

## Citoquinina para modificar la arquitectura de planta de petunia

N. Francescangeli, A. Zagabria

EEA INTA San Pedro. Ruta 9 Km 170 – C.C. 43 – B2930 ZAA San Pedro, Argentina.

E-mail: nfrances@correo.inta.gov.ar

### Resumen

Se obtuvo información sobre los efectos de la citoquinina 6-bencilaminopurina (BA) en diversos parámetros fenométricos de petunia y se ponderó su valor agronómico para modificar la arquitectura de la planta. En un experimento realizado en la Estación Experimental Agropecuaria INTA San Pedro (Lat.: 33° 41' S Long.: 59° 41' W), provincia de Buenos Aires, Argentina, se compararon cuatro concentraciones de BA: 0, 5, 10 y 15 mg L<sup>-1</sup>; aplicadas por aspersión en tres momentos del ciclo: a aparición visible de primer pimpollo, a 7 días y a 14 días después de la aparición visible de pimpollo.

A concentraciones crecientes de BA, hasta 15 mg. L<sup>-1</sup>: disminuyeron la altura de las plantas, el peso seco de raíces y flores, y el número de hojas; aumentaron el peso seco del conjunto hojas y tallos, el largo promedio de las hojas, el área foliar individual y el índice de compactidad. No se detectaron efectos de los tratamientos sobre el número de ramas y de flores, la producción total de materia seca, el área foliar total de las plantas, el ancho promedio de las hojas ni el perímetro promedio de las hojas.

De los resultados obtenidos con la aplicación de BA en petunia, puede asignarse el mayor valor agronómico a la producción de plantas más bajas y compactas, desafío primario para el productor de especies florales en maceta.

**Palabras clave:** arquitectura de planta, regulador de crecimiento, BA, *Petunia x hybrida*.

### Summary

Data on the effects of the cytokinin 6-bencilaminopurine (BA) in various phenometric parameters of petunia were registered and their agronomic value to modify plant architecture was examined. In an experiment conducted at the Estación Experimental Agropecuaria INTA San Pedro (Lat. 33 ° 41 ' S Long.: 59 ° 41' W), province of Buenos Aires, Argentina, four concentrations of BA: 0, 5, 10 and 15 mg L<sup>-1</sup>, applied by spraying three times in the cycle: a visible appearance of the first bud, at 7 days and 14 days after the onset of visible bud were compared.

At increasing concentrations of BA, up to 15 mg. L<sup>-1</sup>: decreased plant height, dry weight of roots and flowers, and the number of leaves; increased the dry weight of all leaves and stems, the average length of leaves, individual leaf area and compactness index. We detected no effects of treatments on the number of branches and flowers, the total dry matter production, total leaf area of plants, the average width of the leaves and the average perimeter of the leaves.

From the results obtained with the application of BA in petunia, the highest agronomic value can be allocated in the production of lower and compact plants; primary challenge for the producer of potted flowering species.

**Key words:** plant architecture, plant growth regulator, BA, *Petunia x hybrida*.

## Introducción

Las petunias (*Petunia x hybrida*) son unas de las plantas más populares de la estación cálida en el mundo dadas su versatilidad y variedad. Debido al continuo mejoramiento a que se ha sometido la especie desde la década de 1970, actualmente se dispone de una amplia gama de colores, dos hábitos de crecimiento (erecto y colgante) y numerosos híbridos y cultivares de flores simples y dobles (entre 400 y 500) (Kessler, 1998). Al igual que otras especies de maceta, la petunia se ha convertido en un desafío para el floricultor que busca aumentar la calidad de su producción con ejemplares bajos y compactos.

Los reguladores de crecimiento actúan modificando el crecimiento y desarrollo de las plantas a través de su acción sobre vías y pasos bioquímicos específicos, así, algunos, como las citoquininas, actúan como símiles hormonales, y por sus favorables características de baja toxicidad son candidatos apropiados para ser incorporados en sistemas de manejo con reducido impacto ambiental (Retamales, 2007).

Otros, en cambio, recomendados comercialmente para petunia: paclobutrazol, ancymidol, daminozide y uniconazol (Latimer, 2001) dejan residuos en el ambiente; particularmente, el inhibidor del ácido giberélico paclobutrazol que persiste en el suelo por largos períodos (Barrett, 2002).

Las citoquininas son un grupo de fitohormonas que juegan un rol muy importante en el crecimiento y desarrollo de la planta, resultando su actividad en la morfogénesis y en el metabolismo muy dependiente de factores ambientales (Hirose *et al.*, 2008).

En diversas especies florales, se ha demostrado que las citoquininas favorecen todos los procesos asociados al crecimiento y al desarrollo, disminuyendo la pérdida de pigmentos fotosintéticos y proteínas al modifi-

car positivamente las actividades de las enzimas relacionadas con el estrés oxidativo (Divo de Sesar, 2005).

Nishijima *et al.* (2006) encontraron una relación directa entre el contenido de 6-bencilaminopurina (BA) y el tamaño de la corola de petunia, y atribuyeron como efecto de la fitohormona un incremento en el número de células.

Taverner *et al.* (1999) observaron que la aplicación de citoquininas retrasaba la senescencia de las flores de petunia, dependiendo de la respuesta del tipo y concentración de citoquinina y del estado de desarrollo de la flor.

Los efectos de las citoquininas en el tamaño de las hojas fueron investigados en distintas especies (Kamisaka and Miyamoto, 1994) y se ha demostrado que generalmente provocan un aumento del tamaño de la hoja debido al alargamiento celular (Letham, 1969; Tsui *et al.*, 1980).

El objetivo del trabajo fue obtener información sobre los efectos de la citoquinina BA en diversos parámetros fenométricos de petunia y ponderar su valor agronómico para modificar la arquitectura de la planta.

## Materiales y métodos

El experimento se desarrolló en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria San Pedro, Provincia de Buenos Aires, Argentina (33°4' S, 59°4' O), durante la primavera de 2008. El cultivar de petunia utilizado fue 'Ultra White' (Ball Seeds): tipo grandiflora, flores blancas, simples, fragantes, grandes; hojas pequeñas; hábito erecto. El trasplante se realizó el 5 de noviembre de 2008 desde bandejas con 240 plántulas, al estado de dos hojas verdaderas, adquiridas en un vivero comercial.

Los tratamientos consistieron en cuatro concentraciones de BA (reactivo pro-análisis): 0, 5, 10 y 15 mg L<sup>-1</sup>; aplicadas por aspersión en tres momentos del ciclo: 1) a aparición visible de primer pimpollo, 2) a 7 días de 1 y 3) a 14 días de 1.

El cultivo se condujo en macetas de polietileno negro de 1 L de capacidad, 12 cm de altura y 12 cm de diámetro, con sustrato comercial compuesto por diferentes tipos de turbas, humus de lombriz y perlita (Grow Mix® Standard, Terraferil S.A., Moreno, Argentina) (densidad aparente 0,083 kg m<sup>-3</sup>; porosidad 22,4%; retención de agua 61,7%). Las macetas se dispusieron en un invernadero sobre mesas de cultivo, a una densidad de 55 plantas m<sup>-2</sup>, con riego por goteo localizado (un vástago por maceta, caudal horario de 4 L). Semanalmente se aplicó fertilización por riego con una solución de NPK (1:0, 22:1,4) y micronutrientes. A lo largo del ciclo del cultivo el pH se mantuvo en el rango 5,5 a 6,5 y la conductividad eléctrica entre 1,2 y 2,2 dS n<sup>-1</sup>. Tanto el riego como la fertilización fueron similares para todas las plantas.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con 20 plantas por tratamiento y tres repeticiones. Sobre todas las plantas de cada parcela se observó la fecha de aparición visible de primer pimpollo.

A las 6 semanas del trasplante se registraron las siguientes variables:

- 1) *Generales*, sobre 10 plantas de cada tratamiento: altura de planta, número de ramas y número de flores.
- 2) *Materia seca*, sobre las mismas 10 plantas de cada tratamiento: peso seco de raíz (luego de un lavado cuidadoso), peso seco de (ramas + hojas) y peso seco de flores; luego de secado en estufa a 75° C durante 72 horas. Se calcularon las relaciones total aéreo:total y flores:total.
- 3) *Foliales*, sobre 4 plantas: largo de hoja, ancho de hoja, perímetro de hoja y área

foliar de cada hoja; mediante un medidor de área foliar Ci-202 (CID, Inc). Se contó el número de hojas de cada planta y se calculó el área foliar total.

Además, se calculó como índice de compactidad la relación entre el peso seco aéreo y la altura.

Con un adquisidor automático de datos Watch Dog® se obtuvieron a nivel del dosel vegetal registros de radiación fotosintéticamente activa (PAR), temperatura y humedad relativa del aire durante todo el ciclo del cultivo (frecuencia 15 minutos).

Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó el programa SAS y sus procedimientos (SAS Institute, 1989). Se aplicó la prueba de no aditividad de Tukey para confirmar la distribución normal de los datos, los que se sometieron al análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ). Se compararon los tratamientos con la prueba de Tukey para medias ajustadas ( $\alpha = 0,05$ ) y se determinaron los mejores ajustes lineales, cuadráticos o cúbicos entre las variables y las concentraciones de BA ( $\alpha = 0,05$ ).

## Resultados y discusión

### Situación climática

Durante las 6 semanas de cultivo, los promedios de temperatura y humedad en que se desarrollaron las plantas fueron 25,0° C y 62%. La PAR acumulada hasta el estadio de primer pimpollo formado fue de 303 moles PPF m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> y hasta la cosecha, 852 moles PPF m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>.

### Efectos de las concentraciones de BA

El momento de aparición visible de primer pimpollo se produjo a 14 días desde el trasplante (ddt), fecha en que comenzaron a aplicarse los tratamientos.

Entre las variables generales, a 6 semanas desde el transplante, la BA no produjo efectos en el número de ramas a cosecha (8,8) ni en el número de flores a cosecha (20,1), que resultaron estadísticamente similares para todas las plantas en ensayo (datos no mostrados). En cambio, se detectó una disminución de la altura de planta con el aumento de la concentración de BA, generándose una tendencia lineal de bajo ajuste, pero muy significativa (Figura 1).

Los tratamientos de BA no afectaron la producción total de materia seca, pero incidieron en su distribución entre los distintos órganos (Tabla 1). En todas las plantas tratadas con BA, a concentraciones crecientes, disminuyó el peso seco de raíces y flores y aumentó el de hojas + tallos. Se establecieron tendencias lineales significativas en todos los casos, y como consecuencia también en las relaciones entre la parte aérea y el total, y, entre las flores y el total aéreo.

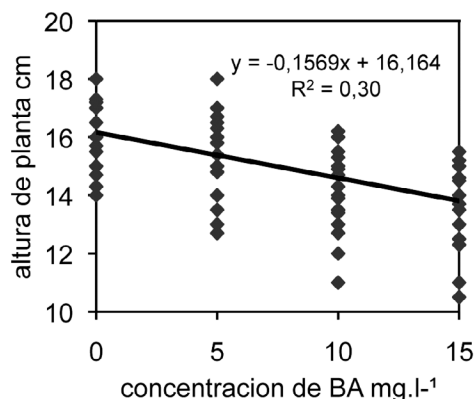


Figura 1. Relaciones entre la altura de planta de petunia a 6 semanas del transplante y concentraciones de 6-bencilaminopurina (BA). F modelo de regresión < 0,0001

Figure 1. Relations between the petunia plant height at 6 weeks of the transplant, and concentrations of 6-bencilaminopurine (BA). Regression model, F < 0.0001

Entre las variables foliares, se observaron algunos efectos de los tratamientos (Tabla 2): con el aumento de las concentraciones de BA disminuyó el número total de hojas y aumentaron su largo promedio y su área foliar individual. No se modificaron el área foliar total de las plantas, el ancho promedio de las hojas ni el perímetro promedio de las hojas. En todas las plantas medidas las hojas estaban turgentes y verdes, no detectándose signos de senescencia.

El índice de compacidad definido aumentó con el incremento de concentración de BA (Tabla 2).

La aplicación foliar de BA en petunia modificó la arquitectura de la planta.

Los cambios observados como resultado de las concentraciones crecientes de BA mostraron en todos los casos tendencias lineales, positivas o negativas.

La menor altura de plantas y mayor índice de compacidad registrados con el aumento de la concentración de BA podría resultar de mucho interés agronómico para evitar el uso de reguladores químicos de crecimiento de comprobados efectos residuales en el ambiente (Latimer, 2001; Barrett, 2002).

Tabla 1. Distribución de materia seca a 6 semanas del trasplante, en distintos órganos de plantas de petunia sometidas a tratamientos con 6 bencilaminopurina (BA)

*Table 1. Distribution of dry matter at 6 weeks of transplantation, in various organs of petunia plants subjected to treatment with 6 bencilaminopurine (BA)*

Concentraciones de BA (mg.l <sup>-1</sup> )	Peso seco (g)				Total aéreo: Total (%)	Flores: Total aéreo (%)
	Raíz	Tallos + hojas	Flores	Total		
0	0,576	4,907	1,622	7,105	91,9	24,8
5	0,488	5,098	1,485	7,071	93,1	22,5
10	0,471	5,296	1,370	7,137	93,4	20,6
15	0,467	5,461	1,258	7,186	93,5	18,7
c.v.	9,9	6,1	8,5	5,5	8,9	5,6
P>F*	L = 0,004	L = 0,022	L < 0,001	–	L = 0,007	L < 0,001

\* Probabilidad > F de las tendencias significativas (5%) L= lineal, Q= cuadrática o C= cúbica para cada ítem.

Tabla 2. Distintas variables a 6 semanas del trasplante, registradas sobre plantas de petunia sometidas a tratamientos con 6 bencilaminopurina (BA)

*Table 2. Variables to 6 weeks of transplantation, associated with petunia plants subjected to treatment with 6 bencilaminopurine (BA)*

Concentraciones de BA (mg.l <sup>-1</sup> )	Número de hojas	Largo promedio de hoja (cm)	Ancho promedio de hoja (cm)	Perímetro promedio de hoja (cm)	Área foliar promedio de hoja (cm <sup>2</sup> )	Área foliar total /planta (cm <sup>2</sup> )	Índice de compacidad: peso seco aéreo/altura (g.cm)
0	32,6	4,5	2,0	10,7	6,3	205,4	0,44
5	29,8	4,7	2,1	10,6	6,7	199,7	0,45
10	28,3	4,9	2,2	10,5	7,3	206,6	0,49
15	27,0	5,1	2,2	10,8	7,7	207,9	0,51
c.v.	9,3	7,7	9,8	9,2	12,5	13,6	13,4
P>F*	L = 0,048	L = 0,024	–	–	L = 0,004	–	L = 0,045

\* Probabilidad > F de las tendencias significativas (5%) L= lineal, Q= cuadrática o C= cúbica para cada ítem.

Las plantas no difirieron en el área foliar total, pero disminuyó el número de hojas. Los antecedentes reportados por Richmond & Lang (1957) y Badenoch-Jones *et al.* (1996) sobre los efectos de aplicaciones exógenas de citoquininas en la inhibición de la degradación de la clorofila y de las proteínas fotosintéticas, permitirían sugerir que el retardo en la senescencia de las hojas más viejas podría provocar el atraso en el desarrollo de hojas más nuevas.

Las variaciones en el área foliar individual se debieron a cambios en el largo de la hoja, y, posiblemente como consecuencia, se modificó su perímetro. Los efectos de las citoquininas en el tamaño de las hojas fueron observados en distintas especies, comprobándose que existe una mayor concentración de citoquininas en las hojas cuando la fitohormona fue aplicada sobre las mismas, y que las hojas tienen mayor tamaño sólo cuando altas concentraciones de citoquininas se localizan en ellas (Sakurai, 1994).

Con la aplicación de BA no se modificó el número total de flores, pero disminuyó su peso seco y su proporción en el total aéreo (Tabla 1). Nishijima *et al.* (2006) encontraron que la BA aumentó el área de la corola en flores de petunia, pero no comunicaron datos sobre su peso. En nuestro estudio no se hicieron mediciones de tamaño de la corola.

Con la aplicación de BA no se modificó el número de tallos y aunque el número de hojas fue menor, aumentó el peso seco de su conjunto, posiblemente debido a mayor grosor de hojas y/o tallos. Existen antecedentes sobre efectos de la BA en un incremento del parénquima esponjoso y en palizada de las hojas de *Annona glabra* L. (Muniz de Olivera *et al.*, 2008)

La disminución del peso seco de raíces a concentraciones crecientes de BA concuerda con observaciones de otros autores que confirmaron sus efectos sobre la inhibición

en el desarrollo de raíces (Retamales, 2007). Se conoce que las raíces juegan un rol importante en la fisiología de tallos debido posiblemente a la translocación de citoquininas entre aquellas y éstos (Sitton *et al.*, 1967). Se ha demostrado que la aplicación exógena de BA a las hojas compensa plenamente la acumulación de la fitohormona en plantas con raíces total o parcialmente escindidas (Carmi & Koller, 1978). Carmi & Staden (1983), por su parte, encontraron que los tallos pueden ser una fuente alternativa de citoquininas para las hojas.

El mayor conocimiento de los aspectos básicos de regulación que ejerce BA en especies florales, permitirá avances en el incremento de la productividad y de la calidad en diversos cultivos ornamentales.

## Conclusiones

Se detectaron cambios en la arquitectura vegetal relacionados con la aplicación de concentraciones crecientes de BA en plantas de petunia.

Particularmente, la disminución de la altura y el aumento de la compacidad pueden destacarse como los resultados de mayor valor agronómico.

Deberían explorarse en futuros ensayos la incidencia de estos tratamientos en otros parámetros de interés como el color y tamaño de las flores y el color las de hojas.

## Referencias bibliográficas

Badenoch-Jones J, Parker CW, Letham DS and Singh S, 1996. Effect of cytokinins supplied via the xylem at multiples of endogenous concentrations on transpiration and senescence in derooted seedlings of oat and wheat. *Plant Cell Environ* 19: 504-516.

- Barrett, J. 2002. Chemical growth regulator chart. Tips on managing floriculture crop problems; pest, diseases, and growth control. p. 103-115. Ohio Florists Assoc. Serv. Inc., Columbus, Ohio, USA.
- Carmi A and Koller D, 1978. Effects of the roots on the rate of photosynthesis in primary leaves of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Photosynthetica* 12: 178-184.
- Carmi A and van Staden J, 1983. Role of roots in regulating the growth rate and cytokinin content of leaves. *Plant Physiology*. 73, 76-78.
- Divo de Sesar M, 2005. Integración de estudios fisiológicos, histológicos y bioquímicos realizados durante el enraizamiento, rusticación y crecimiento posterior de especies de interés agronómico suplementadas con citoquininas. Tesis Doctoral, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, 222 pp.
- Hirose N, Takei K, Kuroha T, Kamada-Nobusada T, Hayashi H and Sakakibara H, 2008. Regulation of cytokinin biosynthesis, compartmentalization and translocation. *J. Exp. Bot.*, 59: 75 - 83.
- Kamisaka S and Miyamoto K, 1994. Physiology of gibberellins in plant growth and development. In: N. Takahashi and Y. Masuda, Editors, *Handbook of Plant Hormones*, Baifukan Co. Ltd., Tokyo pp. 82-148.
- Kessler Jr JR, 1998. Greenhouse production of petunia. Alabama Cooperative Extension System, Auburn University, Alabama, USA. ANR-1118. Disponible en: <http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-1118/> (Acceso 10 Noviembre 2008).
- Latimer JG, 2001. Selecting and using plant growth regulators on floricultural crops. 21 p. Virginia Cooperative Extension, Publication 430-102. Virginia State University, Petersburg, Virginia, USA.
- Letham DS, 1969. Cytokinins and their relation to other phytohormones, *Bioscience* 19: 309-316.
- Muniz de Olivera L, Paiva R, Aloufa MAI, de Castro EM, Ferreira de Santana JR and Nogueira RC, 2008. Efeitos de citocininas sobre a anatomia foliar e o crescimento de *Annona glabra* L. durante o cultivo in vitro e ex vitro. *Cienc. Rural* 38 (5): 1447-1451.
- Nishijima T, Miyaki H Sasaki K and Okazawa T, 2006. Cultivar and anatomical analysis of corolla enlargement of petunia (*Petunia hybrida* Vilm.) by cytokinin application. *Sc. Hort.* 111 (1): 49-55.
- Retamales, J. 2007. Hormonas Vegetales y Reguladores de Crecimiento: Aspectos básicos y modos de acción. Taller de Reguladores de Crecimiento y Bioestimulantes en Cultivos Extensivos. Mar del Plata, Argentina, 29 de junio. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/balcarce/actividad/capacitalagron2007/regulcrecl/RetamalesGraficaColor.pdf> (Acceso 30 Octubre 2009).
- Richmond AE and Lang A, 1957. Effect of kinetin on protein content and survival of detached *Xanthium* leaves. *Science* 125: 650-651.
- Sakurai N, 1994. Physiology of cytokinins. In: N. Takahashi and Y. Masuda, Editors, *Handbook of Plant Hormones*, Baifukan Co. Ltd., Tokyo, pp. 580-614.
- SAS Institute, 1989. *SAS/STAT User's guide*. Version 6. 4<sup>th</sup> ed. Vol. 2. 8846 pp. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.
- Sitton D, Itai C and Kende H, 1967. Cytokinin production as a factor in shoot senescence. *Planta* 73: 296-300.
- Taverner E, Letham DS, Wang J, Cornish E and Willcocks DA, 1999. Influence of ethylene on cytokinin metabolism in relation to *Petunia* corolla senescence. *Phytochemistry* 51: 341-347.
- Tsui C, Tao G, Chen H, Son Y, Lian H, Tong Z, Li S and Li X, 1980. Effect of cytokinins on the expansion and metabolism of excised cucumber cotyledons, *Austral. J. Plant Physiol.* 7: 227-236.

(Aceptado para publicación el...)