

PACLOBUTRAZOL Y CRECIMIENTO DE RAÍZ Y PARTE AÉREA DE PLÁNTULAS DE PIMIENTO MORRÓN Y BERENJENA

PACLOBUTRAZOL AND ROOT AND SHOOT GROWTH IN BELL PEPPER AND EGGPLANT SEEDLINGS

Leopoldo Partida Ruvalcaba*, Teresa de Jesús Velázquez Alcaraz, Benigno Acosta Villegas, Felipe Ayala Tafoya, Tomás Díaz Valdés, Jorge Fabio Inzunza Castro y Jacobo Enrique Cruz Ortega

Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa. Km 17.5 Carr. Culiacán-Eldorado. Apdo Postal 726. 80000, Culiacán, Sinaloa. Tel: 01 (671) 754-3191.

* Autor para correspondencia (parpolo@yahoo.com.mx)

RESUMEN

En esta investigación se determinaron los efectos del paclobutrazol (PBZ) en el crecimiento de raíces y parte aérea de plántulas de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) variedad 'California Wonder' y de una población segregante de berenjena (*Solanum melongena* L.) variedad 'Dalia'. Las semillas de pimiento morrón se sembraron directamente en prismas de cristal de 1.1 m x 0.1 m x 0.1 m rellenos con "peat moss" como sustrato; las de berenjena se sembraron en charolas de poliestireno con 200 cavidades rellenas con el mismo sustrato. Las plantas se regaron cada 24 h y se fertilizaron con 1.15 g de N L⁻¹ de agua. Los tratamientos fueron: 0 (testigo), 100, 150, 200, 250, 300 y 350 mg L⁻¹ de PBZ. Cada dosis se aplicó sólo una vez al follaje, con un atomizador manual mediante siete disparos. A los 64 d después de la siembra se determinó la longitud de raíz y la materia fresca o seca de la misma y de la parte aérea. El PBZ incrementó la biomasa de raíz y de la parte aérea en ambas especies de plantas, con relación al testigo; 150 mg L⁻¹ fue la dosis más adecuada en pimiento morrón al incrementar en 1.1 veces la longitud de raíz, en 3.7 veces la materia fresca y en 13 veces la materia seca de las mismas; y al incrementar en 1.5 y 6.7 veces la materia fresca y seca de la parte aérea, respectivamente. En raíces de berenjena incrementó en 1.3 veces la materia fresca y en 71 % la materia seca de raíz; y en 81 % la materia fresca y 89 % la materia seca de la parte aérea.

Palabras clave: *Capsicum annuum*, *Solanum melongena*, materia fresca, materia seca.

SUMMARY

In this research we determined paclobutrazol (PBZ) effects on root and shoot growth of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) var. 'California Wonder' and eggplant (*Solanum melongena* L.) var. 'Dalia'. Bell pepper seeds were sowed directly in glass cubes (1.1 x 0.1 x 0.1 m) filled with peat moss as substrate. Eggplant seeds were sowed in polystyrene trays with 200 cavities filled with the same substrate. Plants were irrigated every 24 h and fertilized with 1.15 g of N L⁻¹ of water. Treatments were: 0 (control), 100, 150, 200, 250, 300 and 350 mg L⁻¹ of PBZ. Each dosage was applied only once, spraying the

canopies seven times with a manual atomizer. Root length and fresh or dry matter of root and shoot were determined 64 d after sowing. PBZ increased biomass production of root and shoot in both plants species, compared to the control; 150 mg L⁻¹ was the best dosage for bell pepper because it increased 1.1 times the length, 3.7 times the fresh matter and 13 times the dry matter of roots, and it increased 1.5 and 6.7 times the fresh and dry matter of shoots, respectively. In eggplant roots PBZ caused a gain of 1.3 times in fresh matter and 71 % in dry matter, and in shoots it increased 81 % the fresh matter and 89 % the dry matter.

Index words: *Capsicum annuum*, *Solanum melongena*, fresh matter, dry matter.

INTRODUCCIÓN

El pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) y la berenjena (*Solanum melongena* L.) son dos especies hortícolas ordinariamente cultivadas en Sinaloa. La primera ocupó 1991 ha (79 %) de la superficie cultivada con chiles, durante el ciclo agrícola 2003-2004; la berenjena se cultivó en 771 ha. México exporta 90 % de su producción de pimiento morrón y toda la de berenjena, principalmente a Estados Unidos y Canadá, con lo que capta divisas que influyen en el desarrollo regional. El cultivo de estas dos especies requiere mucha mano de obra, por lo que estas especies también tienen importancia social.

Se ha demostrado que el paclobutrazol (PBZ) incrementa el crecimiento de raíces (Watson, 1996) o la relación raíces/brotes en plantas de durazno (*Prunus persica* L.) (Liyembani y Taylor, 1989), así como en *Pyracantha* y *Juniperus* (Ruter, 1994), de tal manera que siendo conocido para reducir el crecimiento de plantas leñosas, los horticultores lo han usado con éxito para aquel propósito

(Fletcher *et al.*, 2000). Como esta sustancia tiene alta residualidad en el suelo, puede provocar contaminación de mantos freáticos y riesgo potencial de traslocación a los frutos; no obstante, dicha residualidad ocurre cuando se hacen aplicaciones consecutivas (Osuna *et al.*, 2001).

En dosis de 1.0 mg L⁻¹ aplicado al suelo o de 25 mg L⁻¹ en aplicación foliar, el PBZ ha provocado que se reduzca la altura de plántulas, se aumente el grosor del tallo y el desarrollo de raíces, se mejore la actividad fotosintética y el balance hídrico y con ello la calidad de plántulas para trasplante, y se acelere la formación y cosecha de frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. 'Precador', sin dejar residuos de PBZ en los frutos (Berova y Zlatev, 2000). El remojo de semillas de tomate del cv. 'Sun 6108' con soluciones hasta de 1000 mg L⁻¹ de PBZ, tampoco dejó residuos en el fruto ni disminuyó su tamaño, por lo que el remojo de semillas se considera un método promisorio para aplicar PBZ (Magnitskiy *et al.*, 2006).

En plántulas de tomate de los cvs. 'Francysset', 'Pavia' y 'Montego', el PBZ redujo el tamaño de plántulas hasta 45 %, e incrementó el diámetro de tallo y rendimiento de frutos en 9 y 13 %, respectivamente. No obstante, cuando se aplicó sobre semillas, el PBZ redujo significativamente la emergencia de plántulas (Giovinnazzo *et al.*, 2001). En plántulas de tomate cv. 'Viradoro', el PBZ ocasionó disminución en altura y peso seco de la parte aérea y raíces, cuando fue aplicado en dosis de 200 mg L⁻¹; aunque tal efecto en altura fue similar al causado por etefón y uniconazole, PBZ fue el que más disminuyó el peso seco de la parte aérea y de raíces, en relación con los tratamientos testigo y etefón (Nascimento *et al.*, 2003). También se ha observado que en plántulas de tomate de los cultivares 'Río Grande', 'Maya', 'H-9663' y 'H-289', el PBZ a dosis de 100, 150 ó 200 mg L⁻¹ redujo el crecimiento, mientras que con 250, 300 ó 350 mg L⁻¹ lo incrementó, respecto a las plántulas testigo (Partida *et al.*, 2005). En plántulas de olmo (*Ulmus divaricata* Mull.) el PBZ incrementó la relación entre longitud y peso de raíces regeneradas, aún cuando el peso total de raíces regeneradas fue reducido por excesiva regulación del crecimiento (Watson, 2001).

El PBZ es un activo inhibidor de la biosíntesis del ácido giberélico (Tadao *et al.*, 2000), por lo que reduce los niveles de giberelina endógena (AG₁) en células libres del endospermo de *Cucurbita maxima* L. (Hadden y Graebe, 1985). Ello se debe a que el PBZ interactúa con monooxigenasas del citocromo P450, al bloquear las oxidaciones sucesivas del ent-kaureno a ent-kaurenol, ent-kaurenal y ácido ent-kaurenico, dentro del ciclo del mevalonato, y de esta forma inhibe la síntesis de giberelinas (Azcón, 1993) y la elongación celular (Rademacher, 2000).

La estructura del paclobutrazol [(2RS, 3RS)-1-(4-clorofenil)-4,4-dimetil-2-(1h-1,2,4-triazol-1-il) pentan-3-ol] es similar a la del brasinazole; sin embargo, este último es un potente inhibidor de la biosíntesis del brasinosteroide, que a su vez es una sustancia inductora de enanismo en tomate, chícharo (*Pisum sativum* L.) y *Arabidopsis* y recientemente ha sido clasificada como una nueva clase de fitohormona (Clouse y Sasse, 1998).

En esta investigación se determinaron los efectos del PBZ en el crecimiento de raíces y de la parte aérea de las plántulas de pimiento morrón y berenjena, al ser aplicado en diversas dosis. Al respecto se postuló que al menos habrá una dosis de PBZ que produzca efectos benéficos en la calidad de las plántulas de estas dos especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se hizo en un invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ubicada a 24° 37' 29" LN y 107° 26' 36" LO, en Sinaloa, México. Se usó la var. 'California Wonder' de pimiento morrón y una población segregante (F₂) de la var. 'Dalia' de berenjena. La siembra de ambas especies se hizo el 18 de octubre de 2004, con tres semillas por punto para luego seleccionar las plántulas más homogéneas en nacencia y tamaño de hojas cotiledonales. Para pimiento se usaron prismas de cristal (1.1 m x 0.1 m x 0.1 m, altura x ancho x profundidad) rellenos con turba orgánica (peat moss), y para berenjena se usaron charolas de poliestireno con 200 cavidades rellenas con la misma turba. De los cuatro cristales que formaron el cubo, tres se pintaron de negro para evitar la penetración de luz, y uno se dejó sin pintar para observar el crecimiento de raíces, lo cual no se pudo realizar debido a que el sustrato impidió observar todo el crecimiento radical. Además, los cubos se rodearon con plástico negro para impedir la penetración de luz al sistema radical. Las plantas fueron irrigadas hasta los 64 d después de la siembra, con una periodicidad de 24 h en ambas especies, y fertilizadas una vez con solución acuosa de N (1.15 g L⁻¹) en el doceavo riego, en la que se usó urea como fuente de nitrógeno.

Los tratamientos de PBZ aplicados fueron las dosis: 0 (testigo), 100, 150, 200, 250, 300, 350 mg L⁻¹. Cada dosis se aplicó sólo una vez con un atomizador manual. Con el fin de evitar contaminación, se utilizó un atomizador para cada tratamiento. Se asperjó la solución con el mismo número de disparos (7) del atomizador en cada unidad experimental, y se procuró que cada disparo se llevara a cabo casi con la misma fuerza, hasta que se formaron gotas semejantes al rocío sobre la superficie de las hojas de las plántulas, sin que éstas escurrieran; en las plántulas testigo se aplicó agua destilada. El PBZ se aplicó cuando las

plántulas tenían dos hojas verdaderas, y estas últimas no mostraban gutación por el haz. Las plántulas ya rociadas se aislaron mediante contenedores (barreras) de cristal, con la finalidad de no contaminar al resto de las unidades experimentales.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, en cada especie; para pimiento morrón, cada cubo de cristal representó una unidad experimental con una planta; para berenjena, 30 plántulas de una charola representaron la unidad experimental, excepto la del testigo que tuvo 20 plántulas.

A los 64 d después de la siembra de ambas especies, se evaluó la longitud de raíces en pimiento morrón y la materia fresca y seca de la raíz y de la parte aérea en cada especie. La longitud de raíces se midió desde la base del tallo hasta la cofia de la raíz más larga, en tanto que la materia fresca de la raíz y de la parte aérea se pesó con báscula digital, inmediatamente después del lavado y del secado de las raíces. Posteriormente las plántulas se cortaron en la base del tallo, y ambas partes de las plántulas se sometieron a secado en estufa a 70 °C durante 48 h, hasta peso constante. En pimiento morrón se utilizaron todas las plantas, mientras que en berenjena sólo diez fueron utilizadas por cada unidad experimental y repetición.

Se hicieron análisis de varianza, correlación de las variables y comparación de medias con la prueba de Tukey a 0.05 de probabilidad, mediante el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento del pimiento morrón

En la longitud de raíz se detectaron diferencias significativas entre dosis de PBZ, en donde destacó la dosis de 150 mg L⁻¹ por haber incrementado en 1.1 veces dicha longitud con respecto al testigo (Cuadro 1). Las dosis de 100 y 250 mg L⁻¹ también superaron al testigo en 61 y 67 %, mientras que las de 200 y 350 mg L⁻¹ resultaron igual que el testigo.

Las dosis de 100, 150 y 250 mg L⁻¹ también fueron eficaces en inducir una mayor acumulación de materia fresca en la raíz y parte aérea (Cuadro 1). Esto explica la correlación positiva ($r > 0.85^{**}$) observada entre los pesos frescos de raíz y parte aérea (Cuadro 2); esto posiblemente se deba a que conforme aumenta la parte aérea, la demanda por agua y nutrimentos también aumenta, de modo que las plántulas incrementan el tamaño de la raíz para satisfacer tales demandas. La dosis de 150 mg L⁻¹ promovió una ganancia de 3.7 veces en la acumulación de materia fresca en la raíz, en relación con el testigo. En la materia seca de raíz se registraron las mismas tendencias que en longitud y materia fresca, pero las diferencias no fueron significativas (Cuadro 1), lo cual se atribuye a la mayor variación en la materia seca de raíz. No obstante, esta variable mostró alta correlación positiva ($r > 0.93^{**}$ y $r > 0.95^{**}$) con la longitud y materia fresca de la raíz (Cuadro 2).

Estos resultados permiten deducir que la dosis de 150 mg L⁻¹ de PBZ fue la que más incrementó el crecimiento de raíz en plantas de pimiento. Watson (1996) también observó que el PBZ incrementó el crecimiento de raíces en árboles, aún cuando no haya sido aplicado al sistema radical, lo cual es deseable porque el PBZ aplicado al suelo prolonga su efecto residual por más tiempo.

Cuadro 1. Longitud, materia fresca y seca de raíz y de parte aérea, de plántulas de pimiento morrón cv. 'California Wonder', a los 64 d de haber sido sometidas a diversas dosis de PBZ.

| Dosis de PBZ | Longitud de raíz (m) | Materia fresca de raíz (g) | Materia seca de raíz (g) | Materia fresca de parte aérea (g) | Materia seca de parte aérea (g) |
|------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 100 mg L ⁻¹ | 0.84 ab | 12.50 ab | 0.97 a | 5.00 abc | 0.30 ab |
| 150 mg L ⁻¹ | 1.10 a | 21.00 a | 1.40 a | 7.53 ab | 0.77 a |
| 200 mg L ⁻¹ | 0.75 bc | 8.33 ab | 0.37 a | 3.33 bc | 0.13 b |
| 250 mg L ⁻¹ | 0.87 ab | 14.00 ab | 0.37 a | 7.73 a | 0.60 ab |
| 300 mg L ⁻¹ | 0.57 c | 7.00 b | 0.20 a | 2.00 c | 0.10 b |
| 350 mg L ⁻¹ | 0.78 bc | 7.50 ab | 0.40 a | 6.00 abc | 0.30 ab |
| Testigo | 0.52 c | 4.50 b | 0.10 a | 3.00 c | 0.10 b |
| DMSH | 0.27 | 13.51 | 1.44 | 4.34 | 0.52 |

Medias con letras iguales en una columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05); DMSH = Diferencia mínima significativa honesta.

Cuadro 2. Coeficientes de correlación simple entre variables estudiadas en plántulas de pimiento morrón cv. 'California Wonder' tratadas con paclobutrazol en la etapa de dos hojas verdaderas.

| | PFR | PSR | PFA | PSA |
|-----|---------|---------|---------|---------|
| LR | 0.94 ** | 0.93 ** | 0.85 ** | 0.90 ** |
| PFR | | 0.95 ** | 0.78 ** | 0.93 ** |
| PSR | | | 0.71 ns | 0.83 ** |
| PFA | | | | 0.93 ** |

LR = Longitud de raíz; PFR = Materia fresca de raíz; PSR = Materia seca de raíz; PFA = Materia fresca de la parte aérea; PSA = Materia seca de la parte aérea; **: Altamente significativo ($P \leq 0.01$); ns = No significativo.

Respecto a la materia fresca de la parte aérea de pimiento morrón, se encontró que las plántulas tratadas con 250 mg L⁻¹ de PBZ superaron al testigo en 1.6 veces (Cuadro 1), aunque estadísticamente fue igual a las dosis de 150, 100 y 350 mg L⁻¹. No obstante, el mayor promedio de materia seca de la parte aérea (con un incremento de 6.7 veces con relación al testigo) se obtuvo con las plántulas tratadas con 150 mg L⁻¹ de PBZ, promedio que estadísticamente fue similar al de las dosis de 100, 250 y 350 mg L⁻¹. Estos resultados contrastan con los reportados por Nascimento *et al.* (2003), pero los de éstos coinciden con los aquí obtenidos con 200 mg L⁻¹, en el sentido de que esta dosis de PBZ causó disminución de la materia seca en la parte aérea, en comparación con la de 150 mg L⁻¹.

En general, los mayores valores de materia fresca y seca de la parte aérea de pimiento morrón, se obtuvieron en plántulas que recibieron los mismos tratamientos (Cuadro 1), conforme a lo esperado de que a mayor materia fresca también habrá mayor materia seca.

El análisis de correlación detectó asociación positiva ($r > 0.80^{**}$) entre la mayoría de las variables estudiadas, excepto entre la materia seca de raíz y la materia fresca de la parte aérea (Cuadro 2). Liyembani y Taylor (1989), Berova y Zlatev (2000) y Ruter (1994), también observaron que el PBZ incrementó la raíz, y Watson (2001) reportó incrementos de longitud y peso de raíces. Sin embargo, contrastan con los obtenidos por Wood (1988) quien señaló que en árboles de nogal pecanero [*Carya illinoensis* (Wangenh) C. Koch] el PBZ redujo el crecimiento de raíces y el área foliar durante cuatro años después de la aplicación. Por tanto, los efectos producidos por el PBZ dependen de la especie, la etapa fenológica de las plantas y las dosis. De igual manera, Nascimento *et al.* (2003) observaron disminución del peso seco de la parte aérea y de raíz en plántulas de tomate tratadas con PBZ.

Crecimiento de la berenjena

En berenjena, el crecimiento de raíz en términos de materia fresca y seca, también se afectó significativamente por la aplicación del PBZ (Cuadro 3). Así, con la dosis de 150 mg L⁻¹ las plántulas incrementaron en 1.3 veces la materia fresca y en 71 % la materia seca de raíz, en relación con el testigo. También se observaron otras dosis que estadísticamente fueron iguales a la de 150 mg L⁻¹, como las de 300 y 350 mg L⁻¹.

Por tanto, para berenjena se deduce que 150 mg L⁻¹ de PBZ fue la dosis que dio mayor ganancia en el crecimiento de raíz, al igual que se observó en pimiento morrón. Es necesario destacar que esta dosis óptima es mucho mayor que las obtenidas por Berova y Zlatev (2000) que fueron de 1.0 ó 25 mg L⁻¹ de PBZ aplicado al suelo o follaje, respectivamente.

En la materia fresca de la parte aérea se encontró que las plántulas tratadas con 300 mg L⁻¹ de PBZ superaron en 86 % al testigo (Cuadro 3), aunque las dosis de 100, 150, 250 y 350 mg L⁻¹ resultaron estadísticamente iguales a la de 300. La mayor acumulación de materia seca en la parte aérea se registró en las plántulas tratadas con 150, 300 ó 350 mg L⁻¹ de PBZ, las cuales superaron a las plántulas del testigo. En promedio, todas las plántulas tratadas con PBZ produjeron 42 % más de materia seca que las del testigo.

En berenjena todas las variables estudiadas correlacionaron entre sí de manera positiva y significativa, con valores ≥ 0.59 (Cuadro 4). Watson (2001), Liyembani y Taylor (1989) y Ruter (1994), también dieron evidencias de que el PBZ puede influir en el crecimiento de varias especies; al incrementar, como lo informaron LeCain *et al.* (1986), el de un órgano y disminuir el de otro en la misma planta, o disminuir dos rasgos de un órgano; o como lo mencionaron Berova y Zlatev (2000), al inducir la mejora en la calidad de plántulas para trasplante.

Cuadro 3. Promedios de materia fresca o seca de raíz y parte aérea de berenjena cv. 'Dalia', a los 64 d de haber aplicado diversas dosis de PBZ.

| Dosis de PBZ | Materia fresca de raíz (g) | Materia seca de raíz (g) | Materia fresca de parte aérea (g) | Materia seca de parte aérea (g) |
|------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 100 mg L ⁻¹ | 1.20 c | 0.09 bc | 0.776 abc | 0.156 ab |
| 150 mg L ⁻¹ | 1.83 a | 0.12 a | 0.960 ab | 0.199 a |
| 200 mg L ⁻¹ | 1.24 c | 0.09 bc | 0.718 bc | 0.150 ab |
| 250 mg L ⁻¹ | 1.31 c | 0.09 bc | 0.841 ab | 0.149 ab |
| 300 mg L ⁻¹ | 1.61 ab | 0.12 ab | 0.982 a | 0.176 a |
| 350 mg L ⁻¹ | 1.48 bc | 0.11 ab | 0.900 ab | 0.177 a |
| Testigo | 0.81 d | 0.07 c | 0.529 c | 0.105 b |
| DMSH | 0.29 | 0.03 | 0.251 | 0.053 |

Medias con letras iguales en una columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05); DMSH = Diferencia mínima significativa honesta.

Cuadro 4. Coeficientes de correlación simple entre las variables estudiadas en plántulas de berenjena variedad 'Dalia'.

| | PSR | PFA | PSA |
|-----|---------|---------|---------|
| PFR | 0.75 ** | 0.92 ** | 0.63 ** |
| PSR | | 0.74 ** | 0.59 ** |
| PFA | | | 0.69 ** |

PFR = Materia fresca de raíz; PSR = Materia seca de raíz; PFA = Materia fresca de la parte aérea; PSA = Materia seca de la parte aérea; **: Altamente significativo ($P \leq 0.01$).

CONCLUSIONES

El paclobutrazol, en las dosis adecuadas, promovió el crecimiento de raíz y parte aérea en plántulas de pimiento morrón y berenjena. La dosis de 150 mg L⁻¹ fue la mejor para incrementar longitud, materia fresca y seca de raíz y la materia seca de la parte aérea del pimiento morrón y berenjena. La ganancia en materia seca radical y de la parte aérea de las dos especies permite producir plántulas de calidad para su establecimiento en sistemas de producción.

En pimiento morrón, la correlación entre variables de crecimiento fue positiva y significativa ($r > 0.80^{**}$), excepto entre la materia seca de raíz y materia fresca de la parte aérea. En berenjena, todas las correlaciones entre variables de crecimiento fueron positivas y significativas.

BIBLIOGRAFÍA

- Azcón B J (1993) Fisiología y Bioquímica Vegetal. Ed. Interamericana Mc-Graw. Madrid, España. pp:301-316.
- Berova M, Z Zlatev (2000) Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Plant Growth Reg. 30:117-123.
- Clouse S D, J M Sasse (1998) Brassinosteroids: essential regulators of plant growth and development. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 49:427-451.
- Fletcher R A, A Galley, N Sankhla, T D Davis (2000) Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. Hort. Rev. 24:55-138.
- Giovinazzo R, M V Souza, T K Hartz (2001) Paclobutrazol responses with processing tomato in France. Acta Hort. 542:355-358.
- Hadden P, J E Graebe (1985) Inhibition of gibberellin biosynthesis by paclobutrazol in cell-free homogenates of *Cucurbita maxima* L. esdospem and *Malus pumila* embryos. Plant Growth Reg. 4:111-112.
- LeCain D R, K A Schekel, R L Walple (1986) Growth retarding effects of paclobutrazol on weeping fig. HortScience 21:1150-1152.

- Liyembani S, B H Taylor (1989) Growth and development of young peach trees as influenced by foliar sprays of paclobutrazol or XE-1019. HortScience 24:65-68.
- Magnitskiy S V, C C Pasian, M A Bennett, J D Metzger (2006) Effects of soaking cucumber and tomato seeds in paclobutrazol solutions on fruit weight, fruit size and paclobutrazol level in fruits. HortScience 6:1446-1448.
- Nascimento M W, Salvagio R, Silva C J B (2003) Condicionamento químico de crescimento de mudas de tomate. Hort. Brasileira 21:1-3.
- Osuna G J A, R Baez S, V M Medina U, X Chávez C (2001) Residualidad de paclobutrazol en frutos de mango (*Mangifera indica* L.) cultivar Tommy Taquin. Rev. Chapingo S. Hort. 7:275-282.
- Partida R L, T de J Velázquez A, B Acosta V, T Díaz V, J C Low L (2005) Eficacia del paclobutrazol para retardar el crecimiento de plántulas de tomate. Rev. Téc. Cient. Cidefruta 1:13-17.
- Rademacher W (2000) Growth retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 5:501-531.
- Ruter J M (1994) Growth and landscape establishment of *Pyracantha* and *Juniperus* after application of paclobutrazol. HortScience 29:1318-1320.
- SAS Institute (1985) SAS User's Guide: Basics, Version 5. SAS Institute Inc., Cary, NC. pp:1181-1191.
- Tadao A, M Y Kin, N Nagata, K Yamagishi, S Takatsuto, S Fujioka, N Murofushi, I Yamaguchi, S Yoshida (2000) Characterization of brassinazole, a triazole-type brassinosteroid biosynthesis inhibitor. Plant Physiol. 123:93-99.
- Watson G W (1996) Tree root system enhancement with paclobutrazol. J. Arboricult. 22:211-217.
- Watson G (2001) Soil applied paclobutrazol affects root growth, shoot growth and water potential of American elm seedlings. J. Environ. Hort. 19:119-122.
- Wood B W (1988) Paclobutrazol suppresses vegetative growth of large pecan trees. HortScience 23:341-343.