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 el 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, indice 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 hibridos de un costo muy alto lo que exije 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.

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 formula 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.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 HISTORIA Y ORIGEN DEL CULTIVO

El tomate (*Lycopersicum 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).

2.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL TOMATE

Gallegos, et al. (1980), citados por Barenque, (1991) Mencionan que gracias a la gran adaptabilidad que posée 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 aproximádamente 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 asi 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 *Lycopesicum* contiene una pequeña cantidad de especies, todas ellas herbáceas que crecen en formas diferentes, dependiendo de los métodos de cultivo.

Actualmente se conocen seis especies de *Lycopersicum*:

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

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

1.- *Lycopersicum esculentum var. commune*	Tomate común
2.- *Lycopersicum esculentum var. grandifolium*	Tomate hoja de papa
3.- *Lycopersicum esculentum var. validum*	Tomate arbusto o erecto
4.- *Lycopersicum esculentum var. cerasiforme*	Tomate cherry
5.- *Lycopersicum esculentum var. pyriforme*	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.

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 organos de la planta.

Cuadro 2.Extracción de nutrimentos del suelo por el tomate, relacionando rendimiento y organo 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) cit. Uexkull (1978) y Adams (1986).

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).

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.

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 jovenes. 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 retrazar 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 obscuro 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 suculencia 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 (H_2PO_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 funciónes 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).

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.

12848

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 estan 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 substancias entre estos dos tejidos.

Puesto que el xilema constituye un sistema transportador de agua de extremos abiertos, escencialmete 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, provée 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 escaséz de luz produce debilitamiento en las plantas, las cuales son más suceptibles a las enfermedades. Muchas veces, debido a una siembra densa en el semillero, las propias posturas se autosombrean 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.

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 obsorbentes 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 efciciencia 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 espaciamiento 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 sembrase 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

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

Aproximádamente 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 conbatir 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 tricel 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 tricel 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 tricel 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 tricel 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, tricel 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, asi 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 tricel 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 tricel 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/m^3 de micronutrientes, 28 gr de fierro quelatado por m^3 y dolomita a 3 kg/m^3. 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 inducieron mayor producción en el campo.

Melton y Dufault, (1991) Reportan que en tomate (Lycopersicum esculentum Mill) cv. Sunny en celdas de 65 cm^3 (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 H_2SO_4 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 desarrrolló 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 BS_1 (h') h x' (e'), en donde:

BS_1. Corresponde a un clima seco árido, siendo el más seco de los BS.

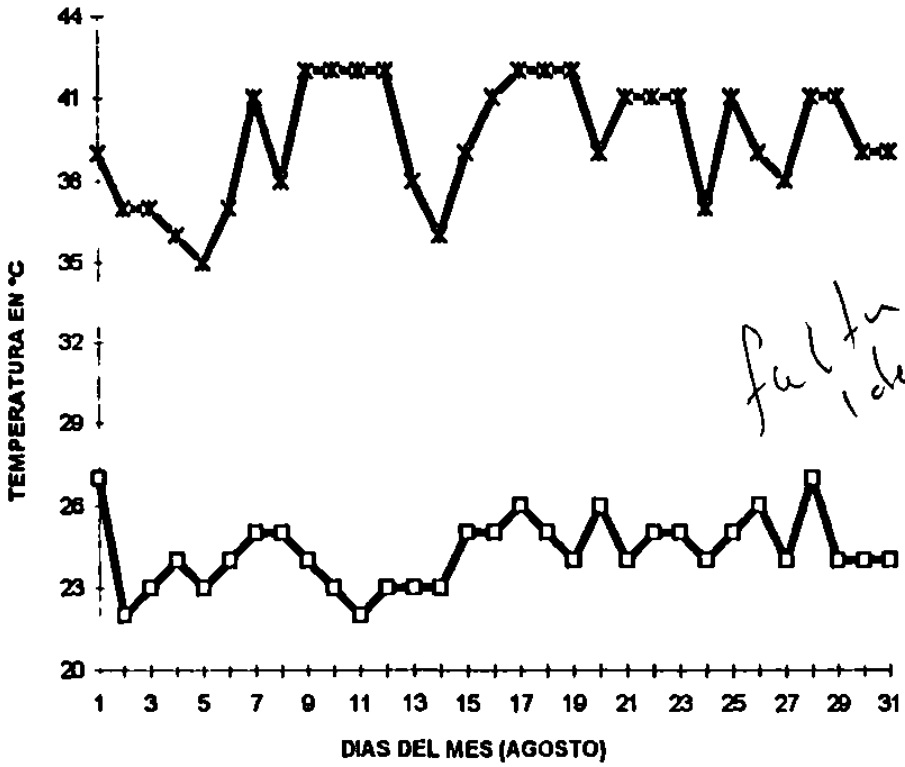
(h') h. Corresponde a temperaturas anuales altas de 22°C y abajo de los 8°C en el mes más frío.

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.



falta identificación

FIGURA 1. TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS (°C) REGISTRADAS EN EL INTERIOR DEL INVERNADERO DURANTE EL MES DE AGOSTO.

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 cm^3 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 crecimientro 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.

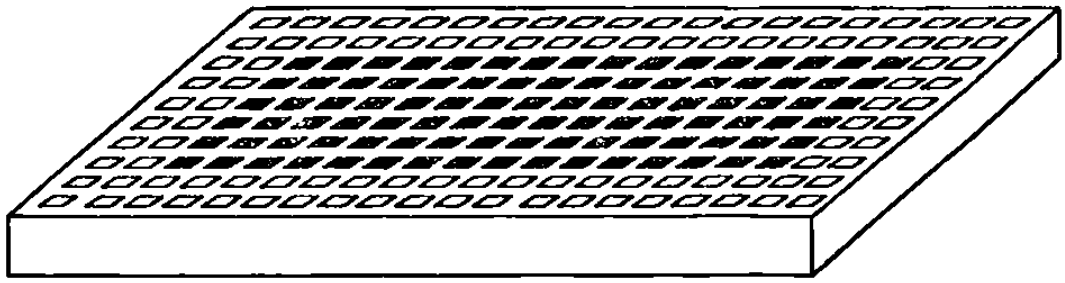
Para obtener la parcela útil, se eliminaron dos filas (80 plantas descartadas) y dos hileras (24 plantas descartadas), quedando 96 plántulas para muestreos. En la figura 3 se puede observar la parcela útil dentro de las unidades experimentales.

BLOQUES

TRATAMIENTOS	I	II		III	IV
	5	6	P	4	2
	7	1	A	3	8
	8	4	S	9	6
	3	2	I	5	1
	6	9	L	7	4
	2	5	L	1	9
	4	3	O	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 minima 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:

$Yij = M + Ti + Bj + Eij$ donde:

Yij es la observación del tratamiento y en el bloque j.
M es el efecto verdadero de la media general.
Ti es el efecto del i-ésimo tratamiento.
Bj es el efecto del j-ésimo bloque.
Eij 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:

$Yijkl = M + Bi + Nj + Pk + Kl + (NP)jk + (NK)jl + (PK)kl + (NPK)jkl + Eijkl$ donde:

Yijkl es la observación del Nitrógeno j, Fósforo k y Potasio l en el bloque i.
M es la media verdadera general

Bi es el efecto del bloque i

Nj es el efecto del Nitrógeno j

Pk es el efecto del Fósforo k

Kl 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

Eijkl es el error experimental

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

1. Ho. N1 = N2 vs. Ha. N1 ≠ N2.
2. Ho. P1 = P2 vs. Ha. P1 ≠ P2.
3. Ho. K1 = K2 vs. Ha. K1 ≠ K2.
4. Ho. No hay interacción NP vs. Ha. Si hay interacción NP
5. Ho. No hay interacción NK vs. Ha. Si hay interacción NK
6. Ho. No hay interacción de PK vs. Ha. Si hay interacción de PK
7. Ho. No hay interacción NPK vs. Ha. 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.

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 apartir 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.

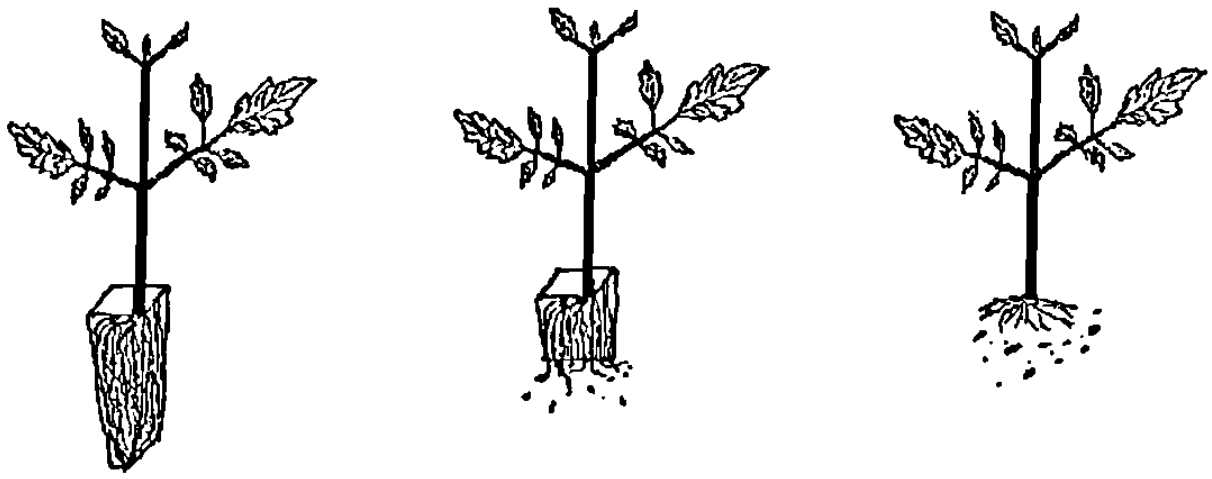
- Peso seco total. Se determinó sumando los pesos secos de raíz y brote.

- 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.



Extracción de raíz 100 % Extracción de raíz 50 % Extracción de raíz 0 %

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 estadisticamente 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 fertlizante 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 servia 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} CO_3 :0 miliequivalentes l^{-1}

HCO_3 : 4.6 miliequivalentes l^{-1} Cl: 1.5 miliequivalentes l^{-1} (Condicionada)

SO_4 : 0.4miliequivalentes l^{-1} NO_3 : 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 dejo 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 la 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 fué 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

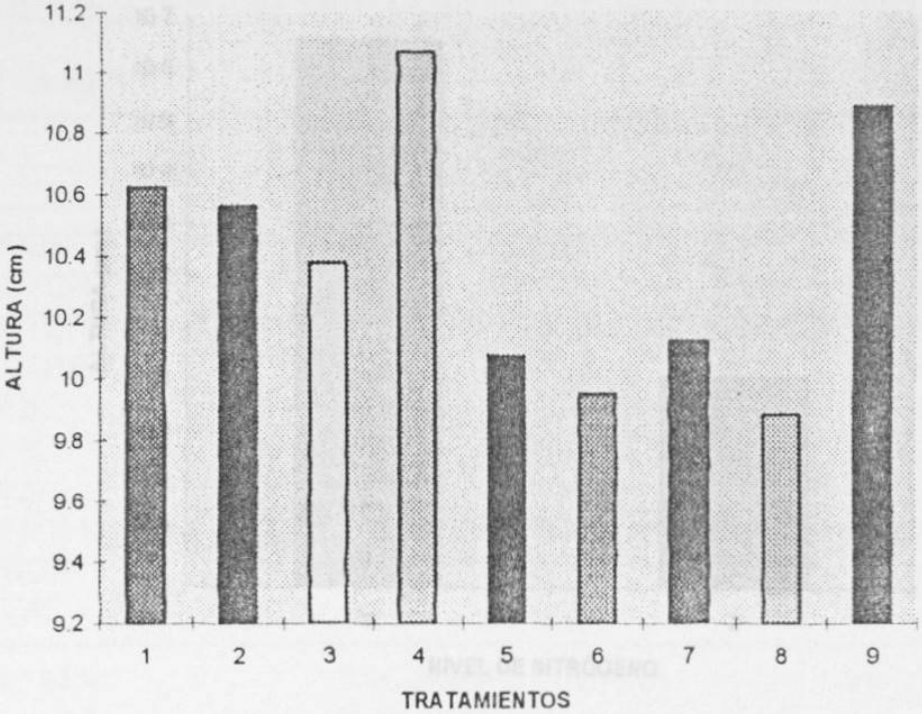


FIGURA 5. ALTURA DE PLANTAS (cm) A LOS 27 DÍAS DE LA SIEMBRA (22 de Agosto) .

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

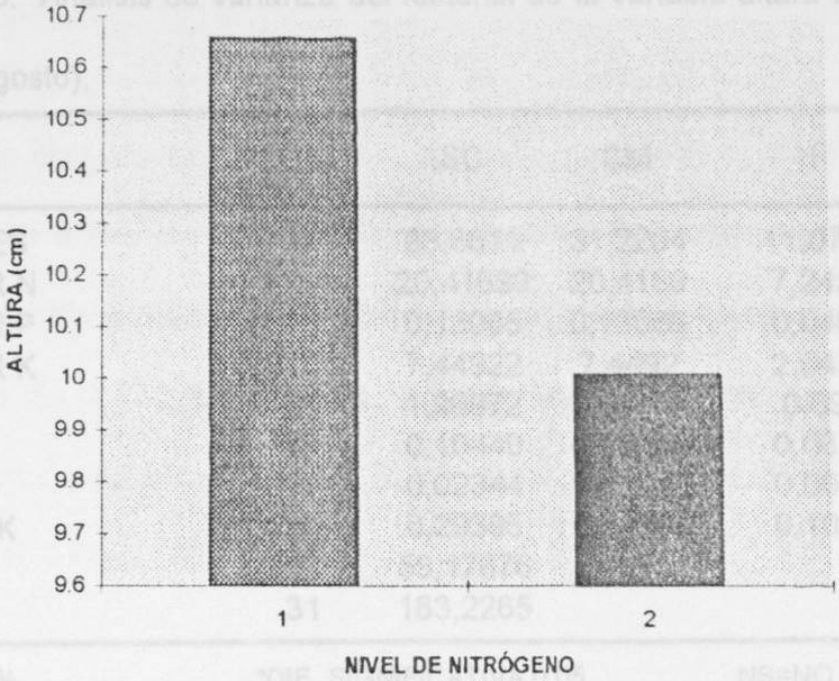


FIGURA 6. MEDIAS DE LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 27 DIAS DE LA SIEMBRA PARA EL FACTOR NITROGENO

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	
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

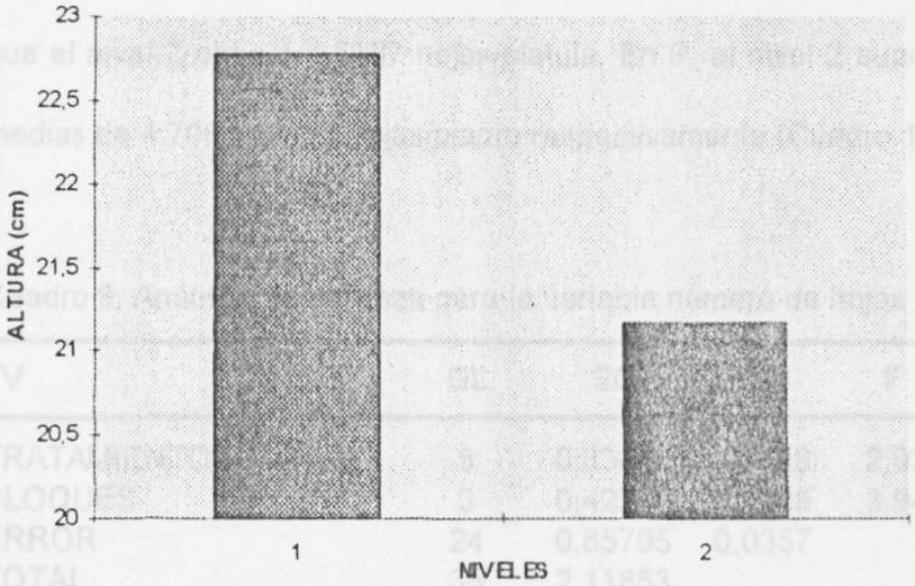


FIGURA 7. MEDIAS DEL FACTOR N PARA LA VARIABLE ALTURAS DE PLANTAS FINAL.

4.2 Número de hojas total

Se hizo una sóla 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 2 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

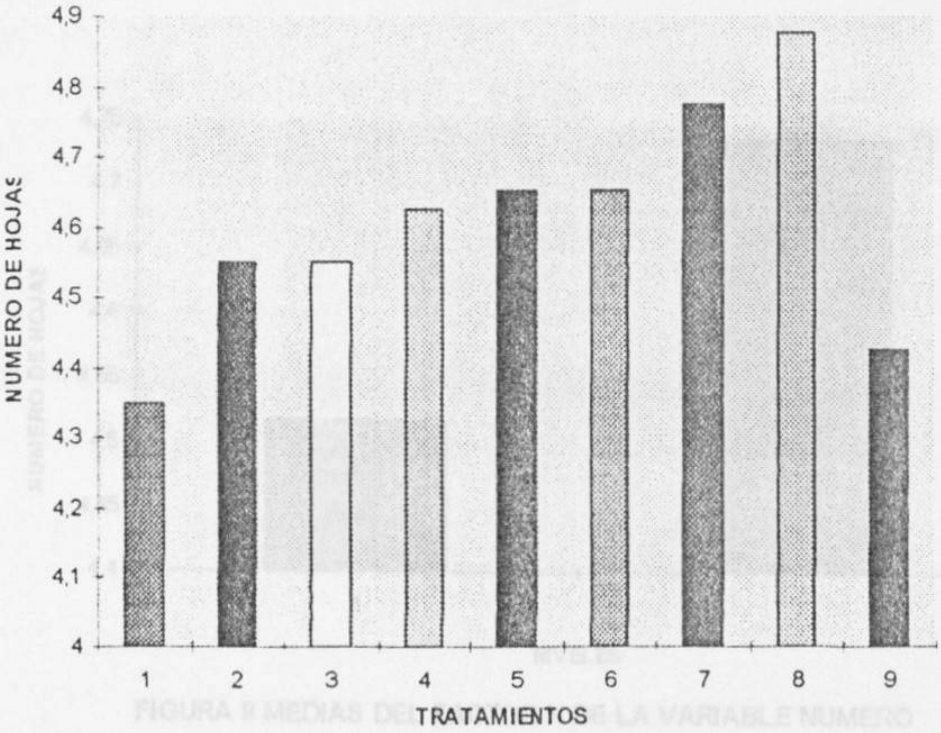


FIGURA 8. NUMERO DE HOJAS TOTAL DE LOS TRATAMIENTOS

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

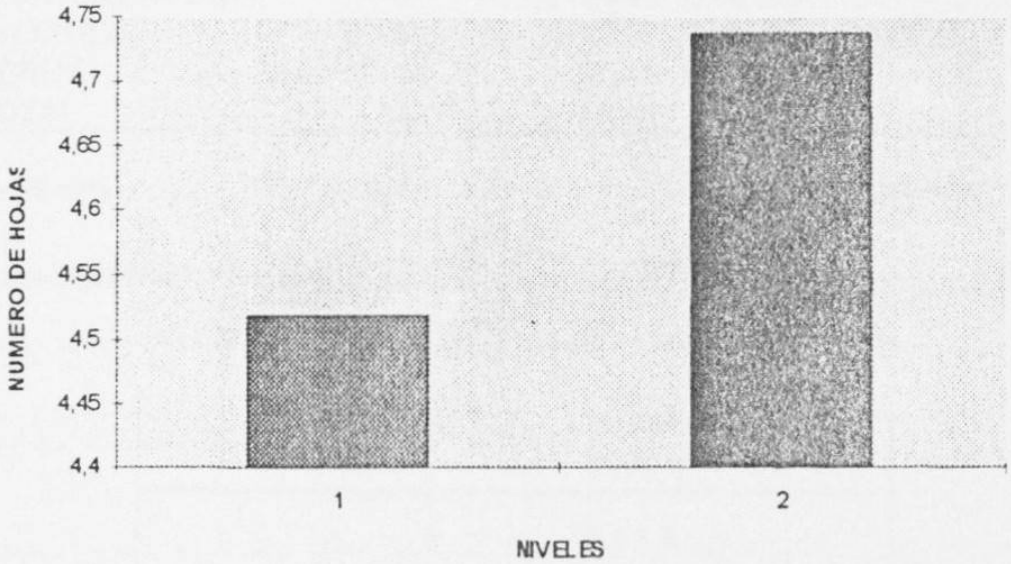


FIGURA 9 MEDIAS DEL FACTOR N DE LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS

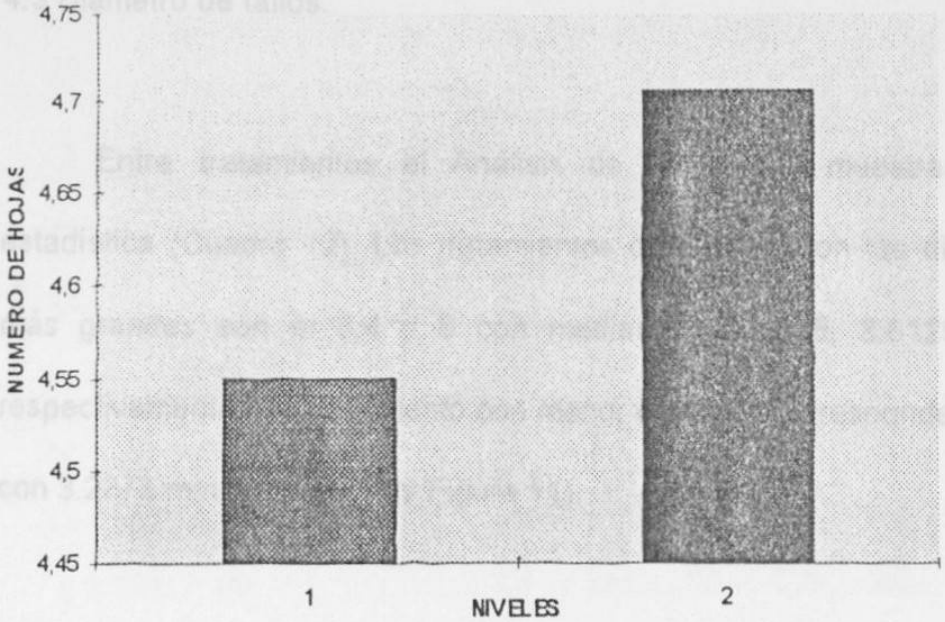


FIGURA 10. MEDIAS DEL FACTOR P DE LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS

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

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

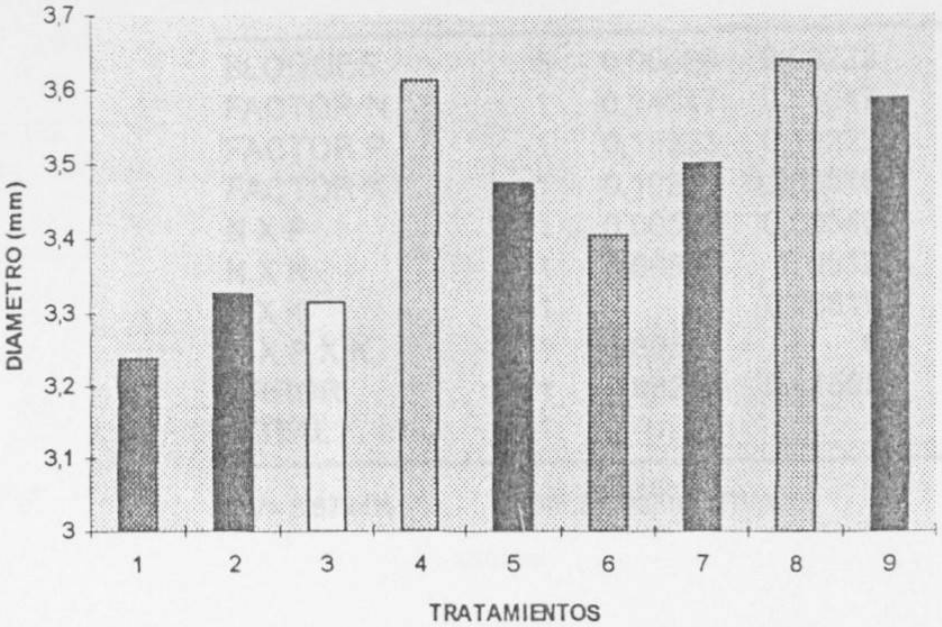


FIGURA 11. DIAMETRO DE TALLOS (mm)

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).

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

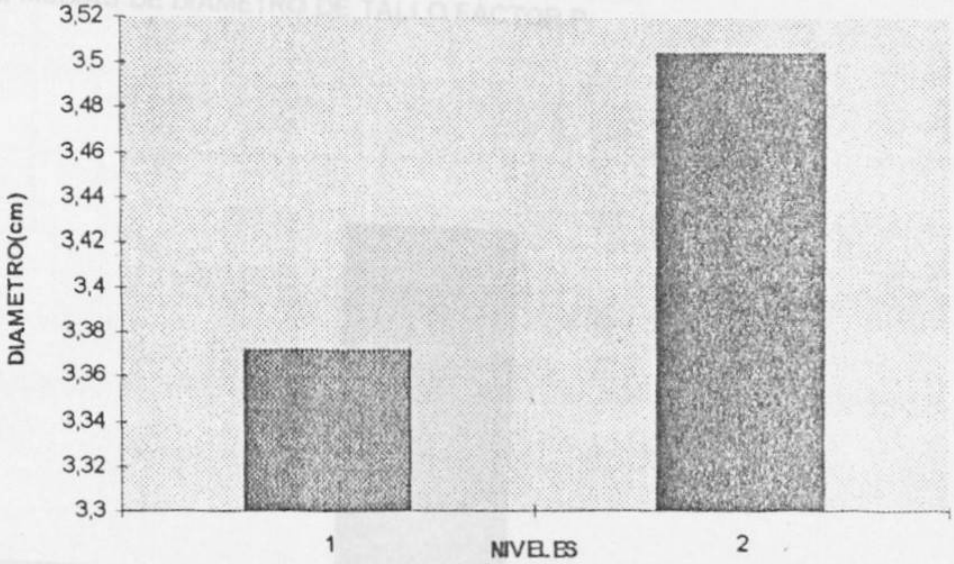


FIGURA 12. MEDIAS DE DIAMETRO DE TALLOS DEL FACTOR N

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L

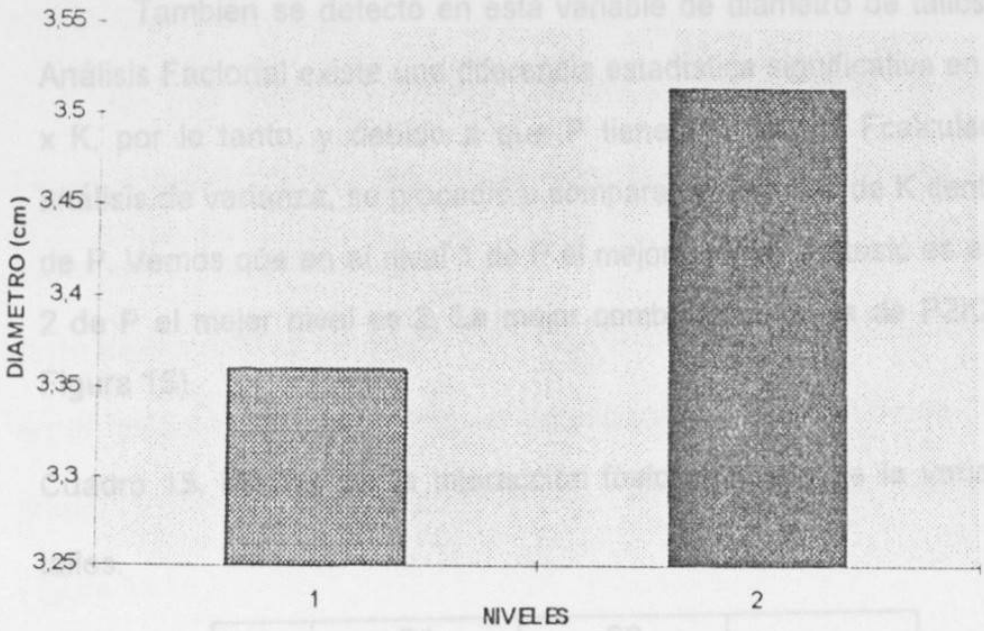


FIGURA 13. MEDIAS DE DIÁMETRO DE TALLO FACTOR P

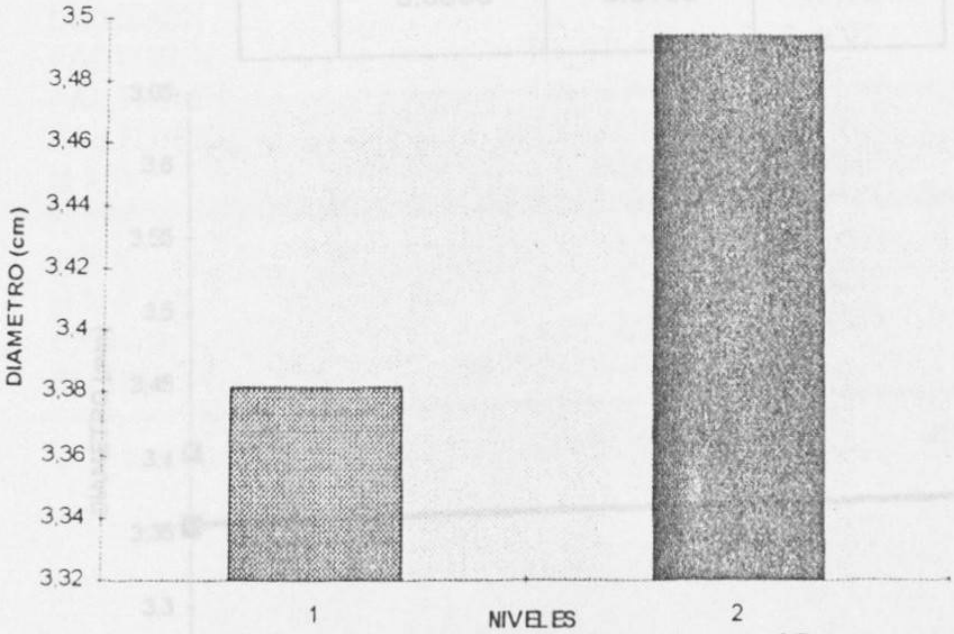


FIGURA 14. MEDIAS DE DIAMETRO DE TALLOS FACTOR K

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

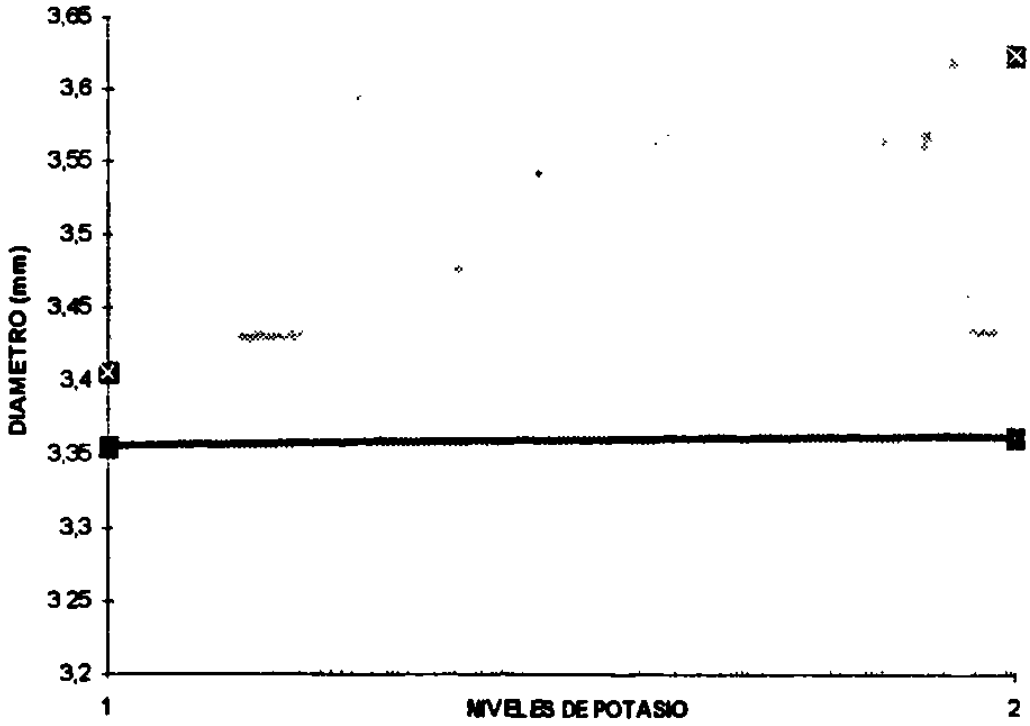


FIGURA 15. INTERACCION PxK EN LA VARIABLE DIAMETRO DE TALLO

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

BIBLIOTECA Agronomía U.A.E.L.

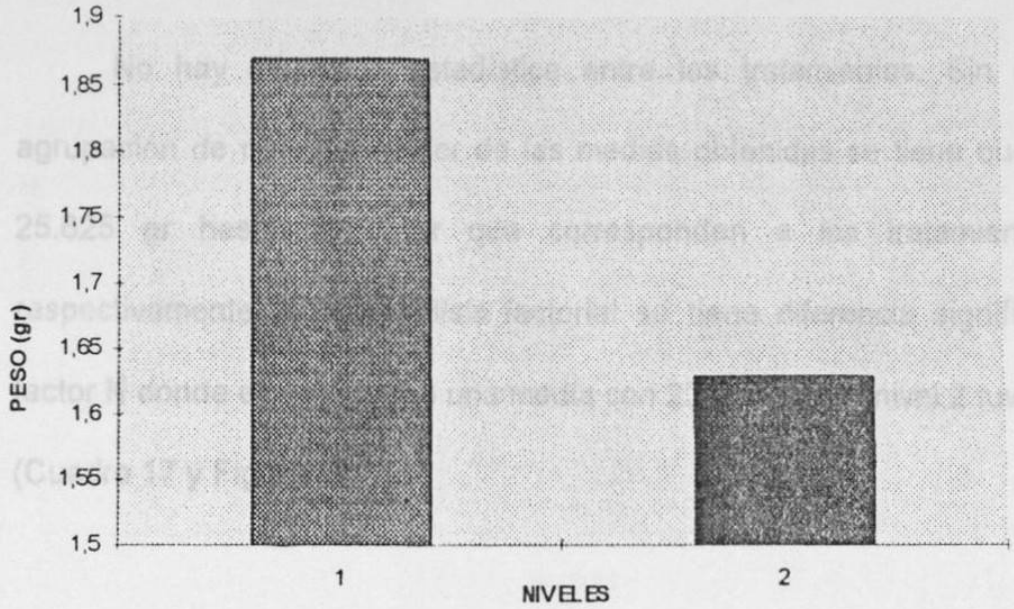


FIGURA 16. MEDIAS DEL FACTOR N DE LA VARIABLE PESO SECO DE RAÍZ

4.5 Peso seco de brote.

Sin diferencia 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.