

## **Efecto de prohexadiona – ca en los niveles de giberelinas y citocininas en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

### **Effects of prohexadione – ca on gibberellins and cytokinins levels in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

Homero Ramírez Rodríguez<sup>1||</sup>, Rocío Maricela Peralta Manjarrez<sup>1</sup>, Adalberto Benavides Mendoza<sup>1</sup>; Alfredo Sánchez López<sup>1</sup>; Valentín Robledo Torres<sup>1</sup>; José Hernández Davila<sup>1</sup>

#### **Resumen**

La investigación se realizó con el propósito de conocer los efectos de prohexadiona–Ca en los niveles de giberelinas y citocininas endógenas en híbridos experimentales de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) tipo saladette con hábito de crecimiento determinado e indeterminado.

Se aplicó el retardante de crecimiento a plantas de tomate en invernadero cuando estas alcanzaron 12 hojas verdaderas a concentraciones de 0 (testigo), 175 y 250 mg·litro<sup>-1</sup>. Las dosis de P-Ca utilizadas, redujeron los niveles de giberelinas y aumentaron las citocininas en meristemos apicales. En estos tejidos se identificaron las giberelinas A<sub>12</sub> y A<sub>20</sub> así como zeatina. En ápices testigo se encontraron giberelinas A<sub>1</sub>, A<sub>4</sub> y A<sub>7</sub>, además de zeatina.

**Palabras clave:** P-Ca, tomate, hormonas endógenas.

#### **Abstract**

The present research was conducted with the purpose to learn on the effects of prohexadione – Ca on the endogenous gibberellins and cytokinins levels in two experimental saladette tomato hybrids (*Lycopersicon esculentum* Mill.) with determinate and indeterminate growth habit. The concentrations of P-Ca used, have reduced in apical meristems the levels of gibberellins and have increased the cytokinins content. In these tissues, gibberellins A<sub>12</sub>, A<sub>20</sub> and zeatin were identified. In control samples gibberellins A<sub>1</sub>, A<sub>4</sub>, A<sub>7</sub> and zeatin were found.

**Key words:** P-Ca, tomato, endogenous hormones.

<sup>1</sup>Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Correo-e: [homeror@terra.com.mx](mailto:homeror@terra.com.mx) (|| Autor responsable)

#### **Introducción**

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% 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% de la producción de tomate se destina al consumo interno, principalmente el de tipo saladette (Castellanos y Muñoz, 2003).

El tomate saladette presenta un hábito de crecimiento determinado e indeterminado. En ambos, el primer crecimiento de la planta privilegia la formación de un área foliar importante, destinado en principio al proceso fotosintético, para responder a los requerimientos energéticos en los puntos de crecimiento de la planta. Por lo tanto, el manejo apropiado de la planta tiene gran importancia en la producción de frutos, ya que al limitar el número de puntos de crecimiento, se favorece el flujo de fotoasimilados hacia el ápice terminal, el tallo, las raíces y el racimo que está diferenciándose, evitando un crecimiento excesivo de brotes, permitiendo obtener una producción competitiva con una buena calidad de frutos cosechados y vida productiva de la planta (Pilatti, 1997).

Una de las características que más se ha buscado modificar en el desarrollo del tomate, es tener plantas de menor altura y más compactas lo que permite sembrar una mayor densidad por hectárea (Rojas-Garcidueñas y Ramírez, 1999). Para lograr controlar la altura que en forma natural alcanzan las plantas, se han utilizado retardantes de crecimiento en varias especies vegetales obteniendo, generalmente buenos resultados, actuando como inhibidores de la biosíntesis de giberelinas resultando en un crecimiento vegetativo menor y una modificación en la translocación de asimilados. Este cambio, estimula el incremento en el número de formación de flores (Sánchez, 2003). En tomate se han evaluado distintos productos con acción en la inhibición de la biosíntesis de giberelinas, como, daminozida y cloromequat (Rojas-Garcidueñas y Ramírez, 1999). Sin embargo, Owens y Stover (1999), refieren que aunque estos productos inhiben la elongación y en algunas ocasiones promueven la floración en plantas, presentan el inconveniente de una extensa persistencia en el tejido vegetal y efectos toxicológicos al ser humano y por lo tanto tienen restricciones de uso. Recientemente, se ha reportado a prohexadiona de calcio (P-Ca) como un bioregulador que presenta perspectivas interesantes. Este producto aparentemente actúa inhibiendo la biosíntesis de giberelinas virtualmente sin toxicidad y persistencia limitada (Fallahi, 1999 y Evans *et al.*, 1997). Sin embargo, su mecanismo de acción aún no es definido totalmente desde el punto de vista hormonal endógeno. En base a lo anterior, la presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar los efectos de P-Ca en el crecimiento vegetativo y reproductivo de híbridos experimentales de tomate saladette de hábito determinado e indeterminado y relacionarlos con giberelinas y citocininas endógenas en meristemos apicales.

## **Metodología Experimental**

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. En el verano de 2003, plántulas de dos híbridos experimentales de tomate saladette con hábito de crecimiento de tipo determinado e indeterminado, fueron transplantadas a un invernadero de alta tecnología, en bolsas de plástico con sustrato de peat moss, perlita y vermiculita (6:2:2). El cultivo fué manejado de acuerdo al paquete tecnológico utilizado en el Departamento de Horticultura (Benavides, 2002). Las plantas, una vez establecidas en el invernadero fueron tratadas con los siguientes tratamientos: 0 (testigo), 175 y 250 mg·litro<sup>-1</sup> de prohexadiona de calcio. En cada aplicación de este material se agregó el surfactante

líquido polioxietilenopolipropoxipropanol (Bionex) a razón de 1 ml·litro<sup>-1</sup> de agua. Las condiciones climáticas durante esta investigación dentro del invernadero se mantuvieron a temperatura de 27°C y 65% de humedad relativa. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con los tres tratamientos referidos, seleccionando nueve plantas de cada grupo de híbridos por tratamiento para su evaluación.

Se tomaron muestras de 30 ápices en cada ocasión de plantas testigos y de aquellos que recibieron 175 y 250 mg·litro<sup>-1</sup> de P-Ca. Este muestreo se realizó a los 0, 1, 2, 3, 4, 5, 12 y 19 días después de la aplicación del retardante. Cada muestra fue transferida inmediatamente a nitrógeno líquido tan pronto se desprendió de la planta. Las muestras fueron llevadas al laboratorio del Departamento de Horticultura donde fueron liofilizadas y pulverizadas previamente a su análisis hormonal. Las giberelinas y citocininas fueron analizadas cuantitativamente y/o cualitativamente utilizando la técnica reportada por Ramirez *et al.* (2001) y Stephan *et al.* (1998).

## Resultados Y Discusión

Los tratamientos con prohexadiona de calcio originaron una reducción significativa en los niveles endógenos de giberelinas en el ápice analizado de los híbridos con crecimiento indeterminado (Figura 1) y crecimiento determinado (Figura 2). La reducción en el contenido de giberelinas en ambos materiales experimentales se mantuvo en niveles bajos durante los cinco días posteriores al tratamiento con el retardante de crecimiento ( $P \leq 0.05$ ). La recuperación de éstas hormonas en el tejido vegetativo ocurrió a partir del sexto día después del tratamiento adquiriendo su máximo nivel 12 días después del tratamiento. A partir de esa fecha y hasta el día 19 los niveles de giberelinas de ambos híbridos con las dosis de 175 y 250 mg·litro<sup>-1</sup> fueron muy similares a los ápices de las plantas testigo.

El contenido de citocininas endógenas en los ápices de ambos híbridos mostraron un patrón opuesto al observado en las giberelinas durante los primeros 12 días posteriores al tratamiento. En ambos híbridos se puede observar que el retardante de crecimiento indujo un incremento significativo en el contenido de citocininas ( $P \leq 0.05$ ). El comportamiento de éstas hormonas naturales fue similar en ambos híbridos de tomate, presentando una drástica reducción en su nivel a partir del día 12 y un mínimo en el día 19 posterior al tratamiento con P-Ca (Figuras 3 y 4). Los resultados de los análisis de cromatografía de gases y espectrometría de masas permitieron identificar en las muestras de ápices tratados con el retardante de crecimiento las giberelinas A<sub>12</sub> y A<sub>20</sub> y zeatina. Los ápices testigo mostraron la presencia de las giberelinas A<sub>1</sub>, A<sub>4</sub> y A<sub>7</sub> además de zeatina (Figuras 5 y 6).

Los cambios en el estatus hormonal de plantas vegetales causadas por la aplicación de retardantes de crecimiento está claramente ilustrada en varias especies hortícolas (Rojas-Garcidueñas y Ramírez, 1999). Prohexadiona de calcio es probablemente el retardante de crecimiento de más reciente creación (Rademacher y Kober, 2003). Las figuras 1 y 2 muestran claramente su efecto antigiberélico, el cual se refleja en reducción del crecimiento vegetativo en frutales templados (Rademacher y Kober, 2003). Este efecto, parece ser el resultado de una inhibición en la síntesis de giberelinas A<sub>1</sub>, A<sub>4</sub> y A<sub>7</sub>, mismas que son biológicamente activas y que no aparecen en

los apices tratados con el retardante de crecimiento (Figura 5). Se ha reportado también que prohexadiona de calcio tiende a aumentar los niveles de citocininas en tejidos como meristemos apicales y semillas inmaduras (Evans *et al.*, 1999). Este efecto ha sido relacionado con el estímulo en la formación de flores y hojas en diversas especies frutales (Evans *et al.*, 1999; Owens y Stover, 1999). Los resultados observados en la presente investigación, en particular la reducción de giberelinas (Figuras 1, 2 y 5) y aumento de citocininas (Figuras 3, 4 y 6) son consistentes con las experiencias señaladas.

## Conclusiones

De los resultados de ésta investigación, y en las condiciones en que se realizó se establecen las siguientes conclusiones. La aplicación de prohexadiona de calcio en las concentraciones de 175 y 250 mg·litro<sup>-1</sup> aplicados a plantas de híbridos de tomate de crecimiento determinado e indeterminado cuando alcanzaron 12 hojas verdaderas, reducen los niveles de giberelinas y aumentan las citocininas en meristemos apicales. Este retardante provoca el bloqueo de la síntesis de giberelinas A<sub>1</sub>, A<sub>4</sub> y A<sub>7</sub>.

## Literatura Citada

- BENAVIDES, M. A. 2002. Ecofisiología y Bioquímica del Estrés de las Plantas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. pp. 16-17.
- CASTELLANOS, J. Z.; MUÑOZ R. 2003. La Industria de la Horticultura Protegida en México. En: Muñoz-Ramos, J. J.; Castellanos, J. Z. (eds.). Manual de Producción Hortícola en Invernadero. INCAPA. México. pp. 1-17.
- EVANS, J. R.; ISHIDA, C. A.; REGUSCI, C. L.; RADEMACHER, W. 1997. Mode of action, metabolism and uptake of BAS-125W, prohexadione-calcium. HortScience 324: 557-558.
- EVANS, L.; EVANS, R. R.; REGUSCI, C. L.; RADEMACHER, W. 1999. Mode of action, metabolism and uptake of BAS-125W Prohexadione-calcium. HortScience 34(7): 1200-1201.
- FALLAHI, E. 1999. Metabolism, action and use of BAS-125W in apples. HortScience 34(7): 1192-1193.
- OWENS, L.; STOVER, E. 1999. Vegetative growth and flowering of young apple trees in response to prohexadione-calcium. HortScience 34(7): 1194-1196.
- PILATTI, R. A. 1997. Cultivo Bajo Invernaderos. Ed. Hemisferio Sur, S.A. Universidad Nacional del Litoral. Buenos Aires, Argentina. pp. 7-33.
- RADEMACHER, W.; KOBER. 2003. Efficient use of Prohexadione–Ca in pome fruits. European Journal of Horticultural Science 68(3):107-107.
- RAMÍREZ, H.; HOAD, G. V.; BENAVIDES, A.; RANGEL, E. 2001. Gibberellins in apple seeds and the transport of [<sup>3</sup>H]-GA<sub>4</sub>. Revista de la Sociedad Química de México. 45(2):47-50.
- ROJAS-GARCIDUEÑAS, M.; RAMÍREZ R. 1999. Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas. Editorial Limusa. México, D.F. 239 p.
- SÁNCHEZ B., F. 2003. Obtención de plantas ornamentales compactas, mediante la aplicación de Paclobutrazol y podas de formación. En: Almaguer V.G.;

- Colinas L.; Flores M.; Mora A.; Vidal L.; González R.; Ayala S.; Mejia M. (eds.). X Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, IX Congreso Nacional y II Internacional de Horticultura Ornamental. Chapingo; Méx., México. Vol. 10. p.169.
- STEPHAN, M.; BANGERTH, F.; SCHNEIDER, G. 1998. Transport and metabolism of the gibberellins A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub> and A<sub>4</sub> after application to developing apple fruits of *Malus domestica* cv. Jonagold. VIII Symposium Plant Bioregulators. Ed. J. L. Guardiola. Acta Horticulturae 453:113-119.

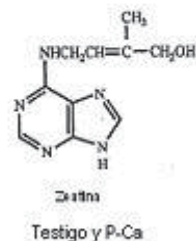


Figura 6. Citocininas identificadas con la técnica de cromatografía de gases y espectrometría de masas en meristemos apicales de tomate saladette tratados con P-Ca a concentraciones de 175 y 250 mg · litro<sup>-1</sup>.