



Detalle de las flores del cultivar de clavel Mondriaan de la firma comercial Barberet & Blanc, S.A.

# Tratamientos con Paclobutrazol en Clavel

Por: S. Bañón \*, J. Ochoa \*, A. González \*\*, J.A. Fernández \*, E. A. Cano \*\*\*

## INTRODUCCION

El cultivo del clavel para flor cortada tiene una gran tradición y se encuentra muy difundido por el mundo. Por el contrario, su modalidad de cultivo en maceta es más reciente, estando impulsada por las sucesivas apariciones en el mercado de variedades de clavel enano. Este es el caso del cultivar Mondriaan (*Dianthus caryophyllus* L.), que ha demostrado tener una buena aceptación comercial como planta en maceta en Estados Unidos, Japón y Europa. Su principal característica como planta ornamental en maceta es la presencia de un gran número de pequeñas y perfumadas flores de color rojo con el borde blanco, colocadas en el ápice de los brotes floríferos y arropadas en la base por un follaje de color verde claro más o menos

denso. Sin embargo, los brotes tienden a crecer longitudinalmente más de lo que exige el mercado, quedando la planta con una altura excesiva y las flores demasiado alejadas del follaje, lo que afecta negativamente a su calidad y distribución comercial (González et al. 1998). En efecto, desde el punto de vista estético interesa que las flores estén ligeramente por encima del follaje, de tal manera que la relación altura de follaje/altura de planta se sitúe alrededor de 0.7, lo que confiere a la planta un cierto grado de compacidad y equilibrio en su arquitectura vegetal. Desde el punto de vista de su distribución comercial, la altura de planta debe estar alrededor de 15 cm, que sumado a los 10 cm de altura de la maceta habitual de venta en viveros nos da una altura de 25 cm, altura próxima a la máxima que permiten los carros de distribución.

Los primeros estudios sobre el control del crecimiento y desarrollo de variedades de clavel en maceta sugieren una eficaz actuación de la aplicación de retardantes del creci-

miento (Pobudkiewicz y Nowak, 1994; González et al. 1998; González et al. 1999). Paclobutrazol (PBZ) es un potente retardante del crecimiento muy utilizado para controlar la altura de planta en cultivos ornamentales en maceta. Además, la aplicación de PBZ suele modificar otros parámetros vegetales de la planta, algunos muy relacionados con la calidad de la planta, como anchura del follaje, número y diámetro de inflorescencias, número de brotes, peso seco, ciclo de cultivo (Ruter, 1996; Dasoju et al., 1998; Whipker, 1998) y color de las hojas y flores (Nasr, 1995). La eficacia de PBZ sobre la altura de planta puede estar influenciada por la concentración, momento de aplicación, número de aplicaciones y el modo de aplicación (Nasr, 1995; Dasoju et al., 1998). Nuestros estudios preliminares sobre la aplicación de PBZ en clavel Mondriaan estuvieron dirigidos a observar el efecto de pulverizaciones entre 0,83 y 9,16 mg de materia activa por planta en tres momentos diferentes. Los resultados demostraron que:

(\*) Área de Producción Vegetal. Departamento de Producción Agraria. Universidad Politécnica de Cartagena.

(\*\*) Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de Murcia. CIDA Unidad de I+D Hortofrutícola.

(\*\*\*) Barberet & Blanc, S.A.



Planta representativa de los tratamientos realizados. De izquierda a derecha.: Control, 0,125, 0,250, 0,350 y 0,450 mg de PBC por planta

1) todas las dosis redujeron fuertemente el crecimiento, produciendo plantas no comerciales, 2) la eficacia no se incrementó con aplicaciones adicionales y 3) que el mejor momento de aplicación fue a las cuatro semanas del pinzamiento. Basándonos en estos resultados, se efectuó un experimento con el objetivo de optimizar las dosis y el método de aplicación para reducir la altura de Mondriaan. Además, el efecto de PBZ sobre el color de las hojas y flores y otros parámetros vegetales fueron estudiados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esquejes enraizados de *Dianthus caryophyllus* L. cultivar Mondriaan propagados por Barberet & Blanc S. A. (Puerto Lumbreras, Murcia, Spain) fueron seleccionados para el presente ensayo. Dichos esquejes, con una altura de 6-7 cm, fueron transplantados el 28 Octubre de 1999 a maceta de plástico de 650 ml ( $\Delta$  10.5 cm) llena previamente con una mezcla de turba negra y perlita (3:1, v:v) y 2 g/l de Osmocote 5-11-22. Pencycuron (Trotis) y Tiabendazol (Tecto) fueron aplicados al sustrato en pulverización para prevenir problemas derivados de la aparición de *Rhizoctonia solani*. Las plántulas fueron cultivadas bajo condiciones de invernadero frío en el sureste español (37° 47' N, 0° 54' W). Las condi-

ciones ambientales durante el periodo de cultivo en invernadero fueron: 5-18 °C (mínima) y 14-38 °C (máxima); humedad relativa mínima del 10-68 % y máxima del 63-97 %. Todas las plantas fueron pinzadas 18 días después del trasplante, dejando tres o cuatro nudos por planta. Las plantas fueron regadas mediante un sistema de riego automatizado, dos veces por semana hasta obtener un 15-20% de drenaje. Una solución nutritiva compleja fue suministrada una vez por semana con el fin de complementar los requerimientos minerales de las plantas. Se aplicaron las siguientes cantidades de paclobutrazol (Cultar): 0.125, 0.25, 0.35 y 0.45 mg de materia activa por planta. La solución fue aplicada repartiéndose un volumen de 45 ml sobre la superficie del sustrato en la maceta con la ayuda de un Multipipeta Digital de Precisión Eppendorf. Las plantas no tratadas actuaron como control. La aplicación se realizó a las cuatro semanas del pinzado, dos horas después del último riego y en horas tempranas de la mañana. Cada tratamiento consistió en 72 plantas constando cada uno de ellos de tres repeticiones de 24 plantas cada una, distribuidas aleatoriamente.

Cuando las plantas presentaron tres flores abiertas (fin del ciclo de cultivo) las siguientes medidas fue-

ron realizadas: altura de planta (tomando la media de los tallos de flor presentes en la planta), anchura del follaje (medido por el lugar más ancho, girado 90° y finalmente promediado), altura del follaje, el número de brotes por planta, el número de flores por planta, diámetro de la flor, ciclo de cultivo (días), peso seco de la parte aérea, color de las flores y hojas y la cantidad relativa de clorofila en las hojas. Ambos ratios, altura/anchura follaje y altura follaje/altura planta fueron calculados a partir de los datos tomados. Las medidas de color de las hojas y flores se determinaron en coordenadas CIE-LAB ( $L^* a^* b^*$ ) con un colorímetro Minolta CR-10, colocando el objetivo en el punto medio de las mismas. El ángulo hue fue calculado a partir de las lecturas realizadas según la expresión  $\tan^{-1} b^*/a^*$  (en grados), y el croma fue calculado como  $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$  (McGuire, 1992). Seis pétalos y seis hojas fueron medidas en cada planta. El contenido relativo de clorofila en hojas fue determinado con un medidor Minolta Chlorophyll Meter SPAD-502 en el punto medio de las hojas. Seis hojas fueron utilizadas por planta para esta determinación. En ambos casos (color y clorofila) se utilizaron seis plantas por repetición. La calidad comercial de las plantas fue determinada en base a observaciones subjetivas utilizando una escala de 1 a 4: 1= no comercial, 2= pobre, 3= buena, 4= excelente. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante un anova simple usando statgraphics plus para Windows. Cuando se encontraron diferencias significativas, las medias fueron separadas mediante el test de duncan con una  $p \leq (0.05, 0.01 \text{ y } 0.001)$ .

## RESULTADOS

Todas la dosis de paclobutrazol redujeron significativamente la altura de las plantas, anchura del follaje y altura del follaje comparadas con el control. Dosis de 0,35 y 0,45 mg tuvieron el mayor efecto sobre estos parámetros, reduciendo la última dosis la altura de planta en un 55,7 %. Dosis  $\geq 0,25$  mg redujeron significativamente el ratio altura/anchura de follaje e incrementaron significa-



tivamente el ratio altura de follaje/altura de planta (Tabla 1).

Paclobutrazol alteró el número de brotes por planta, el ciclo de cultivo y el peso seco de la parte aérea con alta significación estadística, pero no ocurrió lo mismo con el número de flores por planta y el diámetro de las flores (Tabla 2). Dosis  $\geq 0,25$  mg redujeron el número de brotes por planta. Dosis de 0,35 y 0,45 mg incrementaron significativamente el ciclo de cultivo (11 días) comparadas con el control. El peso seco de la parte aérea fue reducido significativamente por dosis  $\geq 0,25$  mg. Plantas tratadas con 0,45 mg produjeron la mayor reducción en el peso seco de la parte aérea con un 39,7 % comparado con el control.

Únicamente la dosis de 0.45 mg tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre los valores colorimétricos de las hojas, excepto la coordenada  $b^*$ , la cual no fue alterada significativamente por ninguna de las dosis estudiadas (Tabla 3). La misma dosis redujo los valores de  $L^*$  y  $a^*$ , e incrementó los valores del croma y del hue. En las flores, todas las dosis de paclobutrazol redujeron estadísticamente los valores de  $b^*$  y croma, e incrementaron el valor de hue comparado con el control, mientras que  $L^*$  y  $a^*$  permanecieron estadísticamente sin cambios (Tabla 3).

La dosis de 0.45 mg incrementó significativamente el contenido relativo de clorofila en hojas (Tabla 4).

La mayor calidad de plantas fue producida con la dosis de 0,25 mg, mientras que dosis de 0,125 y 0,35 mg produjeron plantas de similar calidad a las del control. La dosis de 0,45 mg produjo la peor calidad de planta en maceta (Tabla 5).

## DISCUSION

Durante la experiencia se confirmó que Mondriaan crece con demasiada altura para los objetivos de producción comercial en vivero. Además, encontramos que Mondriaan resultó muy sensible a la aplicación de paclobutrazol, incluso a muy bajas dosis, confirmando la enorme eficacia de este regulador para controlar el crecimiento y desarrollo de clavel y numerosas otras especies con modalidad de cultivo en maceta. Con

Tabla 1

Influencia de paclobutrazol sobre la altura de planta, anchura de follaje, altura del follaje, ratio altura/anchura follaje y ratio altura de follaje/altura de planta en *Dianthus caryophyllus* cv. Mondriaan

Tratamientos (mg m.a./planta)	Altura planta (cm)	Anchura follaje (cm)	Altura follaje (cm)	Altura/anchura follaje ratio	Altura follaje/altura de planta ratio
Control	23.84 a	15,61 a	12,29 a	0,79 a	0,52 a
0.125 mg	17.63 b	12.11 b	9.46 b	0.78 a	0.54 a
0.250 mg	14.02 c	12.89 b	9.12 bc	0.70 b	0.65 b
0.350 mg	12.92 dc	10.98 c	7.96 c	0.72 b	0.62 b
0.450 mg	10.57 d	10.52 c	7.38 c	0.70 b	0.70 b
Significación estadística	**	**	**	*	*

Separación de medias en columnas mediante test LSD. Análisis de varianza para  $P \leq (0.05$  y  $0.01)$  \* y \*\*, y n.s para los casos no significativos.

Tabla 2

Influencia de paclobutrazol sobre el número de brotes por planta, el número de flores por planta, diámetro de flores, ciclo de cultivo y peso seco de la parte aérea en *Dianthus caryophyllus* cv. Mondriaan

Tratamientos (mg m.a./planta)	Número de brotes por planta	Número de flores por planta	Diámetro de flores (mm)	Ciclo de cultivo (días)	Peso seco de la parte aérea (g/planta)
Control	6.77 a	15.71	3.89	132.04 a	11.63 a
0.125 mg	5.71 b	16.75	3.85	135.53 a	9.19 ab
0.250 mg	4.89 c	14.42	3.80	135.49 a	8.93 b
0.350 mg	4.88 c	14.21	3.82	143.12 b	7.88 b
0.450 mg	4.74 c	15.67	3.93	143.76 b	7.01 c
Significación estadística	**	ns	ns	*	*

Separación de medias en columnas mediante test LSD. Análisis de varianza para  $P \leq (0.05$  y  $0.01)$  \* y \*\*, y n.s para los casos no significativos.

la aplicación de la dosis de 0,25 mg se obtuvieron plantas con una altura deseable sin afectar negativamente al resto de las cualidades buscadas en las plantas en maceta. El resto de las dosis aplicadas dieron como resultado una altura de plantas más distante del óptimo de 14-15 cm. Este efecto de paclobutrazol sobre la altura de la planta ha sido ampliamente documentado en plantas ornamentales por numerosos investigadores como Barrett et al. (1995), Whipker y Hammer (1997), González et al. (1999b), etc. En relación con

el ratio altura/anchura de follaje, las plantas control mostraron un valor de aproximadamente 0,8, proporción que ofrece una buena conformación del follaje. Todas las dosis, excepto la de 0,125 mg redujeron dicho ratio. Las plantas control mostraron un ratio altura de follaje/altura de planta de 0,52, inferior al valor óptimo de 0,7. La altura del follaje se vio menos afectada que la altura de la planta y por tanto el incremento de dicho ratio por paclobutrazol permitió producir plantas más comerciales. Sin embargo, 0,25, 0,35 y 0,45

Tabla 3  
Influencia de paclobutrazol sobre los valores colorimétricos de hojas y flores de *Dianthus caryophyllus* cv. Mondriaan

Tratamientos (mg m.a./planta)	Hojas					Flores				
	L*	a*	b*	Croma	Hue°	L*	a*	b*	Croma	Hue°
Control	43.0 a	-4.9 a	4.52	6.7 a	137.3 a	36.36	36.1	6.82 a	36.7 a	10.7 a
0.125 mg	42.1 a	-5.1 a	4.89	7.0 a	136.0 a	37.06	31.3	-1.59 b	31.3 b	357.1 b
0.250 mg	40.6 a	-5.4 a	4.41	7.0 a	140.8 ab	35.81	33.3	-2.67 b	33.4 b	355.4 b
0.350 mg	40.9 a	-5.8 ab	4.73	7.5 ab	140.8 ab	40.73	34.0	-3.59 b	34.2 b	354.0 b
0.450 mg	37.8 b	-6.2 b	4.96	7.9 b	141.3 b	39.01	31.7	-3.38 b	31.9 b	353.9 b
Significación estadística	**	**	ns	*	*	ns	ns	**	*	*

Separación de medias en columnas mediante test LSD. Análisis de varianza para  $P \leq (0.05 \text{ y } 0.01)$   
\* y \*\*, y n.s para los casos no significativos.

Tabla 4  
Influencia de paclobutrazol sobre el contenido relativo de clorofila en hojas de *Dianthus caryophyllus* cv. Mondriaan

Treatments (mg m.a./planta)	Contenido relativo de clorofila
Control	71.32 a
0.125 mg	72.64 ab
0.250 mg	72.48 ab
0.350 mg	73.17 ab
0.450 mg	76.42 b
Significación estadística	*

Separación de medias en columnas mediante test LSD. Análisis de varianza para  $P \leq (0.05 \text{ y } 0.01)$  \* y \*\*, y n.s para los casos no significativos.

mg produjeron ratios aceptables entre 0,62 y 0,7 (Tabla 1).

Bajas dosis aplicadas favorecieron valores ligeramente inferiores a los del control en el número de brotes, no viéndose afectado en exceso el valor ornamental de las plantas. A este respecto, Nasr y Shalabi (1996) encontraron en *Zantedeschia* un in-

cremento del número de brotaciones por planta, mientras que González et al., (1999) no encontraron modificación de este parámetro en la misma especie. Ni el número de flores por planta ni el diámetro de las flores se vieron afectados por la aplicación de paclobutrazol en nuestro experimento. Este último parámetro medido resultó coincidente con las observaciones de Yewale et al. (1998) en crisantemo de maceta, aunque no con los encontrados por Whipker (1998), autor que registró una reducción del diámetro de la in-

florescencia de plantas de *Dahlia* tras la aplicación de paclobutrazol. El ciclo de cultivo se incrementó por la aplicación de las dosis más altas de paclobutrazol. Similares efectos han sido mencionados por diversos autores en *bouganvillea* (Healy et al., 1993) y girasol ornamental (Dasoju et al., 1998). La sustancial reducción del crecimiento de la parte aérea de la planta, originada por paclobutrazol en nuestros experimentos, refleja los resultados encontrados por Ruter (1996) en *Lantana* cv. New Gold.

Los valores colorimétricos medidos en las plantas control sugieren que tanto las flores como las hojas

Tabla 5  
Influencia de paclobutrazol sobre la calidad de las plantas de *Dianthus caryophyllus* cv. Mondriaan

Treatments (mg m.a./planta)	Escala
Control	3
0.125 mg	3
0.250 mg	4
0.350 mg	3
0.450 mg	2
1=no comercial, 2=pobre, 3=buena, 4=excelente	

presentaron valores bajos de croma. Paclobutrazol proporcionó un follaje más oscuro en Mondriaan (bajos valores de L\*), siendo las dosis 0,35 mg no significativas en la reducción del parámetro de claridad. Paclobutrazol también produjo un follaje más oscuro en *Lolium perenne* (Wang et al., 1994). Ello sea probablemente debido al incremento en los niveles de clorofila en las hojas dado que en nuestro experimento sólo las plantas tratadas con 0,45 mg mostraron hojas más oscuras y con niveles más altos de clorofila que en las plantas control. La dosis más elevada de paclobutrazol afectó a la saturación del color de las hojas a través del incremento del valor del croma, dando lugar a hojas con un ver-

presentaron valores bajos de croma. Paclobutrazol proporcionó un follaje más oscuro en Mondriaan (bajos valores de L\*), siendo las dosis 0,35 mg no significativas en la reducción del parámetro de claridad. Paclobutrazol también produjo un follaje más oscuro en *Lolium perenne* (Wang et al., 1994). Ello sea probablemente debido al incremento en los niveles de clorofila en las hojas dado que en nuestro experimento sólo las plantas tratadas con 0,45 mg mostraron hojas más oscuras y con niveles más altos de clorofila que en las plantas control. La dosis más elevada de paclobutrazol afectó a la saturación del color de las hojas a través del incremento del valor del croma, dando lugar a hojas con un ver-



# GRAN PRECISION EN SIEMBRA Y ABONADO



Abonadoras de 800 a 2.000 l. en uno y dos discos, de gran precisión.



Sembradora monograno neumática de precisión, para maíz, girasol, remolacha, etc.



Abonadora localizadora para cultivos en líneas de 3 a 6 líneas.

## Fitosanitarios

de más vivo (intenso) comparado con las plantas control, aunque, visualmente, tales diferencias resultaron difíciles de detectar. Los valores calculados del ángulo hue confirmaron el color verde del follaje y sugieren la ausencia de necrosis o clorosis cuando paclobutrazol es empleado en dosis como las del experimento. El color de las flores de Mondriaan fue modificado por paclobutrazol. Las flores rojas tornaron hacia tonos púrpura tras la aplicación de las dosis de paclobutrazol (incremento del ángulo hue). El croma se vio reducido por paclobutrazol, y en consecuencia las flores no fueron tan vivas (intensas). Este efecto es contrario al observado en *Chrysanthemum* por Liu et al. (1996), cuando tras la aplicación de paclobutrazol se incrementó la intensidad del color de las flores.

En conclusión, las características de las plantas en maceta de Mondriaan pueden ser mejoradas a través del control de su crecimiento, desarrollo y color de las hojas y flores mediante la utilización de paclobutrazol. El sistema de aplicación (solución aplicada al sustrato) resultó altamente efectivo en relación con las bajas dosis aplicadas del producto. Sugerimos aplicaciones de 0,25 mg en el ciclo experimentado (invierno) para el control del crecimiento de Mondriaan, así como ensayar dosis entre 0,25 y 0,35 mg en ciclo de cultivo de primavera dado que en ciclo de invierno la dosis de 0,25 mg mejoró la calidad de las plantas producidas de Mondriaan comparada con el control, teniendo la dosis de 0,45 mg un efecto excesivamente restrictivo sobre el crecimiento, desarrollo y color de las plantas. La aplicación de paclobutrazol en solución al sustrato y la respuesta de la planta al mismo en diferentes sustratos debería ser tenido en cuenta.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT-FEDER 1fd97 0420 co2 01 "Evaluación y adaptación de especies vegetales comerciales y autóctonas para su utilización como planta en maceta, jardinería y paisajismo".



**JULIO GIL AGUEDA E HIJOS, S.A.**

Teléfonos: 884 54 29 y 884 54 49 - Fax: 884 14 87  
Carretera de Abalá Km. 10 - 28814 DAGANZO (MADRID)



**Traker se agarra,  
es resistente, es confortable,  
es simplemente**



Tractores de media y gran potencia



Neumático estándar de nueva generación

**Traker:** nuevo perfil que ofrece una adherencia excepcional  
y una conducción más confortable.

# Traker

**Usted es quien mejor hablará de él.**

**Kleber**

La tierra, los hombres, los neumáticos