

# EFECTO DE LAS GIBERELINAS SOBRE EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE PLÁNTULAS DE TOMATE

## GIBBERELLINS EFFECT ON GROWTH AND QUALITY OF TOMATO SEEDLINGS

Ortega-Martínez LD<sup>1\*</sup>, Ocampo Mendoza J<sup>1</sup>, Martínez Valenzuela C<sup>2</sup>, Pérez Serrano A<sup>1</sup> y Sánchez Olarte J<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Km 125.5 Carretera. Fed. México-Puebla, Santiago Momoxpan, municipio de San Pedro Cholula, Pue. (Blvd. Forjadores) C.P. 72760. | <sup>2</sup>Instituto de Investigación en Ambiente y Salud, Universidad de Occidente, Boulevard Macario Gaxiola y Carretera Internacional. Los Mochis, Sinaloa.

### RESUMEN

El tomate es una de las hortalizas más difundidas en el mundo y de mayor valor económico. Obtener plántulas vigorosas en menor tiempo y reducir la pérdida de éstas después del trasplante, se ha convertido en un factor clave. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de las giberelinas en el crecimiento y calidad de plántulas de tomate. Se sembraron semillas de tomate híbrido Sun 7705 en sustrato de turba; se utilizaron 20 plántulas por tratamiento que, se regaron con solución nutritiva Steiner al 50 %, bajo un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones: 10000, 8000, 6000 y 4000 µg/L de giberelinas más un testigo. A partir de la aparición de las hojas verdaderas se inició la evaluación con la aplicación foliar de giberelinas cada 5 días. Los resultados demostraron que la aplicación de giberelinas incrementó significativamente la altura, el diámetro del tallo, el largo y número de hojas, así como el peso fresco total, peso fresco de la raíz y volumen radicular. Los parámetros anteriores son importantes de considerar en el vigor y calidad de las plántulas antes del trasplante.

**Palabras clave:** Fitohormonas, reguladores de crecimiento, producción de plántulas

### ABSTRACT

The tomato is one of the most widely used vegetables around the world and the highest economic value. Get vigorous seedlings in less time and reduce the loss of these after transplantation has become a key factor. The objective was to evaluate the effect of gibberellins on the growth and quality of tomato seedlings. Seeds of tomato hybrid Sun 7705 in peat substrate were used, 20 seedlings per treatment were irrigated with nutrient solution Steiner to 50 %, under an experimental design of randomized blocks with 4 replications: 10000, 8000, 6000 and 4000 µg/L gibberellin plus a control. From the appearance of true leaves began evaluating the foliar application of gibberellins every 5 days. The results showed that application of gibberellins significantly increased height, stem diameter, length and number of leaves and fresh weight, root fresh weight and root volume. The above parameters are important to consider in the vigor and quality of seedlings before transplantation.

**Keywords:** Phytohormones, growth regulators, seedling production

### INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), es una de las hortalizas más importantes en varios países, debido principalmente a su alto valor económico reflejado en su alta demanda, con mercados para consumo fresco o industrializado (Rodríguez, 2006). En México, el tomate es una de las especies hortícolas con gran trascendencia, tanto en lo económico que, se refleja en el valor que tiene la producción en la aportación de divisas a la balanza agropecuaria (SNIEG, 2009), como en lo social que, se mide por la cantidad de empleos generados durante el cultivo y comercialización de esta hortaliza. Es por ello, que el tomate se cultiva en toda la República Mexicana (SIACON, 2011).

Uno de los pasos más importantes en el proceso de producción del tomate, tanto a campo como en invernadero, es la obtención de plántulas sanas y vigorosas que garanticen un trasplante óptimo y una producción significativa, a tal grado que se ha convertido en una labor altamente calificada y especializada, con un crecimiento económico importante; la razón se basa en la búsqueda de ahorros de tiempo y espacio (Guzmán, 2003; Berrospe *et al.*, 2010).

La calidad de una plántula, así como la capacidad de competencia, se ve favorecida por el crecimiento radicular, la absorción de nutrientes y los procesos de fotosíntesis; siendo la suma de estos eventos lo que permite disminuir el tiempo en la etapa de almácigo y adaptarse a las condiciones adversas del trasplante y postrasplante, de manera que, situaciones de estrés que las plántulas sufran durante las etapas iniciales de su desarrollo, se verán reflejadas en su comportamiento subsecuente, como atrasos en su crecimiento y desarrollo (Peterson *et al.*, 1991; Arjona *et al.*, 1998; Berrospe *et al.*, 2010).

Para lograr influir en estas variables, se han empleado las giberelinas (GAs) que, son ácidos diterpenos tetracíclicos naturales, cuya estructura básica está constituida por un anillo de ent-giberelano, algunos de los cuales poseen actividad hormonal (Azcon y Talón, 2000). Pueden actuar como reguladores endógenos del crecimiento controlando diversos procesos del desarrollo de las plantas, tales como la germinación, la elongación del tallo, la expansión de las hojas, el desarrollo de los tricomas y la inducción de flores y frutos (Huttly y Phillips, 1995; Sponsel, 1995; Hedden y Kamiya, 1997; Zieslin y Algom, 2004). Al respecto, Vichiato *et al.* (2007), mencionan que las GAs controlan aspectos importantes en el desarrollo de las plantas, actuando como

estimulantes del crecimiento, por lo que se obtiene un mayor tamaño. Por su parte, Ogawa *et al.* (2003) mencionan que aumentan la expansión foliar, la floración y el desarrollo de las semillas. Una de las funciones más importantes de las GAs es la promoción del crecimiento del tallo, hojas y raíces, esto se debe a la inducción de la división celular, pues acortan la interface del ciclo celular al inducir a las células a sintetizar ácido desoxirribonucleico (Azcon y Talon, 2000; Taiz y Zeiger, 2002).

Grunzwei *et al.* (1997) determinaron que el crecimiento de las plantas de tomate estaba mediado por las GAs, su aplicación promueve la calidad de plantas expresada en el vigor y crecimiento de la raíz, tallo, hojas, así como la del fruto, dependiendo principalmente de la naturaleza de origen, concentración y condiciones climáticas (Alabadí y Carbonell, 1998; Fos *et al.*, 2001; Serrani, 2008). Otros trabajos, empleando giberelinas han buscado tener plantas de tomate con menor altura, pero más compactas, lo que permite sembrar una mayor densidad por hectárea, para lograrlo se han utilizado ácido N-dimetilaminosuccínico y 2-cloroetiltrimetilamonio (Rojas y Ramírez, 1999). También Owens y Stover (1999), indican que según su uso, estos productos inhiben la elongación del tallo y en algunas ocasiones promueven la floración en plantas.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de las giberelinas sobre el crecimiento y la calidad de plántulas de tomate.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en condiciones de invernadero rustico según la clasificación de Pieter de Rijk (2008), ubicado en el Campus Puebla del Colegio de Postgraduados, situado a una latitud de 20°50' al sur y 17°52' de latitud norte; y a una longitud este de 96°43' y longitud oeste de 99°04' (INEGI, 2000). Las condiciones en el interior del invernadero estuvieron definidas por la ventila superior y los laterales, así como el flujo de aire exterior que consiguió una temperatura promedio durante el desarrollo del experimento de 26 °C y una humedad relativa de 41.5 %. Estas se registraron con un termómetro modelo mh-162° colocado en el interior del invernadero.

Se instalaron bandejas de poliestireno especiales para la producción de plántulas con 200 cavidades (2,5 x 2,5 x 7 cm), utilizando turba como sustrato (Sunshine® sun gro Horticulture. Inc). Las semillas se sembraron a 5 mm de profundidad colocando una semilla por cavidad. La variedad de tomate utilizada fue Sun 7705 de hábito indeterminado. Se realizó un riego diario con agua, y a partir de la aparición de hojas verdaderas, con solución nutritiva Steiner al 50% (Steiner, 1961).

Se utilizaron 5 tratamientos (10000, 8000, 6000, 4000 µg/L de giberelinas más un testigo), en un diseño de bloques al azar formado por 50 plántulas y 4 repeticiones, con una área útil de 20 plántulas. Los tratamientos se aplicaron como se describen en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Tratamientos establecidos en el experimento, repeticiones y número de plántulas

**Table 1.** Established treatments in the experiment, repetitions and number of seedlings

Tratamiento	µg/L de giberelinas	Repeticiones	No. de Plántulas
T1	10000	4	20
T2	8000	4	20
T3	6000	4	20
T4	4000	4	20
Testigo	0	4	20

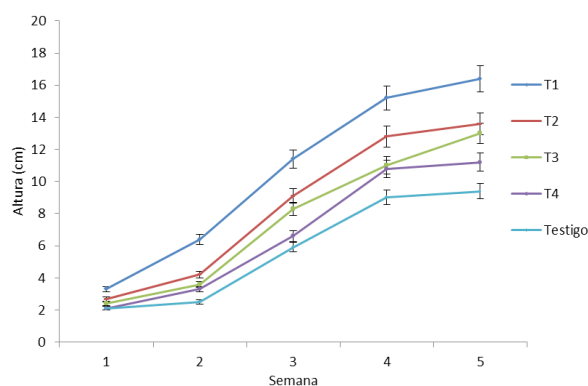
Cada tratamiento se mezcló con 1000 mL de agua destilada y a partir de la aparición de las hojas verdaderas se asperjaron 100 mL de solución cada 120 h con atomizadores manuales cubriendo el 100 % del follaje.

A partir de la aparición de las hojas verdaderas, se registraron los datos de las variables como: altura de la plántula que se midió con una cinta metálica milimetrada (con error de lectura de 0,05 cm), los puntos de referencias fueron la base del tallo y la yema apical. El diámetro del tallo se medido con un vernier (6"/150 mm<sup>o</sup>), el número total de hojas por conteo manual, la longitud de hojas con cinta metálica milimetrada, el peso fresco de la plántula y peso fresco de la raíz se obtuvo a los 25 días después de la germinación mediante la suma de los pesos acumulados de 20 plántulas por tratamiento, ambos pesos se registraron con una balanza Ohaus® de 2610 g ± 0,1 g de capacidad, el volumen radicular, se determinó de acuerdo con Harrington *et al.* (1994).

Los datos obtenidos fueron analizados con el programa estadístico SPSS versión 15,0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La altura de la plántula a los 20 días después de la siembra (dds) expresaron diferencias significativas (Tabla 2). La mayor altura y longitud de plántula se obtuvo con el tratamiento T1 (16,8 cm y 10,2 cm) y T2 (13,6 y 9,4 cm), la tendencia en crecimiento fue mayor a partir de la aparición de las hojas verdaderas, y superando el tratamiento 1 al resto de los tratamientos hasta el final de la semana 5 (Figura 1), este hecho incita a decir que las giberelinas favorecen el crecimiento y desarrollo de las plántulas, pues las plántulas con mayor altura también presentaron mayor diámetro de tallo, mayor número de hojas, así como un mayor peso fresco de raíz y plántula, resultados similares a los mostrados por Fraile *et al.* (2012) al aplicar de 400 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> en el sustrato. Por su parte Marković *et al.* (1995), indican que la altura ideal para el trasplante es de 10 a 15 cm, los tratamientos 1, 2 y 3 alcanzaron esa altura entre los 15 y 20 (dds) (Figura 1), con estos resultados conocemos el tiempo necesario para producir una planta de calidad para el trasplante, pues como indican Balaguera *et al.* (2009), disminuir el tiempo en la etapa de almácigo para que la plántula se adapte a las condiciones ad-



**Figura 1.** Altura semanal de plántulas de tomate con distintas concentraciones de giberelinas.

**Figure 1.** Weekly growth of tomato seedlings with different concentrations of gibberellins.

versas del trasplante y postrasplante se ha convertido en un factor clave a la hora de iniciar la producción. También estos resultados establecen que las GAs influyen directamente en el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

El diámetro del tallo osciló de 0,20 a 0,25 cm entre los tratamientos, con diferencias significativas entre ellos e influenciado por el tratamiento T1 que presentó los mejores resultados de 0,25 cm, comparado con el testigo éste mostró el menor diámetro de 0,20 cm (Tabla 2), pues permitió a las plántulas alcanzar mayor grosor de tallo que es un indicador del estado vigoroso de una plántula, muestra la fortaleza y resistencia que puede tener al ser trasplantada como lo mencionan Quesada *et al.* (2005).

Asimismo, los resultados muestran una correlación significativa entre el diámetro del tallo y la altura de la plántula (Tabla 3), lo que coincide con lo mencionado por Grunzwei *et al.* (1997), quienes determinaron que el crecimiento de las plantas de tomate estaba mediado por las GAs y el crecimiento de las plántulas está directamente relacionado con la longitud del tallo. Por su parte Salisbury y Ross (1994) afirman que la estimulación de la elongación del tallo por acción de las GAs, se debe a la interacción de la estimulación de

la división celular en el ápice del tallo; sin embargo estos resultados son contrarios a los reportados por Silva *et al.* (2001) quienes mencionan que el exceso del contenido exógeno de GAs provoca un efecto inhibitorio del crecimiento.

El tratamiento T1 mostró un efecto significativo en las variables: número de hojas (6,6) y longitud de hoja (10,2 cm) comparado con los demás tratamientos, la menor respuesta se observó con el tratamiento T4 y el testigo (Tabla 2); resultados similares obtuvo Almeida y Pereira (1996), asegurando que la aplicación de GAs aumenta el área foliar, debido a que la transformación de los primordios foliares ocurre más rápido y la expansión foliar es mayor. Al respecto, Almanza (2000) menciona que las GAs inducen elongación y división celular, procesos que se traducen en la obtención de mayor área foliar, lo que a su vez aumenta la eficiencia de la fotosíntesis. Sin embargo, estos resultados son distintos a los reportados por Garrod (1974), quien señala que mayores concentraciones de GAs no generaron las mayores áreas foliares.

El peso fresco acumulado presentó diferencias altamente significativas entre tratamientos, destacando nuevamente los tratamientos T1 (12,2 g) y T2 (10,4 g) con los mejores resultados. Lo anterior se debe a un mayor diámetro de tallo, cantidad de hojas por plántula, y volumen radicular, por lo que las correlaciones son altamente significativas entre estas variables (Tabla 3). Dichos resultados concuerdan con lo mencionado por Azcon y Talon (2000), quienes indican que la aplicación de GAs incrementa el tamaño de la zona meristemática al aumentar el número de células que entran en división celular y éstas contribuyen posteriormente a la elongación del tallo, crecimiento de hojas y raíces; lo que se traduce en un aumento del peso fresco de la plántula.

Respecto al volumen radicular y el peso fresco, el tratamiento T1 presentó diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos, lo que ha venido siendo una constante en los resultados. De tal forma que, plántulas de mayor peso fresco por órganos más grandes, es una respuesta favorable en el postrasplante, lo que concuerda con lo mencionado por Taiz y Zeiger (2002), su trabajo señala que las GAs junto con las auxinas influyen de forma indirecta en la absorción de agua al aumentar la elasticidad de la pared

**Tabla 2.** Efecto de distintas concentraciones de giberelinas en el crecimiento y la calidad plántulas de tomate  
**Table 2.** Effect of different concentrations of Gibberellins on the growth and quality of tomato seedlings

Tratamiento µg/L de giberelinas	Altura (cm)	longitud de hojas (cm)	Número de hojas (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Peso fresco plántula (g)	Peso fresco de raíz (g)	Volumen radicular (cm <sup>3</sup> )
<b>Testigo 0</b>	9,4 <sup>a</sup>	6,6 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>	2,0 <sup>a</sup>	6,4 <sup>a</sup>	0,5 <sup>a</sup>	2,5 <sup>a</sup>
<b>T 3 600</b>	13,0 <sup>c</sup>	9,0 <sup>b</sup>	4,4 <sup>a</sup>	2,0 <sup>a</sup>	8,6 <sup>b</sup>	1,0 <sup>b</sup>	3,6 <sup>ab</sup>
<b>T 4 400</b>	11,2 <sup>b</sup>	9,0 <sup>b</sup>	5,2 <sup>a</sup>	2,0 <sup>a</sup>	9,0 <sup>b</sup>	1,0 <sup>b</sup>	4,2 <sup>b</sup>
<b>T 2 8000</b>	13,6 <sup>c</sup>	9,4b <sup>c</sup>	5,2 <sup>a</sup>	2,1 <sup>a</sup>	10,4 <sup>bc</sup>	1,1 <sup>b</sup>	6,2 <sup>c</sup>
<b>T 1 10000</b>	16,8 <sup>d</sup>	10,2 <sup>c</sup>	6,6 <sup>b</sup>	2,5 <sup>b</sup>	12,2 <sup>c</sup>	1,5 <sup>c</sup>	6,6 <sup>c</sup>
<b>Media Desv. tip</b>	2,56	1,28	0,97	0,21	2,09	0,33	1,06

Medias con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales ( $p < 0.01$ )

**Tabla 3.** Correlación entre las variables estudiadas en plántulas de tomate y distintas concentraciones de giberelinas.**Table 3.** Correlation between the variables studied in tomato seedlings and different concentrations of gibberellins.

Tratamiento µg/L de giberelinas	Altura (cm)	longitud de hojas (cm)	Número de hojas (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Peso fresco plántula (g)	Peso fresco de raíz (g)	Volumen radicular (cm <sup>3</sup> )
Testigo 0	9,4a	6,6a	4,2a	2,0a	6,4a	0,5a	2,5a
T 3 600	13,0c	9,0b	4,4a	2,0a	8,6b	1,0b	3,6ab
T 4 400	11,2b	9,0b	5,2a	2,0a	9,0b	1,0b	4,2b
T 2 8000	13,6c	9,4bc	5,2a	2,1a	10,4bc	1,1b	6,2c
T 1 10000	16,8d	10,2c	6,6b	2,5b	12,2c	1,5c	6,6c
Media Desv. tip	2,56	1,28	0,97	0,21	2,09	0,33	1,06

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01

celular; por tanto, incrementan la cantidad de agua en la célula y, en consecuencia la masa fresca. Por su parte, Barlow *et al.* (1991) encontraron que raíces mutantes de tomate deficientes en GAs presentaron una longitud final de las células similar, pero el diámetro de las células corticales maduras fue 20 % mayor frente al control, con la adición de 0,1 µM de GAs. Estos autores también afirman que las GAs endógenas son necesarias para el crecimiento normal de raíces de tomate, y a la vez regulan la tasa de crecimiento longitudinal y transversal de las células, influyendo en la forma de elongación de las mismas; sus resultados concuerdan con los que se obtuvieron en el presente trabajo. Asimismo, Dolan y Davies (2004) afirman que las GAs junto con las auxinas promueven la expansión celular de raíces y aumentan la biomasa fresca, y su deficiencia causa un sistema radicular escaso. Inada y Shimmen (2000), señalan que los contenidos endógenos de GAs controlaron el crecimiento de raíces por regulación en la elongación celular, sin embargo, Bultynck y Lambers (2004) encontraron que en *Aegilops caudata* y *Aegilops tauschii* la aplicación exógena de GAs incrementó el área foliar por aumento en el número y tamaño de las células, además, incrementó la biomasa en hojas y la disminuyó en raíces. Por otra parte, las GAs aplicadas en raíces y follaje de *Beta vulgaris*, causaron una reducción en la formación de hojas, pero el área foliar y la masa seca de la parte aérea no fueron afectadas (Garrod, 1974).

## CONCLUSIONES

Los tratamientos evaluados con base a diferentes concentraciones de GAs presentaron efectos significativos en la dinámica del crecimiento de las plántulas de tomate y acumulación de materia fresca. Destacaron los tratamientos T1 y T2 debido a las mayores concentraciones de giberelinas aplicadas, respectivamente. La aplicación mayor de GAs vía foliar, en el tratamiento T1, incrementó la altura, diámetro de tallo y área foliar, variables que caracterizan el vigor y calidad de plántulas de tomate.

## REFERENCIAS

Alabadi, D. y Carbonell, J. 1998. Expression of ornithine decarboxylase is transiently increased by pollination, 2,4-di-

chlorophenoxyacetic acid, and gibberellic acid in tomato ovaries. *Plant Physiol.* 118: 323-328.

Almanza, P. 2000. Fisiología vegetal. Instituto Universitario Juan de Castellanos, ed. Juan de Castellanos Tunja, Colombia.

Almeida, J.A.S. y Pereira, M.F. 1996. Efeito de GA3 e paclobutrazol no desenvolvimento vegetativo do girassol. *Rev. Bras. Fisiol. Veg.* 9: 55-60.

Arjona, H., Guerrero, A. y Prieto, C. 1998. Estudios de osmoiniciación de semillas de cebolla de bulbo *Allium cepa* L. *Agron. Colomb.* 15: 143-152 p.

Azcon, J. y Talon, M. 2000. Fisiología y bioquímica vegetal. McGraw Hill Interamericana, Barcelona, España.

Balaguera, L., Deaquiz, A. y Herrera, J. 2009. Obtention of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.) from seeds imbibited in different concentrations of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>). *Agr. Colombiana* 27: 57-64.

Barlow, P., Brain, P. y Sparker, J. 1991. Cellular growth in roots of a gibberellin-deficient mutant of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) and its wild-type. *Plant Cell Physiol.* 42: 339-351.

Berrospe, O., Ordaz, C., Rodríguez, -M., Nieves, M., Quintero, L. 2012. Cachaza como sustrato para la producción de plántula de tomate". *Revista Chapingo serie horticultura*, 18(1): 141-156.

Bultynck, L. y Lambers. H. 2004. Effects of applied gibberellic acid and paclobutrazol on leaf expansion and biomass allocation in two *Aegilops* species with contrasting leaf elongation rates. *Physiol. Plant.* 122: 143-151.

Dolan, L. y Davies. J. 2004. Cell expansion in roots. *Curr. Opin. Plant Biol.* 7: 33-39.

Fos, M., Proaño, K., Nuez, F. y García, M. J. 2001. Role of gibberellins in parthenocarpic fruit development induced by the genetic system pat-3/pat-4 in tomato. *Physiol. Plant.* 111: 545-550.

Fraile, R., Álvarez, H., Deaquiz, O. 2012. Efecto de las giberelinas en la propagación de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo diferentes sustratos enriquecidos con fertilizante. *Revista colombiana de ciencias hortícolas.* 6(1): 41-54.

Garrod, J. 1974. The role of gibberellins in early growth and development of sugar beet. *Plant Cell Physiol.* 25: 945-954.

Grunzwei, J., Rabinowitch, H., Katan, J., Wodner, M. y Bental, Y. 1997. Endogenous gibberellins in foliage of tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Phytochem.* 36: 811-815.

Guzmán, J. 2003. Sustratos y tecnología de almácigo. In: Memoria de cursos de producción en ambientes protegidos. San José, Costa Rica. 25.

- Harrington, J., Mexal, J. y Fisher. J. 1994. Volume displacement provides a quick and accurate way to quantify new root production. *Tree Planters Notes* 3:121-124.
- Hedden, P. y Kamiya. Y. 1997. Gibberellin biosynthesis: enzymes, genes and their regulation. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 48: 431-460.
- Huttly, A. K. y Phillips. A. L. 1995. Gibberellin-regulated plant genes. *Physiol. Plant.* 95: 310-317.
- Inada, S. y Shimmen. T. 2000. Regulation of elongation growth by gibberellin in root segments of *Lemna minor*. *Plant Cell Physiol.* 41: 932-939.
- INEGI. 2000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Marco Geoestadístico. [www.inegi.com.mx](http://www.inegi.com.mx) Consultada 10 abril 2012.
- Lloyd, C.W., Shaw, P.J., Warn. R.M. y Yuan. M. 1996. Gibberellic acid induced reorientation of cortical microtubules in living plant cells. *J. Microsc.* 181, 140-144.
- Markovič, V.; Takac, A, Illin, Z. 1995. Enriched zeolite as a substrate component in the production of pepper and tomato seedlings. *Acta Horticulturae* 396:1-328.
- Ogawa, M., Hanada, A.Y., Yamauchi, A., Kuwahara, Y. y Kamiya. Y.S. 2003. Gibberellin biosynthesis and response during *Arabidopsis* seed germination. *Plant Cell* 15, 1591-1604.
- Owens, C.L. y Stover. E. 1999. Vegetative growth and flowering of young apple trees in response to prohexadione-calcium. *HortScience* 34: 1194-1196.
- Peterson, T.A., Reinsel, M. D. y Krizek. D. T. 1991. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv Better Bush). Plant response to root restriction. I. Alteration of plant morphology. *Journal of Experimental Botany* 42: 1223-1240.
- Pieter de Rijk. 2008. Evolución del sector de agricultura protegida en México [http://www.amhpac.org/contenido/plan\\_consulta](http://www.amhpac.org/contenido/plan_consulta) (enero de 2012).
- Quesada, G. y C. Méndez. 2005. Evaluación de sustratos para almácigos de hortalizas. *Agron. Mesoamer.* 16(2): 171-183.
- Rodríguez, G.A. 2006. Injerto y composta para la producción intensiva de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en condiciones de suelo y cultivo sin suelo en invernadero. Tesis de doctor en ciencias. Colegio de postgraduados. Montecillos, México.
- Rojas, M. y Ramírez. H. 1999. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Ed. Limusa. México. D.F.
- Salisbury, F.B. y Ross. C.W. 1994. Fisiología vegetal. Ed. Iberoamericana. México, D. F.
- Serrani, Y.J. 2008. Interacción de Giberelinas y Auxinas en la Fructificación del Tomate. Tesis de Doctorado, Universidad politécnica de valencia. Valencia España.
- SIACON 2011. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. Información de la Producción Agrícola Nacional por Entidad Federativa 2011. Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México. [www.siap.com.mx](http://www.siap.com.mx). Consultada 16 marzo 2012.
- Silva, M., Gámez, H., Zabala, F., Cuevas, B. y Rojas. M. 2001. Efecto de cuatro fitorreguladores comerciales en el desarrollo y rendimiento del girasol. *Ciencia UANL* 14: 69-75.
- SNIEG. 2009. Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. Banco de información económica. México. : // [www.snieg.mx/](http://www.snieg.mx/). Consultada 11 mayo 2012.
- Sponsel, V.M. 1995. Gibberellin biosynthesis and metabolism. In: *Plant Hormones. Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*. Davies PJ (ed.) pp 66-97. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Steiner, A. 1961. A universal method for preparing nutrient solution of a certain desired composition. *Plant Soil* 15: 134-154.
- Taiz, L. y Zeiger. E. 2002. *Plant Physiology*. Third ed. Sinauer Associates, Inc. Massachusetts. 690.
- Vichiato, M., Castro, D.M., Dutra, L.F. y Pasqual. M. 2007. Alongamento de plantas de *Dendrobium nobile* Lindl. com pulverizacao de acido giberelico. *Cienc. Agrotec.* 31: 16-20.
- Yuan, M., Shaw, P.J., Warn. R.M. y Lloyd. C.W. 1994. Dynamic reorientation of cortical microtubules, from transverse to longitudinal, in living plant cells. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 91: 6050-6053.
- Zieslin, N., Halgom, R. 2004. Alteration of endogenous cytokinins in axillary buds of conventionally grown greenhouse rose plants. *Scientia Hort.* 102: 301-309.