

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	i
INDICE DE CUADROS.....	i
INDICE DE FIGURAS.....	iii
1.-Introducción.....	1
II.- Revisión de Literatura.....	4
2.1.Definición de Hidroponía.....	4
2.2.Origen e Historia.....	4
2.3.Importancia de la Hidroponía.....	8
2.4.Ventajas Desventajas de la Hidroponía.....	9
III.-Generalidades del cultivo del Tomate.....	11
3.1.Origen e Historia.....	11
3.2.Descripción del cultivo.....	13
IV.-Biorreguladores.....	15
4.1.Fitorregulación.....	16
4.2.Fitorreguladores no Hormonales y Complejos.....	17
4.3.Problemas y cuidados con los Fitorreguladores.....	17
V.-Hormona Vegetal.....	20
5.1.Función de las Hormonas.....	20
5.2.Auxinas.....	22
5.2.1.Acción Fundamental.....	24
5.3.Giberelinas.....	25

	5.4.Citocininas.-----	
28	VI.-Materiales y Métodos.-----	
-31	6.1.Características Generales del Area Experimental.-----	31
	6.2.Metodología.-----	
33	6.3.Instalación de Equipo en Invernadero.-----	33
	6.4.Variables Evaluadas.-----	
33	6.4.1.Descripción de las Variables Evaluadas.-----	33
	6.5..Experiemnto Número 2.-----	34
	6.6.Material de Campo para los dos Experimentos.-----	34
	6.6.1.Material de Laboratorio para los dos Experimentos.-----	
34	6.7.Variables Evaluadas.-----	
35	6.7.1.Descripción de las Variables Evaluadas.-----	35
	6.8.Diseño Experimental.-----	37
	6.9.Elementos para Preparar Solución Nutritiva Hoansd"s" para Hidroponía.-----	
38	VII.Resultados y Discusiones.-----	
-39	7.1.Altura de la Planta (cm).-----	
39	7.2.Flores por Racimos.-----	40
	7.3.Racimos por Planta.-----	41
	7.4.Volumen de la Raíz.-----	42
	7.5.Peso Fresco del Tallo (gr).-----	
43	7.6.Longitud de la Raíz (cm).-----	44
	7.7.Altura de la Planta (cm).-----	46

	7.8.Número de Flores por Planta.-----	3
47	7.9.Número de Frutos.-----	49
	7.10.Peso del Fruto (gr).-----	50
	7.11.Número de Entrenudos.-----	51
	7.12.Peso Seco de la Raíz (gr).-----	52
	7.13.Peso Fresco del Tallo (gr).-----	53
	VIII.-Conclusiones.-----	54
	IX.-Bibliografía.-----	56
	X.-Apéndice.-----	60

## INDICE DE CUADROS

cuadro	página
1.-Cuadro de descripción de los tratamientos del experimento número uno----	32
2.-Cuadro de distribución de los tratamientos en la cama # 9 y 10 del invernadero de vidrio UAAAN.-----	32
3.Cuadro de descripción de los tratamientos del experimento número dos----	36
4. Cuadro de distribución de los tratamientos en al cama # 12 del invernadero de vidrio UAAAN.-----	37
1.1. Cuadro de ANVA del primer experimento de los valores promedios de los tratamientos en cuanto altura de la planta (cm) en el cultivo de tomate.-----	62
1.2. Cuadro ANVA del primer experimento de los valores promedios de los tratamientos en cuanto flores por racimos en el cultivo de tomate.-----	62
1.3. Cuadro ANVA del primer experimento de los valores promedios de los tratamientos en cuanto flor por racimos en el cultivo de tomate.-----	62
1.4. Cuadro ANVA del primer experimento de los valores promedios de los tratamientos en cuanto volumen de la raíz en el cultivo de tomate.-----	62
1.5. Cuadro ANVA del primer experimento de los valores promedios de los tratamientos en cuanto peso fresco del tallo (gr) en el cultivo de tomate.-----	63
1.6. Cuadro ANVA del primer experimento de los valores promedios de los tratamientos en cuanto longitud de la raíz en el cultivo de tomate.-----	63
2.1. Cuadro ANVA del segundo experimento de los valores promedios de los tratamientos en cuanto altura de planta (cm) en el cultivo de tomate.-----	63
2.2. Cuadro ANVA del segundo experimento de los valores promedios de los tratamientos en cuanto número de flores en el cultivo de tomate.-----	63
2.3. Cuadro ANVA del segundo experimento de los valores promedios de los tratamientos en cuanto número de frutos en el cultivo de tomate.-----	64
2.4. Cuadro ANVA del segundo experimento de los valores promedios de los tratamientos en cuanto peso del fruto (gr) en el cultivo de tomate.-----	64

2.5. Cuadro ANVA del segundo experimento de los valores promedios de los tratamientos en cuanto número de entrenudos en el cultivo de tomate.-----64

2.6. Cuadro ANVA del segundo experimento de los valores promedios de los tratamientos en cuanto peso seco de la raíz (gr) en el cultivo de tomate.-----65

2.7. Cuadro ANVA del segundo experimento de los valores promedios de los tratamientos en cuanto peso seco del tallo (gr) en el cultivo de tomate.-----65

## INDICE DE FIGURAS

figura	página
1.- Figura efecto de los reguladores de crecimiento en la altura de planta (cm) en el cultivo de tomate en hidrponía.-----	39
2.- Figura efecto de los reguladores de crecimiento en flores por racimos en el cultivo de tomate en hidroponía.----- 41	41
3.- Figura efecto de los reguladores de crecimiento en racimos por planta en el cultivo de tomate en hidroponía.-----	42
4.- Figura efecto de los reguladores de crecimiento en el volumen de la raíz en el cultivo de tomate en hidroponía.-----	43
5.- Figura efecto de los reguladores de crecimiento en el peso fresco del tallo (gr) en el cultivo de tomate.-----	44
6.- Figura efecto de los reguladores de crecimiento en la longitud de la raíz en el cultivo de tomate en hidroponía-----	45
7.- Figura efecto de los reguladores de crecimiento en la altura de planta (cm) en el cultivo de tomate en hidroponía.-----	46
8.- Figura efecto de los reguladores de crecimiento en el número de flores en el cultivo de tomate en hidroponía.-----	48
9.- Figura efecto de los reguladores de crecimiento en el número de frutos en el cultivo de tomate en hidroponía.-----	49
10.- Figura efecto de los reguladores de crecimiento en el peso del fruto (gr) en el cultivo de tomate en hidroponía.-----	51
11.- Figura efecto de los reguladores de crecimiento en el número de entrenudos en el cultivo de tomate en hidroponía.-----	52

12.- Figura efecto de los reguladores de crecimiento en el peso seco de la raíz (gr) en el cultivo de tomate en hidroponía.-----  
53

13.- Figura efecto de los reguladores de crecimiento en el peso fresco del tallo (gr) en el cultivo de tomate en hidroponía.-----  
54

## RESUMEN

La hidroponía es una técnica muy intensiva de producción de plantas (principalmente hortalizas y ornamentales) muy interesante para México. El experimento se realizó en la UAAAN, ya que consistió en 2 experimentos, el primero se realizó de octubre 1998 a febrero de 1999 y el segundo de junio a septiembre de 1999.

Con los objetivos principales de determinar el efecto de los reguladores de crecimiento en diferentes niveles de solución nutritiva en la raíz del cultivo de tomate y determinar cual de los diferentes niveles es óptimo para la precocidad en el cultivo de tomate. Se aplicaron 7 formulaciones de reguladores de crecimiento a diferentes concentraciones para medir su efecto sobre la altura de planta, número de frutos, flores, entrenudos, peso fruto, tallo, raíz, longitud de raíz y volumen de raíz. El diseño estadístico utilizado fue un completamente al azar, para los dos experimentos, primero con un arreglo de 4 tratamientos y 10 repeticiones y el segundo 7 tratamientos y 7 repeticiones.

Observaron el comportamiento de los reguladores de crecimiento y dosis siendo el que presento mayor efectividad en el primer experimento fue el testigo y para el segundo experimento el citokin.

## INTRODUCCION

La hidroponía como un sistema de producción de flores y hortalizas es ya una realidad a nivel mundial. Existen empresas en países como Holanda, Inglaterra, Alemania, Estados Unidos, Canadá, Japón, Israel, Italia, España, Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica e inclusive México que obtienen elevadas utilidades económicas de sus unidades de producción.

El interés por esta técnica a nivel mundial obedece fundamentalmente a los altísimos rendimiento que por unidad de superficie se pueden obtener (100 a 1000 % más que el cultivo convencional en suelo). y mejor calidad de los productos obtenidos ( lo que significa mejor mercado y precio de venta).

En los últimos años se ha venido generando un mayor interés por la hidroponía en México, tanto en instituciones de educación superior y centros de investigación, como dependencias gubernamentales; empresarios agrícolas e incluso productores de menores recursos económicos (Sánchez *et al.*, 1991).

Contreras y Magaña (1997), mencionan en México por razones tales como; superficie ocupada, producción obtenida y valor de la misma, captación de divisas, generación de empleos, consumo percapita, tecnología de producción, etc; el tomate es la especie de hortaliza más importante. No obstante, es poco lo que en el

país se ha generado con respecto a tecnología de producción en sistemas intensivos.

El tomate cultivado en hidroponía permite muy altos rendimiento (hasta 1000 % más que los sistemas convencionales en suelo) y una producción continuas, lo que constituye un atractivo comercial para agricultores, con poca extensión de terreno, con poca agua o con serias limitantes del suelo. No todas las modalidades del cultivo hidroponico que se han desarrollado en otros países no se pueden aplicar tal cual en México, ya que en general requieren de muy alta inversión inicial y de un manejo técnico sofisticado (Sánchez *et al.*, 1994).

Otra aplicación que es de gran importancia son los reguladores de crecimiento, que han tenido un gran auge en los últimos años en la agricultura, los cuales han sido tema de discusión en cuanto al efecto de sus resultados. Actualmente existen en el mercado diversos productos que son usados como reguladores de crecimiento, por lo que es necesario conocer su impacto real en la productividad.

## **OBJETIVOS**

Determinar el efecto de los reguladores de crecimiento en diferentes niveles, de solución nutritiva en la raíz del cultivo del tomate.

Determinar cual de los diferentes niveles es óptimo para la precocidad en el cultivo del tomate.

## **HIPOTESIS**

El aumento de volumen de las raíces, se debe principalmente por efecto de los reguladores de crecimiento.

El nivel de aplicación de reguladores de crecimiento nos dará el óptimo en la precocidad del cultivo del tomate.

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1. Definición de Hidroponía.**

El término hidroponico deriva de los vocablos griegos "Hydro", que significa agua y "ponos", equivalente a trabajo o actividad. Literalmente se traduce como "trabajar del agua" o "actividad del agua". Por lo que se puede definir a la hidroponía como un sistema de producción en el que las raíces de las plantas se riegan con una mezcla de elementos nutritivos esenciales disueltos en agua y en el que, en vez de suelo, se utiliza como substrato un material inerte o simplemente la misma solución (Sánchez y Escalante 1988).

### **2.2. Origen e Historia.**

Horward (1987), mencionan que el origen de los constituyentes de las plantas comenzó tiempo atrás, hacia el año 1600; no obstante, las plantas fueron cultivadas sin tierra mucho antes de esto. Los jardines colgantes de Babilonia, los jardines florales de los aztecas en México y los de la China imperial son ejemplos de cultivos hidropónicos que existieron también jeroglíficos egipcios fechados cientos de años antes de Cristo, que describen el cultivo de plantas en agua. Antes de la época de Aristóteles, Theophrast (372 - 287 a. de C.) llevó a cabo varios en nutrición vegetal, y los estudios botánicos de Dioscórides datan del siglo 1 a. de c. La primera noticia científica escrita,

próxima al descubrimiento de los constituyentes de las plantas, data de 1600, cuando el Belga Jan Van Helmont mostró en su ya clásica experiencia que las plantas obtienen sustancias a partir del agua; plantó un tallo de sauce de 5 libras en un tubo con 200 libras de suelo seco al que cubrió para evitar el polvo. Después de regarlo durante cinco años había aumentado 160 libras su peso, mientras que el suelo apenas el suelo había perdido 2 onzas. Su conclusión de que las plantas obtienen del agua la sustancias para su crecimiento era correcta, no obstante le faltó comprobar que ellas también necesitan dióxido de carbono y oxígeno del aire.

John Woodward (1699) cito por Howard (1987), cultivó plantas en agua conteniendo diversos tipos de suelos, y encontró que el mayor desarrollo correspondía a aquellas que contenía la mayor cantidad de suelo; de aquí sacó la conclusión de que el crecimiento de las plantas era el resultado de ciertas sustancias en el agua, obtenidas del suelo y no simplemente del agua misma.

El proceso para identificar esta sustancias fue lento, hasta que fueron desarrolladas técnicas de investigación más y se obtuvieron mayores avances en el campo de la química. En 1804, De Saussure expuso el principio de que las plantas están compuestas por elementos químicos obtenidos del agua, suelo y aire. Este principio fue comprobado más tarde por Boussingault (1851), químico francés que en sus ensayos con plantas cultivadas en arena, cuarzo y carbón

vegetal añadió una solución química de composición determinada, llegando a la conclusión de que el agua era esencial para el crecimiento de las plantas al suministrar el hidrógeno más carbón y oxígeno que provenían del aire, constatando también que las plantas contienen hidrógeno y otros elementos naturales.

Sachs y Knops (1861 a 1865) citado por Sánchez *et al.*, (1988), mencionan son los que fijaron las bases para el surgimiento de la hidroponía, descubrimiento que además del bióxido de carbono, oxígeno e hidrógeno, las plantas requieren de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y fierro; publicando las primeras fórmulas de soluciones nutritivas, a partir de las cuales se han desarrollado muchas más, como las de Tollens (1822), Tottingham (1914), Shiue(1915).

Robbins (1928) citado por Sánchez *et al* (1988), reporta que después de varios trabajos, que presenta muchas posibilidades de usar el sistema hidropónico de cultivo en arena a escala comercial.

Sánchez *et al.*, (1988), menciona que Gericke fue el primero en desarrollar exitosamente un sistema práctico (comercial) de cultivo hidropónico (cultivo de agua). el surgimiento del término hidroponía. Gerickey J.R. travernet (1936) publican un trabajo en el que desarrollan el sistema original de Gericke;

reportan que en 9.2 m cuadrado de área cultivada obtuvieron una tonelada de tomate de buena calidad al alcanzar las plantas una altura de 7.5 metros en menos de un año. a pesar del entusiasmo que esto despertó en la gente, este método no pudo popularizarse debido al alto grado de conocimiento técnico y a la experiencia práctica que se requería para manejar económicamente el sistema. Por lo que Withrow y Babel (1936) citado por Sánchez *et al* (1989), Perfeccionan un mecanismo automático de riego por subirrigación (de abajo hacia arriba). En 1938 la hidroponía entro en el campo de la horticultura práctica. Grandes horticultores de Estados Unidos con tinas hidropónicas, de los cuales una buena cantidad fracasó debido principalmente a la falta de información sobre el sistema y a lo costoso de los accesorios necesarios para operar.

Howard (1987), menciona que la hidroponía presenta dos tiempos uno en el presente y otro en el futuro con el desarrollo de los plásticos los cultivos hidropónicos dieron otro gran paso adelante. Los plásticos libraron a los agricultores de las costosas construcciones, unidas a las bancadas de hormigón y tanques utilizados anteriormente. Los cultivos hidropónicos han llegado a ser una realidad para los cultivadores en invernadero, virtualmente en todas las áreas climáticas, existiendo grandes instalaciones hidropónicas através del mundo, tanto para el cultivo de flores como de hortalizas. En regiones áridas del mundo, tales como México y extremo oriente, donde el suministro de agua es

limitado, los complejos hidropónicos combinados con unidades de desalinización están siendo desarrolladas para usar agua del mar como fuente de agua de riego; estos complejos están localizados cerca del océano y las plantaciones se efectúan en la arena de la playa.

La hidroponía es una ciencia joven, que se utiliza bajo una base comercial desde hace solamente cuarenta años; no obstante, aún en este corto período de tiempo se ha podido adaptar a diversas situaciones, desde los cultivos al aire y en invernadero, a los altamente especializados en submarinos atómicos para obtener verduras frescas para la tripulación, esto es una ciencia espacial, pero al mismo tiempo pueden ser usados en países subdesarrollados del tercer mundo para proveer una producción intensiva de alimentos en áreas limitadas. Su única restricción son las fuentes de agua potable y nutrientes, aunque en áreas donde aquella no existe, los cultivos hidropónicos pueden usar agua de mar por medio de la desalinización, de esta forma existe para ellos una aplicación potencial en el suministro de alimentos en zonas que tengan vastas regiones de tierras incultivables, tales como los desiertos.

### **2.3. Importancia de la Hidroponía.**

Sánchez *et al* (1989), describe que varios autores coinciden en que la hidroponía, considerada como un sistema de producción agrícola, que tiene gran importancia dentro de los contextos ecológicos, económicos y social. Para

producir alimentos en zonas áridas: en estas regiones, donde las fuentes de agua son limitadas, se exige el uso más eficiente de la misma. Dado que la hidroponía es posible recircular el agua y evitar su pérdida por evaporación.

Para producir en regiones: bajo condiciones de clima cálido - seco, el sistema hidropónico resulta una ventaja para la producción de numerosos cultivos, por no requerir de gastos en invernadero ni estructuras semejantes. Bajo condiciones de clima - cálido - húmedo es sabido que muchas especies de plantas cultivadas en suelo no prosperan satisfactoriamente, debido principalmente a lluvias lixiviadoras durante casi todo el año, mismas que empobrecen el suelo, dificultan el drenaje y el trabajo con maquinaria, favorecen el desarrollo de enfermedades, etc.

#### **2.4. Ventajas y desventajas de la Hidroponía.**

La hidroponía, considerada como un sistema de producción agrícola, presenta un gran número de ventajas, tanto desde el punto vista técnico como el económico, con respecto a otros sistemas del mismo género, pero bajo cultivo en suelo; entre las que más sobresalen se pueden mencionar las siguientes:

El gran incremento en productividad de las cosechas del cultivo hidropónico frente a las normas, es producido normalmente por diversos factores. En algunos casos, el suelo puede haber sido excepcionalmente pobre; así pues, el cultivo sin suelo sería en este caso muy benéfico, existiendo un mejor control de las condiciones fitosanitarias, eliminando prácticamente la presencia de insectos, enfermedades y malezas, que en el suelo reducen considerablemente las producciones de forma natural. Hay una mayor eficiencia en la regularización de nutrición, ya que corregir deficiencias en el suelo nos lleva muchos días de trabajo: su posibilidad de empleo en regiones del mundo que carecen de tierras cultivables; por lo que una utilización más eficiente del agua y fertilizantes, en el riego, son reemplazados por prácticas justificables y una dosificación precisa (se gasta 20 veces más que en el suelo aproximadamente). Es posible también una mayor densidad de plantación que nos conduce a la mayor productividad, puede afirmarse, que en primer término, es posible comparar los rendimientos de los cultivos hidropónicos con los aumentos obtenidos en los cultivos ordinarios con la seguridad de superarlos (Cano 1997).

\* mayor precosidad en los cultivos.

\* ahorro de agua y fertilizantes.

\*posibilidad de usar aguas duras y/o relativamente salinas

\*posibilidad, cuando el clima lo permite se utilizan invernadero.

\*rendimiento elevados por unidad de superficie.

\* productos de muy buena calidad.

\*obtención de varias cosechas al año.

\*perfecto control de ph.

Sánchez *et al* (1988), menciona que a nivel comercial el gasto inicial es relativamente alto: en efecto, el costo para establecer un sistema de cultivo hidropónico a nivel comercial es alto, ya por lo general se tienen que construir camas y depósitos de concretos u otro material perdurable, comprar el material a usar como: substrato, bombas, tuberías y en donde el clima es desfavorable, invernadero.

problemas potenciales de comercialización: una limitante para la extensión de la hidroponía (cuando no se usa como una herramienta para la subsistencia), es la necesidad de contar con un mercado seguro y que garantice un precio mínimo, pues en la alta rentabilidad se basa la idea de hacer una inversión relativamente elevada para la instalación del sistema.

\* analizar el agua utilizada para preparar la solución.

\*mantener el pH de la solución en el rango requerido por el cultivo.

\*mantener riguroso control de la solución.

\*requiere de un abastecimiento continuo de agua.

\*requiere de eficiente sistema de aireación.

### III. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE TOMATE.

#### 3.1. Origen e Historia.

Nuez *et al* (1995) menciona que el centro de origen del género *Lycopersicon* es la región andina que hoy comparten Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, por lo que en este área crecen espontáneamente las diversas especies del género.

El tomate cultivado tuvo su origen en el nuevo mundo, no era conocido en Europa ni en el resto del viejo mundo antes del descubrimiento de América. El tomate había alcanzado una fase avanzada de domesticación antes de su llegada a Europa y Asia; había ya una variedad de tipos caracterizados por la forma, acostillado, tamaño y color de los frutos.

El antepasado más probable del tomate cultivado es el tomate pequeño Silvestre (*Lycopersicon esculentum var. cerasiforme*), el cual crece espontáneamente en las regiones tropicales y subtropicales de América y se ha extendido a lo largo de los trópicos del viejo mundo. La llegada de los españoles a América el tomate está integrado en la cultura azteca y en la de otros pueblos del área Mesoamerica. Lo cultivan, lo venden y lo consumen en una variedad de

formas. Sin embargo, no ocurre ello en la región andina. En esta zona, a lo sumo hay un consumo incidental de formas no cultivadas.

Además, el tomate no tiene ningún nombre conocido en que Chua, Aymara ó cualquier otro de los idiomas Andinos mientras que el nombre moderno tiene su origen en el de tomatl, en la lengua Náhuatl de México.

No se han hallado restos de esta planta en los yacimientos arqueológicos de la región Andina, mientras que si se han localizados partes de la mayoría de las plantas nativas cultivadas. Tampoco se dispone de restos arqueológicos antiguos del tomate en México. En las excavaciones del valle de Tehuacan se han encontrado coprolitos con vestigio de la utilización de *physalis* como alimento, en el período 900 a.c 1540 d.c.

### **3.2. Descripción del Cultivo.**

Nuez *et al* (1995), menciona que el tomate es una planta perenne de porte arbustiva que su cultivo, puede desarrollarse en forma rastrera, semierecta o erecta y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitado en las variedades indeterminadas, pudiendo llegar en estas últimas a medir hasta 10 m en un año. La planta se desarrolla bien en un amplio rango de altitudes, tipos de suelos, temperaturas y métodos de cultivo, y es moderadamente tolerante a la salinidad, prefiriendo ambientes cálidos, con buena iluminación y drenaje. El sistema radical tiene como funciones la

absorción y el transporte de nutrientes, así como la sujeción o anclaje de la planta al suelo. La raíz está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las raíces adventicias. Una sección transversal de la raíz principal pone de manifiesto la existencia de tres zonas claramente diferenciadas: la epidermis, el córtex y el cilindro central ó vascular. El tallo típico presenta 2 a 4 cm de diámetro en la base y está cubierta por los pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis. Debajo de la epidermis se encuentra el córtex o corteza cuyas células más externas tienen clorofila y son fotosintéticas, mientras las más internas son de tipo colenquimático y ayudan a soportar el tallo. Las hojas del tomate son pinnado compuestas. Una hoja típica de las plantas cultivadas tiene unos 0.5 m de largo, algo menos de anchura, con un gran foliolo terminal y hasta 8 grandes foliolos laterales que pueden a su vez, ser compuestas. Los foliolos son usualmente peciolados y lobulados irregularmente con bordes dentados. Las hojas están recubiertas de pelos del mismo tipo que los del tallo. La flor del tomate es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 ó más sépalos, de 5 ó más pétalos dispuestos en forma helicoidal a intervalos de  $135^\circ$ , de un número igual de estambres que se alternan con los pétalos y de un ovario bi o plurilocular. Las flores, en número variable, se agrupan en inflorescencias de tipo racimos. Frecuentemente, el eje principal se ramifica por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, habiéndose descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás flores se desarrollan lateralmente por debajo de la primera, alrededor de un eje principal. Fruto de tomate es una baya

bi o plurilocular que se desarrolla a partir de un ovario de unos 5 - 10 mg y alcanza un peso final en la madurez que oscila entre los 5 a 500 grs, en función de la variedad y las condiciones de desarrollo. El fruto está unido a la planta por un dedicelo con un, engrosamiento articulado que contiene la capa de abscisión. La separación del fruto en la recolección puede realizarse por la zona de abscisión o por la zona peduncular de unión al fruto (Nuez 1995).

Según Cronquis (1981), el tomate ha sido clasificado de la siguiente manera.

Reino---Metaphyta; División---Magneliophyta; Clase---Asteridae; Orden---Solanales Familia---Solanaceae; Género---*Lycopersicon*; Especie---*esculentum*; Nombre--común.

Según Valadez (1994), El tomate también se subdivide en dos subgéneros: FRUTOS ROJOS: \**Eulycopersicon*; a).- *L. esculentum* Y b).-*L. pimpinellifolium*. FRUTOS AMARILLOS: \**Eriopersicon*; a).- *L. peruvianum*, b).- *L. chilense* C).- *L.glandulosum* Y d).- *L.hirsutum*.

## IX. BIORREGULADORES.

Weaver (1990), menciona que los reguladores de crecimiento se definen como compuestos orgánicos diferentes de los nutrientes que, en pequeñas cantidades, fomentan e inhiben o modifican de alguna otra forma cualquier proceso fisiológico vegetal.

Hernández (1981), menciona que el regulador es un compuesto químico, capaz de intervenir en el metabolismo que actúa en muy pequeñas concentraciones para activar o reprimir algún procedimiento de desarrollo. Pudiendo llegar a ser naturales si los produce la propia planta o sintéticos.

De La Rosa (1997), describe el término regulador de crecimiento a cualquier compuesto orgánico natural o sintético, que en pequeñas cantidades o bajas concentraciones promueve, inhibe o modifica cualitativamente el crecimiento y el desarrollo de la planta. El término "regulador" no se limita a los compuestos sintéticos, si no que puede incluir también hormonas ( Fuller 1992).

Rojas y Ramírez (1992), citan que los fitorreguladores más utilizados tienen moléculas iguales o muy similares a las hormonas naturales, por lo que se consideran hormonas sintéticas. De la misma manera Connel *et al*, citado por Garza (1997), mencionan que los reguladores de crecimiento son compuestos químicos que controlan o alteran el crecimiento de las plantas. Por lo que los reguladores endógenos, son producidos por las plantas y los exógenos son materiales sintetizados aplicados externamente; Estos productos son absorbidos internamente por el follaje a las raíces los cuales promueven, inhiben o retardan los procesos fisiológicos de las plantas.

Tamaro (1981), Menciona que los fitorreguladores hormonales son aquellos compuestos orgánicos capaces de intervenir en el metabolismo y que actúan en muy pequeñas cantidades para activar o deprimir algún proceso del desarrollo. Por lo que Cantú *et al* (1994), reportó un efecto positivo mediante la aplicación de los bioreguladores biofrut y biozyme T.F, los cuales proporcionaron un mayor tamaño del fruto así como también un aumento en el contenido de sólidos.

#### **4.1. Fitorregulación.**

Se entiende por fitorregulación la modificación del desarrollo vegetal en sus diversos estados: germinación de semillas o yemas, desarrollo vegetativo, floración y fructificación. En general el manejo del desarrollo vegetal ha sido posible por el conocimiento de sus factores que principalmente son las hormonas vegetales o fitohormonas. Por lo tanto, la fitorregulación se logra en muchos casos por la aplicación de hormonas sintéticas o de productos tan parecidos a ellas que caen dentro de la misma familia química considerándose que su acción es similar a la de los grupos hormonales ( Rojas Garcidueñas 1995).

#### **4.2. Fitorreguladores no hormonales y complejos.**

En años recientes se han sintetizados moléculas que tienen gran actividad biológica, algunas de las cuales tienen parecido estructural y probablemente funcional con coenzimas, en otros casos, no hay parecido a

ninguna molécula natural hasta donde se sabe, pero por alguna razón son activas en el metabolismo (PGRWG 1981 citado por Rojas *et al* 1992). En los últimos años han estado apareciendo fitoreguladores de gran complejidad, debido a que llevan otras fracciones metabólicamente activas, además de hormonas, por lo que uno de sus componentes lo forma un extracto vegetal que contiene muchísimas moléculas bioactivas y probablemente es variable ( Rojas *et al* 1992).

#### **4.3. Problemas y cuidados con los fitoreguladores.**

El uso de fitoreguladores en la agricultura va en aumento pero su aceptación ha sido lenta en general, por lo que existen diversos obstáculos para uso; considerando algunos de ellos, (Morgan citado por Rojas *et al* 1992), discutiéndose a continuación.

1.- Se debe identificar el producto adecuado para cada cultivo, es cierto que puede llegar a extrapolarse un poco, pero no se puede asegurarse a priori que el resultado obtenido en cultivo de frijol sea el mismo en trigo.

2.- Es necesario identificar el estado del desarrollo receptivo y la concentración y método de aplicación apropiados.

3.- La aplicación y el resultado pueden estar muy alejadas en el tiempo y presentarse factores intercurrentes. Por ejemplo, entre una aplicación al iniciarse la floración y la cosecha transcurre más de un mes en el cual puede

presentarse sequía, rachas de frío o de calor, etc. que modifiquen el efecto, de aquí la importancia de fijarse metas intermedias que sean factores del rendimiento y pueden observarse pocos días después de la aplicación.

4.- La respuesta adecuada puede exigir la concurrencia de varias hormonas.

5.- Puesto que la temperatura y otros factores climáticos afectan la fisiología de las hormonas, los efectos en invernadero pueden diferir de los efectos en campo pero, hasta el momento no se han elaborado pruebas químicas o de bioensayos confiables.

6.- Aunque se aplique una cantidad conocida del fitorregulador, su efecto se va añadir al de las hormonas endógenas que se encontrarán en concentraciones variables en los diversos individuos, de modo que la relación no será uniforme.

Como consecuencia de lo anterior, la aplicación de fitorreguladores es menos riesgosa para la persona que los insecticidas, lo mismo para los cultivos que la de herbicidas pero de efectos más aleatorios; por lo que existen tres reglas que pueden disminuir el riesgo de no tener respuestas positiva.

1.- Asegurarse que las plantas no se conduzcan normalmente, como en el caso de tirar más flores de lo normal, presentar caída de frutos, etc; si las plantas se conducen y rinden conforme se espera en esa variedad, no hay por qué interferir.

2.- Asegurarse que no hay algún factor de carencia de elementos menores, de agua, etc. que está causando la anomalía; los fitorreguladores no son nutrientes y no suplen las carencias minerales.

3.- Al aplicar fitorreguladores es preciso dejar un área del huerto sin asperjar, como testigo con el cual se puedan comparar resultados de aplicación; la comparación de la producción del año en que se aplicó con la de años anteriores puede llevar a conclusiones muy erróneas.

La exposición de los problemas de los fitorreguladores podría hacer creer que se trata de una tecnología aún no bien desarrollada para la agricultura que los usan en todo el mundo lo cual no es despreciable.

En general, se puede decir que es más seguro obtener resultados positivos en la fitorregulación específica utilizando productos hormonales puros, que utilizando fitorregulación complejas.

## **V. Hormona vegetal.**

Es un compuesto orgánico que se sintetiza en algunas partes de una planta los cuales se translocan a otra parte, en donde concentraciones muy bajas causan respuestas fisiológica (Salisbury 1998).

Las hormonas son sustancias orgánica, distinta de los nutrientes que se activa a muy bajas concentraciones y son producidas en determinados tejidos siendo normalmente transportada a otros, donde ejerce sus efectos aunque también puede ser activa en los propios tejidos donde es sintetizada (De La Rosa 1997). Así como también constituyen otro de los mecanismos internos importantes que regulan el crecimiento de la planta (Fuller 1992).

### **5.1. Función de las hormonas.**

Durante muchos años se creyó que las plantas determinaban directamente los procesos del desarrollo y que actuaban sobre los procesos del desarrollo y que actuaban sobre los grandes fenómenos como la emisión de raíces, de flores, etc., así la teoría de las calinas de Went postulaba la existencia de 3 hormonas o grupos hormonales: la rizocalina, inductor del desarrollo de la raíz; la caulocalina, determinante del crecimiento del tallo y la filocalina generadora de las hojas.

En la actualidad existe evidencia suficiente para postular dos hechos básicos sobre la acción fundamental de las fitohormona:

1.- Las fitohormona no actúan directamente a nivel del organismo sino de la célula, por ejemplo sobre la mitosis, el alargamiento celular, etc., de modo que sus efectos se hacen sentir en todos los fenómenos fisiológicos que se basen en los fenómenos citológicos afectados.

2.- La acción básica de las hormonas ocurre, sobre los ácidos nucleicos a nivel de la transcripción del mensaje (ANA > RNA) o de su traducción (RNA > AMINOÁCIDOS) (Rojas *et al* 1992).

Las hormonas vegetales son compuestos que intervienen en los procesos de regulación de toda la planta (Moore 1979), por lo que poseen 3 propiedades en común que son sintetizadas en un órgano de la planta (hojas jóvenes, yemas, punta de raíces y brotes), y son transportadores a otros sitios en donde estimulan los procesos de organogenesis y crecimiento, siendo producidas en pequeñas cantidades y pueden tener un efecto formativo en la planta (Kefeli 1977).

En la actualidad, se conocen cuatro tipos generales de hormonas en las plantas; auxinas, giberelinas, citocininas e inhibidores, y también se han reconocido las propiedades hormonales del etileno (Lira 1994).

## **5.2. Auxinas.**

El termino auxina (del griego Auxein, incrementar) fue utilizado por primera vez por Fritz Went, quien, como estudiante graduado en los Países

Bajos en 1926, descubrió que era posible que un compuesto no identificado causara la curvatura de coleóptidos de avena hacia la luz (Salisbury 1998).

La palabra auxina deriva del término griego (auxein), que significa (crecer). Las auxinas son sustancias químicamente relacionadas con el ácido indolacético (IAA), el cual parece ser la auxina principal de muchas plantas (De La Rosa 1997).

Westwood (1982), menciona que las auxinas se definen como químicos que producen la elongación celular de manera similar al ácido indolacético (IAA). Algunas auxinas son naturales y otras se producen sintéticamente; se asemejan al ácido indolacético (IAA), por los efectos fisiológicos que provocan en las células vegetales, de los cuales, el más importante es la prolongación celular. Por lo general, estos compuestos son ácidos de núcleo cíclico insaturados o derivados de esos ácidos (Lira 1994).

En la actualidad se conocen numerosas sustancias orgánicas que presentan actividad de auxinas. Muchos compuestos indólicos tienen efectos similares a los del IAA. Existen por otra parte, muchas sustancias sintéticas reguladores del crecimiento que no poseen estructura indólica y sin embargo presentan actividad auxínica. Un ejemplo bien conocido es el ácido 2 - 4 Diclorofenoxiacético (2 - 4 - D), que es uno de los principales constituyente de numerosos herbicidas (De La Rosa 1997).

En la actualidad, se conoce que la auxina de Went es el ácido indolacético y algunos especialistas en fisiología vegetal aún hoy consideran sinónimos al IAA y auxina. Por otra parte, las plantas contienen otros tres compuestos que son estructuralmente similares al IAA y provocan muchas respuestas por lo que: se les debe considerar hormonas auxínicas . Unas de ellas es el ácido 4 - cloro indolacético (4- cloro IAA), que se encuentra en semillas jóvenes de varias leguminosas; otra, el ácido fenilacético (PAA), esta difundido entre las plantas y con frecuencia es más abundante que le IAA, aunque es mucho menos activo para causar las respuestas típicas del IAA. El ácido indolbutírico (IBA), es demás reciente descubrimiento; en un principio se pensó que era sólo una auxina sintética activa, pero se presenta en hojas de maíz y en varias dicotiledóneas, por lo que es probable que está difundida en el reino vegetal (Salisbury 1998).

Los aspectos fisiológicos en los que intervienen las auxinas se caracterizan por su amplitud y diversidad. Así, las auxinas, producidas en los ápices de los coleóptidos y en los meristemas apicales estimulan la formación de raíces laterales y adventicias, facilitan el cuajado de los frutos y retardan la abscisión de hojas y frutos, entre otros aspectos (De La Rosa 1997). Las auxinas desempeñan una función importante en la expansión de las células de tallos y coleóptidos. Las auxinas también estimulan la división celular; fomentando el desarrollo de callos, de los que se desprenden crecimientos similares a raíces. Las auxinas son muy efectivas para iniciar la formación de

raíces en varias especies vegetales, lo que constituyó la base de la primera aplicación práctica en agricultura de sustancias del crecimiento (Lira 1994).

La auxina presente en forma natural en las plantas es el ácido 3 - indolacético (IAA). El IAA, producido de manera constante en los tejidos de las plantas en crecimiento, se desplaza con cierta rapidez de los tejidos verdes jóvenes a los maduros, pero constantemente es destruido por la enzima ácido 3 - indolacético oxidasa, lo cual explica la baja concentración de la auxina. El IAA produce un aumento general en la respiración de los tejidos vegetales y produce la síntesis del RNA mensajero de la proteínas, enzimas y proteínas estructurales (Agrios 1996). Estas se sintetizan en los meristemos apicales de tallos y raíces, siendo mayor la producción en la punta de los tallos (Moore 1979), pudiendo llegar a transportarse de las hojas jóvenes a otras áreas meristemáticas que en contraste con el movimiento de azúcares, iones y otros solutos; el movimiento de las auxinas es lento; solamente 0.5 cm/hr en raíces y tallos.

### **5.2.1. Acción fundamental.**

Rojas y Komedahl, citados por Rojas *et al* (1992), mencionan que el principal efecto auxínico es la estimulación del alargamiento celular o su depresión según la concentración del producto. Este fue el síntoma que más llamó la atención a los primeros investigadores y ha sido bien establecido

incluso para las auxinas usadas como herbicidas, presentando los siguientes características.

- 1.- El crecimiento de los tejidos regulado de modo general por auxinas.
- 2.- La división celular de los tejidos parece estar afectada por las auxinas.
- 3.- La abscisión de hojas, flores y frutos está controlada en parte por auxinas.
- 4.- El desarrollo de frutos a partir de los ovarios de las flores y la maduración de los óvulos en semillas maduras después de la fecundación están controladas en parte por auxinas (Fuller 1992).

### **5.3. Giberelinas.**

Las giberelinas se definen como un compuesto con una estructura gibbane y estimulan la división celular y/o la elongación celular, más del 58 % de las giberelinas son extraídas de cultivos fungosos o materiales vegetales; usualmente semillas inmaduras, que son estructuras químicas complejas, las cuales son difíciles de sintetizar y éstas son producidas comercialmente por medio de cultivos fungosos similares (Colorado 1997).

Lang (1957), señala que las aspersiones de giberelinas inducen la floración en muchas plantas que normalmente requieren de vernalización o días largos para el desarrollo de las flores. Las giberelinas son sustancias químicamente relacionadas con el ácido giberélico (AG3), que es un producto

metabólico del hongo (*Gibberella fujikuroi*) y que se pueden obtener a partir del medio líquido en que el hongo ha sido cultivado. Los efectos más sorprendentes de asperjar a plantas con productos giberélicos han sido el estímulo el crecimiento de los tallos, también actúan sobre la floración induciendo pártencarpia y buen desarrollo de los frutos, otro efecto significativo es sobre la sexualidad, pues estas aumentan el % de flores masculinas (Aguilar 1994). Skener (1970), citado por Weaver (1990), señala que poco después de los trabajos realizados por los japoneses, Norteamericanos y Británicos, se descubrió que había giberelinas en plantas superiores y que eran uno de los tipos más importantes de hormonas reguladores del crecimiento de los vegetales, por lo común, semillas inmaduras representan la mejor fuente de giberelinas naturales.

Las giberelinas se encuentran en cantidades particularmente abundantes en órganos jóvenes de las plantas, especialmente en los puntos de crecimiento del vegetal y en las hojas jóvenes en procesos de expansión. Algunas giberelinas se mueven libremente en la planta, pero en algunos casos, parecen estar muy localizadas. El desplazamiento de las giberelinas parece ser debido aun transporte meramente pasivo (De la Rosa 1997).

Las giberelinas parecen sintetizarse en muchas partes de las plantas, pero más específicamente en las áreas en activo crecimiento como los embriones o los tejidos meristemáticos o en desarrollo (Bidwell 1990).

El GA alarga los tallos de plantas en roseta y otras formas enanas, mientras que el efecto en plantas normales es mucho menor (Rojas *et al* 1992). Heid (1969), menciona que la expresión sexual de la flor puede ser modificada con tratamientos de GA3, con flores masculinas normalmente inducidas, pero algunas plantas producen un incremento en el número de pistilos en flores femeninas.

Otro efecto típico del GA es inducir la síntesis de amilaza en las semillas de germinación, posibilitando que el almidón posea a glucosa para ser respirada y liberar la energía necesaria para el desarrollo del embrión (Molina 1994). Las giberelinas pueden inducir la floración en muchas especies que requieren temperaturas frías, como son las zanahoria, col y nabo, También inducen la interrupción del letargo de semillas, tubérculos y yemas y la formación de alfa amilaza en semillas. Incrementan el tamaño de muchos frutos jóvenes..

De La Rosa (1997), dice que las giberelinas tienen numerosos efectos sobre las plantas, algunos de los cuales se enumeran a continuación.

a.- Sustitución de las necesidades de frío o de días largo requeridas por muchas especies para la floración.

b.- Inducción de la partenocarpia en algunas especies frutales.

c.- Eliminación de la dormancia que presenta las yemas y semillas de numerosas especies.

d.- Retraso de la maduración de frutos (cítricos).

e.- Introducción del alargamiento de entrenudos en tallos.

#### **5.4. Citocininas.**

Weaver (1990), menciona que poco después del descubrimiento de las citocininas, en la década los 50, resultó evidente la infinidad de sus efectos llegando a provocar la división celular y diferenciación regular en los tejidos. Por lo que son sustancias del crecimiento de las plantas que provocan la división celular ( su sinónimo, fitocinina, no tiene tanta aceptación). Muchas citocininas exógenas y todas las endógenas se derivan probablemente de la adenina, una base nitrogenado de purina (Lira 1994).

Las citocininas, que constituyen la tercera clase de las hormonas vegetales, actuando de diversas formas para influir sobre el desarrollo y el crecimiento, pero sus efectos más llamativos son la inducción de la división celular y la promoción de la diferenciación hística (Fuller 1992).

Hacia 1913, Gottlieb Haberland, en Austria, descubrió que un compuesto desconocido presente en los tejidos vasculares de diversas plantas estimula la división celular (Salisbury 1998). todas las citocininas, tanto naturales como sintéticas, son derivados de la adenina. Las citocininas no se mueven en la planta con tanta facilidad como las auxinas y giberelinas, hay evidencia de que

se forman en las raíces y se transportan a los tallos. La hormona parece transportarse por el xilema. Entre los efectos de las citocininas está el alargamiento y división celular, la prevención de senescencia y la inducción la floración bajo ciertas circunstancias (Bidwell 1990).

Las citocininas son potentes factores del crecimiento, necesarias para la diferenciación y el crecimiento celular. Al inhibir la degradación de las proteínas y de los ácidos nucleicos, las citocininas inhiben el envejecimiento y además, pueden alcanzar su punto de máxima concentración al dirigirse por toda la planta, la función de las citocininas consiste en evitar la represión genética y en reactivar a los genes previamente reprimidos (Agrios 1996).

Matsuda e Hirabayashi, Mok *et al*, citado por Gribaudo *et al* (1991), reportando que los efectos de las citocininas son agradables en varias especies, incluyendo promoción de crecimiento en cultivo de células y callos in vitro.

Promueven la división celular, regulan los ácidos nucleicos (ADN y ARN), la dominancia apical y la ramificación, la iniciación de yemas, aumenta la velocidad de germinación de la semilla, influyendo en el transporte de nutrientes y metabolitos impide la abscisión y senescencia de flores, frutos y hojas, e inhibe la iniciación radical (Westwood 1982).

Weaver (1990), dice que quizá las citocininas actúan a nivel molecular o de los genes, pero aún se desconoce nivel molecular o de los genes, pero aún se desconoce su acción, puede actuar como depresores de genes.

Los efectos de las citocininas sobre los vegetales se, citan a continuación: (De La Rosa 1997).

- a.- Estimulación de la pérdida de agua por transpiración.
- b.- Retraso de la senescencia en las hojas.
- c.- Activación del crecimiento en las yemas laterales.
- d.- Eliminación de la dormancia que presenta las yemas y semillas de algunas especies.
- e.- Inducción de la partenocarpia en algunos frutos.
- f.- Estimulación de la formación de tubérculos en patata.

Las citocininas presentan, hoy día, numerosas aplicaciones prácticas especialmente en la tecnología de cultivo in vitro.

## **VI. MATERIALES Y METODOS**

### **6.1. Características Generales del Area Experimental.**

El experimento se realizo en un invernadero de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN), en Buenavista, Saltillo, Coahuila, cuyas coordenadas geográficas son: 25° 02' 00" de la latitud norte y 101° 01' 00" de longitud Oeste, con una altitud de 1743 msnm.

De acuerdo con la clasificación climática de Koppen modificado por García (1964), el tipo de clima es BWhw (x') (e'), ésto significa: seco y templado con lluvias en verano. La Temperatura (T°) media de 10 a 4 °C, los meses más cálidos son junio, julio y agosto con T° máximas de hasta 37° C.

### **6.2. Metodología.**

El material Vegetativo fueron plántulas de tomate tipo saladete o "huaje", producidas en charolas de poliestireno bajo condiciones de invernadero el trasplante fue el 1 de octubre de 1998, con plántulas de 2 meses.

Durante los primeros 8 días la planta colocada en agua, esto con el propósito de adaptación al medio ambiente.

El 9 de octubre de 1998, se cambio la planta de agua a solución nutritiva (madre), se rellenaron todas las repeticiones de los tratamientos.

En el cuadro 1 se muestran la descripción de los Tratamientos Del Experimento Número 1.

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIS
TESTIGO	SOLUCION NUTR.	SOLUCION NUTR.
TRATAMIENTO 1	EXTRACTOS VEGETALES	25 $\mu$ l/lit agua
TRATAMIENTO 2	EXTRACTOS VEGETALES	50 $\mu$ l/lit agua
TRATAMIENTO 3	EXTRACTOS VEGETALES	100 $\mu$ l/lit agua

La aplicación de dosis se repetía cuando, se rellenaban los botes (4 lts) debido al consumo de agua por la planta, ya que se tomaban 400  $\mu$ l (micro litros).

Cuadro 2 Distribución de los Tratamientos.

TESTIGO	*25 $\mu$ l/lit 1 solución	* 50 $\mu$ l/lit 1 solución	*100 $\mu$ l/lit 1 solución
R1	R1	R1	R1
R2	R2	R2	R2
R3	R3	R3	R3
R4	R4	R4	R4
R5	R5	R5	R5
R6	R6	R6	R6
R7	R7	R7	R7
R8	R8	R8	R8
R9	R9	R9	R9
R10	R10	R10	R10

\*Extractos Vegetales= E.V.

### 6.3. Instalación del Equipo en Invernadero.

Cada bote tuvo un espaciamiento entre 28 cm a lo largo y a lo ancho 40 cm. Después se colocaron las mangueras con los conectores y de ahí, se unieron a una manguera principal y esta unida a una línea que suministra el oxígeno a las plantas.

#### **6.4. Variable Evaluadas:**

a).- Altura de Planta (cm):

b).- Flores por Racimos:

c).- Racimos por Planta.

d).- Volumen de Raíz.

e).- Peso Fresco Tallo (gr).

f).- Longitud de Raíz (cm):

##### **6.4.1. Descripción de las Variables Evaluadas.**

a).- ALTURA DE PLANTA (cm):

Se midió desde la base hasta el ápice de las hojas más altas con la ayuda de una cinta métrica, lo cual se expresó en centímetros.

b).- FLORES POR RACIMO:

Se contó individualmente cada una de las flores contenidas en las plantas de tomate de la variedad floradade.

c).- RACIMOS POR PLANTA:

Se contabilizó individualmente el número de racimos que tiene cada planta. d).- VOLUMEN DE LA RAIZ:

Se midió utilizando una probeta de 1000 ml agregando 500 ml de agua, después se sumergió la raíz en la probeta, la cual hizo un desplazamiento de agua que dió el volumen final de la raíz.

e).- PESO FRESCO DEL TALLO (gr):

Se pesaron todos los tallos en fresco, esto se realizó con una balanza, y el peso se expresó en gramos.

f).- LONGITUD DE RAÍZ (cm):

Se midió desde donde termina el tallo principal hasta donde termina la punta de la raíz o cofía, utilizándose una regla en centímetros.

## **6.5. Experimento Número 2**

### **6.6. Material de Campo para los dos Experimentos.**

- \* Charola (280 cavidades).
- \* 40 botes (4 lts).
- \* Papel aluminio.
- \* Tonel (200 lts).
- \* Cinta métrica.

#### **6.6.1. Material de Laboratorio para los dos Experimentos.**

- \* Balanza analítica.
- \* Micropipeta (100  $\mu$ l micro litros).

### **6.7. Variables a Evaluar.**

- a).- Altura de Planta (cm).
- b).- Número de Flores.
- c).- Número de Frutos.
- d).- Número de Entrenudos.
- e).- Rendimiento por Planta (gr).
- f).- Peso Fresco del Tallo (gr).
- g).-Peso Seco de la Raíz (gr).

#### **6.7.1. Descripción de las Variables Evaluadas.**

- a).- ALTURA DE PLANTA (cm):

Se midió desde la base hasta el ápice de las hojas más altas con la ayuda de una cinta métrica, lo cual se expresó en cm, obteniéndose un valor promedio. b).- NUMERO DE FLORES:

Se contabilizó individualmente cada una de las flores de la planta.

- c).- NUMERO DE FRUTOS:

Se contabiliza el número de frutos por cada planta.

- d).- NUMERO ENTRENUDOS POR PLANTA:

Se contó cada uno de los entrenudos que tienen cada una de las plantas.

- e).- RENDIMIENTO POR PLANTA (gr):

Se pesaron los frutos cosechados de cada planta evaluada, esto se hizo con una balanza y el peso se expresó en gramos por planta.

- f).- PESO FRESCO TALLO (gr):

Se pesaron todos los tallos, con la ayuda de una balanza y el peso se expreso en grs por planta.

g).- PESO SECO DE RAIZ (gr):

Se pusieron a secar en una estufa durante 2 días a una temperatura (70 °C), después se paso a pesar cada una de las raíces de los diferentes tratamientos, utilizando una balanza y el peso se expreso en gramos por tallo.

Cuadro número 3 Descripción de los Tratamientos

TRATAMIENTOS	PRODUCTO	DOSIS
1.-TESTIGO	CERO	CERO
TRATAMIENTO 2.	EXTRACTOS VEGETALES	25 µl / lt agua.
TRATAMIENTO 3.	K – TIONIC.	200 µl / lt agua.
TRATAMIENTO 4.	*KT + E.V.	200 µl/lt +25 µl/lt agua.
TRATAMIENTO 5.	CITOKIN.	25 µl / lt agua.
TRATAMIENTO 6.	**KT + RE.	25 µl / lt agua.
TRATAMIENTO 7.	***KTREAIB.	25 µl / lt agua.

\*KT - E.V.= k-tionic + extractos vegetales.

\*\*KT + RE.= Mezcla de k-tionic + citocininas.

\*\*\*KTREAIB.= Mezcla de k-tionic + citocininas + acido indulbutirico.

Se utilizaron plántulas de tomate tipo saladete o "huaje", plantándose el día 18 de mayo 1999 en charolas de poliestireno bajo condiciones de

invernadero, siendo trasplantada el día 18 de junio 1999. La primera aplicación de los reguladores de crecimiento fue el día 18 de junio de 1999, diluyendo el producto en 4 litros en solución nutritiva, el cual contiene el bote de los diferentes tratamientos. Las aplicaciones se hicieron con una micropipeta de 100  $\mu$ l / lt. (micro moles / lt de agua). Realizándose regularmente cada 3 días, rellenándose los botes de los diferentes tratamientos, con diferentes concentraciones en forma manual (Cuadro 4).

Cuadro 4 Distribución de los Tratamientos.

TESTIGO 1	R4	R4	R7
R1	R4	R4	R7
R	R4	R4	R7
R1	TRAT. 4	TRAT. 5	R7
R1	R3	R5	R7
R1	R3	R5	R7
R1	R3	R5	TRAT. 7
TRAT. 2	R3	R5	R6
R2	R3	R5	R6
R2	R3	R5	R6
R2	TRAT. 3	TRAT. 6	R6
R2	R2	R6	R6

### 6.8. Diseño Experimental.

Se utilizo para los dos experimentos, un diseño estadístico de completamente al azar con la prueba de DMS al (0.05%), con un arreglo en

número uno con 4 tratamientos y 10 repeticiones cada uno y para el segundo con 7 tratamientos y 7 repeticiones.

### 6.9. Elementos para Preparar Solución Nutritiva Hoagland ' s" para Hidroponía.

#### 1.- SOLUCION COMPLETA.

MACRONUTRIENTES CONC.SOL.MADRE.

SOL.FINAL.cc/1lt.

NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1M	1
KNO <sub>3</sub>	1M	6
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 4H <sub>2</sub> O	1M	4
Mg SO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	1M	2

MICRONUTRIENTES CONC.SOL.MADRE.

H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	2.88 g/1	
MnCl <sub>2</sub> 4H <sub>2</sub> O	1.81 g/1	
Zn SO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	0.22 g/1	1 cc / ltr
Cu SO <sub>4</sub> 5H <sub>2</sub> O	0.08 g/1	
H <sub>2</sub> MO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O	0.02 g/1	

#### SOLUCION DE FIERRO

0.08 g de Na - EDTA + 3 cc de FeCl al 10 % y aforar a 360 cc. (solución madre concentrada ). Agregar 10 cc de esta por litro.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSION

### 7.1. Altura de Planta (cm):

Al hacer el análisis estadístico a esta variable (ANVA) se encontró significancia al 0.05, se demostró que el tratamientos T1, fue el mejor tratamiento y seguido de tratamientos T2, manifestándose un pequeño incremento en el T3 y T4 en la altura de planta a medida que disminuye la dosis de los reguladores de crecimiento, esto es debido a que no influyó el regulador de crecimiento como se esperaba para esta variable. En la figura 1 se observa como el regulador de crecimiento redujo la altura de planta. Ya que los tratamientos alcanzaron una altura máxima en un 70 cm para el T2, 57.6 cm para el T3 y 56.7 cm para el T4, comparados con el T1 (testigo) que alcanzo el 100 cm.

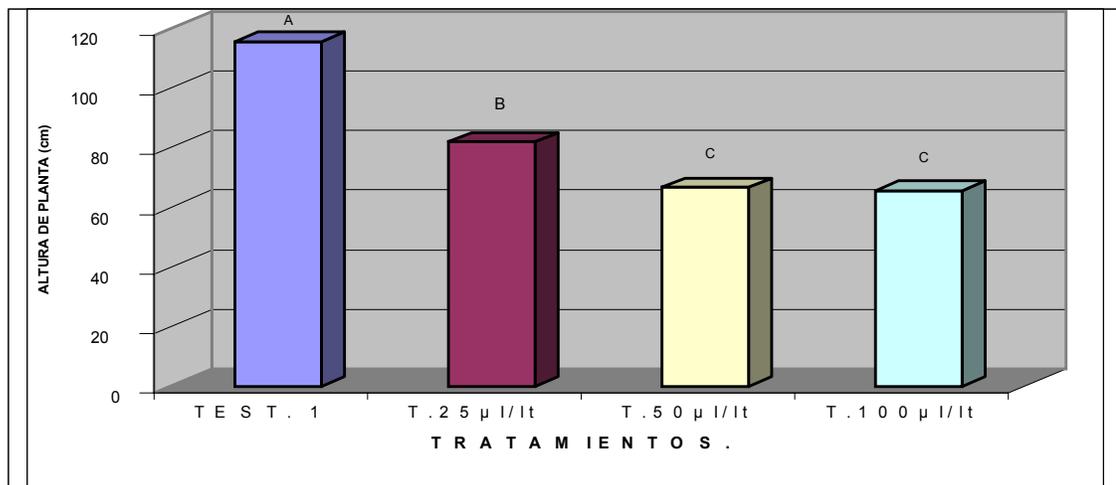


Figura 1 efecto de los reguladores de crecimiento en la altura de planta en el cultivo de tomate en hidroponía.

Con respecto a la variable altura de planta se encontró significancia en 0.05 % esto quiere decir que uno de los tratamientos fue superior a los demás, estos resultados coinciden con los que reporta Aguirre (1993), donde demuestra en su investigación que hizo, sobre la aplicación de biozyme en *Pilea cadierei*, donde nos dice que los tratamientos presentaron una diferencia no significativa en la altura de planta, donde todos los tratamientos estuvieron por debajo del testigo. Lo mismo reportó Gutiérrez (1992), al hacer aplicaciones de biozyme, sobre el crecimiento de *estatices*.

## **7.2. Flores por Racimos:**

Al hacer el análisis estadístico a esta variable (ANVA), se encontró una significancia al 0.05 %. Los resultados mostraron una diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados, siendo el mejor el T1, seguido de los T2, T4 y T3. Se puede observar que una disminución de un -46.7 % en el T2, esto es debido cuando la dosis se disminuye al mínimo. Una disminución de -59.89 % en el T4, esto se debe a que cuando la dosis aumenta al máximo y el T3 tuvo una disminución de -70.45 %. Figura 2 presentándose flores por racimos en los tratamientos evaluados.

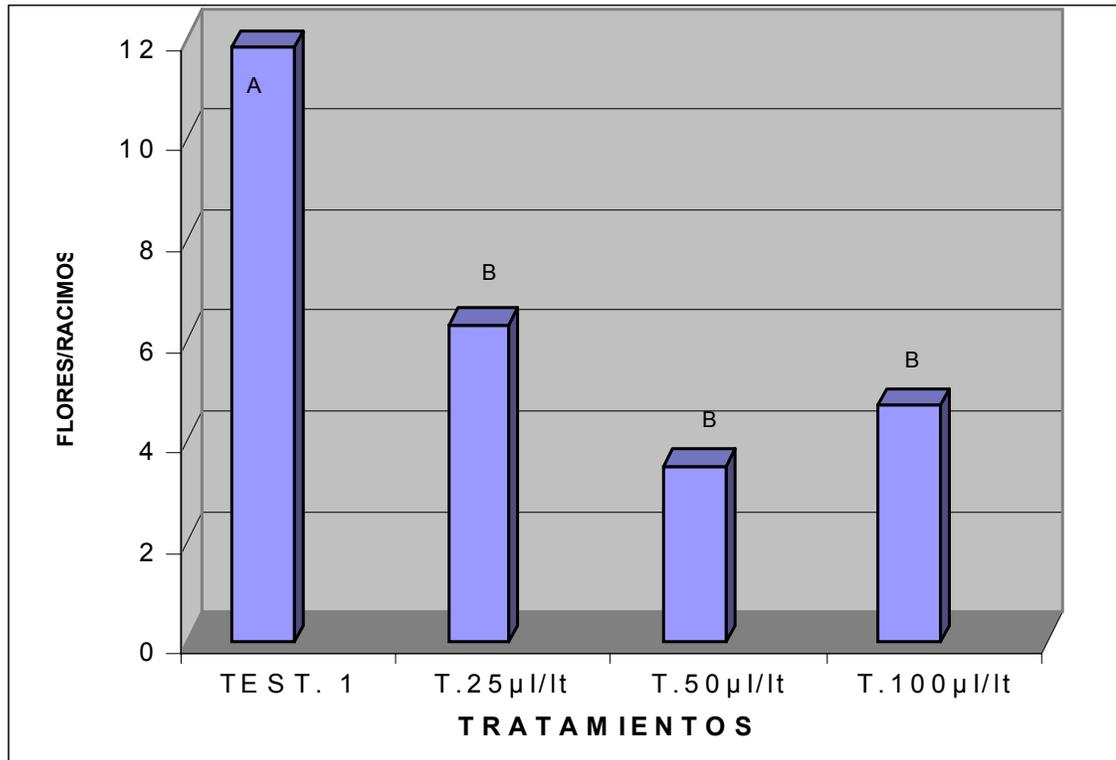


Figura 2 efecto reguladores de crecimiento en flores por racimos en el cultivo de tomate en hidroponía.

La aplicación de giberelinas retrasa por lo común la iniciación floral o la bloquea del todo Weaver (1990).

### 7.3. Racimos por Planta:

Al evaluar estadísticamente los resultados de esta variable se encontró una diferencia altamente significativa al 0.05 %, entre los tratamientos ya que uno de ellos fue superior a los demás.

Al realizar las pruebas de comparación de medias, (figura 3) se observó que el mejor tratamiento fue el T1 y seguido del tratamiento T2 el cual tuvo un máximo de un 76.58 %, el tratamiento T4 alcanzó un nivel máximo de un 53.90 % y el

T3 un máximo de 43.65 % en esta variable, comparados con el tratamiento T1 (testigo), ya que el alcanzó el 100 %.

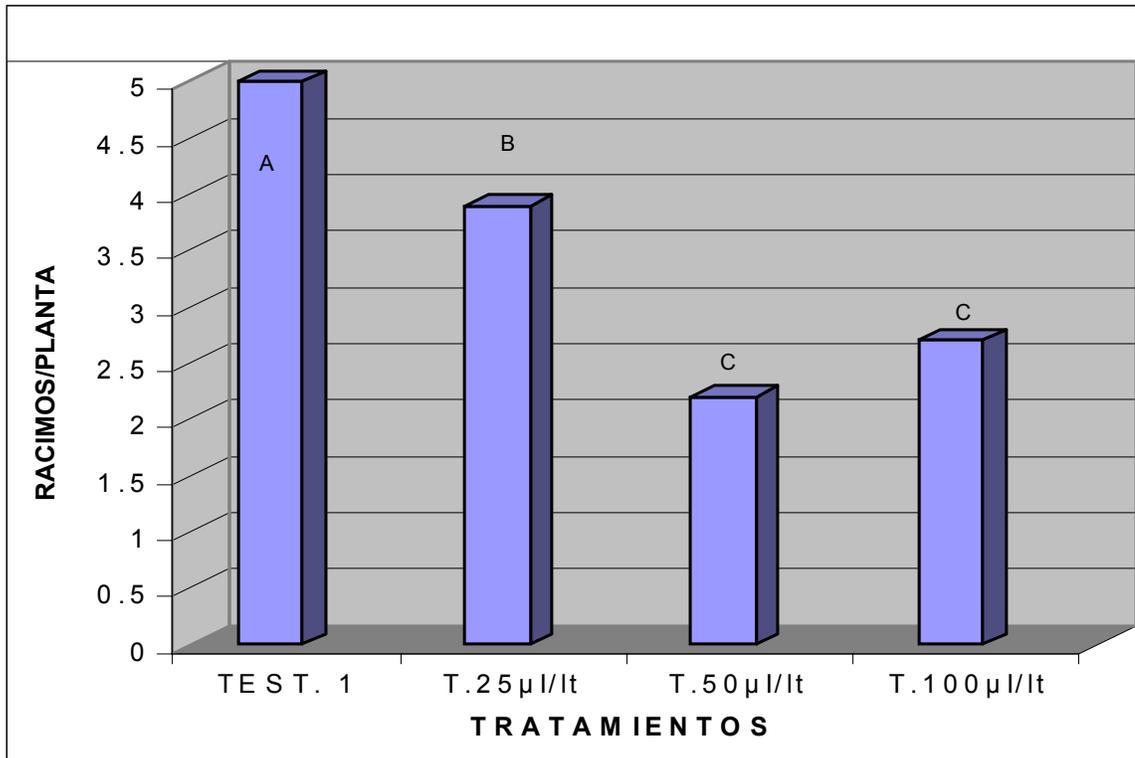


Figura 3 efecto reguladores de crecimiento en racimos por planta en el cultivo de tomate en hidroponía.

#### 7.4. Volumen de la Raíz:

Esta variable se evaluó a los 109 días después del transplante, es esta evaluación se practicó el análisis al 0.05 %, para llegar a determinar las diferencias significativas entre c/u de los tratamientos.

Los resultados obtenidos en la evaluación (figura 4) fueron significativos, demostrando que el mejor tratamientos fue T1 y seguido del tratamiento T4 que

alcanzó un máximo de un 89.5 %, ya que en este tratamiento se nota como influyó el regulador de crecimiento en su dosis máxima.

El tratamiento T2 tuvo un máximo de 85 % en el volumen de la raíz, siendo el T3 el que tuvo el menor volumen de la raíz con 76.1 % que comparados con el T1 (testigo), se considera que este alcanzó el 100 % con mayor volumen de la raíz.

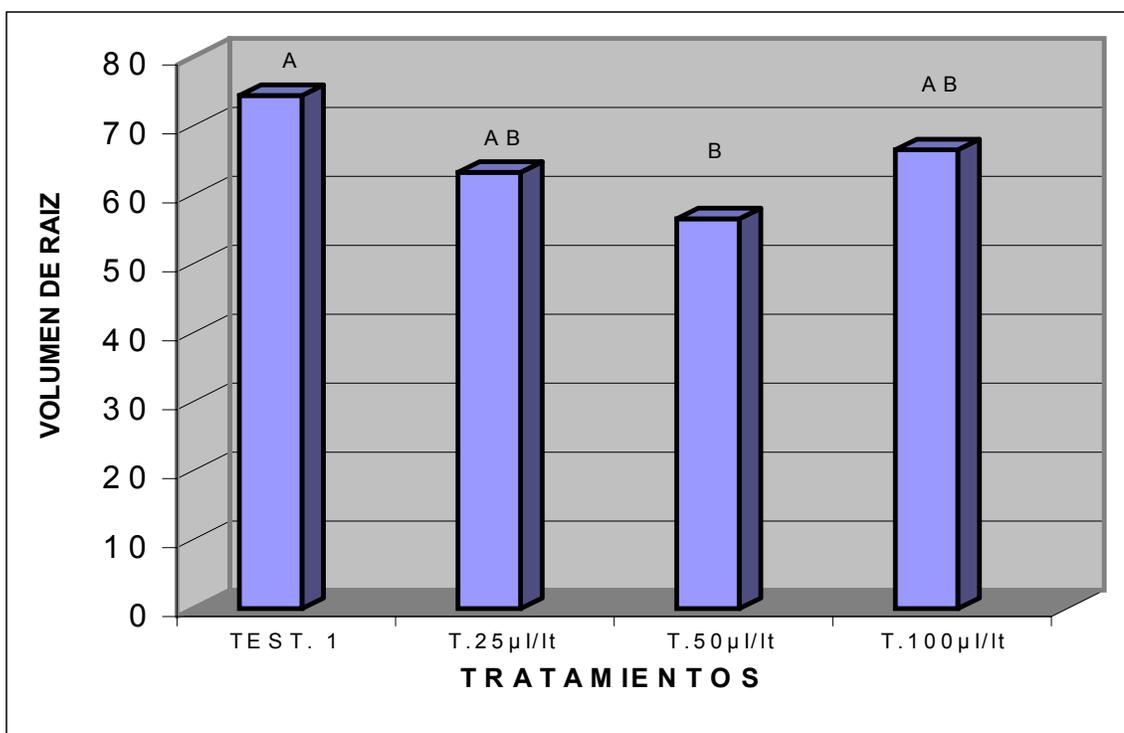


Figura 4 efecto reguladores de crecimiento en el volumen de la raíz en el cultivo de tomate en hidroponía.

### 7.5. Peso Fresco del Tallo (gr):

En la comparación de medias realizado para esta variable (figura 5) muestra que existe una diferencia altamente significativa entre c/u de los

tratamientos evaluados los resultados obtenidos en el análisis de varianza, el mejor tratamiento fue el T1, que alcanzó un 100 %, notándose que dos soluciones nutritivas influyeron como se esperaba en esta variable, seguida del T2 el cual alcanzó un peso de 73.4 gr, tal como se demuestra que a menor cantidad de dosis un mayor peso fresco del tallo, en el que en comparación con los tratamientos T3 y T4, el menor peso fue el T3 con un máximo de 47. 3 gr.

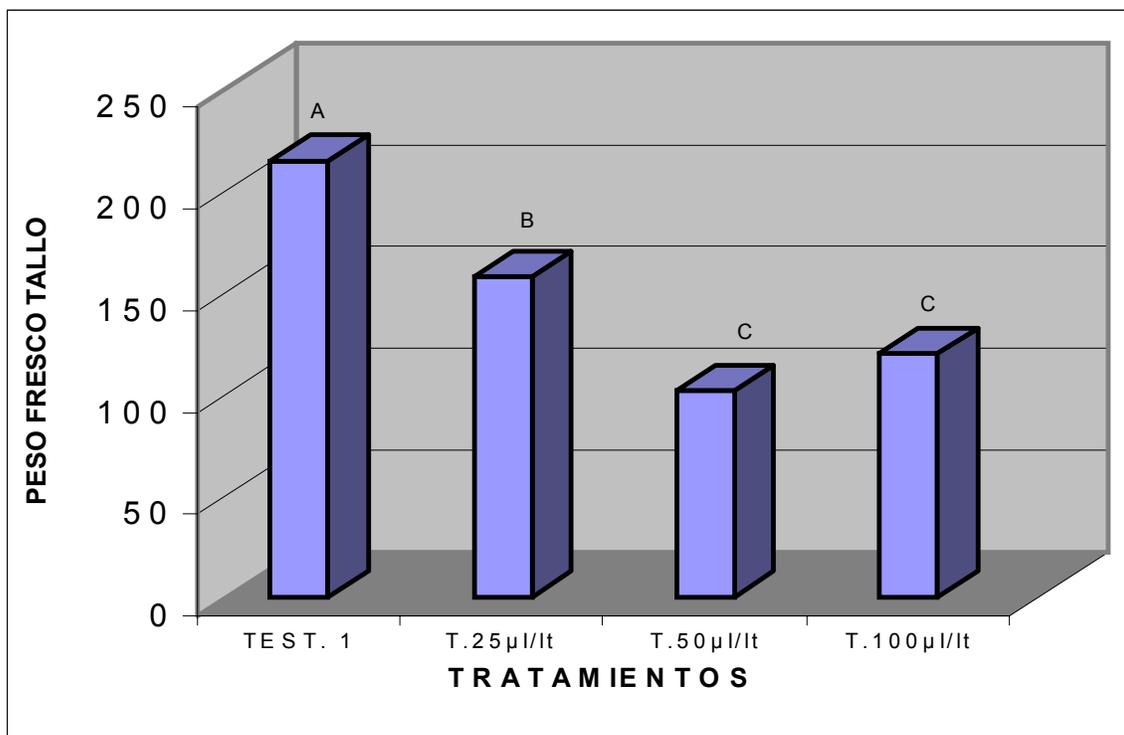


Figura 5 efecto reguladores de crecimiento en el peso fresco del tallo (gr) en el cultivo de tomate en hidroponía.

#### 7.6. Longitud de la Raíz (cm):

En la comparación de medias realizado para esta variable (figura 6) se puede observar una significancia c/u de los tratamientos con una DMS al 0.05 %, la mayor longitud de la raíz se obtuvo en el tratamiento T2 con una media de

35.7 cm, seguido del T1 con una media 33 cm, al igual que el T3 con la misma media, encontrando menor significancia en el T4 con una media de 28.1 cm. Esto es debido a que existe influencia del regulador de crecimiento, sobre esta variable aumentando la longitud de la raíz.

ma media, encontrando menor significancia en el T4 con una media de 28.1 cm. Esto es debido a que existe influencia del regulador de crecimiento, sobre esta variable aumentando la longitud de la raíz.

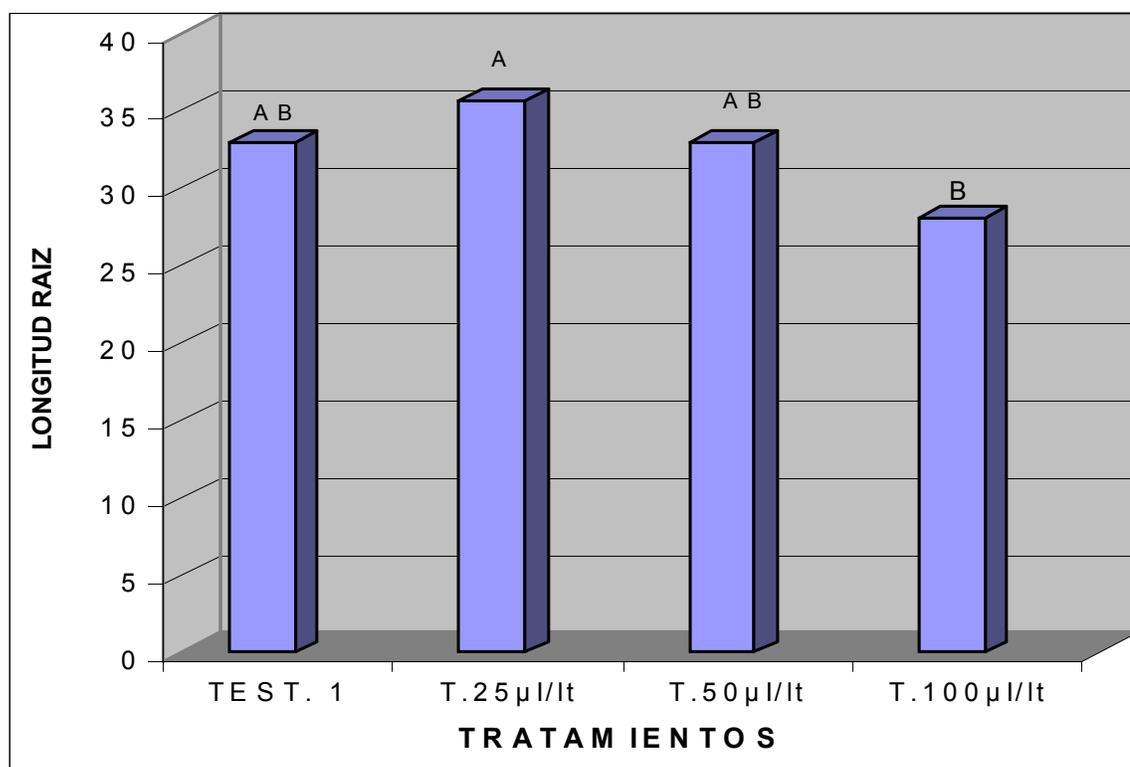


Figura 6 efecto reguladores de crecimiento en la longitud de la raíz (cm) en el cultivo de tomate en hidroponía.

En general se puede observar que existe una ligera diferencia entre c/u de los tratamientos, aunque la mejor longitud de la raíz no se manifiesta entre el mejor en cuanto a peso fresco del tallo (gr). Weaver (1990), menciona que con

aplicaciones de GA3 a concentraciones adecuadas. Favorecen la elongación radicular en algunas especies.

### 7.7. Altura de la Planta (cm):

Al hacer el análisis estadístico a esta variable no se encontró significancia al 0.05 %. Se demuestra que el T5 fue el mejor en comparación con los demás tratamientos observándose que el T6 y el T7 fueron los más bajos tal como se demuestra en la (figura 7) donde se observa como los reguladores de crecimiento no influyeron como se esperaban sobre la altura de planta (cm), a excepción T5 (citokin) que resulto ser el mejor que los demás tratamientos, teniendo una media de 82.7 cm.

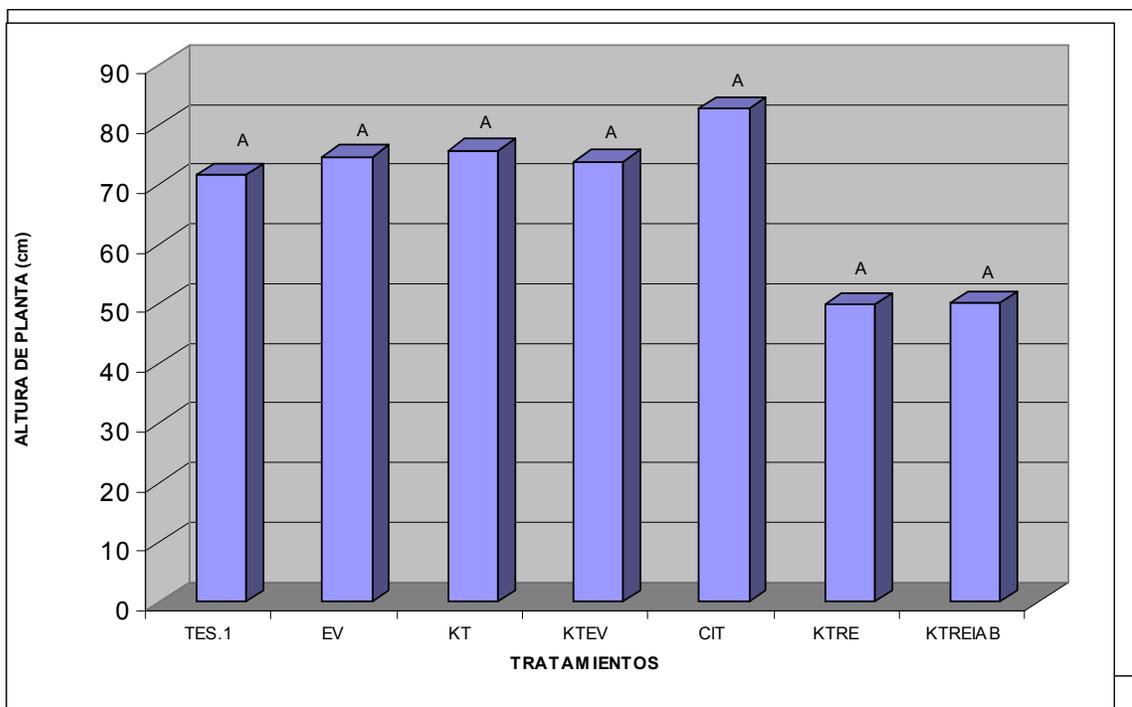


Figura 7 efecto reguladores de crecimiento en la altura de planta (cm) en el cultivo de tomate en hidroponía.

La aplicación de citokin incrementa en un bajo porcentaje la altura de planta (cm) en tomate.

Lo anterior concuerda con los resultados encontrados por Bañuelos y Torpey (1992), donde mencionan que la aplicación de biozyme T.F. incrementó en bajo porcentaje la longitud de las varas de clavel. Lo mismo reportó Martínez (1996), donde menciona que la aplicación de giberelinas y citocininas sobre el cultivo de tomate ambos mostraron diferencias significativas al 0.05 %.

#### **7.8. Numero de Flores por Planta:**

Al realizar la comparación de medias (figura 8) con una DMS al 0.05 % se encontró una diferencia altamente significativa, manifestándose que el mejor tratamiento fue el T5 el cual fue adherido a la solución nutritiva con citokin seguidos de los T1, T2, T4 y T3, siendo el último el tratamiento T7 y T6 como se puede observar nuevamente como el tratamiento T5 al que se aplicó (citokin), tuvo la mayor relevancia en comparación con todos los demás tratamientos. Se aprecia como los demás reguladores de crecimiento no resaltaron muy bien como se esperaban para esta variable.

Conforme a los resultados encontrados, demuestra que los biorreguladores estudiados pudo haber tenido un efecto sobre la retención de flores ya que en todos, el T5 (citokin) se observa una tendencia a producir una

mayor cantidad de flores en comparación con el testigo. En relación a este resultado Castro y Carlucci (1982) citado por Hernández (1985), mencionan que el regulador de crecimiento de nominado tomatotone (ácido paraclorofenoxiacético) y el trylone (ácido 2- hidroximetil -4- clorofenoxiacético), aplicados a dosis de 10 cc/lt de agua y 20 cc/lt de agua, respectivamente, redujeron el número de flores abortadas en el cultivar Miguel Pereira de tomate. Estos mismos autores en un estudio realizado en este mismo año y utilizando el regulador citocyme, reportan que la aplicación de 5 cc/lt de agua, aplicados a los 70 y 80 días de la siembra, incrementó el número total de flores en las ntas .

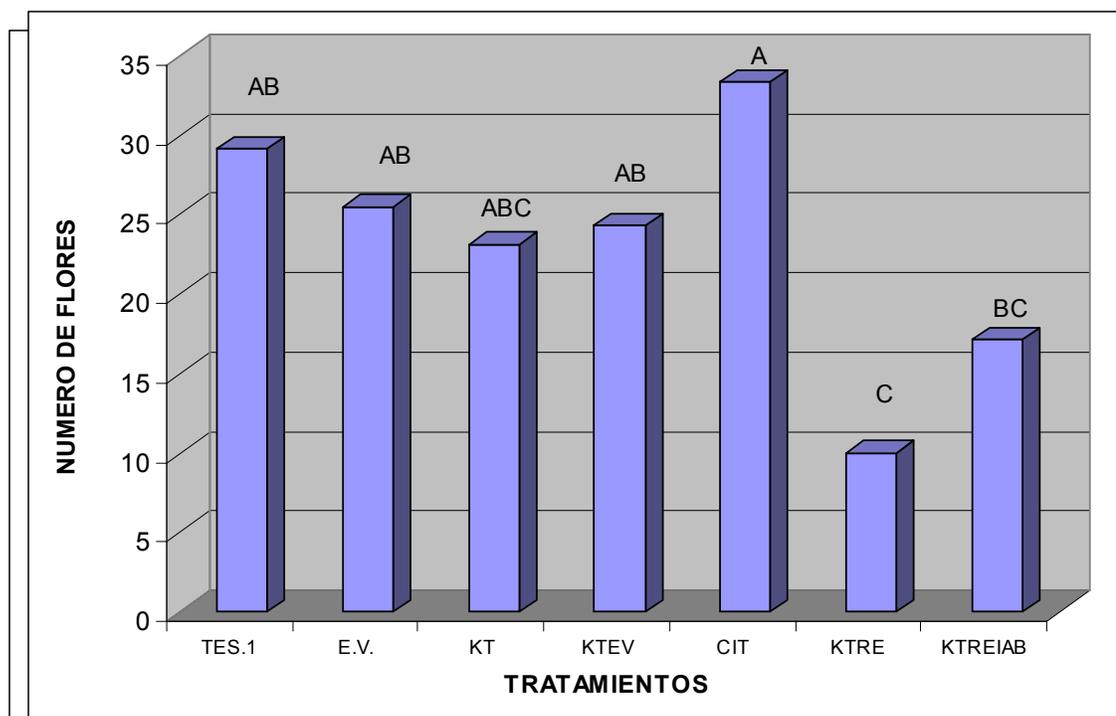


Figura 8 efecto reguladores de crecimiento en número de flores en el cultivo de tomate en hidroponía.

### 7.9. Numero de Frutos:

Al hacer el análisis estadístico (ANVA) 0.05 %, en esta variable se encontró una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, ya que el T5 fue superior a los demás. Seguido de los tratamientos T1, T2 y T4 manifestándose un menor número de frutos en los tratamientos T6 y T7 volviendo a notarse nuevamente que el tratamiento 5 (citokin), fue el mejor que el testigo y los demás reguladores de crecimiento en esta variable. en la figura 9 se puede observar el comportamiento de todos los tratamientos en cuanto a número de frutos se refiere.

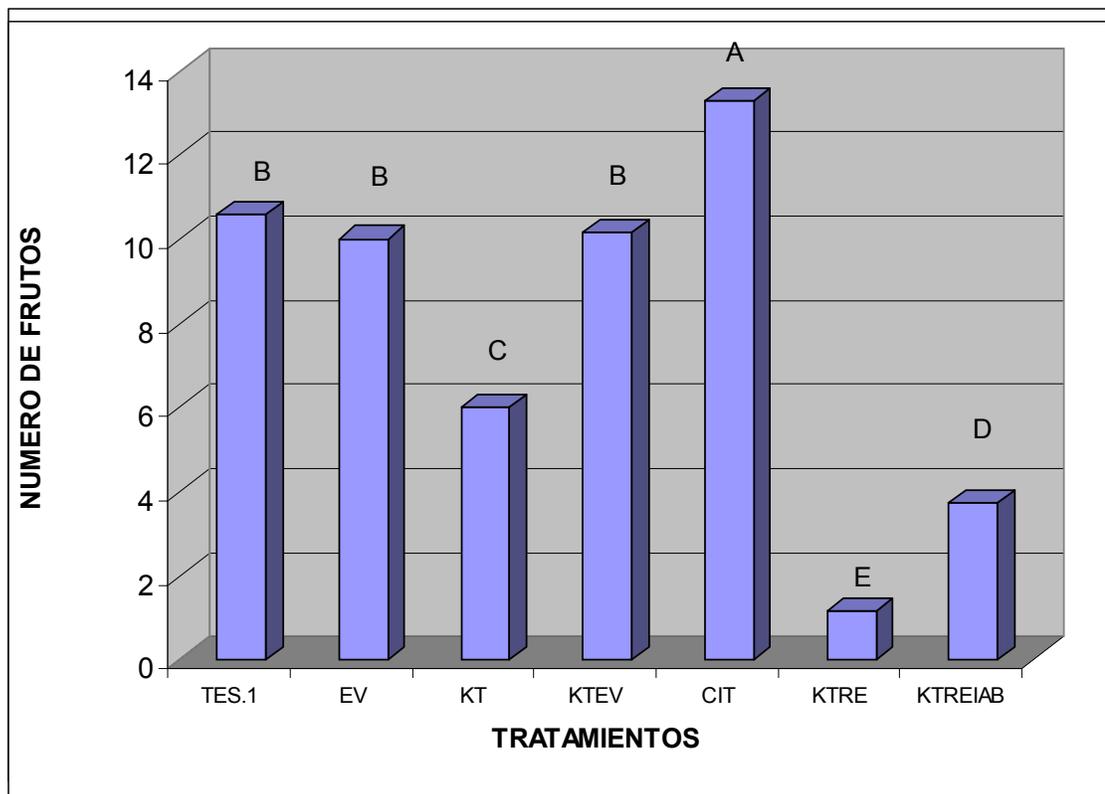


Figura 9 efecto reguladores de crecimiento en el número de frutos en el cultivo de tomate en hidroponía.

Becman (1983), plantea que el mayor número de frutos por planta no se debe a un incremento en la producción de estos, si no que los productos hormonales actúan disminuyendo el índice de aborto floral lo que repercute en el aumento de éstas con respecto a las plantas no tratadas. Lo que concuerda con lo encontrado en este estudio en el cual el mayor número de frutos no fue el determinante en el incremento de la producción.

#### **7.10. Peso del Fruto (gr):**

Al hacer el análisis estadístico (ANVA) con una DMS al 0.05 %, en esta variable se pudo observar (figura 10) que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, por lo que en las comparaciones de medias se pudo demostrar que los tratamientos T1 (testigo), es el mejor que los demás tratamientos seguido del T4 (k-tionic) y T5 (citokin) observándose que el tratamiento T6 y T7 demostraron el menor rendimiento de los frutos. Por lo que el testigo T1 , T4 y T5 fueron los que produjeron mayor rendimiento mediante la aplicación de reguladores de crecimiento sobre esta variable.

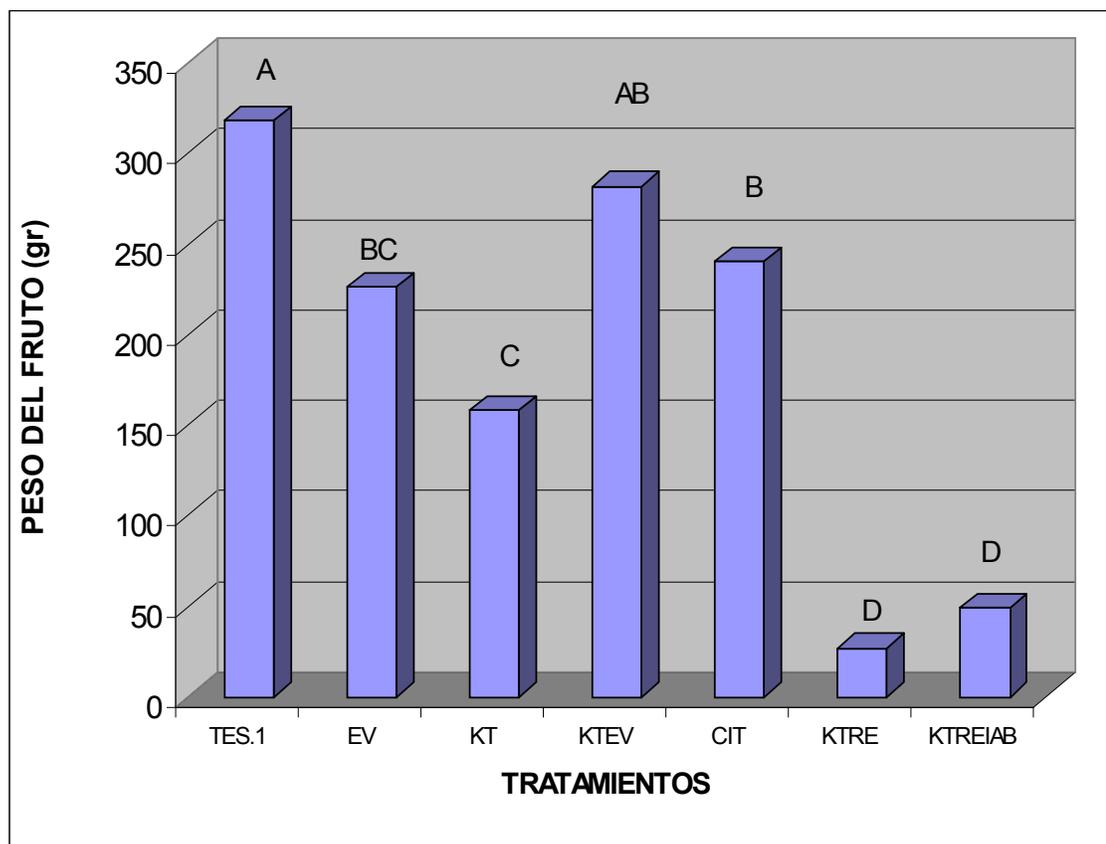


Figura 10 efecto reguladores de crecimiento en el peso del fruto (gr) en el cultivo de tomate en hidroponía.

### 7.11. Numero de Entrenudos:

Analizando el número de entrenudos se pudo observar (figura 11) en la comparación de medias al 0.05 %, una diferencia altamente significativa donde el tratamiento T4 y T5 fueron los mejores de los 7 tratamientos seguido por los tratamientos T1, T2, T7 y T3. A excepción del T6 que demostró tener el menor

número de entrenudos; manifestándose que los reguladores de crecimiento tienen la tendencia a incrementar el número de entrenudos, siendo mejores el T4 y T5.

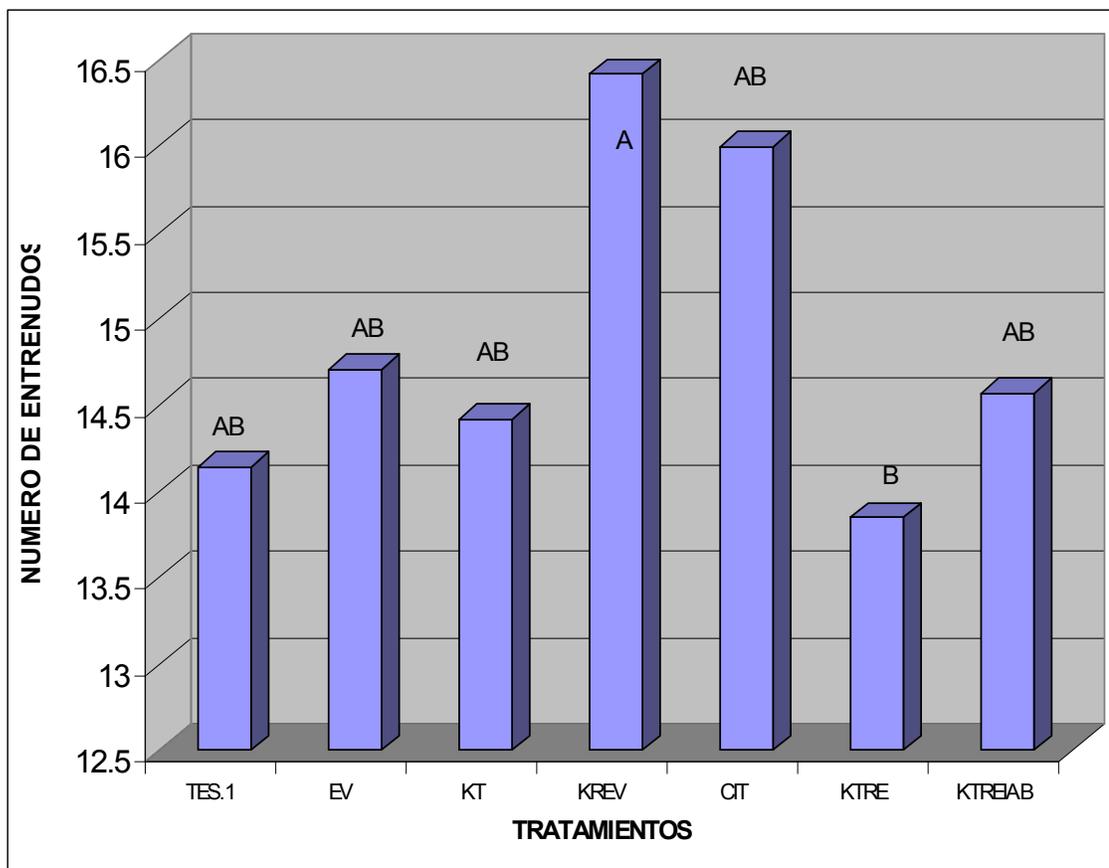
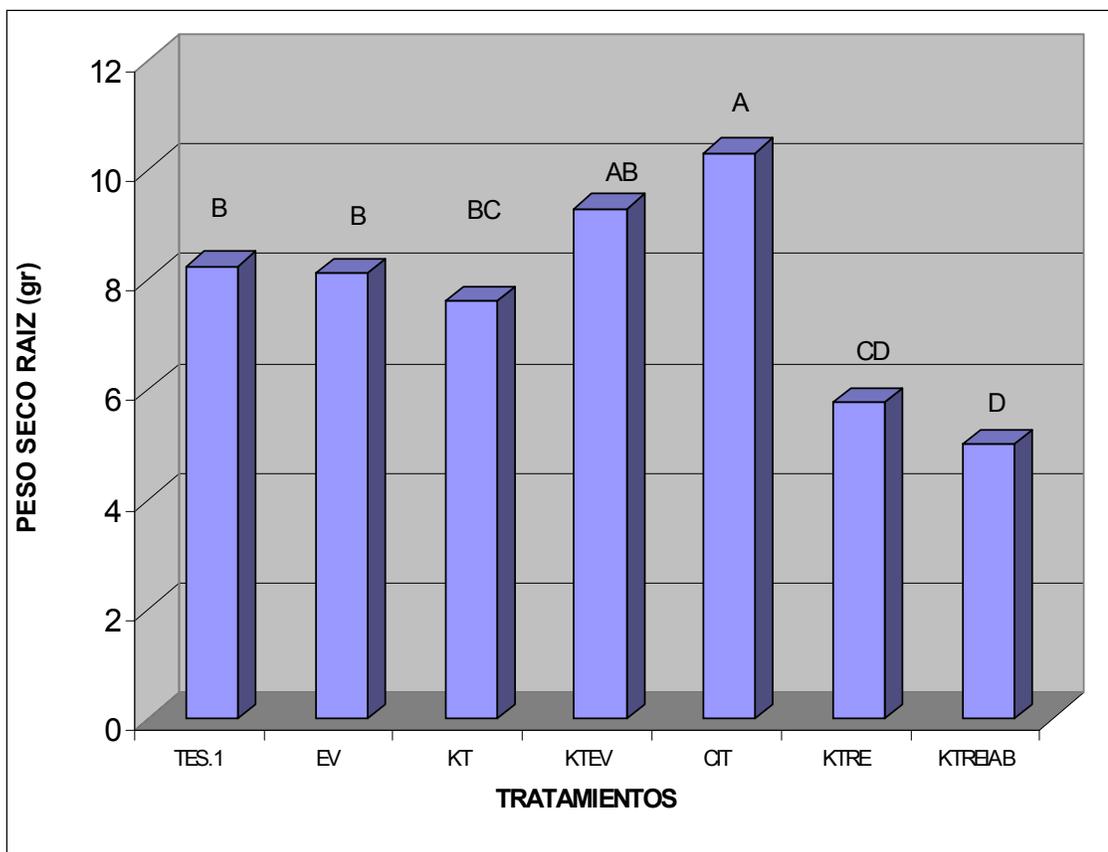


Figura 11 efecto reguladores de crecimiento en el número de entrenudos en el cultivo de tomate en hidroponía.

#### 7.12. Peso Seco de la Raíz (gr):

Al analizar estadísticamente los valores obtenidos del peso seco de la raíz (figura 12) se encontró que existe una diferencia altamente significativo entre los tratamientos superior a los demás el T5 seguido del T4, por lo que se demostró que el mejor tratamiento fue le T5, seguido del tratamiento T4 y con

menor peso seco los tratamientos T6 y T7, se vuelve a demostrar que el tratamiento T5 (citokin) y T4 (k-tionic) tienen influencia sobre el peso seco de la raíz, encontrándose buena efectividad en dos reguladores de crecimiento.



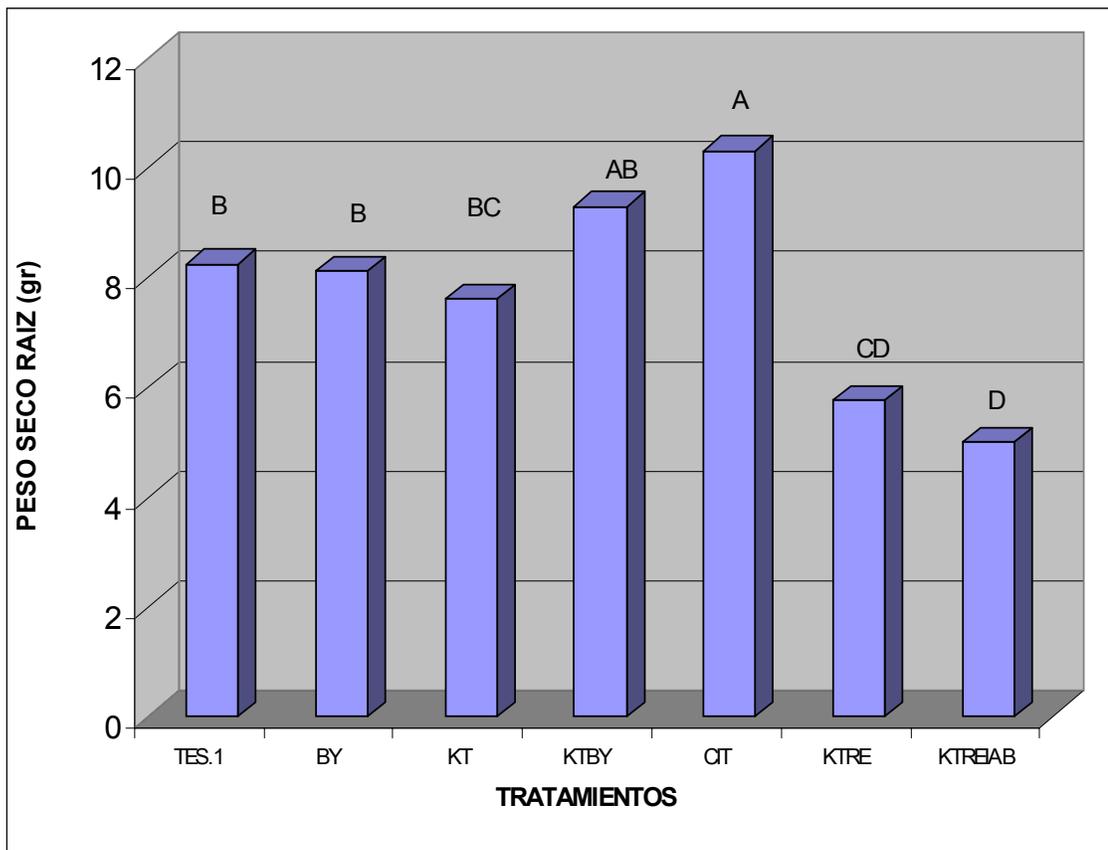


Figura 12 efecto reguladores de crecimiento en peso seco de la raíz (gr) en el cultivo de tomate en hidroponía.

### 7.13. Peso Fresco del Tallo (gr):

En el análisis de varianza realizado para la variable peso fresco del tallo (figura 13), se puede demostrar que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos encontrando que el Tratamiento T5 fue el mejor seguido del T4 y T1 que comparados estadísticamente con todos los demás resultaron ser inferiores y por último los tratamientos T7 y T6, demostraron tener el menor peso debido a que las plantas no alcanzaron la altura adecuada, por lo que el

tratamiento T5 se manifestó ser el mejor en todos los tratamientos para la variable peso seco del tallo (gr).

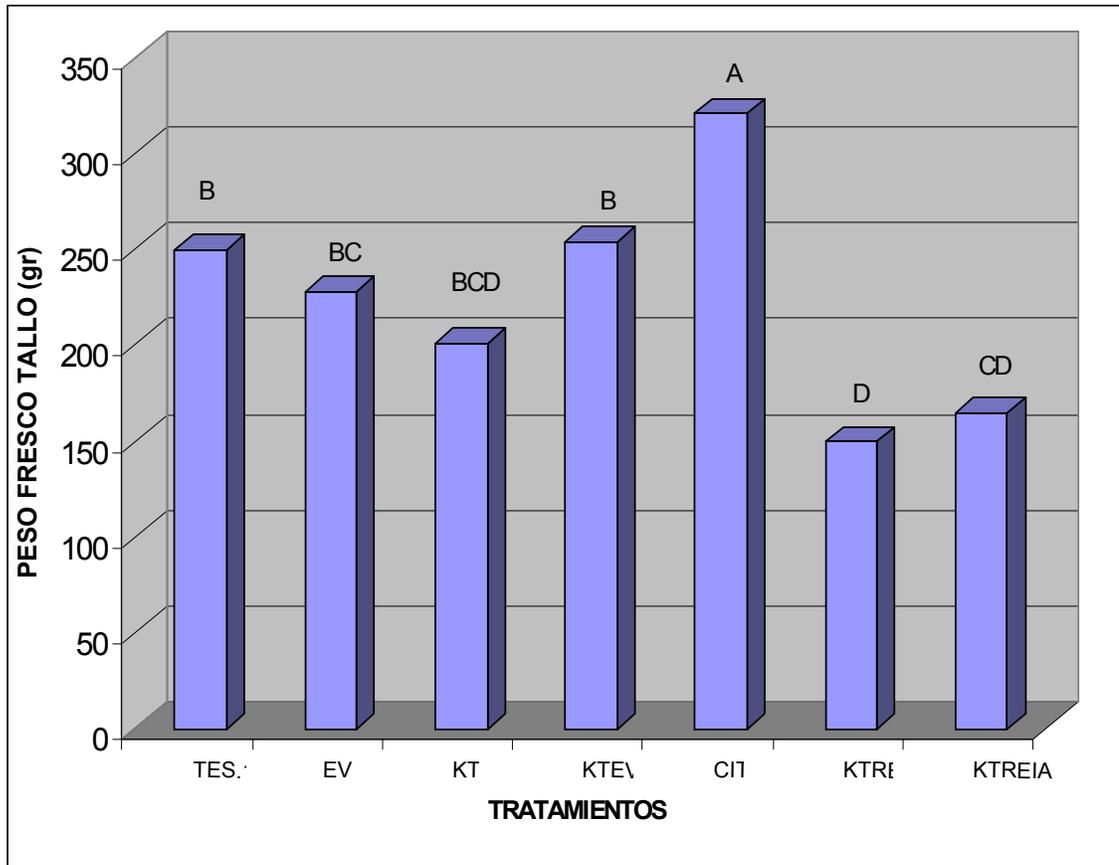


Figura 13 efecto reguladores de crecimiento en el peso fresco del tallo (gr) en el cultivo de tomate en hidroponía.