

Almacenamiento en frío de los bulbos y uso de paclobutrazol para producir tulipán en macetas

Francescangeli, N. y A. Zagabria

RESUMEN

Se compararon los efectos del paclobutrazol (PBZ) y del tiempo de almacenamiento en frío de los bulbos (TA) sobre características comerciales de tulipán *Tulipa gesneriana* L. (Leen van der Mark) en maceta. Se evaluaron las concentraciones de PBZ: 0 y 5 ppm aplicadas por inmersión de bulbos durante 24 horas, previo al trasplante, y los TA a 5 °C: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 semanas. La temperatura promedio del aire de los ocho ciclos fue: 15 a 15,7 °C. El PBZ no afectó la longitud del ciclo, y los TA explicaron el 83% de la variabilidad en la duración del período trasplante-momento de la venta, con una relación inversa. El PBZ no afectó el tamaño de la flor. La altura en el momento de la venta y a fin de floración mostró interacción de los tratamientos: a mayor TA aumentó la altura en todos los casos, pero este incremento fue menor en las plantas tratadas con PBZ. Sin utilizar PBZ y con bulbos de 5 a 8 semanas de almacenamiento fue posible producir plantas comerciales de altura equivalente o menor a las obtenidas con bulbos de 12 semanas de almacenamiento tratados con PBZ a 5 ppm por inmersión durante 24 horas.

Palabras clave: *Tulipa gesneriana* L., regulador de crecimiento, altura, tiempo de almacenamiento de bulbos

Francescangeli, N. and A. Zagabria, 2007. Bulb cold storage and use of paclobutrazol for pot tulip production. Agriscientia XXIV (1): 37-44

SUMMARY

The effect of bulb cold storage time (ST) and paclobutrazol (PBZ) on commercial characteristics of pot tulips *Tulipa gesneriana* L. (Leen van der Mark) was tested. PBZ concentrations (0 and 5 ppm) applied by dipping bulbs for 24 hours before transplanting and 5 °C ST (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, and 12 weeks) were evaluated. Mean air temperature throughout

Fecha de recepción: 02/11/06; fecha de aceptación: 15/06/07

the experiment remained between 15 and 15.7 °C. PBZ did not affect the duration of the cycle. ST explained 83% of the variation in the duration of the period transplant-sale time, and the relationship was inverse. PBZ did not affect flower size. There was a significant interaction between treatments for plant height at sale time and at the end of flowering: plant height increased with ST in all cases, but the increase was lower in the PBZ treated plants. Without PBZ and with bulbs stored at 5 °C for 5 to 8 weeks, it was possible to produce commercial plants which were shorter or as tall as plants obtained from bulbs stored at 5 °C for 12 weeks and dipped for 24 hours in a 5 ppm PBZ solution.

Key Words: *Tulipa gesneriana* L., plant growth regulator, height, bulb cold storage time

N. Francescangeli y A. Zagabria. EEA INTA San Pedro. C.C. 43-B 2930 ZAA San Pedro, Argentina. Correspondencia a N. Francescangeli: nfrances@correo.inta.gov.ar

Abreviaturas AP: aparición visible de pimpollo; DF: duración de la floración; FF: fin de floración; PBZ: paclobutrazol; PC: pimpollo con color o momento de venta; TA: tiempo de almacenamiento en frío de los bulbos

INTRODUCCIÓN

En el cultivo del tulipán (*Tulipa gesneriana* L.), los principales factores que afectan la altura de la planta son las características genéticas y la duración del período de frío a que se someten los bulbos luego de la diferenciación floral en su interior (mayor altura a mayor número de horas de frío); factores sobre los que existe muy poca elasticidad si se desea maximizar la calidad (Miller, 2004).

El requerimiento de frío debe ser satisfecho, ya que produce cambios esenciales en los bulbos como aumento de la sensibilidad a las auxinas y a sus interacciones con el ácido giberélico (Banasik & Saniewski, 1979; Bañón Arias *et al.*, 1993; Rebers, 1994; Rietveld *et al.*, 2000). De dichas interacciones resulta la elongación del tallo (Okubo & Uemoto, 1985). Por otra parte, el alargamiento del tallo en tulipán es reducido por el PBZ, sustancia que actúa como inhibidor de la síntesis de ácido giberélico (Saniewski, 1989).

El conocimiento de estos mecanismos potenció el uso del PBZ en la floricultura de los últimos años; éste permite el control de la altura de bulbosas de corte en maceta (Latimer, 2001), las que constituyen una alternativa productiva muy interesante por sus mínimos requerimientos de espacio y ciclos cortos (Miller, 2002).

De Hertogh (1996) sugirió que una altura óptima para tulipanes en maceta no debería superar los 25 cm en el momento de la venta. Un problema potencial de muchos cultivares de gran interés comercial es el alargamiento del tallo por encima de estos valores (Krug, 2004). Para resolverlo, diversos estudios con PBZ 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 ha sido seleccionada originalmente como flores de corte: hasta 2005 se contaban más de 800 cultivares disponibles en Holanda con diversos grados de oferta (Koopman, 2005). En la Argentina, el mercado de flor de tulipán es muy reducido y su destino principal es el corte, por lo que la producción de bulbos nacionales se concentra en cultivares de tallo largo (Romagnoli *et al.*, 2002). Si el cultivo es destinado a maceta, se hacen necesarias técnicas de manejo que faciliten la obtención de plantas bajas y compactas, como el uso de reguladores de crecimiento, a fin de evitar una elongación excesiva.

Zagabria *et al.* (2006) encontraron que el PBZ permitió disminuir la altura de los cultivares Leen van der Mark, Inzel y Rosario sin que se afectaran características de la floración, cuando se cultivaron bulbos con 12 semanas de almacenamiento a 5 °C.

Ante la posibilidad de elegir entre formas de aplicación de un regulador igualmente efectivas, la inmersión de bulbos aparece como la más conve-

+

|

niente debido a la menor cantidad de producto requerido para tratar una gran cantidad de bulbos (Krug, 2004).

Al plantearse el manejo del TA para producir tulipán en macetas, resulta necesario evaluar que los efectos de este tiempo no sean deletéreos para otras características de interés comercial, como por ejemplo la duración del ciclo. Le Nard & De Hertogh (1993) observaron que cuando los bulbos que tenían una diferenciación completa de la yema floral eran sometidos a períodos crecientes de bajas temperaturas, cumplían sus ciclos más rápido al ser plantados a 14-16 °C.

El objetivo de este trabajo fue comparar los efectos simples y combinados del paclobutrazol con los del tiempo de almacenamiento sobre características comerciales de tulipán en maceta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) INTA San Pedro (33° 41' S, 59° 41' W), provincia de Buenos Aires, Argentina, durante el período mayo-agosto de 2006. El cultivar de tulipán empleado fue Leen van der Mark, que pertenece al grupo Triumph (Netherlands International Flower Bulb, 2005). Se utilizaron bulbos de tamaño 12 (medida en cm de la circunferencia mayor) que habían alcanzado el estadio de diferenciación floral. Se plantaron en macetas de polietileno de 12 cm de diámetro con sustrato GrowMix® estándar (densidad aparente: 0,083 kgm³; porosidad de aire: 22,4 %; retención de agua: 62,18 %). Se plantó un bulbo en cada maceta, dejando una distancia de 4 cm entre la punta del bulbo y el nivel

de llenado. El cultivo se desarrolló en invernadero, sobre mesadas, a una densidad de 55,5 plantas m², con riego por goteo localizado. Las fechas de plantación, con una frecuencia semanal, comenzaron el 9 de mayo y finalizaron el 27 de junio.

Se evaluaron las concentraciones de PBZ: 0 (agua, testigo) y 5 ppm, y los TA: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 semanas a 5 °C en cámara ventilada.

El PBZ se aplicó por inmersión de bulbos, durante 24 horas, inmediatamente antes del trasplante. El volumen de la solución de PBZ (Kultar S.C@ 25% i.a.) y la de agua en el testigo fue de 250 cm³ por bulbo. Para el procedimiento de inmersión, los bulbos fueron dispuestos en bolsas de red (30 por tratamiento), que luego del tiempo indicado fueron extraídas de los recipientes y colgadas para permitir el drenaje del líquido.

Se aplicó un diseño de bloques completos aleatorizados con 10 plantas / tratamiento y tres repeticiones. Sobre todas las plantas se tomaron los registros indicados en la Tabla 1.

Se hicieron observaciones diarias de las plantas para detectar la presencia de plagas y de enfermedades. Ante condiciones predisponentes de enfermedades, en algunas fechas se aplicaron los fungicidas preventivos: captan (30g/10l de agua) y/o procimidone (10 g/ 10 l de agua) y/o azoxistrobina (5 cc/ 10 l de agua), según recomendaciones del Laboratorio de Fitopatología de la EEA San Pedro (Mariel Mitidieri, com.pers.).

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

Tabla 1: Variables evaluadas durante el desarrollo del cultivo.

VARIABLES	DESCRIPCIÓN
<i>Etapas del cultivo desde el trasplante</i>	
Días a aparición de punta de pimpollo visible	Punta de pimpollo visible a simple vista
Días a pimpollo cerrado con color	Pimpollo cerrado con punta coloreada (momento de venta)
Días a fin de floración	Fin de floración: cuando por lo menos uno de los tépalos presentó mínimos sectores del borde marchitos
<i>Altura de planta y largo de la flor</i>	
Altura hasta punta de pimpollo visible	Medida desde el nivel de llenado de la maceta hasta la punta del pimpollo
Altura hasta punta de pimpollo cerrado con color	Medida desde el nivel de llenado de la maceta hasta la punta del pimpollo
Altura hasta punta de flor a fin de floración	Medida desde el nivel de llenado de la maceta hasta el nivel máximo alcanzado por la flor
Largo de la flor	Largo máximo de flor en plena turgencia

Tabla 2: Efecto del tiempo de almacenamiento y el paclobutrazol (PBZ) ⁽¹⁾, sobre el estado fenológico del cultivo y tamaño de las flores de tulipán.

Variable	Tratamiento de PBZ	Semanas de almacenamiento a 5 °C									c.v.
		5	6	7	8	9	10	11	12		
Días a punta de pimpollo visible	0 ppm	35,4 a A	35,5 a A	28,9 b A	29,0 bc A	27,0 cd A	25,9 d A	20,3 e A	18,5 f A	11,6	
	5 ppm	34,5 a A	35,9 a A	30,1 b A	28,6 bc A	27,2 cd A	25,3 d A	20,5 e A	18,1 f A	11,3	
	c.v.	12,5	10,3	10,8	12,0	7,9	10,5	4,8	16,5		
Días a pimpollo cerrado con color	0 ppm	51,3 a A	50,5 a A	41,6 b A	40,4 b A	36,3 c A	33,7 d A	31,8 e A	27,4 f A	7,3	
	5 ppm	49,6 a A	51,1 a A	41,7 b A	40,8 b A	37,5 c A	34,2 d A	32,0 e A	26,3 f A	8,6	
	c.v.	10,6	7,3	6,1	7,7	6,4	6,9	6,2	6,4		
Días a fin de floración	0 ppm	67,8 a A	68,3 a A	57,3 b A	58,1 b A	56,7 bc A	55,4 cd A	54,2 cd A	49,4 e A	6,4	
	5 ppm	66,8 a A	67,9 a A	58,3 b A	58,2 b A	56,4 bc A	55,7 cd A	53,8 cd A	49,6 e A	7,9	
	c.v.	7,8	5,7	8,7	7,3	7,7	8,7	5,4	4,5		
Largo de la flor (cm)	0 ppm	5,3 a A	5,3 a A	5,2 ab A	5,3 a	5,1 bc A	4,9 cd A	4,9 cd A	4,8 d A	9,1	
	5 ppm	5,3 a A	5,3 a A	5,2 ab A	5,3 a A	5,1 bc A	4,9 cd A	4,9 cd A	4,7 d A	9,7	
	c.v.	7,7	10,7	11,2	9,5	8,1	9,6	7,2	9,6		

⁽¹⁾ Letras minúsculas distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas entre tiempos de almacenamiento, según la prueba de Tukey para medias ajustadas ($\alpha = 0,05$) y letras mayúsculas iguales en la misma columna indican similitud estadísticamente significativa entre tratamientos con PBZ, según el análisis de la variancia ($\alpha = 0,05$); c.v. = coeficiente de variación.

Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó el programa SAS (SAS Inst., 1989) y sus procedimientos GLM, Mean, Corr y Reg. Se aplicó la prueba de No Aditividad de Tukey para confirmar la distribución normal de los datos, los que se sometieron al análisis de la variancia ($\alpha = 0,05$). Se compararon los tratamientos con la prueba de Tukey para medias ajustadas ($\alpha = 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las temperaturas promedio del aire durante el ciclo de los cultivos fueron similares en todas las fechas de plantación, y oscilaron entre 15,0 y 15,7 °C. Nard *et al.* (1997) informaron que las temperaturas óptimas para la producción de flores de tulipán provenientes de bulbos almacenados a 5 °C oscilaron entre 13 y 20 °C para la mayoría de los cultivares, por lo que se considera que las plantas se desarrollaron dentro de condiciones térmicas no estresantes.

Efectos sobre la duración de las etapas del cultivo

La inmersión de bulbos en PBZ no afectó la longitud de las etapas del ciclo, y las diferencias observadas se debieron solamente a los TA (Tabla 2).

A medida que aumentó el TA disminuyeron los días a AP, a PC y a FF. Le Nard & De Hertogh (1993) también observaron acortamientos del ciclo con períodos crecientes de almacenamiento de los bulbos a bajas temperaturas.

El análisis de regresión confirmó que el TA explicó gran parte de la variabilidad de los días a AP, a PC y a FF (medida por el coeficiente de determinación R^2) (Tabla 3).

Especialmente destacable resultó el ajuste del modelo para días a momento de la venta: $R^2 = 0,83$.

Cuando a los modelos anteriores se agregaron los valores de la temperatura media del aire, el aumento de los coeficientes de determinación (R^2) fue menor a 1% para todos los casos (Tabla 3).

Del análisis de los resultados surge que el TA resultó ser la mejor variable para predecir la duración de las etapas del cultivo, especialmente el período transplante-momento de la venta.

Aunque la DF luego del momento de la venta ($DF = FF - PC$) aumentó con el tiempo de almacenamiento a 5 °C (con 5 semanas: 16,6 días; con 12 semanas: 22,6 días), el análisis de regresión mostró que este tiempo sólo explicó el 33 % de la variabilidad de DF:

$$DF = 10,5 - 1,01 \text{ semanas de almacenamiento a } 5 \text{ °C. } R^2 = 0,330 \text{ (c.v.} = 14,3).$$

Por lo tanto, otros factores no medidos influyeron en DF.

Aunque el consumidor de las ofertas tardías de tulipán podría disfrutar de una floración de la planta en su poder algo más larga que la del consumidor de las ofertas tempranas, esta diferencia se debería sólo parcialmente al mayor tiempo de almacenamiento de los bulbos.

Efectos sobre el tamaño de la flor

Al igual que lo informado para otros cultivares (Lee & Suh, 2005), el PBZ no tuvo efectos sobre el tamaño de la flor de Leen van der Mark (Tabla 2). Pese a que existen antecedentes que indican que tanto la temperatura del aire como la duración del tratamiento de frío determinan el tamaño de la flor (Lambrechts *et al.*, 1992), la regresión entre los TA y las temperaturas medias del aire durante el desarrollo de los cultivos mostraron un ajuste poco relevante con el tamaño de la flor ($R^2=0,19$ y $R^2=0,10$, respectivamente). Por lo tanto, otros factores no medidos podrían haber determinado la reducción de hasta 5 mm (equivalente al 9,4 %) en el largo de la flor observada a partir de las 9 semanas de almacenamiento (Tabla 2).

Efectos sobre la altura de la planta:

a. Frío vs. paclobutrazol

La altura de las plantas en los estadios AP, PC y FF fue modificada por el PBZ y por el TA y se detectó entre estas variables una interacción altamente significativa (Figura 1). El análisis de regresión para cada tratamiento con PBZ entre la altura de la planta y el TA mostró un ajuste lineal significativo pero con pendientes diferentes. Con el aumento del TA se incrementó la altura en los tres estadios considerados, pero las plantas tratadas con PBZ fueron menos afectadas por la duración del almacenamiento en frío que el testigo. Mientras que en éste la diferencia de altura en el momento de la venta entre los tratamientos 5 y 12 semanas fue de 19,8 cm en las plantas provenientes de bulbos sumergidos en PBZ fue de 8,8 cm.

De ello se desprende que el efecto de una misma cantidad de PBZ sobre la altura de la planta

aumentó con el tiempo de almacenamiento: en el momento de la venta y con respecto al testigo, la reducción observada con 5 semanas de frío fue de 5% y con 12 semanas de frío fue de 36%.

Distintos estudios sobre la elongación del tallo de tulipán demostraron la participación del ácido giberélico, el efecto inhibitorio del PBZ sobre su biosíntesis, la intervención de auxinas y la interacción entre giberelinas y auxinas (Shoub & De Hertogh, 1974; Okubo & Uemoto, 1985; Saniewski, 1989; Rietveld *et al.*, 2000). Se ha comprobado que el aumento del almacenamiento en frío de los bulbos provoca un aumento gradual de la sensibilidad del tallo a las auxinas, pero falta aclarar sus efectos sobre el complejo de recepción del ácido giberélico (Rietveld *et al.*, 2000).

Posiblemente las diferencias observadas en los efectos inhibitorios del PBZ sobre la elongación del tallo, a medida que aumentó el TA, podrían explicarse si se comprobara que la síntesis de ácido giberélico no aumenta en la misma proporción que la sensibilidad a las auxinas.

b. Efectos en cada etapa del ciclo

El análisis de la elongación del tallo mostró diferentes comportamientos según el período del ciclo considerado (Tabla 4). Hasta la AP se detectó que la elongación promedio diaria estuvo afectada por el TA y por la aplicación de PBZ, con una interacción altamente significativa entre ambos. A mayor TA, mayor elongación promedio diaria, con un aumento más pronunciado en el testigo ($0,23 \text{ cm día}^{-1}$ a las 5 y 6 semanas a $1,06 \text{ cm día}^{-1}$ a las 12 semanas; $R^2=0,71$) que en las plantas tratadas con PBZ ($0,21-0,26 \text{ cm día}^{-1}$ a las 5 a 7 semanas a $0,72 \text{ cm día}^{-1}$ a las 12 semanas; $R^2=0,64$). Desde la AP y hasta FF, en cambio, se observaron pequeñas diferencias en la elongación promedio diaria del tallo sólo entre

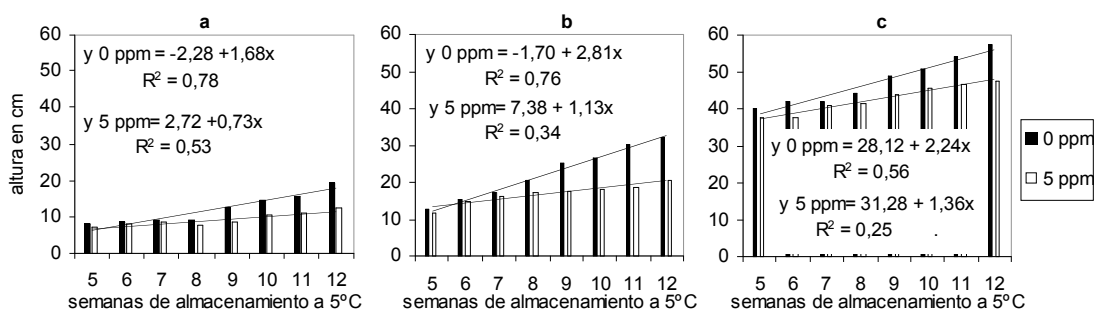


Figura 1. Efecto del tratamiento con PBZ sobre la altura de plantas de tulipán provenientes de bulbos sometidos a distintos tiempos de almacenamiento a 5 °C, en el momento de aparición visible de pimpollo (a); pimpollo con color o momento de la venta (b) y fin de floración (c).

algunos TA, y éstas estuvieron pobremente relacionadas con el aumento de su duración ($R^2= 0,16$). En este período del ciclo no se registraron efectos de la aplicación de PBZ.

Por lo tanto, la acción del PBZ se manifestó solamente hasta la AP. Los efectos del TA se observaron durante todo el ciclo, aunque fueron más pronunciados en la primera etapa del cultivo.

Existen evidencias sobre diferentes sistemas de control de crecimiento para el entrenudo basal y para los entrenudos superiores. La elongación del primero, que se inicia antes de la AP, parece estar afectada principalmente por el almacenamiento en frío, mientras que la influencia de éste en la elongación de los superiores es mucho menos marcada (Hanks & Rees, 1977). Posiblemente ésta sea la causa de las menores diferencias entre TA registradas durante la floración (elongación de entrenudos superiores), en relación a las observadas en la primera etapa del cultivo (elongación del primer entrenudo) (Tabla 4).

c. Influencia de la temperatura del aire

Se analizó la influencia de las temperaturas del aire sobre la altura de la planta. Los valores de temperaturas promedio hasta PC (rango 14,5 a 16,1 °C) tuvieron muy poca influencia sobre la altura en el momento de la venta, tanto en el tratamiento con PBZ como en el testigo ($R^2 < 0,09$). En un experimento previo con *Ile de France*, desarrollado con un rango de temperaturas de aire de 13 a 18 °C, las temperaturas del aire también habían tenido una influencia poco apreciable sobre la altura de la planta ($R^2= 0,03$) (Francescangeli *et al.*, 2006).

En consecuencia, si se maneja el cultivo dentro de los rangos térmicos favorables para la especie, 13 a 20 °C (Nard *et al.*, 1997), los efectos de la aplicación de PBZ prácticamente no serían modificados por las variaciones naturales en la temperatura del aire que se producen entre fechas de plantación.

d. Elongación del tallo luego de la venta de la planta

A fin de considerar los cambios que manifestará la planta en poder del consumidor, se calculó la proporción de la altura final alcanzada en el momento de la venta (Figura 2). En esta variable también se observaron diferencias entre TA y entre tratamientos con PBZ.

A mayor TA, las plantas alcanzaron en el momento de la venta una mayor proporción de su altura final; pero las diferencias fueron más pronunciadas en el testigo que en las plantas tratadas con PBZ.

Para el caso de plantas no tratadas, con 5 semanas de almacenamiento la altura representó sólo el 31,2% de la altura final, mientras que con 12 semanas de almacenamiento la altura fue del 57,9% de la altura final ($R^2= 0,55$).

Para el caso de plantas tratadas con PBZ estas proporciones oscilaron entre 29,9% para 5 semanas y 44,5% para 12 semanas ($R^2= 0,09$), pero a partir de las 7 semanas de almacenamiento la proporción de la altura de las plantas tratadas con PBZ no difirió entre tiempos y promedió el 42 %.

Si se fijara como objetivo la altura máxima alcanzada por las plantas tratadas con PBZ en el momento de la venta (20,6 cm con 12 semanas), podría concluirse que, en las condiciones registradas, sin utilizar reguladores de crecimiento y con bulbos de 5 a 8 semanas de almacenamiento a 5 °C fue posible producir plantas comerciales de tulipán de altura equivalente o menor. Con bulbos de 9 a 12 semanas de almacenamiento a 5 °C, sólo el tratamiento con PBZ permitió alcanzar ese objetivo.

Aunque para la mayoría de los cultivares de tulipán se sugiere un almacenamiento a 5 °C de 10 a 16 semanas, a fin de que puedan manifestar el máximo alargamiento del tallo (Netherlands International Flower Bulb, 2005), cuando se desea producir tulipanes de corte en maceta, períodos de

+

Tabla 3. Modelos de regresión entre semanas de almacenamiento a 5 °C (TA) de los bulbos y temperatura del aire (TM) con el número de días que necesitaron los cultivos hasta alcanzar distintos estados fenológicos

Días hasta	Sólo tiempos de almacenamiento en frío	R ²	c.v.
Aparición de pimpollo (AP)	AP = 48,46 - 2,46 TA	0,724	10,3
Pimpollo con color (PC)	PC = 68,16 - 3,41 TA	0,830	11,4
Fin de floración (FF)	FF = 78,69 - 2,39 TA	0,577	8,0
Días hasta	Tiempos de almacenamiento en frío y temperaturas medias del aire	R ²	c.v.
Aparición de pimpollo (AP)	AP = 24,99 - 2,95 TA + 1,80 TM hasta AP	0,725	12,5
Pimpollo con color (PC)	PC = -2,20 - 4,87 TA + 5,38 TM hasta PC	0,839	12,9
Fin de floración (FF)	FF = -18,95 - 4,43 TA + 7,47 TM hasta FF	0,582	8,0

|

Tabla 4. Efecto del tiempo de almacenamiento en frío y el tratamiento con PBZ sobre la elongación diaria del tallo de tulipán (cm día⁻¹)⁽¹⁾ en cada etapa del cultivo ⁽²⁾

Etapas del cultivo	Tratamiento de PBZ	Semanas de almacenamiento a 5 °C									c.v.
		5	6	7	8	9	10	11	12		
Desde trasplante hasta aparición visible del pimpollo	0 ppm	0,23 f A	0,23 f A	0,31 e A	0,34 e A	0,47 d A	0,58 c A	0,76 b A	1,06 a A	8,5	
	5 ppm	0,21 e A	0,22 e A	0,26 de B	0,27 d B	0,32 d B	0,40 c B	0,52 b B	0,72 a B	12,4	
	c.v.	11,3	9,8	14,2	10,2	11,1	10,9	9,6	8,7		
Desde aparición visible del pimpollo hasta fin de floración	0 ppm	1,04 b A	1,09 b A	1,15 ab A	1,25 a A	1,29 a A	1,16 a A	1,11 ab A	1,12 ab A	10,5	
	5 ppm	0,98 b A	1,05 b A	1,14 ab A	1,25 a A	1,23 a A	1,22 a A	1,06 ab A	1,13 ab A	11,2	
	c.v.	12,5	14,4	13,7	12,6	14,6	9,9	12,6	15,8		

⁽¹⁾ Elongación diaria del tallo = (altura a fin de etapa - altura a inicios de etapa) / (días a fin de etapa - días a inicios de etapa). Altura a trasplante = 0 cm.

⁽²⁾ Para cada etapa, letras minúsculas distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas entre tiempos de almacenamiento, según la prueba de Tukey para medias ajustadas ($\alpha = 0,05$) y letras mayúsculas distintas en la misma columna (si las hubiera) indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con PBZ, según el análisis de la variancia ($\alpha = 0,05$); c.v. = coeficiente de variación.

almacenamiento más cortos podrían ser suficientes sin que se afecte la calidad de la flor.

Algunos reguladores de crecimiento como ancimídol y PBZ se han usado en esta especie en los últimos 30 años (Hanks & Menhenett, 1979), pero la interacción de estos productos con el ambiente y la variabilidad observada entre cultivares hacen necesaria la experimentación local para ajustar el manejo más conveniente (Krug, 2004).

El análisis de los resultados permite concluir que solamente con menor tiempo de almacenamiento en frío es posible producir plantas de Leen van der Mark con altura conveniente para la producción en maceta. En tanto que con mayor tiempo de almacenamiento es necesaria la aplicación de PBZ para obtener dicha producción. Estos resultados permitirán hacer un uso eficiente del regulador de crecimiento PBZ y ampliar el calendario de oferta de tulipán en maceta en condiciones de inviernos templados como las registradas en el norte de la provincia de Buenos Aires.

BIBLIOGRAFÍA

- Banasik L and M. Saniewski, 1979. Activity of invertase as related to IAA-induced shoot growth in comparison to intact tulips. *Acta Hort* 91, 235-240.
- Bañón Arias S., D. Cifuentes, J.A. Fernández y A. González, 1993. *Gerbera, Lilium, Tulipán y Rosa*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid 250 pp.
- Barret J., 2002. Chemical growth regulator chart. Tips on managing floriculture crop problems; pest, diseases, and growth control. Ohio Florists' Assoc. Serv. Inc., Columbus, Ohio, pp. 103-115
- De Hertogh A., 1996. Potted tulips (*Tulipa*) standard forcing, Holland bulb forcer's guide. International Bulb Centre, Hillegom, The Netherland, p. B1-54.
- Dole J.M. and H.F. Wilkins, 1999. Floriculture principles and species: *Tulipa*. Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., pp. 537-545
- Francescangeli N.; P. Frangi y R. Fernández, 2006. Adaptación del tulipán a zonas de inviernos templados

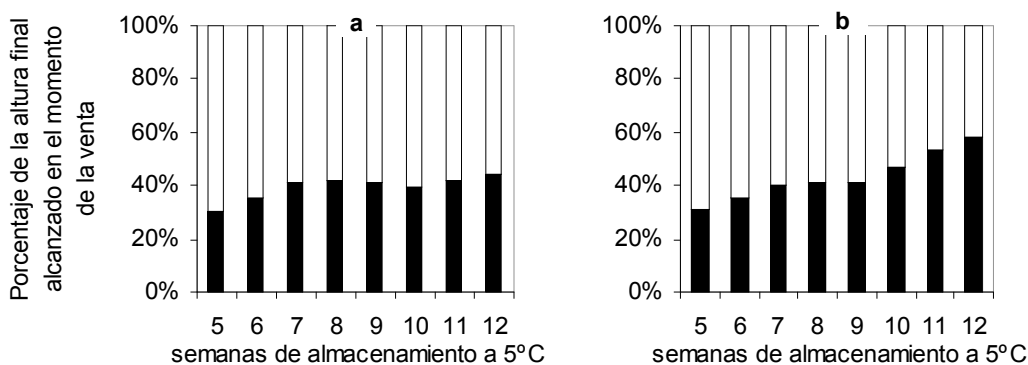


Figura 1. Porcentaje de la altura del tallo en el momento de la venta respecto de la altura final de plantas de tulipán provenientes de bulbos sometidos a distintos tiempos de almacenamiento a 5 °C, tratados con PBZ a 5 ppm (a) y 0 ppm (testigo)(b).

- de Argentina. ITEA 102, 3: 278-283.
- Hanks G.R. and A.R. Rees, 1977. Stem Elongation in Tulip and Narcissus: The Influence of Floral Organs and Growth Regulators. *New Phytologist*, 78, 3: 579-591.
- Hanks G.R. and R. Menhenett, 1979. Response of potted tulips to new and established growth retarding chemicals. *Sc. Hort.*, 10: 237-254.
- Koopman P., 2005. Forcing Tulips. VII Jornadas Nacionales de Floricultura, 19-21 de octubre, Trevelin, Argentina. Conferencia inaugural.
- Krug B.A., 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.
- Lambrechts H., H. Ravesteyn and C. Kollöffel, 1992. Temperature dependent redistribution of organic nitrogen during 'dry' storage of tulip bulbs cv. Apeldoorn. *Physiologia Plantarum*, 86: 97.
- Latimer J.G., 2001. Selecting and using plant growth regulators on floricultural crops. Virginia Cooperative Extension, Publication 430-102, 21 pp.
- Le Nard M. and A.A. De Hertogh, 1993. Tulipa. In: De Hertogh A.A., Le Nard M., (eds). *The physiology of flower bulbs*. Amsterdam: Elsevier, pp. 617-682.
- Lee K.H. and J.K. Suh, 2005. Effects of nutrient solution composition and plant growth retardants on growth and flowering in hydroponics of cut tulip. *ISHS Acta Hort.* 673: IX International Symposium on Flower Bulbs.
- Miller W., 2002. Using PGRs on spring bulbs. *Greenhouse Product News*, Vol 12 Nº 5, 8 pp.
- Miller W., 2004. Potted flower bulbs popular in North America. *FlowerTech* 7, 7: 26-28.
- Nard, M.E., M. Biot, M. Le Nard, K.H. Lilien, H. Kisprisan and A.H. Haivey, 1997. Measurement of variation of tulip in different conditions. *Acta Hort.*, 43: 837-841
- Netherlands International Flower Bulb Centre, 2005. (en línea) <http://www.bulb.com/index.asp>. Consulta: 20 octubre 2006.
- Okubo H. and S. Uemoto, 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, Nº 1875 (en línea) <http://library.wur.nl/wda/abstracts/ab1875.html>. Consulta: 22 marzo 2006.
- Rietveld P.L., C. Wilkinson, H.M. Franssen, P.A. Balk, L.H.W. van der Plas, P.J. Weisbeek and A.D. De Boer, 2000. Low temperature sensing in tulip is mediated through an increased response to auxin. *J. of Exp. Bot.*, 51, 344: 587-594.
- Romagnoli S., J. Cirielli y M. Gallina, 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 2006.
- Saniewski M., 1989. The use of paclobutrazol, an inhibitor of gibberellin biosynthesis, for study of hormonal control of tulip stem elongation. *Biology* 37: 1-3.
- SAS Inst. Inc., 1989. SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition, V(2), Cary, N.C.: SAS Institute Inc. 8846 pp.
- Shoub J. and A.A. De Hertogh, 1974. Effects of ancymidol and gibberellins A3 and A4+7 on Tulipa gesneriana L. cv. Paul Richter during development in the greenhouse. *Sci. Hort.* 2: 55-67.
- Zagabria A., N. Francescangeli y L. Mascarini, 2006. Distintas formas y momentos de aplicación de paclobutrazol y sus efectos en características vegetativas y de floración de tulipán (*Tulipa gesneriana* L.) ITEA 102: 373-385.