

Distintas formas y momentos de aplicación de paclobutrazol y sus efectos en características vegetativas y de floración de tulipán (*Tulipa gesneriana* L.)

A. Zagabria*, N. Francescangeli**, L. Mascarini*

*Cátedra de Floricultura, Facultad de Agronomía-UBA

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

Resumen

Se analizaron los efectos del paclobutrazol (en solución de 5 ppm) aplicado por inmersión de bulbos o por riego, sobre características vegetativas y de floración de tulipanes *Leen van der Mark*, *Inzel* y *Rosario*. El cultivo se desarrolló en macetas, en invernadero, en la Estación Experimental Agropecuaria San Pedro del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Argentina), durante el invierno de 2005. Se evaluaron los momentos de aplicación: 0, 1 y 24 horas antes del trasplante, para la inmersión; y 0, 1, 11 y 21 días desde el trasplante (ddt), para el riego. La temperatura promedio fue de 15° C. En ningún caso los tratamientos influyeron en el tiempo a emergencia y en el largo de la flor (excepto una leve disminución en *Rosario* para 24 hs de inmersión). Para cada híbrido se observaron efectos variables entre momentos de aplicación de cada una de las formas, en los parámetros: duración de las etapas vegetativa y de floración y altura en el momento de la venta y al final de la floración. Se concluye que, si se desea utilizar paclobutrazol para disminuir la altura de las plantas de *Leen van der Mark*, *Inzel* y *Rosario*, sin que se afecten características de la floración; sería recomendable para una solución de 5 ppm la inmersión de bulbos por 24 hs o el riego a los 21 ddt.

Palabras clave: bulbosas, regulador de crecimiento, altura

Summary

Effect of type and time of application of paclobutrazol on tulip (*Tulipa gesneriana* L.) vegetative characters and flowering

The effects of paclobutrazol (5 ppm solution) applied by immersion or through irrigation on vegetative and flowering characteristics of "Leen van der Mark", "Inzel" and "Rosario" tulip were determined. Plants were grown in pots inside a greenhouse in the Agricultural Experimental Station San Pedro of National Institute of Agricultural Technology (Argentina) in winter 2005. The effect of application time (0, 1, and 24 hours before transplant for immersion, and 0, 1, 11, and 21 days after transplant (dat) for irrigation) was also determined. The average temperature was 15°C. None of the treatments affected emergence time and flower length, with the exception of a slight effect for the hybrid Rosario. The effects of treatments on the length of the vegetative and flowering periods, and on the height of the plant at selling time and at the end of the flowering period depended on the hybrid. It is concluded that in order to shorten the plants of the tulip hybrids "Leen van der Mark", "Inzel" and "Rosario", without affecting flower characteristics and using a 5 ppm solution of paclobutrazol, it is recommended to immerse the bulbs for 24 hours, or apply it through irrigation at 21 dat.

Key words: bulb plant, plant growth regulator, height

Introducción

En tulipán y otras bulbosas, los principales factores que afectan la altura de las plantas son: las características genéticas, la duración del período de frío al que deben someterse los bulbos (mayor altura a mayor número de horas de frío) y la temperatura de crecimiento del cultivo (mayor altura a mayor temperatura); factores sobre los que existe muy poca elasticidad si se desea maximizar la calidad (Bañón Arias et al., 1993; Miller, 2004).

Entre los cambios esenciales que se producen en los bulbos durante el almacenamiento en frío se destaca el aumento de la sensibilidad a las auxinas y a sus interacciones con el ácido giberélico (Rebers, 1994; Rietveld et al., 2000). De dichas interacciones resulta la elongación del tallo en tulipán (Okubo & Uemoto, 1985). Este alargamiento del tallo es reducido por el paclobutrazol, sustancia que actúa como inhibidor de la síntesis de giberelinas (Saniewski, 1989), y por otros retardantes de crecimiento, como ancymidol (De Hertogh, 1989), flurprimidol y uniconazol (Krug, 2003) que fueron utilizados en tulipán a fin de obtener plantas de menor altura para su uso en maceta.

Los tulipanes en maceta constituyen una alternativa productiva muy difundida en EEUU debido a sus mínimos requerimientos de espacio y ciclo corto (Miller, 2002). De Hertogh (1996) sugirió que una altura óptima para tulipanes en maceta debería estar en el rango 20 a 25 cm, excluyendo el contenedor. Un problema potencial de muchos cultivares de gran interés comercial es el alargamiento del tallo por encima de estos valores (Krug, 2004). Para superarlo, diversos estudios con paclobutrazol y otros reguladores de crecimiento se concentraron en encontrar formas de aplicación eficientes y dosis mínimas (Dole & Wilkins, 1999; Barret, 2002).

Aunque actualmente se dispone de una veintena de materiales enanos y de tallo corto; la mayoría de los cultivares de tulipán han sido seleccionados originalmente como flores de corte: hasta 2005, más de 800 variedades disponibles en Holanda con diversos grados de oferta (Koopman, 2005). Distintas razones pueden volcar la elección del productor a estos últimos: preferencias del consumidor, disponibilidad de bulbos, rusticidad y adaptación a condiciones de cultivo, etc. En EEUU el paclobutrazol permitió ampliar el mercado de cultivares de corte destinándolos a su presentación en macetas (Latimer, 2001; Miller, 2004).

En Argentina, el mercado de flor de tulipán es muy reducido y su destino principal es el corte (Romagnoli et al., 2002). Sobre un total de 8 has de producción de bulbos, la oferta nacional está restringida a pocos cultivares, entre los que se destacan: *Leen van der Mark*, *Yokohama*, *Inzel*, *Rosario*, *Ile de France*, *Montecarlo* y *Viking* (Turró & Diacinti, 2003; Turró, 2006, com.pers.). No se dispone de información sobre la adaptación de estos materiales al cultivo en maceta en condiciones climáticas de inviernos templados, que son las propias de la principal zona florícola del país. Dicha información permitiría ofrecer variedades de tulipán de corte para otros fines ornamentales, tales como planta en maceta o macizos florales.

El objetivo de los experimentos fue analizar el efecto de distintas formas y momentos de aplicación de paclobutrazol sobre características vegetativas y de floración de tres híbridos de tulipán cultivados en maceta.

Materiales y Métodos

En la Estación Experimental Agropecuaria INTA San Pedro (EEA San Pedro) (Lat.: 33° 41' S Long.: 59° 41' W), provincia de Buenos

Aires, Argentina, durante el período junio-agosto de 2005, se llevaron a cabo dos experimentos independientes sobre cultivo de tulipán en maceta.

Material vegetal:

Los híbridos empleados fueron: *Leen van der Mark*, *Inzel* y *Rosario*, que pertenecen al grupo Triumph (Netherlands Flower Bulb, 2005).

Condiciones de cultivo:

Se utilizaron bulbos 5°C de tamaño 12 +, macetas de polietileno de 12 cm de diámetro y un litro de capacidad y sustrato GrowMix® estándar (densidad aparente: 0,083 kg.m⁻³; porosidad de aire: 22,4 %; retención de agua: 62,18 %) . Debido a que el volumen de

sustrato disponible para una planta puede imponer restricciones al sistema radicular y afectar así el crecimiento (Bailey & Whipker, 1998), a fin de evitar competencia por agua y espacio, se plantó un bulbo/maceta para aislar el efecto del retardante. La profundidad de plantación fue tal que se aseguró una distancia de 4 cm entre la punta del bulbo y el nivel de llenado. El cultivo se desarrolló en invernadero, sobre mesadas, con riego por goteo localizado.

Experimentos y tratamientos aplicados:

Los experimentos consistieron en dos formas de aplicación de paclobutrazol: por inmersión de bulbos y por riego, y en cada uno de ellos se evaluaron los siguientes tratamientos:

Experimentos: Formas de aplicación de paclobutrazol	Tratamientos: Momentos de aplicación
Por inmersión de bulbos	Testigo (T) - 1 - 24 horas antes del trasplante
Por riego	Testigo (T) - 1 - 11 - 21 días después del trasplante

Aplicación de paclobutrazol por inmersión de bulbos:

Los bulbos se plantaron el 07 de junio de 2005. Los tratamientos de inmersión consistieron en sumergir los bulbos en una solución de paclobutrazol de 5 ppm (5 mg.l⁻¹) durante los tiempos indicados. Experimentos anteriores realizados en la EEA San Pedro demostraron que la inmersión de bulbos de tulipán en agua por períodos de hasta 24 horas previos al trasplante no afectaba parámetros de pos-trasplante (Francescangeli & Fernández, com.pers.). Por lo tanto, se utilizó un solo testigo con bulbos secos.

Aplicación de paclobutrazol por riego:

Los bulbos se plantaron el 02 de junio de 2005. Los tratamientos de riego consistieron en el aporte de 100 ml de una solución de paclobutrazol de 5 ppm (5 mg.l⁻¹) en los

momentos indicados. Para aislar el efecto del retardante, en cada oportunidad, se suministraron 100 ml de agua al resto de las plantas del experimento.

Parámetros medidos:

Sobre 10 plantas/tratamiento se tomaron los registros indicados en la tabla 1.

Si bien la floración puede considerarse iniciada cuando la punta del pimpollo se hace visible, a fin de estimar los efectos de los tratamientos sobre la vida de la flor pos-venta, en estos experimentos la duración de la floración se calculó como la diferencia entre los días a fin de floración y los días a pimpollo con color (o momento de venta).

Se hicieron observaciones diarias de las plantas para detectar la presencia de plagas y de enfermedades. Ante la aparición de

Tabla 1. Definición de los parámetros registrados en cada experimento durante el desarrollo de los cultivos

Table 1. Definition of the parameters registered in each experiment during the development of the crops

Parámetro	Descripción
Etapas del cultivo desde el transplante	
Días a emergencia	Emergencia: Aparición visible del brote
Días a punta de pimpollo visible	Punta de pimpollo visible a simple vista
Días a pimpollo cerrado con color	Pimpollo cerrado con color (momento de cosecha)
Días a flor abierta	Flor abierta: puntas de tépalos separadas
Días a fin de floración	Fin de floración: cuando por lo menos 1 de los tépalos presenta mínimos sectores del borde marchitos
Altura de planta y largo de tallo y flor	
Altura máxima de hojas en posición natural a los 7, 14, 21, 28, 35, 42 y 49 días desde el transplante	Altura hasta el máximo nivel alcanzado por las hojas sin modificar su posición natural
Altura hasta punta de pimpollo cerrado coloreado	Pimpollo cerrado con color en toda su superficie
Altura hasta punta de flor a fin de floración	Altura hasta el nivel máximo alcanzado por la flor
Largo del tallo hasta la inserción de la 1ª hoja en los momentos: pimpollo visible, flor abierta y fin de floración	Porción inferior del tallo desde el nivel del suelo hasta la inserción de la 1ª hoja
Largo de flor abierta	Altura de la flor abierta

síntomas de *Botrytis* se hizo un tratamiento con el fungicida Captan (30g/10l de agua) y, a modo preventivo de nuevas manifestaciones de esta enfermedad, se aplicaron: procimidone (Sumilex®), 10 g/ 10 l de agua, a los 7 días y azoxistrobina (Amistar®), 5 cc/ 10 l de agua, a los 15 días. La identificación del hongo y las recomendaciones sanitarias fueron realizadas por el Laboratorio de Fitopatología de la EEA San Pedro. Se eliminaron las plantas que presentaron síntomas de *Botrytis* en más del 10% de su follaje (apreciación visual).

Con un adquisidor automático de datos ETG Multirecorder-P, se obtuvieron a nivel del follaje promedios horarios de temperaturas de aire en el entorno de las plantas, basados en 30 datos (frecuencia: 2 minutos).

Diseño experimental y análisis estadístico:

Se aplicó un diseño de bloques completos aleatorizados con 10 plantas / tratamiento y tres repeticiones.

Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó el programa SAS (SAS Inst., 1989) y sus procedimientos GLM, Nest y Mean. Se aplicó la prueba de No Aditividad de Tukey para confirmar la distribución normal de los datos. Las variables que no ajustaron a una distribución normal se transformaron aplicando la raíz cuadrada de x . Necesitaron de esta transformación las siguientes variables: días a emergencia, altura a 7 y a 14 días y largo de tallo a pimpollo visible. Para facilitar la interpretación de los resultados, estos parámetros se presentan retransformados. Los datos se sometieron al análisis de la variancia ($\alpha = 0,05$) y se compararon las

medias con la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$). Para caracterizar los parámetros propios de los híbridos, cultivados en las condiciones ambientales en las que se desarrollaron las plantas, se compararon los testigos de los dos experimentos utilizando un diseño anidado (con testigos anidados dentro de experimento), a fin de descartar diferencias estadísticamente significativas debidas a las fechas de plantación (5 días de diferencia entre experimentos) y al manejo particular de los cultivos. Se promediaron las variables de los testigos de ambos experimentos que no fueron afectados por dichas diferencias.

Resultados y discusión

Las temperaturas óptimas para la producción de flores de tulipán provenientes de

bulbos 5°C fueron definidas entre 13 y 20°C para la mayoría de los cultivares (Nard et al., 1997). Las temperaturas promedio del aire durante el ciclo de los cultivos fueron similares en ambos experimentos: 15,0 °C. Por lo tanto, se considera que las plantas se desarrollaron dentro de condiciones térmicas no estresantes.

Comportamiento agronómico de los híbridos

Los híbridos utilizados presentaron diferencias entre sí propias del material genético. Las variables no afectadas por la fecha de plantación y por el manejo particular de cada ensayo, permitieron caracterizar estas diferencias a través de la comparación de los testigos de los dos experimentos (tabla 2).

Tabla 2. Comparación de distintos parámetros no afectados por la fecha de plantación registrados en los testigos de los híbridos en estudio^{(1) (2)}

Table 2. Comparison of the parameters not affected for plantation date registered on the hybrids under study^{(1) (2)}

Parámetro	Leen van der Mark	Inzel	Rosario	c.v.
Días a emergencia	7,8 b	14,1 a	7,0 b	16,6
Días a punta de pimpollo visible	32,9 b	32,3 b	38,6 a	3,9
Días a pimpollo cerrado con color	36,4 b	36,1 b	50,2 a	7,9
Días a fin de floración	55,7 b	52,4 c	58,6 a	5,0
Altura máxima de hojas los 21 días (cm)	8,7 a	5,4 b	7,4 a	11,1
Altura máxima de hojas los 49 días (cm)	28,9 b	32,4 a	24,9 c	11,8
Altura hasta punta pimpollo coloreado (cm)	17,8 c	21,0 b	27,8 a	11,4
Altura hasta punta flor a fin de floración (cm)	49,1 a	46,9 a	40,7 b	10,7
Largo del tallo hasta la inserción de la 1ª hoja a pimpollo visible (cm)	1,7 b	2,4 a	1,9 ab	3,6
Largo del tallo hasta la inserción de la 1ª hoja a fin de floración (cm)	4,2 b	5,5 a	4,1 b	12,9
Duración de la floración (días)	19,2 a	16,3 b	8,0 c	13,5

⁽¹⁾ Para caracterizar los parámetros propios de los híbridos, se compararon los testigos de los dos experimentos a través de los promedios de las variables que no fueron afectadas por las fechas de plantación.

⁽²⁾ Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas, según la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$); c.v. = coeficiente de variación.

El híbrido *Inzel* tuvo un significativo atraso en la emergencia con relación a los otros dos. Sin embargo, igualó a *Leen van der Mark* para alcanzar el estado de pimpollo cerrado con color o momento de venta, mientras que *Rosario* se atrasó. En altura máxima de hojas a 49 ddt (plena floración) y en el largo de la porción inferior del tallo a fin de floración, *Inzel* fue el que presentó mayores valores. La altura de la planta a punta de pimpollo coloreado (momento de venta) fue distinta para cada híbrido, destacándose una diferencia de 10 cm entre *Rosario* (la más alta) y *Leen van der Mark* (la más baja). Sin embargo, a fin de floración, *Leen van der Mark* aventajó notablemente a *Rosario*. La duración de la floración fue diferente para cada híbrido.

Tabla 3 Comparación de parámetros relacionados con las etapas del cultivo entre los tratamientos de tiempo de inmersión de los bulbos (T= sin inmersión, 1 h y 24 hs de inmersión) en solución de paclobutrazol para cada híbrido utilizado en el estudio⁽¹⁾

Table 3. Comparison of the parameters related to crops phases between immersion time in paclobutrazol treatments (T=no immersion, 1 h and 24 h immersion) for each hybrid under study⁽¹⁾

Híb	Parámetro	Tiempos de inmersión (horas)			
		T	1	24	c.v.
Leen van der Mark	Días a emergencia	7,8	6,4	6,3	12,6
	Días a punta de pimpollo visible	33,2 a	32,3 a	30,8 b	5,5
	Días a pimpollo cerrado con color	37,3 a	35,8 ab	33,8 b	5,7
	Días a fin de floración	54,9 a	54,9 a	53,1 b	2,4
	Duración de la floración (días)	17,6	19,1	19,3	11,3
Inzel	Días a emergencia	15,9	13,9	13,3	15,5
	Días a punta de pimpollo visible	32,9 a	39,7 b	38,7 b	3,9
	Días a pimpollo cerrado con color	36,9 a	33,8 b	32,8 b	4,0
	Días a fin de floración	53,1 a	52,1 a	46,5 b	10,6
	Duración de la floración (días)	16,3 b	18,4 a	16,2 b	12,5
Rosario	Días a emergencia	7,9	9,0	8,4	15,9
	Días a punta de pimpollo visible	39,1 a	38,5 a	37,3 b	4,2
	Días a pimpollo cerrado con color	50,9 a	50,1 a	46,8 b	5,1
	Días a fin de floración	56,9 a	56,6 ab	56,0 b	1,3
	Duración de la floración (días)	6,7 b	7,0 b	9,4 a	16,9

⁽¹⁾ Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas y valores sin letras en la misma fila indican igualdad estadística, según la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$); c.v.= coeficiente de variación.

Rosario fue el más atrasado en iniciar y finalizar la floración, la que fue significativamente más corta que en los otros cultivos. Estas observaciones sugieren los cambios que puede sufrir el cultivo en poder del consumidor.

Aplicación de paclobutrazol por inmersión de bulbos

La comparación de los tratamientos de tiempo de inmersión de los bulbos **dentro de cada híbrido** para los parámetros relacionados con las etapas del cultivo se presenta en la tabla 3, y para los relacionados con las medidas de distintos órganos de las plantas se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. Comparación de parámetros relacionados con medidas de órganos de las plantas entre los tratamientos de tiempo de inmersión de los bulbos (T= sin inmersión, 1 h y 24 hs de inmersión) en solución de paclobutrazol para cada híbrido utilizado en el estudio⁽¹⁾

Table 4. Comparison of the parameters related to the dimensions of the organs of the plants between immersion time in paclobutrazol treatments (T=no immersion, 1 h and 24 h immersion) for each hybrid under study⁽¹⁾

Híb	Parámetro (en cm)	Tiempos de inmersión (horas)			
		T	1	24	c.v.
Leen van der Mark	Altura máxima hojas a 7 ddt	0,9 b	1,7 a	1,9 a	15,2
	Altura máxima hojas a 14 ddt	4,0	4,7	4,2	14,8
	Altura máxima hojas a 21 ddt	8,2	8,4	7,9	13,5
	Altura máxima hojas a 28 ddt	14,7 a	14,0 a	12,5 b	12,9
	Altura máxima hojas a 35 ddt	16,9 a	15,9 a	13,9 b	13,6
	Altura máxima hojas a 42 ddt	23,1 a	22,0 a	17,9 b	10,1
	Altura máxima hojas a 49 ddt	28,6 a	26,5 a	21,4 b	13,6
	Altura a punta pimpollo coloreado	18,2 a	15,9 b	10,9 c	10,1
	Altura a punta de flor a fin de floración	51,0 a	48,3 b	38,8 c	8,8
	Largo del tallo inferior a pimp. visible	1,6	1,6	1,5	13,2
	Largo del tallo inferior a flor abierta	2,4 a	2,1 ab	1,8 b	13,0
	Largo del tallo inferior a fin de floración	4,1 a	3,7 a	2,5 b	6,4
	Largo de flor abierta	5,4	5,2	5,2	11,8
	Inzel	Altura máxima hojas a 7 ddt	0	0	0
Altura máxima hojas a 14 ddt		0,42 b	1,05 a	1,02 a	16,0
Altura máxima hojas a 21 ddt		5,1 b	7,1 a	6,9 a	8,5
Altura máxima hojas a 28 ddt		13,7 b	15,5 a	14,7 a	15,7
Altura máxima hojas a 35 ddt		19,8 b	22,7 a	20,5 b	11,9
Altura máxima hojas a 42 ddt		28,4	28,8	27,2	12,9
Altura máxima hojas a 49 ddt		32,4	30,7	29,9	12,9
Altura a punta pimpollo coloreado		21,1 a	21,5 a	16,9 b	8,9
Altura a punta de flor a fin de floración		47,8 a	47,2 a	41,7 b	10,7
Largo del tallo inferior a pimp. visible		2,4 a	2,3 a	1,7 b	16,4
Largo del tallo inferior a flor abierta		4,4 a	3,7 b	2,5 c	15,7
Largo del tallo inferior a fin de floración		5,8 a	4,7 b	3,1 c	7,5
Largo de flor abierta		4,5	4,8	4,8	14,7
Rosario		Altura máxima hojas a 7 ddt	0,66	0,56	0,57
	Altura máxima hojas a 14 ddt	3,0	2,6	2,9	17,6
	Altura máxima hojas a 21 ddt	7,3	7,0	7,2	12,5
	Altura máxima hojas a 28 ddt	13,1	12,7	11,9	16,0
	Altura máxima hojas a 35 ddt	15,9 a	15,7 a	14,0 b	10,6
	Altura máxima hojas a 42 ddt	20,3 a	20,1 a	17,6 b	8,7
	Altura máxima hojas a 49 ddt	24,7 a	23,9 a	21,1 b	9,0
	Altura a punta pimpollo coloreado	29,3 a	26,7 a	17,3 b	7,9
	Altura a punta de flor a fin de floración	39,5 a	38,8 a	35,9 b	8,9
	Largo del tallo inferior a pimp. visible	2,0 a	1,8 a	1,4 b	12,0
	Largo del tallo inferior a flor abierta	4,0 a	2,9 a	1,8 c	14,3
	Largo del tallo inferior a fin de floración	4,5 a	3,5 b	3,2 b	13,2
	Largo de flor abierta	5,3 a	5,1 ab	4,9 b	9,2

⁽¹⁾ Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas y valores sin letras en la misma fila indican igualdad estadística, según la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$); c.v.= coeficiente de variación.

Se destacaron los siguientes resultados:

- En ningún caso los tratamientos influyeron sobre los días a emergencia.
- En *Leen van der Mark* y en *Rosario*, la duración de la etapa vegetativa (días a punta de pimpollo visible) fue acelerada con el tratamiento de 24 horas, mientras que fue atrasada en *Inzel*.
- En los tres híbridos, con la inmersión de 24 horas, la aparición de pimpollo cerrado con color y el fin de floración se produjeron antes que en los testigos.
- Sólo para *Leen van der Mark* los tratamientos de inmersión no afectaron la duración de la floración, mientras que en *Inzel* y en *Rosario*, aunque hubo un efecto diferente entre tiempos de inmersión, en ningún caso la aplicación del paclobutrazol acortó la duración de la floración con relación a los testigos.
- En *Leen van der Mark*: la inmersión de bulbos por 24 horas comenzó a mostrar sus efectos en la altura máxima de hojas desde los 28 ddt. La altura a punta de pimpollo coloreado y de flor a fin de floración fue disminuida progresivamente con el tiempo de inmersión. Los tratamientos no afectaron el largo de la flor.
- En *Inzel*: las plantas cuyos bulbos habían sido tratados presentaron igual altura máxima de hojas que el testigo y entre sí desde 42 ddt. En el momento de la venta y a fin de floración se observó un acortamiento de la altura a punta de pimpollo y flor en las plantas cuyos bulbos recibieron 24 horas de inmersión. En el tratamiento de 1 hora no se observaron efectos en la altura hasta la punta de pimpollo o flor. Los tratamientos no afectaron el largo de la flor.
- En *Rosario*: los tratamientos se diferenciaron entre sí en la altura máxima de hojas desde 35 ddt. Desde entonces, el tratamien-

to de inmersión durante 24 horas presentó las menores alturas. *Rosario* fue el único híbrido entre los estudiados, en el que se observó un efecto del paclobutrazol sobre el largo de la flor: la inmersión por 24 hs produjo un leve acortamiento en relación al testigo.

Aplicación de paclobutrazol por riego

La comparación de los tratamientos de momento de riego **dentro de cada híbrido** para los parámetros relacionados con las etapas del cultivo se presenta en la tabla 5, y para los relacionados con las medidas de distintos órganos de las plantas se presenta en la tabla 6.

Se destacaron los siguientes resultados:

- En ningún caso los tratamientos influyeron sobre los días a emergencia y sobre el largo de la flor.
- En *Leen van der Mark*: los días a fin de floración se anticiparon levemente (aprox 2 días) en las plantas que fueron regadas a 1 ddt, con relación al testigo. A partir de los 35 ddt todos los tratamientos mostraron una disminución en la altura máxima de hojas. Se destacó el significativo acortamiento de la altura a fin de floración del tratamiento de 21 ddt.
- *Inzel*: el riego a 1 ddt acortó el tiempo a punta de pimpollo visible en aproximadamente 1 día con relación a 11 ddt. Solamente con el riego a 21 ddt se observó una disminución de la altura máxima de las hojas con relación al testigo; y este efecto se dio desde 35 ddt. El mismo comportamiento se registró para la altura a punta de pimpollo coloreado y a punta de flor a fin de floración.
- *Rosario*: el tiempo a punta de pimpollo visible mostró un alargamiento significativo en 21 ddt con relación al testigo (aprox 3

días). Los efectos sobre la altura máxima de hojas comenzaron a observarse desde 28 ddt en el tratamiento de 21 ddt con relación al testigo y a 1 ddt. Desde los 42 ddt el testigo presentó la mayor altura de hojas, los tratamientos de 1 y 11 ddt valores intermedios y el tratamiento de 21 ddt, el menor.

A fin de generar recomendaciones sobre uso de paclobutrazol en tulipán, se considerarán sus efectos en los parámetros de interés comercial, tanto para el productor (que los efectos de los tratamientos se hayan manifestado en el momento de la venta) como para el consumidor (que los efectos de los tratamientos visibles en el momento de la compra se mantengan hasta fin de floración, y que ésta no se vea perjudicada).

Por lo tanto, considerando el tiempo de ocupación del invernadero desde el trasplante,

la altura en el momento de la venta, la altura final, la duración de la floración y el tamaño de la flor, podríamos sintetizar para cada cultivar:

Leen van der Mark: Se observó un acortamiento del tiempo a pimpollo coloreado solamente con la inmersión durante 24 horas (aproximadamente 4 días con respecto a las plantas sin tratar). Considerando la altura hasta la punta del pimpollo, en los tratamientos de inmersión se vio una disminución progresiva directamente proporcional al tiempo, mientras que en los de riego, todos los tratamientos afectaron por igual a este parámetro sin importar el momento de aplicación. La altura a fin de floración mantuvo la misma tendencia que en el momento de la venta: a mayor tiempo de inmersión de bulbos, menor altura; para

Tabla 5. Comparación de parámetros relacionados con las etapas del cultivo entre T (testigo, sin paclobutrazol) y los tratamientos de riego con solución de paclobutrazol a 1, 11 y 21 días desde el trasplante (ddt), para cada híbrido utilizado en el estudio⁽¹⁾

Table 5. Comparison of the parameters related to crops phases between irrigation time in paclobutrazol treatments (T=no irrigation, 1, 11 and 21 dat irrigation) for each hybrid under study⁽¹⁾

Híb	Parámetro	Momento de riego (ddt)				c.v.
		T	1	11	21	
Leen van der Mark	Días a emergencia	3,3	3,7	3,1	3,5	15,7
	Días a punta de pimpollo visible	32,7	31,9	31,8	32,7	3,9
	Días a pimpollo cerrado con color	35,6	33,3	36,3	36,4	9,9
	Días a fin de floración	56,5 a	53,9 b	55,6 ab	57,8 a	4,8
	Duración de la floración (días)	20,9	20,6	19,3	21,4	6,9
Inzel	Días a emergencia	12,6	12,2	12,1	11,9	12,9
	Días a punta de pimpollo visible	31,8 ab	30,9 b	32,3 a	31,4 ab	3,5
	Días a pimpollo cerrado con color	35,3	35,1	35,6	35,6	4,1
	Días a fin de floración	51,8	49,9	51,2	50,3	6,4
	Duración de la floración (días)	16,5	14,8	15,6	15,7	5,9
Rosario	Días a emergencia	6,2	5,8	6,2	6,2	16,1
	Días a punta de pimpollo visible	38,0 b	38,8 ab	40,5 ab	41,0 a	6,6
	Días a pimpollo cerrado con color	50,2 a	48,4 b	48,7 ab	50,5 a	6,6
	Días a fin de floración	60,3 ab	59,4 b	60,5 ab	60,7 a	4,5
	Duración de la floración (días)	10,1	11,0	11,8	10,2	12,9

⁽¹⁾ Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas y valores sin letras en la misma fila indican igualdad estadística, según la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$); c.v = coeficiente de variación.

Tabla 6. Comparación de parámetros relacionados con medidas de órganos de las plantas entre T (testigo, sin paclobutrazol) y los tratamientos de riego con solución de paclobutrazol a 1, 11 y 21 días desde el transplante (ddt), para cada híbrido utilizado en el estudio⁽¹⁾

Table 6. Comparison of the parameters related to the dimensions of the organs of the plants between irrigation time in paclobutrazol treatments (T=no irrigation, 1, 11 and 21 ddt irrigation) for each hybrid under study⁽¹⁾

Hib	Parámetro (en cm)	Momento de riego (ddt)				c.v.
		T	1	11	21	
Leen van der Mark	Altura máxima hojas a 7 ddt	3,2	3,2	3,7	3,2	12,1
	Altura máxima hojas a 14 ddt	6,3	6,1	6,7	6,1	13,8
	Altura máxima hojas a 21 ddt	9,2	8,2	9,6	9,0	13,5
	Altura máxima hojas a 28 ddt	13,0 a	12,4 ab	11,1 c	11,6 bc	13,2
	Altura máxima hojas a 35 ddt	18,1 a	15,9 b	14,1 c	14,5 c	14,1
	Altura máxima hojas a 42 ddt	26,5 a	19,4 b	16,2 c	13,4 d	8,7
	Altura máxima hojas a 49 ddt	29,2 a	20,5 b	17,3 c	13,6 d	8,8
	Altura a punta pimpollo coloreado	17,5 a	12,9 b	12,0 b	11,6 b	9,6
	Altura a punta de flor a fin de floración	47,3 a	34,6 b	32,5 b	21,3 c	10,1
	Largo del tallo inferior a pimp. visible	1,8 a	1,4 b	1,2 b	1,4 b	13,1
	Largo del tallo inferior a flor abierta	2,4 a	1,6 b	1,4 b	1,6 b	13,3
	Largo del tallo inferior a fin de floración	4,1 a	1,9 b	1,7 b	1,3 c	13,1
	Largo de flor abierta	5,6	5,5	5,6	5,6	12,5
	Altura máxima hojas a 7 ddt	0	0	0	0	-
	Altura máxima hojas a 14 ddt	1,8	2,0	1,8	1,9	15,9
	Altura máxima hojas a 21 ddt	5,8	6,0	5,9	6,0	9,9
	Inzel	Altura máxima hojas a 28 ddt	12,7	12,5	12,2	11,7
Altura máxima hojas a 35 ddt		21,6 a	20,6 a	20,8 a	17,1 b	16,8
Altura máxima hojas a 42 ddt		30,9 a	29,7 a	29,3 a	22,9 b	14,3
Altura máxima hojas a 49 ddt		32,5 a	31,0 a	30,5 a	24,2 b	14,3
Altura a punta pimpollo coloreado		20,9 a	20,3 a	21,0 a	15,5 b	15,6
Altura a punta de flor a fin de floración		45,9 a	42,0 a	42,7 a	33,7 b	11,8
Largo del tallo inferior a pimp. visible		2,4 a	2,1 a	2,6 a	1,6 b	7,9
Largo del tallo inferior a flor abierta		3,8 a	3,4 a	3,7 a	2,1 b	17,2
Largo del tallo inferior a fin de floración		5,3 a	4,7 b	4,9 b	2,6 c	16,6
Largo de flor abierta		5,2	5,4	5,3	5,5	6,4
Altura máxima hojas a 7 ddt		1,3	1,7	1,4	1,4	16,9
Altura máxima hojas a 14 ddt		4,3	4,8	4,2	4,2	13,7
Altura máxima hojas a 21 ddt		7,5	7,9	7,5	7,7	11,9
Altura máxima hojas a 28 ddt		11,8 a	12,1 a	11,2 ab	10,9 b	15,5
Altura máxima hojas a 35 ddt		16,4 a	16,0 a	15,2 ab	14,2 b	13,1
Altura máxima hojas a 42 ddt		23,5 a	20,6 b	20,1 b	16,1 c	15,3
Altura máxima hojas a 49 ddt		25,1 a	21,1 b	20,6 b	16,0 c	16,4
Rosario	Altura a punta pimpollo coloreado	25,1 a	18,4 b	19,1 b	14,0 c	15,2
	Altura a punta de flor a fin de floración	42,0 a	33,9 b	34,8 b	24,5 c	14,2
	Largo del tallo inferior a pimp. visible	1,9 a	1,7 a	1,7 a	1,2 b	15,9
	Largo del tallo inferior a flor abierta	3,5 a	2,2 b	2,4 b	1,3 c	11,6
	Largo del tallo inferior a fin de floración	3,6 a	2,8 b	2,8 b	1,7 c	11,7
	Largo de flor abierta	5,2	4,9	5,2	5,3	13,1

⁽¹⁾ Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas y valores sin letras en la misma fila indican igualdad estadística, según la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$); c.v.= coeficiente de variación.

cualquier tratamiento de riego, menor altura (aunque en este caso, la disminución fue mayor en el tratamiento de 21 ddt con respecto a los otros dos). Ningún tratamiento tuvo efectos sobre la duración de la floración y sobre el tamaño de la flor.

Inzel: Los tratamientos de riego no aceleraron el momento de venta pero todos los de inmersión, acortaron este período con respecto al testigo. Para disminuir la altura a la punta de pimpollo fue necesario la inmersión durante 24 horas o el riego a 21 ddt. La altura a fin de floración se vio afectada en los tratamientos de inmersión de 24 horas y de riego a 21 ddt. Se observó un pequeño incremento en la duración de la floración sólo cuando se sumergieron los bulbos durante 1 hora. Ningún tratamiento tuvo efectos sobre el tamaño de la flor.

Rosario: Entre los tratamientos de riego no hubo un efecto claro del producto sobre el acortamiento del tiempo hasta el momento de venta, mientras que entre los de inmersión, el de 24 horas disminuyó este período en 4 días con respecto al testigo. Con relación a la reducción de la altura a punta de pimpollo coloreado, la inmersión durante 24 horas tuvo los efectos esperados; cuando el producto se aplicó por riego todos los tratamientos mostraron efectos, y entre ellos este acortamiento fue más notorio con el riego a 21 ddt. Se podría esperar que la altura a fin de floración mantenga la tendencia observada en el momento de la venta tanto entre los tratamientos de inmersión como entre los de riego. Los tratamientos de riego no afectaron la duración de la floración ni el tamaño de la flor. Entre los de inmersión, el de 24 horas alargó levemente la duración de la floración, y si bien se detectaron diferencias entre este último tratamiento y el testigo en el largo de la flor, éste fue mínimo.

En un estudio similar al presente, Krug et al., (2003) para el híbrido *Prominence*,

encontraron efectos del paclobutrazol sobre la altura final de plantas: cuando fue aplicado por inmersión de bulbos durante 10 minutos, a una concentración de 400 ppm, observaron una reducción al final del ciclo de 16%, y cuando fue aplicado por riego en una concentración de 1ppm a plantas de 7-10 cm de altura, la reducción fue de 25 %. En nuestro caso, con una concentración de 5 ppm los efectos de la inmersión de bulbos pre-transplante y del riego a 21 ddt permitieron, respectivamente, una reducción de la altura final de 24 y 55 % en *Leen van der Mark*, 13 y 27 % en *Inzel* y 10 y 42 % en *Rosario*.

La mayor efectividad del riego podría deberse a que el producto es trasladado vía xilema (Latimer, 2001), y la cabellera de raíces desarrollada por las plantas a los 21 ddt podría ser un medio más efectivo de absorción del retardante que el bulbo sumergido en la solución previo al transplante.

Para *Leen van der Mark* tratado por inmersión de bulbos, una concentración tan baja como 5 ppm resultó más efectiva que la de 400 ppm requerida por *Prominence* en el estudio de Krug et al. (2003), aunque el tiempo de inmersión fue mayor. Los productores deberían contrastar el costo del retardante con el tiempo requerido para la inmersión, a fin de determinar si la combinación alta concentración-bajo tiempo es más económica que baja concentración-largo tiempo de inmersión.

La intensidad de los efectos confirma además la respuesta diferencial cultivar-dependiente y la necesidad de ajustar dosis y formas de aplicación de paclobutrazol para cada híbrido en particular.

Al igual que lo informado para otros reguladores de crecimiento, el paclobutrazol no tuvo efectos sobre el tamaño de la flor en tulipán (Lee & Suh, 2005)

Ante la posibilidad de elegir entre formas de aplicación de un retardante igualmente efectivas, la inmersión de bulbos aparece la más conveniente debido a la menor cantidad de producto requerido para tratar una gran cantidad de bulbos (Krug, 2004).

Conclusión

Para los híbridos *Leen van der Mark*, *Inzel* y *Rosario*, si se desea disminuir la altura de las plantas, sin que se afecten características de la floración, en condiciones de cultivo similares a las registradas, sería recomendable utilizar paclobutrazol en una solución de 5 ppm, aplicado por inmersión de bulbos durante las 24 hs previas al trasplante o por riego a los 21 ddt.

Estos tratamientos presentaron la ventaja de la aplicación de una menor dosis de retardante que las citadas hasta el momento, lo cual es importante desde el punto de vista económico y del menor impacto ambiental.

Además de satisfacer los objetivos propuestos, algunas variables mejoraron con el tratamiento de inmersión por 24 horas: se adelantó en 4 días el momento de la venta (o pimpollo con color) en los tres cultivares, y se alargó levemente la duración de la floración en *Rosario*.

Bibliografía

- Bailey DA, Whipker BE, 1998. Height Control of Commercial Greenhouse Flowers. North Carolina Cooperative Extension Service, Horticulture Information Leaflets N° 528, 19 pp.
- Bañón Arias S, Cifuentes D, Fernández JA, González A, 1993. Gerbera, Liliium, Tulipán y Rosa. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 250 pp.

Barrett J, 2002. Chemical growth regulator chart. Tips on managing floriculture crop problems; pest, diseases, and growth control. Ohio Florists' Assoc. Serv. Inc., Columbus, Ohio, p. 103-115.

De Hertogh AA, 1989. Holland Bulb Forcer's Guide, 4th Ed. International Flower-Bulb Centre. Hillegom, The Netherlands.

De Hertogh A, 1996. Potted tulips (*Tulipa*) standard forcing, p. B1-54. Holland bulb forcer's guide. International Bulb Centre, Hillegom, The Netherland.

Dole JM, Wilkins HF, 1999. Floriculture principles and species. *Tulipa*. Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., p. 537-545.

Koopman P, 2005. Forcing Tulips. VII Jornadas Nacionales de Floricultura, 19-21 de octubre, Trevelin, Argentina. Conferencia inaugural.

Krug BA, Whipker BE, Dole J, 2003. Pot tulip growth control with Ancymidol, Flurprimidol, Paclobutrazol and Uniconazole. SNA Research Conference, Vol. 48: 535-537

Krug BA, 2004. The Chemical Growth Regulation of Bulb Crops Using Flurprimidol as Foliar Sprays, Substrate Drenches, and Pre-Plant Bulb Soaks. Thesis for the Degree of Master of Sciences, North Carolina State University, Raleigh, 134 pp.

Latimer, JG, 2001. Selecting and using plant growth regulators on floricultural crops. Virginia Cooperative Extension, Publication 430-102, 21 pp.

Lee KH, Suh JK, 2005. Effects of Nutrient Solution Composition and Plant Growth Retardants on Growth and Flowering in Hydroponics of Cut Tulip. *Acta Hort.* 673: 519-523.

Miller W, 2002. Using PGRs on spring bulbs. *Greenhouse Product News*, Vol 12 N° 5.

Miller W, 2004. Potted flower bulbs popular in North America. *FlowerTech*, Vol: 7, N° 7: 26-28.

Nard ME, Biot M, Le-Nard M, Lilien KH, Kisprisand H, Haivey AH, 1997. Measurement of variation

of tulip in different conditions. *Acta Hort.*, 43: 837-841.

Netherlands (International) Flower Bulb Centre, 2005. <http://www.bulb.com/index.asp>

Okubo H, Uemoto S, 1985. Changes in endogenous gibberellin and auxin activities during first internode elongation in tulip flower stalk. *Plant Cell Physiology*, 26: 709-719.

Rebers M, 1994. Gibberellins and the cold requirement of tulip. Wageningen Dissertation Abstracts, N° 1875 (en línea) <http://library.wur.nl/wda/abstracts/ab1875.html> Consulta: 22 marzo 2005.

Rietveld PL, Wilkinson C, Franssen HM, Balk PA, Van Der Plas LHW, Weisbeek PJ, De Boer AD, 2000. Low temperature sensing in tulip is mediated through an increased response to auxin. *J. of Exp. Bot.*, Vol: 51, N° 344: 587-594.

Romagnoli S, Cirielli J, Gallina M, 2002. Estudio económico y financiero del cultivo de tulipán. Informe Técnico EEA INTA Alto Valle. (en línea) <http://www.inta.gov.ar/altovalle/info/diversificacion/tulipanes.htm>. Consulta: 28 marzo 2005.

Saniewsky M, 1989. The use of paclobutrazol, an inhibitor of gibberellin biosynthesis, for study of hormonal control of tulip stem elongation. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Biology* 37: 1-3.

Turró R, Diacinti IA, 2003. Producción de bulbos de tulipán. IDIA XXI Horticultura y Floricultura: 201-206.

SAS Inst. Inc., 1989. SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition, V(2), Cary, N.C.: SAS Institute Inc. 8846 pp.

(Aceptado para publicación el 23 de junio de 2006)