

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**



**Prueba de Efectividad Biológica del Comportamiento de Giberelinas en la  
Calidad de Plántula de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

**Por:**

**Luis Francisco Pérez Andrade**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para**

**Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, junio de 2012.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Prueba de Efectividad Biológica del Comportamiento de Giberelinas en la Calidad de  
Plántula de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)

POR

Luis Francisco Pérez Andrade

Tesis

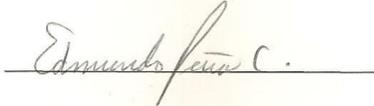
Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial  
para obtener el título de: Ingeniero Agrícola y Ambiental

  
Dr. Rubén López Cervantes

Asesor principal

  
Mé. Antonio Ilizaliturri Veraztegui

Sinodal

  
Dr. Edmundo Peña Cervantes

Universidad Autónoma Agraria  
Sinodal ANTONIO NARRO

  
Mc. Luis Rodríguez Gutiérrez

Coordinador de la División de Ingeniería



Coordinación de  
Ingeniería

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios padre.*

*Por haberme dado la vida junto a mis padres hermanos y amigos.*

*A la Universidad Autónoma Agraria Antonio*

*Que me abrió sus puertas del conocimiento y fortalecimiento de mis ideales.*

*Al Jurado Examinador*

*Al Dr. Rubén López Cervantes, al Dr. Ángel Romualdo Cepeda Dovala y al Dr. Edmundo Peña Cervantes*

*A mis compañeros de Generación de Ingeniería Agrícola y Ambiental*

*A Israel, Edgar y Valentín principalmente, por haber compartido parte de su vida en nuestra formación universitaria creando un lazo de amistad perdurable.*

*A don Ángel por su amistad sincera*

*A quienes en su momento con apoyo, confianza y amistad creyeron en mí. Me es complicado mencionar a todos. Por quienes en su momento estuvieron alentándome dándome ese pequeño empujón, gracias por su apoyo.*

## **DEDICATORIA**

*A mis padres:*

*Juan Martin Pérez Arias*

*Marta Andrade Rodríguez*

*Por la educación que me han brindado en todo este tiempo, a ustedes quien han sacrificado parte de sus vidas en formarme y educarme a quienes no poder pagar sus desvelos, tristezas, angustias y lágrimas ni con las más grandes riquezas del mundo gracias muchas gracias papa mi amigo mi hermano, mama mi guía mi confidente.*

*A mis hermanos:*

*María candelaria*

*María del Carmen*

*Juan José*

*Cesar*

*A ustedes familia, aunque hemos pasado por circunstancias difíciles, tristes y desgastantes siempre hemos salido adelante gracias por su apoyo por su confianza por sus rizas.*

*Ati cesar que a pesar de la distancia y de tu edad nunca dejaste de creer en mí nunca dejaste de motivarme y alentarme gracias hijo.*

*A mis conocidos, familiares y enemigos he aquí el fruto de mi esfuerzo.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>I</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>II</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO.....</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE CUADRO.....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURA.....</b>	<b>VI</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>VII</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>3</b>
<b>OBJETIVO ESPECIFICO.....</b>	<b>3</b>
<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>3</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
Descubrimiento de las giberelinas.....	4
Tipos de giberelinas.....	5
Características Generales de las Giberelinas.....	5
Efecto de las giberelinas en las plantas.....	6
Acción de las Giberelinas.....	7
Funciones de las Giberelinas.....	8
Regulación de las funciones en la planta.....	8
Las giberelinas y la inducción de la germinación en las semillas.....	9
Efectos fisiológicos en las plantas.....	9

Mecanismos de acción.....	10
A nivel de la elongación en tallos.....	10
A nivel de la movilización de reservas en semillas al inicio del proceso de germinación....	11
Organismos productores de giberelinas.....	12
Producción de plántulas.....	13
Ventajas de la producción de plántulas.....	13
Plántula de calidad. ....	14
Recomendación para producción de plántula en invernadero.....	14
Producción de tomate en México.....	14
México como productor de Tomate.....	15
Auge de la producción de hortalizas en México.....	15
Principales Estados Productores de Tomate .....	16
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
Características generales del área. ....	17
Metodología.....	18
Distribución de tratamientos.....	19
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>20</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>28</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>29</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de varianza para peso fresco de raíz de plántula de tomate, con la adición de giberelinas.....	20
Cuadro 2. Análisis de varianza para peso seco de raíz de plántula de tomate, con la adición de giberelinas. ....	21
Cuadro 3. Análisis de varianza para peso fresco de tallo de plántula de tomate, con la adición de giberelinas. ....	22
Cuadro 4. Análisis de varianza para seco de tallo de plántula de tomate, con la adición de giberelinas. ....	23
Cuadro 5. Análisis de varianza para el diámetro de raíz de plántula de tomate, con la adición de giberelinas. ....	24
Cuadro 6. Análisis de varianza para la longitud de raíz de plántula de tomate, con la adición de giberelinas. ....	25
Cuadro 7. Análisis de varianza para la longitud de plántula de tomate, con la adición de giberelinas. ....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1... Estructura química de las giberelinas tomado de La ciencia es la vida de la biología.2001.....	6
Figura2. Mapa de localización de la zona de estudio. ....	17
Figura 3. Croquis de Distribución de Tratamientos en las Etapas de Laboratorio de Invernadero. ....	19
Figura 4.resultados gráficos obtenidos del peso alcanzado en el sistema radicular en las plantas de tomate con la adición de giberelinas. ....	20
Figura 5. Resultados del peso en seco de la raíz del tomate (peso obtenido por pérdida de húmeda en la estufa). ....	21
Figura 6. Resultados gráficos del peso en el tallo del tomate alcanzados en los diferentes tratamientos con la adición de giberelinas.....	22
Figura 7. Masa seca obtenida del tallo del tomate a diferentes tratamientos con adición de giberelinas.....	23
Figura 8. Resultados gráficos obtenidos con la adición de giberelinas a diferentes dosis en cuello de la raíz del tomate. ....	24
Figura 9. Resultados gráficos obtenidos con la adición de giberelinas a diferentes dosis en la longitud de raíz del tomate. ....	25
Figura10. Resultados gráficos obtenidos con la adición de giberelinas a diferentes dosis en la longitud de la planta de tomate .....	26

## RESUMEN

Con el objetivo de determinar la efectividad biológica del comportamiento de las giberelinas en la calidad de plántulas de tomate se realizó el siguiente experimento, usando cinco tratamientos diferentes de giberelinas, en invernadero, en las cuales se utilizaros las siguientes dosis de giberelinas, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 y 0.5 mg k-1.

En invernadero se colocaron cinco macetas por tratamiento (dosis de giberelinas) y un testigo absoluto para el cual solo se utilizo agua. Se uso como sustrato peat moss mezclada con “perlita” (relación 1:1 v/v).

Las variables utilizadas para el estudio fueron: la longitud, el peso fresco y seco del vástago; el peso fresco y seco de raíz y para el área, diámetro del cuello y la longitud de la raíz, se empleo mediante un analizador de imagen para computador, denominado ImagePRO, versión 15 para Windows.

Los resultados obtenidos en la presente investigación arrojaron datos significativos con las dosis altas de giberelinas. Peso fresco y seco de la raíz, Peso fresco y seco tallo.

Mientras que en diámetro de raíz y longitud de la misma el testigo absoluto (TA) sobrepaso los valores obtenidos por los tratamientos y las dosis aplicadas.

.

Palabras Clave. Plántulas, Tomate. Giberelinas

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de hortalizas contribuye en forma importante con la economía de México. En la actualidad se siembran 512,000 ha de este grupo hortícola con una producción de 8 millones de toneladas, de las cuales se exportan 600 mil toneladas anuales aproximadamente y tienen su destino principal a Estados Unidos y Canadá. **Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera** (SIAP. 2000).

De jitomate y chile, se cosechan 2.14 millones de toneladas del primero y 1.85 millones del segundo (INFOAGRO. 2002). Debido a la importancia de estas hortalizas es necesario generar continuamente nuevas formas de manejo de los cultivos para eficientar los rendimientos y ofrecer calidad en los productos. En la actualidad las hormonas vegetales o biorreguladores ofrecen una magnífica oportunidad para mejorar los sistemas de producción hortícolas. El uso de estas sustancias tiene la ventaja de producir efectos que no son permanentes y por lo tanto, de ser modificados de acuerdo a las necesidades del horticultor (Ramírez. 2003).

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es una hortaliza con un alto valor comercial y una enorme importancia mundial, debido a la gran cantidad de divisas que genera a los países que lo producen. México ocupa el segundo lugar a nivel mundial como país exportador y el décimo lugar como país productor de tomate con volúmenes anuales promedios de 569 mil toneladas en la última década. El 70 por ciento de la superficie cultivada en México se concentra a los estados de Sinaloa, Baja California Norte, San Luis Potosí y Michoacán. En México el 80 por ciento de la producción de tomate se destina al consumo interno, principalmente el de tipo saladette (Castellanos y Muñoz. 2003).

En la utilización de insumos de calidad (fertilizantes, plaguicidas, semillas certificadas, sustratos, fitorreguladores apropiados, etc.) y manejo inadecuado (control de plagas, enfermedades, ventilación, iluminación, fertirriego, sistemas de riego, altura uniforme, tallo fuerte, consistencia al transporte, etc.), permitirán al final obtener plántulas de más alta calidad, y he ahí el éxito en la calidad de plántulas (Minero. 1998).

Variables agronómicas tales como el área foliar, peso seco de la planta, diámetro del tallo, salud radical y color del follaje, son criterios para evaluar el vigor de plántulas de tomate (Navarrete *et al.*, 1997). La producción en almacigo permite al agricultor prever sus cuidados, además de ahorrar semilla, agroquímicos, mano de obra, terreno y tiempo (Loustalot. 1998).

La producción de plántulas en invernadero para trasplante crece y se desarrolla rápidamente. La inversión requerida para producir plántula en invernadero ha sido razón principal por lo que esta técnica no se ha desarrollado como debería. Pero los ahorros y oportunidades que pueden presentar en costos de producción y tiempo, hacen necesaria su adopción ya sea comprándolas o produciéndolas (Martínez. 1998).

En tomate se han utilizado productos como daminozida y cloromequat con acción en la inhibición de la biosíntesis de giberelinas otorgando un porte bajo a las plantas (Rojas y Ramírez. 1987).

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la efectividad de Giberelinas en la calidad de plántula de tomate.

## **OBJETIVO ESPECÍFICO**

Establecer la dosis óptima de Giberelinas, en la calidad de plántula de tomate.

## **HIPÓTESIS**

El uso de reguladores de crecimiento mejora considerablemente la calidad de plántulas por ende la cantidad en cuanto a calidad y producción se refiere en fruto.

## REVISIÓN DE LITERATURA.

### Descubrimiento de las giberelinas

Las giberelinas se descubrieron por vez primera en Japón en la década de los 1930, a partir de estudios con plantas de arroz enfermas que alcanzaban grandes alturas y que con frecuencia no eran capaces de sostenerse por sí mismas y terminaban por morir debido a la combinación de daños causados por la debilidad y los parásitos (Salisbury y Ross, 1994). Desde 1890 los japoneses llamaban a la enfermedad “planta tonta” que es causada por el hongo *Gibberella fujikuroi* (estado asexual o imperfecto del hongo *Fusarium moniliforme*); en 1926, los patólogos descubrieron que extractos de hongo aplicados al arroz causaban los mismos síntomas que el hongo en sí, con ello se demostraba que una sustancia química es la responsable de la enfermedad (Salisbury y Ross, 1994).

En 1935, Yabuta y Hayashi aislaron el compuesto del hongo y lo denominaron giberelina, pero debido a la preocupación por el AIA y las auxinas sintéticas, la falta de contacto con los japoneses y después de la segunda guerra mundial, los científicos no se interesaron por las giberelinas hasta principios de la década de los 50`s (Salisbury y Ross, 1994; Ross *et al.*, 1997; Hedden y Probsting, 1999).

Para 1984, se conocían 62 giberelinas individuales, de ellas, 25 se aislaron del hongo *Gibberella fujikuroi*, 51 de plantas superiores y 14 de ambas fuentes; para 1994, se conocían ya 84 giberelinas, algunas quizá son solo precursores fisiológicamente inactivos de otras activas y otras más como productos inactivos hidroxilos, de ellas, 74

se presentan en plantas superiores, 25 en el hongo *Giberella* y 14 en ambas; para 1997 el número total ascendió a 110 compuestos (Kendo y Sievert. 1997).

Se han identificado 130 clases de giberelinas provenientes de plantas, bacterias y hongos de los cuales las más comunes y biológicamente activas son GA<sub>1</sub>, GA<sub>3</sub> y GA<sub>4</sub> (Cassan *et al.*, 2001).

### **Tipos de Giberelinas**

Existen varios tipos de giberelinas los, más comunes son: GA<sub>1</sub>, GA<sub>3</sub>, GA<sub>4</sub>, GA<sub>7</sub> y GA<sub>9</sub> (Wang *et al.*, 1995), las funciones que llevan a cabo en la plantas son: incrementar el crecimiento de tallos, interrupción del periodo de latencia de las semillas haciéndolas germinar y movilizándoles las reservas de azúcares, inducen la brotación de yemas, promueven el desarrollo de frutos y estimulan la síntesis de RNAm (Greenwood, 1981; Marshall *et al.* 2000).

### **Características Generales de las Giberelinas**

Desde el punto de vista químico las GAS constituyen una familia de diterpenos tetracíclicos ácidos cuyo esqueleto está constituido por un anillo etn- giberelano de 20 o 19 átomos de carbono. Sin embargo, a nivel fisiológico en este grupo solo se pueden distinguir unos cuantos miembros con capacidad para influir en el crecimiento vegetal o giberelinas activas (Arteaga 1996). Las giberelinas son un grupo grande de ácidos diterpenos (Jones y Mac Millán, 1994), todas son ácidas y se abrevian GA (por ácido giberélico) con un número subíndice para distinguirlas. Las giberelinas existen en angiospermas, gimnospermas, helechos y quizá también en musgos, algas y al menos en dos hongos y en fechas recientes se le ha encontrado en dos bacterias (Bottini *et al.*, 1989).

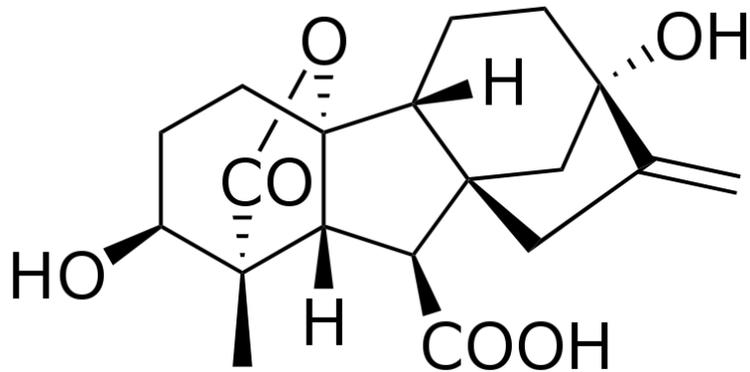


Figura 1. Estructura química de las giberelinas tomado de (La ciencia es la vida de la biología). 2001.

### **Efecto de las Giberelinas en las Plantas.**

El efecto primario de las giberelinas es la estimulación de la elongación que presenta una mayor distancia de los entrenudos, tamaño de las hojas y en ciertos casos el tamaño de la flor, además de controlar el crecimiento del cambio en angiospermas leñosas (Wang *et al.*, 1995). Sin embargo, los efectos de la giberelina varían de acuerdo a la especie, época del año y dosis de aplicación, esto indica que la dosis y el número de aplicaciones varían con el cultivo y condiciones ambientales. Un exceso de GA puede resultar en plantas débiles con una mayor necesidad de nitrógeno y una menor cantidad de hierro.

Existen evidencias de que la aplicación de giberelinas en el ápice de la parte aérea, indirectamente en el sustrato o asperjado al follaje, no solo incrementa el crecimiento longitudinal sino también el crecimiento radial, el peso seco o el volumen. (Wang *et al.*, 1995).

Algunos estudios sobre el metabolismo, han llevado a establecer las vías por las que las giberelinas son biocintetizadas y después desactivadas, además de estudios para caracterizar las enzimas que catalizan los pasos individuales en las vías. Con la información, el control del metabolismo del ácido giberélico y el desarrollo subsecuente de la planta controlado por el ácido giberélico puede ser investigado al relacionar los factores genéticos con los ambientales (Jones y Acmillan. 1984).

### **Acción de las Giberelinas**

Rojas (1995), dice que las giberelinas tienen como acción básica el modificar el mensaje genético que lleva el RNA. Cuando falta se presenta el síntoma típico de falta de amilasa en la planta, encima que deshace el almidón, lo cual permite utilizarlo para producir energía. Otro síntoma típico es el de proveer el crecimiento en las variedades enanas. También es típico que con la aplicación de giberelinas las plantas pueden florecer en condiciones inadecuadas de horas luz o frío. Este mismo autor reporta que con las giberelinas se obtienen positivos resultados en la germinación de semillas de chile “piquin” a razón de 500 a 1000 ppm, camelia de 100 a 500 ppm, naranjo a 1000 ppm, nogal a 100 ppm; vid estratificado a 5° C por 3 meses en 8000 ppm sin estratificar, escarificando a 10 ppm en inmersión y en manzano, estratificar a 5° C por 30 días e inmergir en 100 ppm.

Koshiok *et al.*, (1994) y Mender (1994), reportan que la actividad de las giberelinas es equivalente a GA<sub>3</sub>, basado en crecimiento de fruto. Además dice que es posible que al alterar la concentración de giberelinas en crecimiento de fruto en tomate induce la partenocarpia.

### **Funciones de las Giberelinas**

Las Gas son determinantes en el control de la elongación del tallo, también modifican sustancialmente los procesos reproductivos de los vegetales, participando en el control de la inducción de la floración la cual se ha estudiado en *arabidopsis thaliana* (Phillips. 1998), en la producción de crecimiento y desarrollo de los frutos, así mismo sustituyen los requerimientos de luz o frío que precisan muchas semillas para germinar (Azcón y Bieto. 2000. Salisbury. 1994).

Las giberelinas están implicadas directamente en el control y promoción de la germinación de las semillas; el ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) puede romper la latencia de la semilla.

### **Regulación de las Funciones en la Planta**

Las giberelinas promueven el crecimiento celular debido a que incrementan la hidrólisis del almidón, fructanos y sacarosa con lo que se originan moléculas de fructosa y glucosa. Estas exosas proporcionan energía vía respiración contribuyendo a la formación de la pared celular y a la alimentación de los embriones, acelera la germinación de las semillas, también hacen momentáneamente más negativo el potencial hídrico de la célula, lo que provoca que el agua penetre con mayor rapidez provocando la expansión celular y diluyendo los azúcares (Davies. 1988).

El uso de estas sustancias tiene la ventaja de producir efectos que no son permanentes y por lo tanto, de ser modificados de acuerdo a las necesidades del horticultor (Ramírez. 2003).

### **Las Giberelinas y la Inducción de la Germinación en las Semillas.**

Las giberelinas desempeñan un papel importante en el incremento de las actividades metabólicas. En los granos de cereales, las giberelinas aparecen en los embriones y se trasladan a la capa de aleuronas (la capa exterior del endospermo, de un espesor de una o dos células donde se activan las encimas. Una de tales encimas la  $\alpha$ -amilasa, se secreta en el endospermo, donde convierte el almidón en azúcar. Las reservas alimenticias insolubles y complejas, incluyendo grasas, carbohidratos y por lo común proteínas, son digeridas a fin de constituir formas solubles que se trasladan a las zonas de crecimiento. La asimilación de esas sustancias en los meristemas, proporciona energía para el crecimiento y actividades celulares. La plántula se desarrolla mediante la división y expansión y diferenciación de las células en el punto de crecimiento, y depende de sus propias reservas alimenticias, hasta que se desarrollan hojas verdes y se producen activamente asimilados para ello. (Robert j. Weaver. 1982.)

### **Efectos Fisiológicos en las Plantas**

El efecto más notable de las GAs es inducir crecimiento en altura, en muchos casos atribuibles a GA1 endógena. En el caso de plantas enanas, éstas sintetizan solo pequeñas cantidades de GA1, en cambio en variedades denominadas *nana* (muy enana), dicha síntesis mínima no se da al bloquearse la secuencia de síntesis antes de alcanzar la fase de GA12-aldehído. Otras interrupciones ocurren entre GA20 y GA1. El aislamiento del “gene mendeliano para altura” demostró que éste codifica para la enzima GA3- $\beta$ -hidroxilasa que convierte la GA20 inactiva en GA1 activa. Técnicas

químicas modernas de detección han mostrado que plantas altas poseen GA1 mientras que en enanas predomina GA20 (Hedden y Kamiya. 1997).

Las GAs promueven el desarrollo súbito de inflorescencias y la floración en muchas plantas, particularmente en aquellas de día largo (PDL), aunque no en aquellas de día corto (DC), salvo algunas excepciones. En asociación con fitocromos, cumplen un papel en la inducción de la floración; en particular, aunque de manera no conocida, iniciando señales a genes meristemáticos del tipo AGAMOUS vinculados a la diferenciación de estructuras florales tales como pétalos, estambres, carpelos, etc. (Yu *et al.*, 2004).

Inducen la germinación en semillas en condiciones de dormancia (Peng y Harberd. 2002).

Promueven el desarrollo de muchos frutos, inducen partenocarpia y tienen una aplicación especial en la producción de uvas “sin semilla” (Kato *et al.*, 2000).

### **Mecanismos de Acción**

**A nivel de la elongación en tallos:** Estimulan fuertemente la división y elongación celular en la porción sub-apical de los tallos y también en el meristema intercalar. Los mecanismos de división y elongación de la pared no están aun bien aclarados a nivel celular, pero se asume que el efecto de “soltura” de la pared celular sería diferente a la ejercida por la auxina (o reguladores de este tipo), aunque sería un efecto complementario. Al respecto se ha reconocido un efecto específico causado por GAs y no auxina sobre la actividad de la enzima xiloglucano endotransglicosilasa (XET) la cual hidroliza xiloglucanos permitiendo nuevos arreglos de la pared (Jan *et al.*, 2004). A nivel génico, estudios en *Arabidopsis* han reconocido también la existencia de algunos factores represores de transcripción que bloquean el crecimiento en altura (RGA, GAI,

SLR1). En presencia de GAs, estos represores son degradados, restableciéndose el crecimiento en forma normal (Thomas y Sun. 2004).

### **A Nivel de la Movilización de Reservas en Semillas al Inicio del Proceso de Germinación.**

Las GAs endógenas o exógenas, aplicados en embriones en proceso de germinación, causan la producción de  $\alpha$ -amilasas y otras enzimas hidrolíticas en las células de la capa de aleurona dispuesta por debajo de la cubierta seminal, encima del endosperma y embrión contiguo. Con ello se produce un proceso degradativo en las células del endosperma una vez que el almidón se desdobra en sus azúcares simples que serán usados como fuente de energía por las células del embrión, ahora en desarrollo. En esta fase, el embrión requiere de energía pues aún es heterótrofo y no puede obtener su energía vía fotosíntesis (obviamente al no haber desarrollado todavía su maquinaria capaz de captar y transformar energía lumínica). En el proceso se sabe también que la nueva  $\alpha$ -amilasa es sólo sintetizada en presencia de GAs. La secuencia de eventos conducentes por GAs desde la síntesis de  $\alpha$ -amilasas en la capa de aleurona hasta su secreción al endosperma sería tentativamente la siguiente: GA proveniente del embrión es percibido primero por el receptor a nivel superficial iniciando señales como la activación de una proteína heterotrimérica G (Ueguchi-Tanaka. 2000). Una señal de  $Ca^{+2}$  provocaría que el “receptor-GA activado” se ligue a un represor DELLA, el cual a su vez será transportado al núcleo y degradado. Con esto se puede transcribir y procesar el gene GAMYB, un factor de transcripción que reconocerá y activará promotores de genes de  $\alpha$ -amilasas y otras enzimas hidrolíticas (Gubler *et al.*, 2002, Ho *et al.*, 2003). Estas son sintetizadas en el retículo endoplásmico, se acumulan en el Golgi (como vesículas) y luego son secretadas hacia el endosperma. En definitiva se asume que GAs,

mediante proteólisis de los represores de señales transcripcionales DELLA, provocarían una de-represión, conducente a la transcripción de varios genes (Fu *et al.*, 2002). Existen varios reguladores negativos de las señales inducidas por GA del tipo DELLA; entre ellos SLN1, SLR1, D8 y RHT en gramíneas y RGA, GAI, RGL1, RGL2 y RGL3 en *Arabidopsis*.

Cuando son degradados se advierten otros efectos típicos de la acción de GAs como por ejemplo en *Arabidopsis*, un patrón de desarrollo radial, la formación de meristema axilar y mantención del meristema terminal (Fleet y Sun. 2005). La degradación de proteínas DELLA causada por GAs ocurre a través de la vía de ubiquitina-proteosoma. La señal GAs induce la fosforilación de las proteínas DELLA que es reconocida por una ubiquitin-ligasa y después de ser conjugada es degradada por el proteosoma 26S, mientras la ubiquitina es reciclada (Itoh *et al.*, 2003).

### **Organismos Productores de Giberelinas**

Hoy en día muchos de los microorganismos productores del desarrollo vegetal son reconocidos como productores de giberelinas tal es el caso de las bacterias de los géneros *Azospirillum*, *pseudomonas*, *basillus*, *azotobacter*, algunos hongos como *Gibberella*, *fujikuroi*, *fusarium moniliforme*, *phanerochaete chrysosporium*, *aspergillus flavus*, *f. oxysporium*, *penicillum corylophilum*, *p. cyclopium* y *rhizopus stolonifer*, entre otros, también han reportado algas como productoras de giberelinas (ERGUN *et al.*, 2002; Janzen *et al.*, 1992; Sánchez Marroquín, 1963; Srivastava y Ahmad 2003; Unyayar y Unyayar. 1996).

## **Producción de Plántulas**

La producción de plántulas es una actividad importante para el establecimiento del tomate en ventajas óptimas del mercado, que permite tener beneficios inmediatos en el precio de venta, es la producción de plántulas e invernaderos, con lo que se puede adelantar el ciclo del cultivo, al tener reguladas las condiciones de luz, humedad y temperatura reduciendo entre 30 y 35 días la producción de campo, lo que permite que se pueda establecer un segundo cultivo (Claridades Agropecuarias. 2000).

## **Ventajas de la Producción de Plántulas**

Dentro de las ventajas de la producción de plántula en almácigos. Castañeda (1983) destaca que: se puede sembrar sin preparar el terreno definitivo y de esa manera adelantar las plántulas; la germinación y desarrollo de la plántula se realiza en condiciones de humedad y temperatura adecuada; se puede tener control de crecimiento de la plántula a través de prácticas de manejo; facilidad en el control de riegos, plagas y enfermedades en superficies reducidas; se tiene disponibilidad de plántulas de igual tamaño para reposición en caso de pérdidas por eventualidades debidas a: clima, manejo y enemigos naturales; se logra mayor rentabilidad de la tierra al poder reducir el tiempo de permanencia del cultivo en el terreno definitivo; se obtiene mayor precocidad de producción, al establecer plantas con avance en su desarrollo.

Otra ventaja del uso de plántulas producidas en almácigo, (tradicional o en invernadero), sobre la siembra directa, incluye el uso de cantidades menores de semilla por lo que el costo por hectáreas disminuye por este concepto, además, se logra uniformidad en el crecimiento al mantener las condiciones de producción más homogéneas en el almácigo durante la producción de la plántula, así como floración

más temprana y por lo tanto precocidad en la producción (Montaño-Mata y Núñez. 2003).

### **Plántula de Calidad.**

El manejo adecuado de los almácigos, ofrece la posibilidad de obtener plántula de calidad con características deseables como: sana, vigorosa con sistema radical bien desarrollado, sus hojas de buen tamaño y coloración, que esté disponible para replantar cuando se requiera, confiable para arraigo en el campo, libre de plagas, tolerante a cambios ambientales y que su tamaño y desarrollo sea homogéneo (Vavrina. 2002).

### **Recomendación para Producción de Plántula en Invernadero**

Antes de iniciar el programa de producción de plántula, es aconsejable tener listo el invernadero y sus sistemas de calefacción y riego; además, Gooden y Rideout (2005) recomiendan realizar análisis del agua de riego previo a cada temporada de producción de plántula, así como desinfectar el invernadero con la finalidad de eliminar posibles inóculos de plagas o enfermedades. Es recomendable iniciar las actividades de producción de plántula con la selección adecuada de semilla de calidad (Food and Agriculture Organization, FAO. 2004).

### **Producción de Tomate en México.**

En México el tomate es la principal hortaliza cultivada, cuya producción a campo abierto en el 2003 fue de 1.8 millones de toneladas y en invernadero de 148.3 mil toneladas, con un rendimiento medio de 28 y 156 ton ha<sup>-1</sup> respectivamente (Cook y Calvin, 2005).

Sánchez *et al.*, (2003), menciona que mundialmente se producen 84,412 578.46 toneladas de tomate, encontrándose México en el décimo lugar como país productor de este cultivo. En México, la producción de tomate en la década (1991-2000) fue de 19 millones de toneladas, encontrándose el 70 por ciento de la producción en los estados de Sinaloa, Baja California Norte, San Luís Potosí y Michoacán.

### **México como Productor de Tomate.**

En México el tomate está considerado como la principal especie por la superficie sembrada, la cual oscila a las 67,371 hectáreas para el año 2002 y por su valor de producción de 6,221 millones de pesos de la producción total para el mismo año, entre los principales estados productores tenemos a Sinaloa con un 32.9 por ciento, siguiéndole Michoacán 12.38 por ciento, Baja California 10.92 por ciento , San Luís Potosí 9.76 por ciento y Jalisco 5.96 por ciento, representando el 71.93 por ciento del total de la producción en México y el restante en los demás estados (SIAP. 2003).

### **Auge de las Hortalizas en México**

En nuestro país, los últimos años las hortalizas han cobrado un auge sorprendente desde el punto de vista de la superficie sembrada y a su producción. A nivel mundial la producción de hortalizas se estima en 700 millones de toneladas, en comparación con otros productos agrícolas y pecuarios y la producción de hortalizas no se caracteriza por una concentración en pocos países, esto debido a la facilidad que tienen para cultivarse en cualquier país y a la gran variedad de cultivos que la integran (Valdés. 1993).

### **Principales Estados Productores de Tomate**

En el caso de cultivos de chile y jitomate los principales estados productores son Puebla, Sinaloa, Guanajuato, Baja California y Tamaulipas (Valadez. 1993), la producción de jitomate equivale al 29 por ciento de la producción nacional mientras que la de chile equivale a un 19 por ciento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Características generales del área.

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Fertilidad de Suelos, Sustratos e Invernadero Experimental del Área Experimental del Departamento Ciencias del Suelo del *Campus* principal de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila México a los 25°21′13″ latitud norte, 101°02′01″ y a una altura de 1742 m.s.n.m. de acuerdo al global positions system (GPS) (Figura 2).

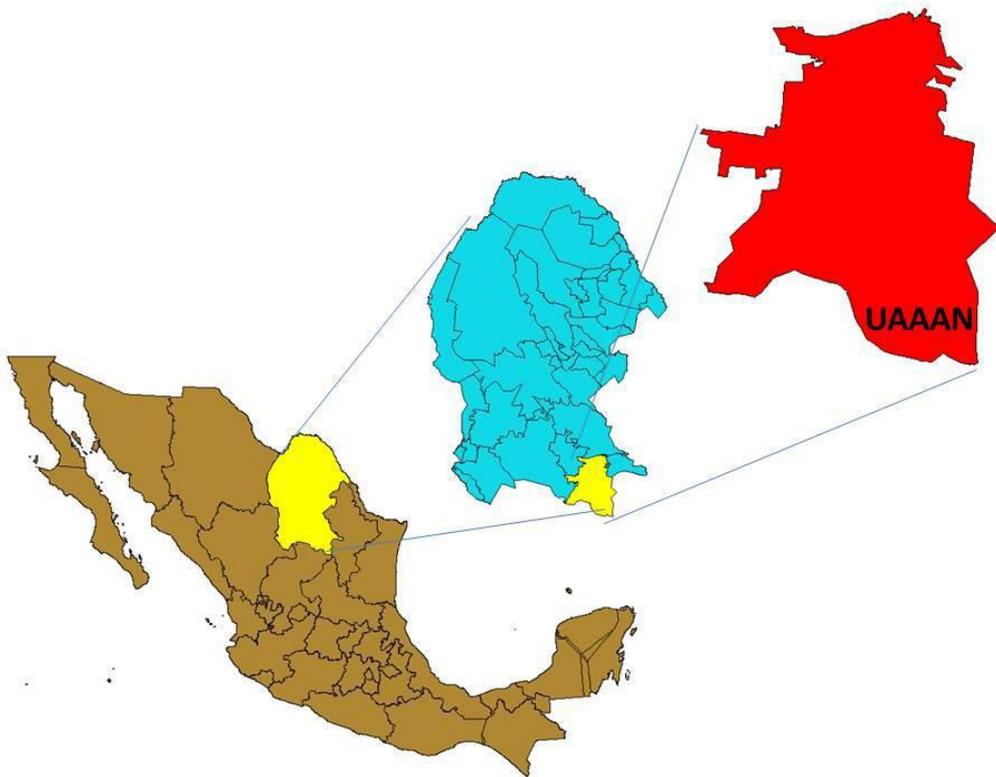


Figura2. Mapa de localización de la zona de estudio.

## **Metodología**

Para la realización de la investigación. Se empleó un diseño experimental completamente al azar. Con un arreglo factorial A x B. Donde A son las giberelinas y B son las dosis empleadas se aplicaron cinco tratamientos y usaron cinco repeticiones así como un tratamiento para el cual se uso solamente agua (TA). El análisis estadístico consistió en un análisis de varianza (ANVA) y comparación de medias, mediante Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para lo cual se empleó el paquete para computador MINITAB versión 15 para WINDOWS.

Se colocaron en invernadero: charolas de poliestireno de 200 cavidades, se empleo como sustrato el peat moss mezclada con “perlita” (relación 1:1 v/v). A las semillas del cultivo, se les efectuó el tratamiento hidrotérmico (en “Baño María” con agua a 50° C durante 30 minutos), para evitar el ataque de hongos y bacterias patógenas y después sembradas en las charolas y adicionadas las cinco dosis como tratamientos; se empleo agua destilada como testigo absoluto. Después de 15 días de la siembra, se pasaron las plántulas a macetas de plástico de 1 kg de capacidad, con el mismo sustrato y de ahí, hasta que estuvieron listas para el trasplante. A este último método se le denomina “picado”.

### Distribución de tratamientos

T1 R1	T1 R2	T1R3	T1R4	T1R5
-------	-------	------	------	------

T2 R1	T2 R2	T2R3	T2R4	T2R5
-------	-------	------	------	------

T3 R1	T3 R2	T3R3	T3R4	T3R5
-------	-------	------	------	------

T4 R1	T4 R2	T4R3	T4R4	T4R5
-------	-------	------	------	------

T5 R1	T5 R2	T5R3	T5R4	T5R5
-------	-------	------	------	------

TAR1	TAR2	TAR3	TAR4	TAR5
------	------	------	------	------

Dónde:

T1 – 0.1 ppm de Giberelinas

T2 – 0.2 ppm de Giberelinas

T3 – 0.3 ppm de Giberelinas

T4 – 0.4 ppm de Giberelinas

T5 – 0.5 ppm de Giberelinas

TA – Testigo absoluto

R= Repetición

Figura 3. Croquis de Distribución de Tratamientos en las Etapas de Laboratorio de Invernadero.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el peso fresco de la raíz, los tratamientos no realizaron efecto significativo (Cuadro 1); pero, se observó que los tratamientos que más sobrepasaron al testigo fueron el de la 0.2 Y 0.5 Mg k-1. En su concentración media, obteniendo una ventaja de 117 y 115 por ciento, respectivamente (Figura 4).

Cuadro 1. Análisis de varianza para peso fresco de raíz de plántula de tomate, con la adición de giberelinas.

Fuente	Gl	SC	CM	F	P	Tabla de medias	
Tratamiento	5	0.5723	0.1145	0.84	0.536 NS	TRAT	MEDIA
Repetición	4	0.1952	0.0488	0.36	0.835 NS	5	2.7140 A
Error	20	2.7214	0.1361			2	2.6680 A
Total	29	3.4889				4	2.6660 A
						1	2.5520 A
						3	2.4740 A
						6	2.3140 A

Tratamientos con misma letra son estadísticamente iguales según Tukey al 0.05% de significancia.

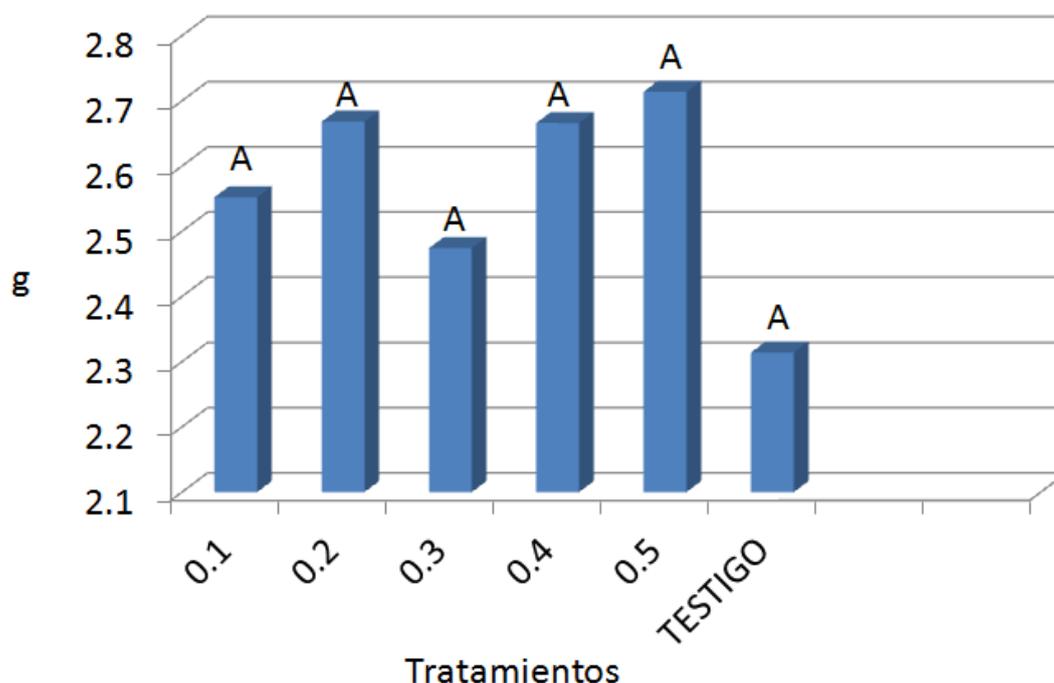


Figura 4. Resultados gráficos obtenidos del peso alcanzado en el sistema radicular en las plantas de tomate con la adición de giberelinas.

El análisis de varianza, muestra que hay efecto altamente significativo de los tratamientos, en el peso seco de la raíz de la plántula (Cuadro 2). Al aplicar las giberelinas, a la dosis medias, representaron los valores más altos en comparación de las dosis más baja y alta; con la adición de GA3, en sus dosis medias, se presentaron los valores más altos de esta variable superando en un 10 por ciento al (TA), en comparación a sus otras dosis. (Figura 5).

Cuadro 2. Análisis de varianza para peso seco de raíz de plántula de tomate, con la adición de giberelinas.

Fuente	Gl	SC	CM	F	P	Comparación de medias 0.05	
Tratamiento	5	0.0434387	0.0086877	12.62	0.000**	TRAT	MEDIA
Repetición	4	0.0136401	0.0034100	4.95	0.006**	4	0.1507 A
Error	20	0.0137712	0.0006886			3	0.1492 A
Total	29	0.0708500				2	0.1437 A
						6	0.1370 A
						5	0.1149 A
						1	0.0421 B

\*\*Tratamientos con misma letra son estadísticamente iguales según Tukey al 0.05% de significancia.

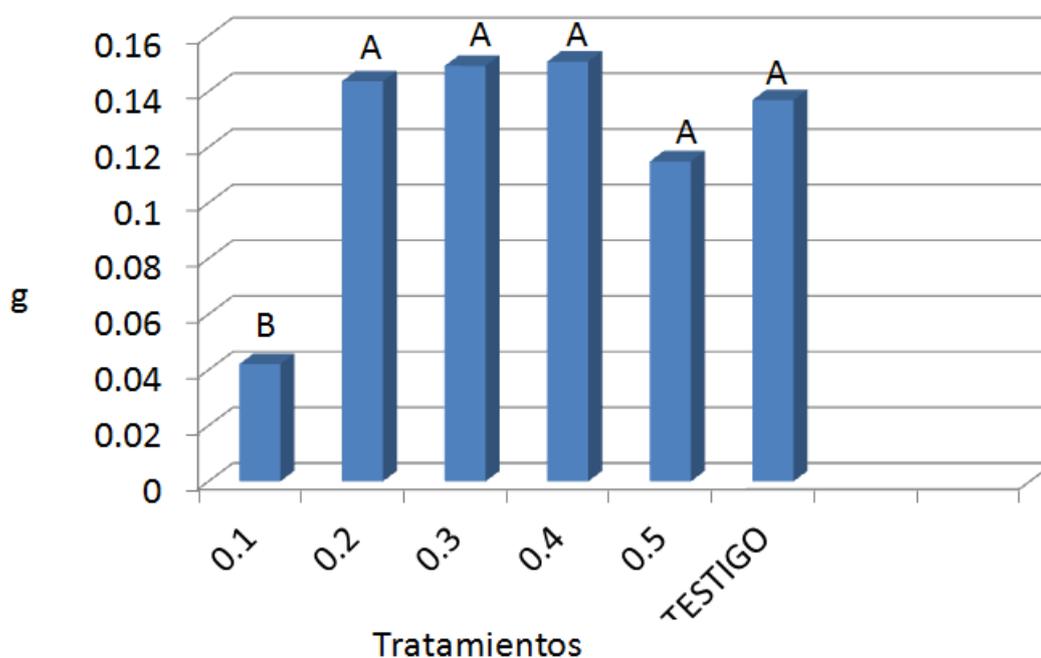


Figura 5. Resultados del peso en seco de la raíz del tomate.

En el peso fresco del tallo, hay efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 3). Con la adición de la dosis media de giberelinas comerciales (GAS), se sobrepasó a las dosis baja y alta, de estos compuestos. Al agregar los giberelinas comerciales, conforme aumentó la dosis aumentó la cuantía de esta variable. En cuanto a los datos obtenidos por las dosis más bajas los resultados fueron inferiores. Mientras que el valor superior del peso fresco del tallo es considerable, ya que aventajó al testigo absoluto (TA) en 49 por ciento (Figura 6).

Cuadro 3. Análisis de varianza para peso fresco de tallo de plántula de tomate, con la adición de giberelinas.

Fuente	Gl	SC	CM	F	P	Comparación de medias 0.05	
Tratamiento	5	12.3263	2.4653	10.91	0.000**	TRAT	MEDIA
Repetición	4	0.2871	0.0718	0.32	0.863 NS	5	5.6720 A
Error	20	4.5192	0.2260			4	5.6060 A
Total	29	17.1326				3	5.1940 AB
						1	5.1140 AB
						2	4.6240 BC
						6	3.7940 C

\*\*Tratamientos con misma letra son estadísticamente iguales según Tukey al 0.05% de significancia.

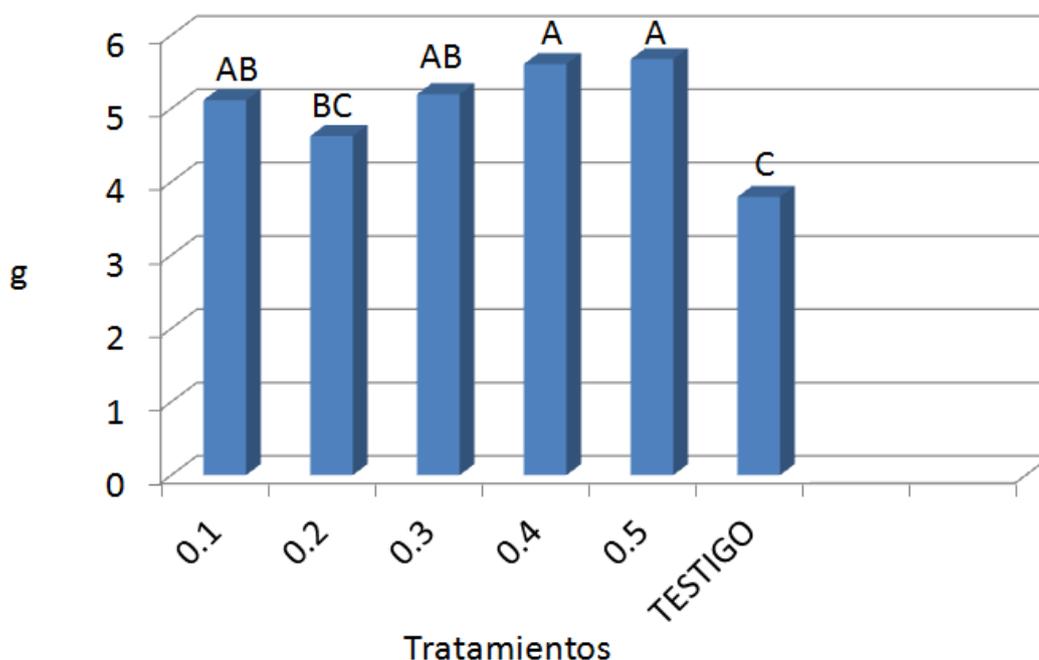


Figura 6. Resultados gráficos del peso en el tallo del tomate alcanzados en los diferentes tratamientos con la adición de giberelinas

En el peso seco del tallo, se encontraron diferencias altamente significativas de los tratamientos (Cuadro 4). Se puede observar que el tratamiento que más influyó en esta variable fue el de dosis 0.4 Mg k-1, sobrepasando en 161 por ciento al testigo absoluto. Al aplicar las dosis medias, presentaron mayor efecto que las dosis altas y baja. En cuanto a las tres dosis (0.2, 0.3, 0.4 Mg k-1). Realizaron efecto muy similar, (Figura 7).

Cuadro 4. Análisis de varianza para seco de tallo de plántula de tomate, con la adición de giberelinas.

Fuente	Gl	SC	CM	F	P	Comparación de medias 0.05	
Tratamiento	5	0.315954	0.063191	8.98	0.000**	TRAT	MEDIA
Repetición	4	0.041458	0.010364	1.47	0.248 NS	3	0.3886 A
Error	20	0.140691	0.007035			4	0.3820 A
Total	29	0.498103				2	0.3505 A
						5	0.1764 B
						1	0.1700 B
						6	0.1459 B

\*\*Tratamientos con misma letra son estadísticamente iguales según Tukey al 0.05% de significancia.

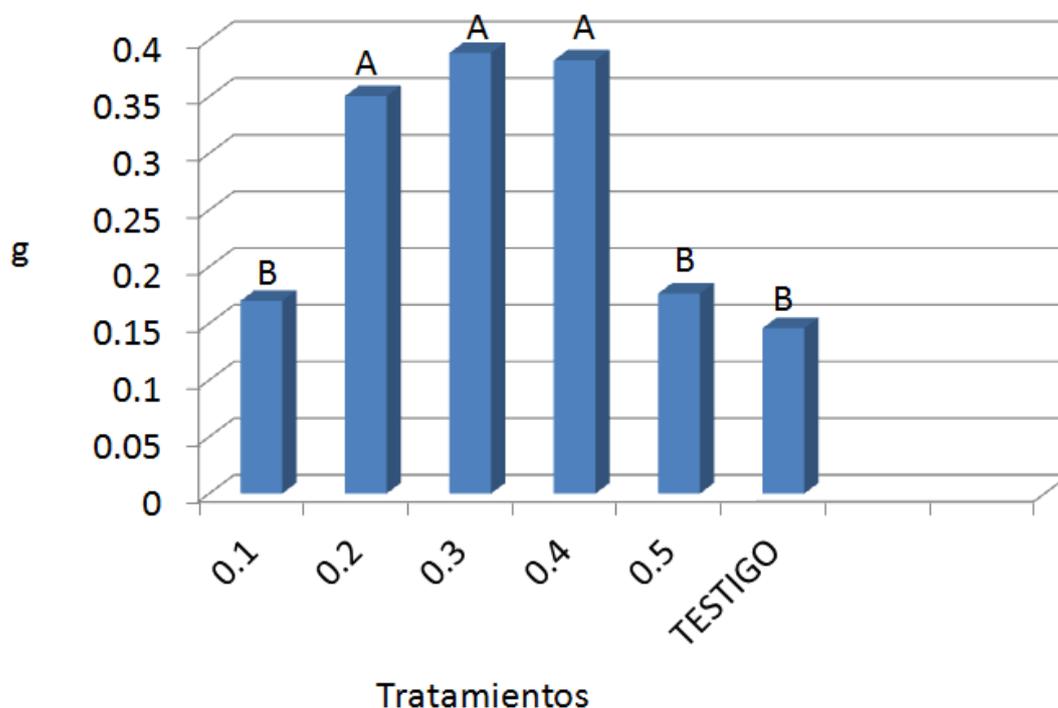


Figura 7. Masa seca obtenida del tallo del tomate a diferentes tratamientos con adición de giberelinas

En el diámetro de la raíz, se encontraron diferencias altamente significativas representadas (Cuadro 5). Pero fue el tratamiento que más influyó en esta variable ya que al adicionar las hormonas fue el de 0.4 Mg k-1, no por ello demostró ser el que mayores resultados arrojó ya que en esta ocasión el testigo absoluto (TA) superó al tratamiento por un 12 por ciento al de la prueba experimental. Al aplicar las hormonas (GA3), a las dosis bajas y altas, presentaron menor efecto en cuanto se refiere al (TA). Representados (Figura 8).

Cuadro 5. Análisis de varianza para el diámetro de raíz de plántula de tomate, con la adición de giberelinas.

Fuente	Gl	SC	CM	F	P	Comparación de medias 0.05	
Tratamiento	5	5.0671	1.0134	8.04	0.000**	TRAT	MEDIA
Repetición	4	0.8795	0.2199	1.75	0.180 NS	6	4.8600 A
Error	20	2.5196	0.1260			4	4.3236 AB
Total	29	8.4663				5	4.0012 B
						1	3.8780 B
						3	3.7772 B
						2	3.6250 B

\*\*Tratamientos con misma letra son estadísticamente iguales según Tukey al 0.05% de significancia.

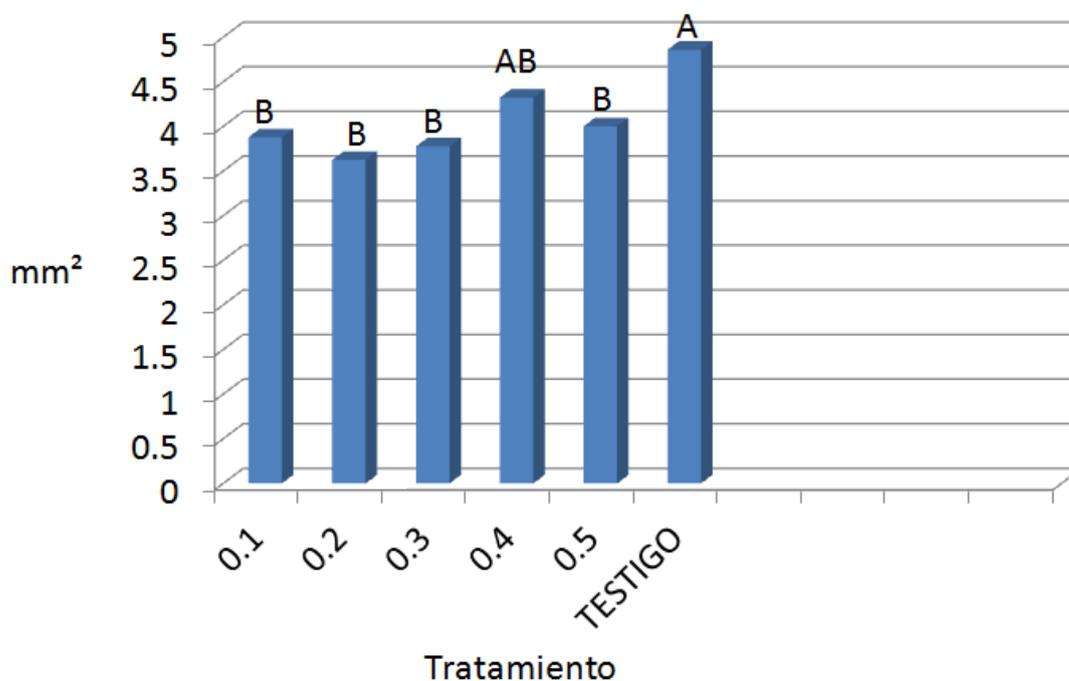


Figura 8. Resultados gráficos obtenidos con la adición de giberelinas a diferentes dosis en cuello de la raíz del tomate.

En cuanto a la longitud de raíz de la plántula, no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 6). Con la adición de la dosis altas y bajas de (GA), no se sobrepasó a los datos obtenidos por el testigo, ya que el (TA) sobrepasó a los tratamiento 0.1 Y 0.5 Mg k<sup>-1</sup> en 10 y 18 por ciento. Representados (Figura 9).

Cuadro 6. Análisis de varianza para la longitud de raíz de plántula de tomate, con la adición de giberelinas.

Fuente	Gl	SC	CM	F	P	Comparación de medias 0.05	
Tratamiento	5	12043	2409	0.99	0.446 NS	TRAT	MEDIA
Repetición	4	21004	5251	2.17	0.110 NS	6	251.8820 A
Error	20	48467	2423			1	228.3780 A
Total	29	81514				5	213.0340 A
						3	205.7200 A
						2	197.7300 A
						4	193.0660 A

Tratamientos con misma letra son estadísticamente iguales según Tukey al 0.05% de significancia.

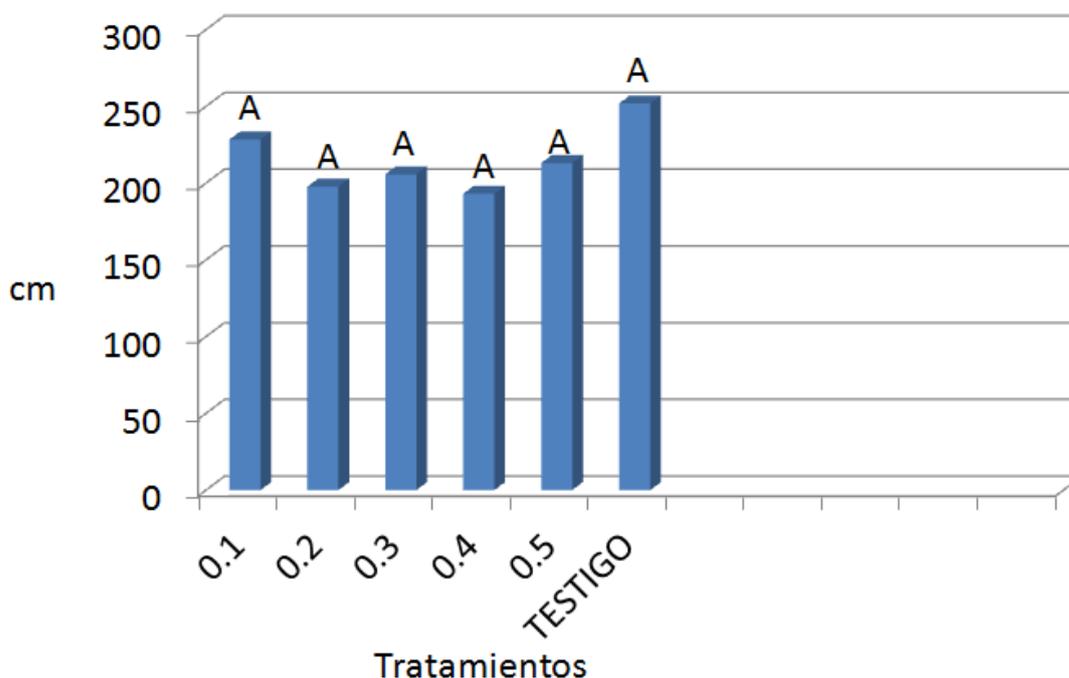


Figura 9. Resultados gráficos obtenidos con la adición de giberelinas a diferentes dosis en la longitud de raíz del tomate.

En cuanto a la longitud de la planta de tomate no se muestran diferencias significativas (cuadro 7). Con la adición de giberelinas en las dosis 0.2 y 0.4 Mg k-1. Fueron las que mayores datos arrojaron mientras que el tratamiento de 0.2 Mg k-1 supero al testigo absoluto en un 59 por ciento. Representados (figura 10).

Cuadro 7. Análisis de varianza para la longitud de plántula de tomate, con la adición de giberelinas.

Fuente	Gl	SC	CM	F	P	Comparison de medias 0.05	
Tratamiento	5	34328	6866	6.73	0.001 NS	TRAT	MEDIA
Repetición	4	4464	1116	1.09	0.386 NS	2	243.0880 A
Error	20	20396	1020			5	242.8120 A
Total	29	59188				3	230.4560 A
						4	215.5640 A
						1	199.1260 AB
						6	145.4120 B

Tratamientos con misma letra son estadísticamente iguales según Tukey al 0.05% de significancia.

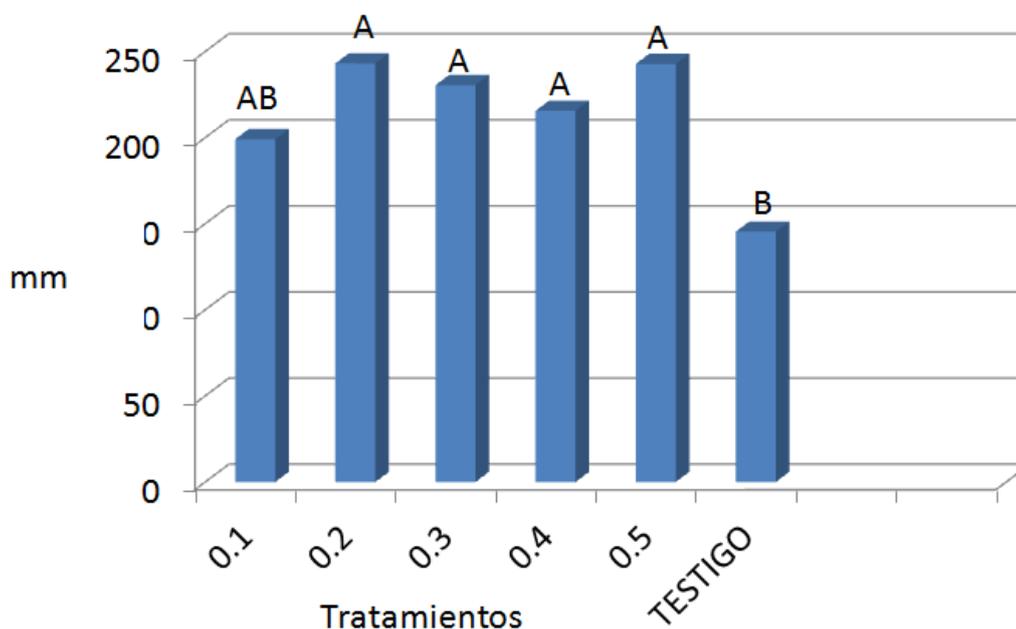


Figura10. Resultados gráficos obtenidos con la adición de giberelinas a diferentes dosis en la longitud de la planta de tomate

## **DISCUSIÓN**

A manera de discusión, se puede establecer que al aplicar las dosis altas de GA se presento el mayor efecto significativo en las variables medidas de las plántulas del tomate; lo anterior coincide con lo establecido por Ross y Salisbury ( 1994) quienes dicen que al aplicar giberelinas no solo se estimulada, la elongación del tallo sino también el crecimiento de toda la planta, incluyendo raíces y hojas promoviendo un poco su crecimiento e influyendo en sus formas, si bien la aplicación directa a raíces normalmente casi no tiene efecto alguno sobre las raíces mismas. Pero si las giberelinas se aplican de cualquier manera por la que puedan moverse hacia el ápice del tallo, el incremento en la división celular y el crecimiento celular al parecer causa un incremento en la elongación del tallo y (en algunas especies) un incremento en el desarrollo de las hojas jóvenes. En especies en las que ocurre un desarrollo foliar más rápido, el aumento de las tasas fotosintéticas incrementa entonces el crecimiento de la planta entera incluyendo raíces.

## CONCLUSIÓN

Estas hormonas están implicadas en:

Inducción del alargamiento de los entrenudos en los tallos.

Controlan el crecimiento y elongación de los tallos.

Estimulan germinación de numerosas especies, y en cereales movilizan reservas para crecimiento inicial de la plántula.

La presente investigación arrojó datos significativos en los que se muestra lo siguiente:

Las dosis de giberelinas que dieron resultados altamente significativos en. Peso fresco de la raíz, Peso seco de la raíz, Peso fresco tallo, Peso seco tallo, fueron las dosis altas.

Mientras que en diámetro de raíz y longitud de la misma el testigo absoluto (TA) sobrepasó los valores obtenidos por los tratamientos y las dosis aplicadas.

Por otro lado las concentraciones aplicadas para la longitud de la planta fueron similares dando el resultado más inferior el testigo absoluto demostrando así que las giberelinas tienen una fuerte acción en la elongación de las plantas.

## LITERATURA CITADA

Andrés Cruz Méndez. 2005. Evaluación de tratamientos de vermicomposta en producción de plántula de tomate (*licopersicon esculentum mill*) var. Rio grande bajo condiciones de invernadero. Tesis licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Alejandro de Santiago Hernández. 2011. Usos de sustancias comerciales y experimentales en la capacidad de intercambio cationico de la raíz del pepino (*cumumis sativum*). Tesis maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Baldomero H Zarate Nicolás. 2007. Producción de tomate (*licopersicom esculentum mill*). Hidropónico con sustratos bajo invernadero. Tesis Maestría. Instituto Politécnico Nacional.

Catalino Martínez Pérez 1996. Efecto de citocininas y giberelinas en el crecimiento y desarrollo del tomate (*lycopersicon esculentum mill*). Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Carlos Guadalupe Canche Canche. 2001. Análisis de Crecimiento en Plántulas de Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) con Películas Termorreguladoras en Invernadero. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Eliseo Hernández Hernández. 2006. Efecto de diversos reguladores de crecimiento en Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) y chile (*Capsicum annuum*) var morrón, Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Francisco Higinio Ruiz Espinoza. 1996. Potencial de pruebas de calidad para calificar vigor en lotes de semillas de chile (*capsicum annuum*) y jitomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*). Tesis maestría, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Fujimura T. & Komamine A. 1975 Effects of various growth regulators on the embryogenesis in a carrot cell suspension culture. Plant Sci. Lett. 5, 359- 364.

Frank B. Salisbury. Cleon W. Ross. Fisiología vegetal (1994) 759 pg.

J. Jesús García Magaña. 2002. Influencia de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre la plasticidad fonotípica del pinus pseudostrobus Lindl. Tesis doctorado. Universidad de Colima.

Leszer s. jankiewicz. Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia a las plantas.2003.

Lina Ximena Celis Bautista e Iván Ricardo Gallardo. Enero del 2008. Estandarización de métodos para detección de promotores de crecimiento vegetal (ácido indol acético y giberelinas) en cultivos microbianos. Tesis licenciatura. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Miguel Jordán y José Casaretto. (2006) Hormonas y reguladores de crecimiento: auxinas, giberelinas y citicininas. Fisiología vegetal (F.A.Squeo y L. Cardemil, eds.). Ediciones Universidad de la Serena, la Serena Chile 15 xx-xx capítulo xv.

Marta Alicia Suarez Herrera. 1993. Giberelinas efecto de la fuente de carbono sobre su producción en *Gibberella fujikuroi* atcc- 12616 utilizando un sistema de fermentación sólido por lotes preparado a base de residuos agroindustriales. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León facultad de ciencias químicas.

Narciso Cruz Hernández. 1998. Producción de plántulas de tomate con subirrigación y su efecto en el desarrollo y rendimiento. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Oscar Cruz Julián. 2004. Reducción del daño por bajas temperaturas mediante uso de polímeros comerciales en plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum mill*) producidas bajo invernadero. Tesis grado licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Rojas- Garcidueñas, M. y Ramírez, H. 1996. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Ed. Limusa. México.

Ramírez, H.;Herrera-Gómez, B.;Méndez-Quiroa, Y. H.;Benavides-Mendoza, A.;De la Cruz-Breton, J. A.;Álvarez-Mares, V.;Villareal-Quintanilla, J. A.prohexadiona de calcio disminuye el contenido de giberelinas endógenas en ápices de tomate saladette y chile pimiento Revista Chapingo. Serie horticultura, Vol. 14, Núm. 2, mayo-agosto, 2008, pp. 193-198 Universidad Autónoma Chapingo. México

Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Robert j. Weaver. Universidad de California. Editorial trillas México. 1982.

Revels-Hernández M.; Huchín-Alarcón, S.; Velásquez-Valle, R.; Trejo-Calzada, R.; y Ruiz-Torres, J. 2010. Producción de Plántula de Chile en Invernadero. Folleto Técnico Núm. 41. Campo Experimental Valle del Guadiana, CIRNOC-INIFAP, 40p.

Verónica Blanco Maldonado. 1992. Usos de Ga<sub>3</sub> para promover la germinación en semillas de cilantro (*Coriandrum sativum* L.). Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

WEAVER, R. J. 1996. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Octava reimpresión. Editorial Trillas. México. 622 pp

## PAGINAS WEB

<http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Auxinasgiberelinasycitocininas.pdf>

<http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2002/may-jun/art-4.pdf>

<http://www.zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/prcChileInv.pdf>

<http://www.science.org.au/sats2004/helliwell.htm> May 2004

The biosynthesis of the plant hormone gibberellin”por el Dr Chris Helliwell

<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis95.pdf>

<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=60911556012>

<http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020074482.PDF>