

Dificultades en el uso de retardantes de crecimiento en *Viola wittrockiana*⁽¹⁾

CARLOS BOSCHI⁽²⁾, ADALBERTO DI BENEDETTO⁽²⁾ y ROLANDO KLASMAN⁽²⁾

RESUMEN

B-Nine es la formulación de daminozide (Uniroyal Chemicals, Middlebury, CT) usada durante los últimos 25 años para este fin. Recientemente se han desarrollado nuevos retardantes (paclobutrazol) aunque la respuesta a dosis extremadamente bajas ha sido errática en especies como la *Viola wittrockiana*. El resultado es un excesivo arrosamiento, un alargamiento del ciclo productivo y una disminución de la calidad comercial. El objetivo de este trabajo ha sido evaluar el efecto de la calidad del sustrato de crecimiento sobre la respuesta de plantas de *Viola wittrockiana* tratadas con diferentes reguladores durante el período de crecimiento inicial en contenedores pequeños (*plug*). Se utilizaron plantas de *Viola wittrockiana* 'Banner Orange'. A los 25 días de la siembra se asperjaron las plantas con: (1) Agua (Testigo), (2) Paclobutrazol: 0,5 mg L⁻¹, (3) Paclobutrazol: 1,0 mg L⁻¹, (4) Paclobutrazol: 2,5 mg L⁻¹, (5) Paclobutrazol: 5,0 mg L⁻¹, (6) Daminozide: 2500 mg L⁻¹. Se trasplantaron posteriormente a macetas de 800 cm³ (35 días desde la siembra) conteniendo los siguientes sustratos: (1) Fafard Growing Mix[®] (100%), (2) Fafard Growing Mix[®] (50%) + Suelo (50%), (3) Suelo (100%), (4) Fafard Growing Mix[®] + Resaca de río (50%), (5) Resaca de río (100%). Nuestros resultados indican que la respuesta para un sustrato de crecimiento dado pueden variar considerablemente dentro de un rango pequeño para *Viola wittrockiana* y que la producción de fotoasimilados varía según la dosis utilizada de paclobutrazol así como el sustrato de crecimiento utilizado (figura 1).

Palabras clave: *Viola wittrockiana*, paclobutrazol, sustrato.

ABSTRACT

Troubles associated with growth regulator sprays in *Viola wittrockiana* plants

B-Nine, the formulation of daminozide marketed for ornamental crops (Uniroyal Chemicals, Middlebury, CT), has been used for growth retardation for more than 25 years. Recently, new growth retardants have been developed, although the response has not been clear for species such as *Viola wittrockiana*. The troubles have been associated to excessive stunting, a longer production cycle, and a decrease in plant quality. Our objective was to evaluate the effect of media quality on the response of *Viola wittrockiana* plants sprayed with two growth regulators (Daminozide and Paclobutrazol) at the beginning of the growth cycle. *Viola wittrockiana* Banner Orange plants were used. At 25 days from sowing, plants were sprayed with (1) Water (Control), (2) Paclobutrazol: 0.5 mg L⁻¹, (3) Paclobutrazol: 1.0 mg L⁻¹, (4) Paclobutrazol: 2.5 mg L⁻¹, (5) Paclobutrazol: 5.0 mg L⁻¹, (6) Daminozide: 2,500 mg L⁻¹. Plugs were planted at 800 cm³ pots (35 days from sowing) in: (1) Fafard Growing Mix[®], (2) Fafard Growing Mix[®] (50%) + Soil (50%), (3) Soil (100%), (4) Fafard Growing Mix[®] + River waste (50%), (5) River waste (100%). Our results showed that the response for a given plant media could change based on the paclobutrazol concentration for *Viola wittrockiana* plants and the changes in photosynthate accumulation could be related to paclobutrazol dosage and media.

Key words: *Viola wittrockiana*, paclobutrazol, growth media.

1. INTRODUCCION

La mayor parte de las plantas anuales en maceta son tratadas con reguladores de crecimiento durante su desarrollo para reducir su porte, mejorar la ramificación y el proceso de floración. El asperjado foliar y la incorporación al sustrato de crecimiento son los métodos de aplicación de reguladores más comunes (DENEKE y KEEVER, 1992). B-Nine es la formulación de daminozide (Uniroyal Chemicals, Middlebury, CT) usada durante los últimos 25 años para este fin. Recientemente, la industria florícola ha desarrollado nuevos retardantes (paclobutrazol) aunque la respuesta aún a dosis extremadamente bajas ha sido

errática en especies como la *Viola wittrockiana*. El resultado es un excesivo arrosamiento, un alargamiento del ciclo productivo y una disminución de la calidad comercial.

Los retardantes de crecimiento daminozide y paclobutrazol son inhibidores de la síntesis de giberelinas que reduce el crecimiento de los entrenudos (HAGILADI y WATAD, 1992). Existe una relación directa entre el aumento de la concentración y la reducción en la altura de la planta, sin embargo, el mecanismo de acción de ambos productos no es aún claro (DAVIS y CURRY, 1991). Por otro lado, la vida media del paclobutrazol en suelos varía con los materiales originales pero se encuentra entre 3 y 12 meses. La movilidad en suelos y las pérdidas por lavado son bajas (LEVER, 1986).

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 26/09/2003 e aceito em 10/10/2007.

⁽²⁾ Cátedra de Floricultura, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín, 4453 (1417), Buenos Aires, Argentina.

El medio de crecimiento afecta también la eficiencia del retardante. Se requiere una concentración varias veces mayor de ancymidol para obtener el mismo grado de control en plantas de crisantemo cuyo medio de crecimiento estaba formulado con una mezcla de pinocha y compost de corteza de madera que en uno sin este último componente (BONAMINIO y LARSON, 1978). La actividad de ancymidol en una mezcla de suelo-arena se duplicó con respecto a una mezcla de viruta-arena (TSCHABOLD et al., 1975). La aplicación de paclobutrazol al sustrato de crecimiento en crisantemo redujo un 31% la altura de la planta en un medio a base de turba pero sólo un 14% en un medio a base de viruta (BARRET, 1982). Por el contrario, el efecto de una aplicación de paclobutrazol en plantas de *Euphorbia pulcherrima* creciendo en un medio comercial a base de viruta no mostró diferencias con respecto a otro medio sin viruta (NEWMAN y TANT, 1995). Resultados similares han sido comunicados para paclobutrazol (MILLION et al., 1998).

Dada la relación que existe entre las propiedades físicas del medio de crecimiento, fundamentalmente la porosidad (total y ocupada por aire) y el desarrollo del sistema radical, la formulación de un medio de crecimiento específico y el ajuste de la tecnología de manejo requiere información complementaria sobre las propiedades físicas del mismo y los requerimientos de las plantas en cada fase de producción (HEISKANEN, 1993).

El objetivo de este trabajo ha sido evaluar el efecto de la calidad del sustrato de crecimiento sobre la respuesta de plantas de *Viola wittrockiana* tratadas tempranamente con diferentes reguladores de crecimiento.

2. MATERIALES Y METODOS

Los ensayos se realizaron en las instalaciones de Cultivos Van Leeuwen S.R.L. (Partido de Pilar, Provincia de Buenos Aires, Argentina).

Se utilizaron plantas de *Viola wittrockiana* Banner Orange propagadas a partir de semillas en bandejas de poliestireno (Blackmore Inc., U.S.A.) de 288 celdas (6,18 cm³/celda) con Fafard Germinating Mix[®] como sustrato de crecimiento.

A los 25 días de la siembra se asperjaron las plantas con: 1) Agua (Testigo), 2) Paclobutrazol: 0,5 mg L⁻¹, 3) Paclobutrazol: 1,0 mg L⁻¹, 4) Paclobutrazol: 2,5 mg L⁻¹, 5) Paclobutrazol: 5,0 mg L⁻¹, 6) Daminozide: 2.500 mg L⁻¹.

Se trasplantaron posteriormente a macetas de 800 cm³ (35 días desde la siembra) conteniendo los siguientes sustratos: 1) Sustrato 1: Fafard Growing Mix[®], 2) Sustrato 2: Fafard Growing Mix[®] (50%) + Suelo (50%), 3) Sustrato 3: Suelo, 4) Sustrato 4: Fafard Growing Mix[®] + Resaca de río (50%), 5) Sustrato 5: Resaca de río.

La "resaca de río" provenía del litoral del Río Paraná (Provincia de Entre Ríos, Argentina)(M.O.:62,3%; pH: 5,0; CE: 0,4 mmhos/cm; C.I.C.: 71,5 meq/l); mientras que el "suelo" correspondía al horizonte orgánico de la localidad de Pilar (Provincia de Buenos Aires,

Argentina)(M.O.: 4,7%; pH: 7,4; CE: 0,15 mmhos/cm; C.I.C.: 25,3 meq/100 g).

La rutina de fertilización se realizó con formulados solubles (150 ppm) (N:P:K:Ca = 1:1:1:0,5) una vez por semana.

La cuantificación del crecimiento se realizó mediante una cosecha destructiva al final del ensayo (85 días desde la siembra). Se cosecharon 10 plantas por tratamiento y las muestras se secaron en estufa (80 °C) durante una semana.

Al final del ensayo se midieron las propiedades físicas de los sustratos: porosidad total, poros con aire, capacidad de agua del contenedor, contenido de humedad y densidad según la metodología y ecuaciones sugeridos por FONTENO (1996).

Los experimentos se ajustaron a un diseño estadístico factorial con los diferentes sustratos como bloques principales y el asperjado con soluciones retardantes como subbloques. Se utilizaron 10 repeticiones por tratamiento. Los datos se evaluaron a través de un Análisis de Varianza (ANOVA) y se separaron las medias utilizando un test de Tukey ($p \leq 0,05$).

3. RESULTADOS

De los sustratos utilizados durante el ciclo de crecimiento en macetas el N° 1 [Fafard Growing Mix[®] (100%)], el N° 4 [Fafard Growing Mix[®] (50%) + Resaca de río (50%)] y el N° 5 [Resaca de río (100%)] mostraron valores similares en las propiedades físicas analizadas (porosidad total, poros con aire, capacidad de retención de agua, humedad y densidad) y significativamente diferentes con respecto a los otros dos sustratos estudiados [N° 2: Fafard Growing Mix[®] (50%) + Suelo (50%) y N° 3: Suelo (100%)] (Cuadro 1).

La acumulación de peso seco total (Figura 1) en las plantas cultivadas en Fafard Growing Mix[®] (100%)(Sustrato N° 1) o una mezcla de Fafard Growing Mix[®] (50%) y Suelo (50%) (Sustrato N° 2) mostraron una disminución en aquellas provenientes de bandejas asperjadas con agua (Testigo) y Paclobutrazol (0,5 y 1,0 mg L⁻¹) mientras que este efecto no se observó en plantas previamente asperjadas con Paclobutrazol (2,5 y 5,0 mg L⁻¹) y Daminozide (2.500 mg L⁻¹). Cuando se utilizó Suelo (100%)(Sustrato N° 3), las diferencias entre tratamientos, a pesar de seguir la misma tendencia, fueron menores. La respuesta para el sustrato N° 4 [Fafard Growing Mix[®] (50%) + Resaca de río (50%)] fue errática, mientras que para el N° 5 (Resaca de río 100%), se observó una disminución del peso seco acumulado con respecto al testigo y Daminozide para todas las dosis de Paclobutrazol.

La relación Parte Aérea/Raíces (Figura 2) se ubicó entre 3 y 5 para todos los tratamientos contrastados en este experimento, aunque las pequeñas variaciones presentaron diferencias no significativas en la mayor parte de los mismos.

Cuadro 1. Cambios en las propiedades físicas para cinco sustratos utilizados en el cultivo *Viola wittrockiana*
Table 1. Changes in the physical characteristics for five substrates on *Viola wittrockiana* cultivation

TRATAMIENTOS	POROSIDAD TOTAL	POROS CON AIRE	CAPACIDAD RETENCION DE AGUA	HUMEDAD	DENSIDAD
<i>Treatments</i>	<i>Total Porosity</i>	<i>Air space</i>	<i>Water holding capacity</i>	<i>Humidity</i>	<i>Density</i>
			(%)		(g cm ⁻³)
SUBSTRATO 1 Substrate 1	44,05 (2,43)	21,30 (1,18)	22,75 (1,25)	25,29 (1,27)	0,68 (0,0087)
SUBSTRATO 2 Substrate 2	24,85 (2,42)	10,60 (0,82)	14,25 (1,65)	15,32 (1,90)	0,79 (0,0265)
SUBSTRATO 3 Substrate 3	27,20 (2,08)	11,53 (1,08)	15,67 (1,02)	13,41 (0,66)	1,01 (0,0174)
SUBSTRATO 4 Substrate 4	41,76 (6,32)	19,76 (3,21)	22,00 (3,13)	22,74 (2,02)	0,73 (0,0270)
SUBSTRATO 5 Substrate 5	41,08 (4,64)	19,28 (2,24)	21,80 (2,52)	22,35 (1,88)	0,75 (0,0128)

Los números entre paréntesis representan el valor del Coeficiente de Variación ($p \leq 0,05$, $n = 6$)

The numbers between parenthesis represent the value of the Coefficient of variation ($p \leq 0,05$, $n = 6$)

4. DISCUSION

El control de la altura de plantas anuales para bordura ha presentado reiterados problemas de manejo desde el momento en que esta tecnología se incorporó dentro de la rutina de conducción de especies ornamentales.

En principio, el uso de Daminozide requiere aplicaciones reiteradas para obtener resultados satisfactorios lo que, asociado con el impacto de la mano de obra sobre el costo de producción, obligó a los productores florícolas a introducir los nuevos triazoles (Paclobutrazol y Uniconazole) como substitutos (HERRERA y DIBENEDETTO, 1993).

La eficacia de un retardante del crecimiento depende del lugar de aplicación (BARRETT y BARTUSKA, 1982). En general, los retardantes son más efectivos en el control de la elongación de entrenudos cuando se absorben a través de las raíces que por las hojas para una misma dosis de aplicación (BAILEY, 1989)

Además del efecto de un retardante de crecimiento sobre la elongación de entrenudos, la acumulación de fotoasimilados es otro elemento a tener en cuenta ya que la misma determina generalmente la vida postventa de la planta. DAVIS y CURRY (1991) han indicado que el efecto de los triazoles sobre la fotosíntesis es pequeño.

Entre los factores requeridos para que un retardante sea utilizado comercialmente figuran: 1) el compuesto debe poder ser fácilmente aplicado, 2) el rango de dosis para una respuesta aceptable debe ser lo suficientemente grande para poder adaptarlo a las condiciones culturales de un establecimiento comercial. Nuestros resultados indican que la respuesta para un sustrato de crecimiento dado pueden variar considerablemente dentro de un rango pequeño para *Viola wittrockiana* (Figura 1) y 3) la sensibilidad a cambios en las condiciones ambientales debe ser bajo para reducir el riesgo de una aplicación comercial. La Figura 1 muestra que la producción de fotoasimilados varía según la dosis utilizada de paclobutrazol así como el sustrato de

crecimiento utilizado. BARRETT et al. (1995) han indicado que existe una relación directa entre el resultado y la concentración. Este no parecería ser el caso para *Viola wittrockiana*.

Los triazoles generalmente se metabolizan muy lentamente (EARLY y MARTIN, 1988). La vida media de paclobutrazol en el sustrato varía entre 3 y 12 meses (LEVER, 1986). Nuestros resultados confirman este hecho ya que la aplicación de paclobutrazol se realizó a los 25 días de la siembra y el efecto pudo verificarse aún en el momento de la cosecha en un contenedor de mayor tamaño sin que se repitiera la aplicación.

La evidencia bibliográfica sugiere que la concentración óptima de retardante para el control de la altura depende de la rutina de producción, el momento de aplicación o el tamaño del contenedor (COX y KEEVER, 1988).

Una complicación alternativa y generalmente no contemplada en el análisis productivo son las restricciones que las propiedades físicas de cada sustrato imponen a las plantas en crecimiento. La disponibilidad de agua y oxígeno del medio de crecimiento es evaluado principalmente por criterios físicos derivados de sus propiedades físicas (HEISKANEN, 1995). A pesar que la respuesta a una dosis específica de Paclobutrazol o Daminozide se verificó en diferentes sustratos (Figura 1) no fue posible establecer una relación directa entre ninguna de las propiedades físicas evaluadas (Cuadro 1) y la acumulación de peso seco.

5. CONCLUSIONES

Este trabajo indica que no es posible establecer una dosis de respuesta general de Paclobutrazol para el cultivo comercial de *Viola wittrockiana* en contenedores pequeños dado que la misma debe incluir el tipo de sustrato utilizado y las limitaciones edáficas que el mismo imprime a las plantas en crecimiento y que resultan difíciles de delimitar con los parámetros normalmente utilizados para tal efecto. Una situación similar probablemente ocurra en el resto de las especies ornamentales anuales en donde se utilicen retardantes de crecimiento para el control de la elongación del tallo.

REFERENCIAS

- BAILEY, D.A. Uniconazole efficacy on chrysanthemum and poinsettia is not affected by spray carrier volume. **HortScience**, Alexandria, v.24, p.964-966, 1989.
- BARRETT, J.E. Chrysanthemum height control by ancymidol, PP333, and EL-500 dependent on medium composition. **HortScience**, Alexandria, v. 17, p. 896-897, 1982.
- BARRETT, J.R.; BARTUSKA, C.A. PP333 effects on stem elongation dependent on site of application. **HortScience**, Alexandria, v.17, p. 737-738, 1982.
- BARRETT, J.R.; C.A. BARTUSKA; NELL, T.A. Caladium height control with paclobutrazol drench applications. **HortScience**, Alexandria, v.30, p. 549-550, 1992.
- BONAMINIO, V.P.; LARSON, R.A. Influence of potting media, temperature, and concentration of ancymidol on growth of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 103, p. 752-756, 1978.
- COX, D.A.; KEEVER, G.J. Paclobutrazol inhibits growth of *Zinnia* and *Geranium*. **HortScience**, Alexandria, v. 23, p. 1029-1030, 1988.
- DAVIS, T.D.; CURRY, E.A. Chemical regulation of vegetative growth. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.10, p. 151-188, 1991.
- DENEKE, C.F.; KEEVER, G.J. Comparison of application methods of paclobutrazol for eight control fo potted tulips. **HortScience**, Alexandria, v.27, p.1329, 1992.
- EARLY, J.D.; MARTIN, G.C. Translocation and breakdown of ¹⁴C-labeled paclobutrazol in "Nemagard" peach seedlings, **HortScience**, Alexandria, v. 23, p.196, 1988.
- FONTENO, W.C. **Growing Media Testing and Interpretation. Water, Media and Nutrition for Greenhouse Crops. A Grower's Guide** (D.W. Reed Ed.), Ball Publishing, Batavia, Illinois, U.S.A., 1996, 314 p.
- HAGILADI, A.; WATAD, A.A. *Cordyline terminalis* plants respond to foliar sprays and medium drenches of paclobutrazol. **HortScience**, Alexandria, v.27, p. 128-130, 1992.
- HERRERA, O.J.; DI BENEDETTO, A.H. Nuevo retardante del crecimiento (uniconazole) para el cultivo del crisantemo para corte. **Revista de la Facultad de Agronomía (U.B.A.)**, Buenos Aires, v.13, p.137-43, 1993.
- HEISKANEN, J. Favorable water and aeration conditions for growth media used in containerized tree seedling production: A review. **Scandinavian Journal of Forestry Research**, Stockholm, v.8, p.337-358, 1993.
- HEISKANEN, J. Physical properties of two-component growth media based on *Sphagnum* peat and their implications for plant-available water and aeration. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.172, p.45-54, 1995.
- LEVER, B.G. Cultar-A technical overview. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.179, p. 695-718, 1986.
- MILLION, J.B.; BARRETT, J.E.; NELL, T.A.; CLARCK, D.G. Influence of media components on efficacy of paclobutrazol in inhibiting growth of broccoli and petunia. **HortScience**, Alexandria, v.33, p.852-856, 1998.
- NEWMAN S.E.; TANT, J.S. Root-zone medium influences growth of poinsettias treated with paclobutrazol-impregnated spikes and drenches. **HortScience**, Alexandria, v.30, p.1403-1405, 1995.
- TSCHABOLD, W.C.; MEREDITH, L.R.; KRUMKALNS, E.V. Ancymidol performance as altered by potting media composition. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.100, p.142-144, 1975.

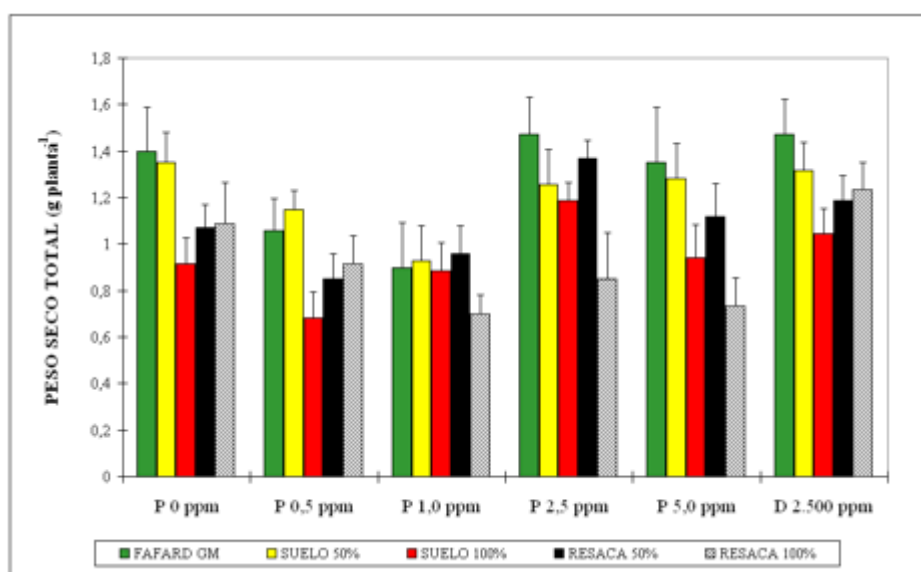


Figura 1. Peso seco acumulado (g planta^{-1}) en plantas de *Viola wittrockiana* creciendo en cinco sustratos y asperjadas durante la etapa de propagación con Paclobutrazol (P) o Daminozide (D). Las líneas por encima de cada barra indican el valor del coeficiente de variación ($p \leq 0,05$) para diez repeticiones por tratamiento.

Figure 1. Accumulated dry weight (g plants^{-1}) in plants of *Viola wittrockiana* growing in five substrata and sprinkled during the stage of propagation with Paclobutrazol (p) or Daminozide (D). The lines over each bar indicate the value of the coefficient of variation ($p \leq 0,05$) for ten repetitions per treatment.

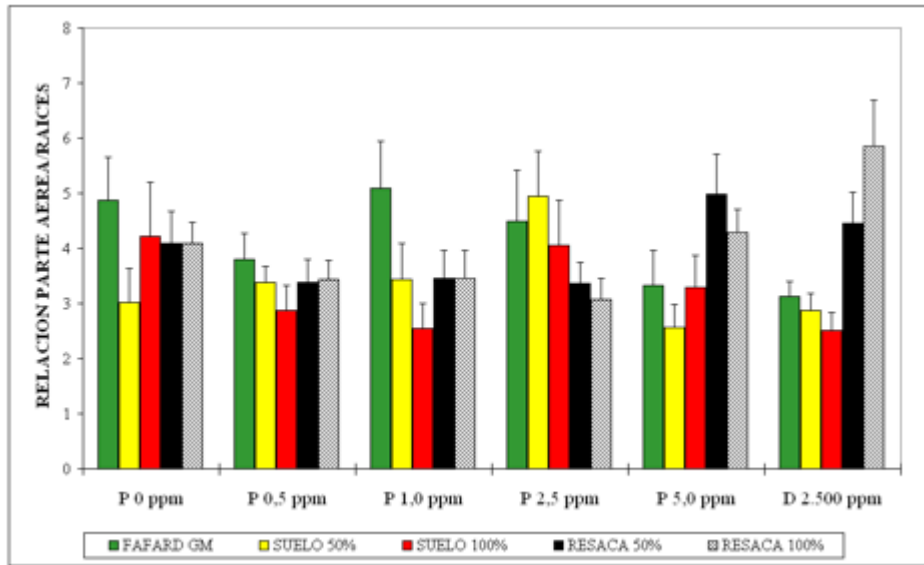


Figura 2. Relación parte aérea/raíces en plantas de *Viola wittrockiana* asperjadas durante la etapa de propagación con con Paclobutrazol (P) o Daminozide (D). Las líneas por encima de cada barra indican el valor del coeficiente de variación ($p \leq 0,05$) para diez repeticiones por tratamiento.

Figure 2. Relation foliage/roots (g plants-1) in plants of *Viola wittrockiana* sprinkled during the stage of propagation with with Paclobutrazol (p) or Daminozide (D). The lines over each bar indicate the value of the coefficient of variation ($p \leq 0,05$) for ten repetitions per treatment.