en las regiones con disponibilidad de nutrientes el transporte hacia esos lugares se intensifica en comparación a las regiones con menor nutrientes.

En este caso de las plántulas de tomate, la región más próxima a los nutrientes es la raíz y es ahí que al tener dosis bajas este órgano es quien aprovecha primeramente los nutrientes debido al poco suministro con que se cuenta

y por lo tanto se reduce las cantidades de nutrientes del que pudieran disponer el resto de la planta habiendo con ello que la tasa de crecimiento sea menor.

Sin embargo, al haber mayor cantidad de nutrientes como en las dosis altas, la raíz se nutre, pero hay un excedente de nutrientes que al no ser aprovechados por ésta pasan a los órganos más cercanos siendo éstos el tallo y hojas que al crecer incrementan su demanda, y se convierten en las regiones más activas de la planta. Esto es influenciado por las temperaturas ambientales registradas (Figura 1), produciendo mayor actividad metabólica en los órganos aéreos.

La variable altura de plantas fue mayor cuando el Nitrógeno se aplicó en su nivel bajo (150 mg l^{-1}) y decreció en el nivel alto (350 mg l^{-1}) por lo que es posible que el Nitrógeno haya afectado el crecimiento de tallo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Debido a que el nivel bajo de Nitrógeno (150 mg l^{-1}) obtuvo mayor masa radicular que se muestra significativamente en un mayor peso tanto fresco como seco de raíz y menor masa aérea que se muestra en el diámetro de tallos y número de hojas así como peso fresco de brote, fue que se obtuvo una relación más balanceada entre ambas partes lo que consideramos favorable pues el criterio para determinar cual de los tratamientos generales o elementos son los mejores en cuanto a la relación brote-raíz, fue el de tener un mejor balance entre la parte aérea y radicular ya que un brote de mala calidad no podrá satisfacer la demanda de

fotosintatos de un buen sistema radicular y por otra parte un sistema radicular deficiente hará que un brote de buena calidad frene su desarrollo.

Se tiene que entre tratamientos existe una diferencia significativa en la relación de peso fresco de brote y raíz donde el tratamiento 1 ($N=150 \text{ mg l}^{-1}$; $P=100 \text{ mg l}^{-1}$; $K=200 \text{ mg l}^{-1}$) resultó tener un mejor balance en la plántula. En esta observación podemos ver que se tiene una tendencia de obtener una relación más balanceada de brote-raíz en plántulas de tomate a niveles bajos de Nitrógeno, pues Weston y Zandstra (1989), reportan haber obtenido la misma tendencia al probar con niveles de Nitrógeno de 100, 200 y 400 mg l^{-1} , en donde el nivel de 100 mg l^{-1} obtuvo un mejor balance de brote-raíz en comparación con las otras dosis.

Para el peso total el nivel alto N (350 mg l^{-1}) y de K (350 mg l^{-1}) tuvieron un efecto significativo superior a sus dosis bajas. Esta variable esta correlacionada con el peso fresco de brote en un 93%. Entre los tratamientos el más alto perteneció al número 8 ($N=350 \text{ mg l}^{-1}$; $P=150 \text{ mg l}^{-1}$; $K=350 \text{ mg l}^{-1}$).

Cabe hacer mención que en algunas variables en las que no se detectaron diferencias significativas en los análisis de varianza, éstas correlaciones altamente con algunas que sí lo fueron, y tal es el caso de la variable por ciento de extracción de raíz que no resultó significativa en tratamientos y efectos principales pero que tiene una correlación negativa en un 73% y 62% con la relación brote-raíz tanto en

fresco como en seco respectivamente que si fueron significativas favorecidas por el nivel bajo de Nitrógeno (150 mg Γ^1). Además en el porcentaje de extracción de raíz al ordenar los tratamientos de mayor a menor obtenemos que los más altos valores son del tratamiento 1 (N= 150 mg Γ^1 ; P= 100 mg Γ^1 ; K= 200 mg Γ^1), 4 (N=150 mg Γ^1 ; P=150 mg Γ^1 ; K=350 K mg Γ^1) y 3 (N=150 mg Γ^1 ; P=150 mg Γ^1 ; K=200 K mg Γ^1) donde se ve que el nivel bajo de Nitrógeno se repite en estos tratamientos. Esto puede significar que el nivel bajo de nitrógeno usado en el experimento es suficiente para impulsar un crecimiento de raíz y con ello balancear la relación brote-raíz.

Los resultados de las correlaciones nos dicen que el peso seco de raíz influye significativamente en las relaciones brote-raíz de las plántulas, y éstas a su vez influyen en el porcentaje de extracción de raíz al momento de la cosecha de plántulas (Figura 30). Por lo tanto es conveniente que la raíz tenga un buen desarrollo para que pueda haber un mejor balance de ésta con la parte aérea, y poder obtener así un mejor número de plántulas enteras de raíz y brote al momento de la extracción además de que al tener plantas con buen sistema radical se podrá satisfacer las necesidades de la parte aérea al ser transplantadas al campo.

V. CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados en el experimento se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se concluye que el nivel de Nitrógeno $150 \text{ mg } \Gamma^1$ favoreció mejor desarrollo en el peso seco de raíz, peso fresco de raíz y altura de plantas.

2. El nivel de Nitrógeno $150 \text{ mg } \Gamma^1$ favoreció la relación brote-raíz en los pesos frescos y secos.

3. El nivel $350 \text{ mg } \Gamma^1$ de Nitrógeno favoreció el número de hojas, diámetro de tallos, peso fresco de brote, peso fresco total.

4. El nivel $150 \text{ mg } \Gamma^1$ de Fósforo favoreció el número de hojas, diámetro de tallos y peso fresco de brote.

5. El nivel $350 \text{ mg } \Gamma^1$ de Potasio favoreció el diámetro de tallos y peso fresco de brote.

6. El testigo Tricel $20 \text{ g } \Gamma^1$ de agua, fue superado en forma significativa por los tratamientos 1 ($150\text{-}100\text{-}200 \text{ mg } \Gamma^1$) y 3 ($150\text{-}150\text{-}200 \text{ mg } \Gamma^1$) en la relación brote-raíz en fresco.

7. El tratamiento con la relación peso fresco de brote-raíz mejor balanceada es el número 1 con dosis de 150 mg l^{-1} de Nitrógeno; 100 mg l^{-1} de P y 200 mg l^{-1} de K.

8. Se concluye que las mezclas fertilizantes preparadas resultan ser de un costo económico menor de manera significativa con respecto a Tricel 20, además la calidad de las plantas producida con las mezclas es de igual o mayor calidad.

Finalmente con respecto a la hipótesis de trabajo planteada se puede decir que se acepta la hipótesis de que la variación de los nutrientes afecta el crecimiento y producción de las plántulas de tomate con respecto a la variación en la relación de los nutrientes utilizados en este experimento.

RECOMENDACIONES

1. Si se busca tener una buena relación brote-raíz, trabajar con las dosis de Nitrógeno 150 mg l^{-1} ; Fósforo de 100 mg l^{-1} y Potasio 200 mg l^{-1} . Ahora, si se buscan plantas con buen número de hojas y diámetro de tallos trabajar con los niveles altos de Fósforo (150 mg l^{-1}) y Potasio (350 mg l^{-1}).

2. Experimentar con algún producto que estimule el crecimiento radicular.

3. Estudiar las correlaciones de los efectos de la fertilización de NPK alterando las temperaturas ambientales y de sustratos.

4. Llevar seguimiento del desarrollo de las plántulas en campo y correlacionar con los resultados obtenidos en los semilleros para ver cual es en realidad la mejor relación brote-raíz en cuanto a la producción de fruto de tomate.

VI. BIBLIOGRAFIA

Anderlini, R. 1976. El cultivo del tomate. 1ra. edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid España.

Adams, P. 1986. Mineral nutrition. In the tomato crop, Por Atherton, J. G. y Rudich (eds) Chapman and hall pp. 230-234.

Anónimo. 1985. Fertilización química Foliar. Folleto informativo, SARH. México, D.F.

Anónimo. 1987. Fertilización en el tomate. Folleto técnico No. 8 SARH. México, D.F.

Barenque, O. 1991. Evaluación del Acido Húmico (Humitrón) y del Fertilizante foliar (Foltrón Plus) en el sistema de conducción del tomate (*Lycopersicum esculentum* M.). Tesis. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Bidwell, R.G.S. 1986. Fisiología Vegetal. Primera edición en español. A.G.T. Editor, S.A. México, D.F.

Bigurra, G.D.G. 1992. Efecto de dosis y frecuencia de fertilización completa sobre plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* M.) cv. floredadea, cultivados en almacigos de cajas de poliestireno. Tesis. FAUANL. Marín, N.L. México.

Calderón, A.E. 1987. Fruticultura general. 3a. edición 2da. reimpresión. Editorial Limusa, S.A. México.

Devlin, M. R. 1980. fisiología Vegetal. Editorial omega S.A. 3a edición.

Edmon, J.E; T.L. Senn., and F.S. Andrews, 1984. Principios de horticultura. 7ma. edición. Editorial Continental, S.A, México, D.F,

Flores, I. 1982. Hortalizas. De. ITESM. Monterrey, N.L. México.

Folquer, F. 1979. El tomate, estudio de la planta y su producción comercial.

García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. Instituto de Geografía de la UNAM, México.

Gutiérrez, D.A. 1993. 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. FAUANL, Marín, N.L. México.

Hartman, H.T. y D.E. Kester,. 1987. Propagación de plantas. 3a. edición en Español. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México, D.F.

Huerros, P. C. 1988. Horticultura. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba.

Ishizuka, V. 1978. Nutrient deficiencies of crops. ASPAC. 14 Wenchow Street, Taipei Taiwan, Republic of China.

Kuksal, R.P. 1978. Effect of different levels of Nitrogen and Phosphorus on fruit and seed yield of tomato variety chaubaty red. (horticultural abstracts). Vo. 48, No.5 (4661; p (406).

León, G.H. y M. Arosamena,. 1980. El cultivo del tomate para consumo en fresco en el Valle de Culiacán. CIAPAN-CAECAV. México.

López, A.G. 1995. Evaluación de la absorción de Nitrógeno en diferentes etapas fenológicas del trigo (*Triticum aestivum* L.) . Tesis. FAUANL.

Melton, R. and R. Dufault, 1991. Nitrogen, Phosphorus and Potassium fertility regimes affect tomato transplant growth. Hort Science 26 (2): 141-142.

Mena, Y. 1996. El futuro del Jitomate. Diario Reforma/Pulso. 7 de Octubre 1996, San Luis Potosí, S.L.P. México.

Rick, M.C. 1978. El tomate. Artículo de la revista Investigación y Ciencia Num 25, Octubre de 1978. Edición en español de Scientific American.

Rojas, G.M. y M. Rovalo,. 1987. Fisiología Vegetal aplicada. 3a. edición. Editorial McGraw-Hill. México, D.F.

Rodríguez, S.F. 1989. Fertilizantes y nutrición vegetal. AGT editor S.A.

Simmonds, N.W. 1986. Evolution of Crop Plants. Longman Scientific and technical.

Tisdale, S. y W. Nelson,. 1991. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. 1a. reimpresión. Edit. Limusa UTEHA Unión Tipográfica Hispano Americana, S.A. de C.V.; México.

Vavilov, N.I. 1951. Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants. Roland Press. New York, U.S.A. pp. 90-99.

Valadez, L.A. 1992. Producción de hortalizas. 2a. reimpresión. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México, D.F.

Wallace, H. 1961. The diagnostic of mineral deficiencies in plants: by visual symptoms. 3a de. London.

Varis, S. y R.A.T .George,. 1985. The influence of mineral nutrition on fruit yield, seed yield and quality in tomato. Journal of hoticultural science. Bath university, Avon B A27A y UK; pp 373-376.

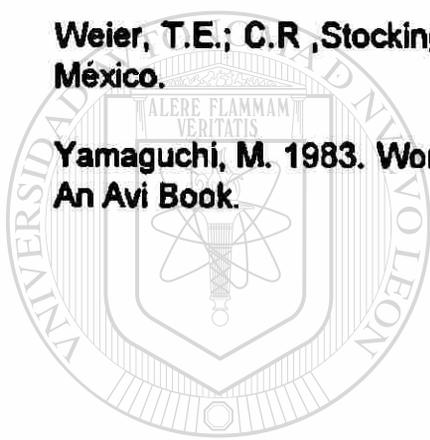
Valencia, H.M.D. 1981. Evaluación de rendimientos de doce variedades de tomate bajo condiciones de invernadero. Tesis. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Winsor, G.W. 1973. Nutrition en the U.K. tomato manual. Grower books london. Chapter 4. Edited byt H.G. Hingham.

Weston, L. and B. Zandstra,. 1989. Transplant age and N and P nutrition effects on growth and yield of tomatoes. Hort science 24 (1): 88-90.

Weier, T.E.; C.R ,Stocking. y M.G. Barbour, 1981. Botánica. Ca. edic., edit. Limusa. México.

Yamaguchi, M. 1983. World Vegetables. Principles, Production and Nutritive Values. An Avi Book.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

12848



1080098287



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®