

FLORICULTURA

Efectos del boro sobre la producción y calidad de flor en tulipán cv. Rococó producidos en maceta

S.E. Bobadilla¹ y C. Chimenti²

¹INTA EEA Esquel. ²Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Chacabuco 513, Esquel (9200) Chubut. sbobadilla@correo.inta.gov.ar

Recibido: 2/5/12

Aceptado: 18/7/13

Resumen

Bobadilla, S.E. y Chimenti, C. 2013. Efectos del boro sobre la producción y calidad de flor en tulipán cv. Rococó producidos en maceta. *Horticultura Argentina* 32(78): 30-38.

La deficiencia de boro, micronutriente esencial, causa efectos adversos en diferentes especies ornamentales. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización del boro sobre la producción de bulbos y la calidad de planta en maceta de tulipán cv. Rococó. El ensayo se realizó en dos etapas, en el campo experimental de la EEA INTA Esquel (43° 07' 40,1 S; 71° 33' 32,6 O) y en ambas se utilizó un sustrato de arena volcánica deficiente en boro. Se aplicó un diseño estadístico de bloques al azar con cuatro repeticiones. En la primera etapa se cultivaron bulbos tamaño 8/9

que fueron fertirrigados por goteo con solución nutritiva Johnson con 0,0 (T0); 0,271 (T1) y 1,352 (T2) mg·L⁻¹ de boro. T1 produjo un incremento significativo en la tasa de multiplicación respecto de T0, y en el tamaño de bulbos comparado con T0 y T2. En la segunda etapa, bulbos producidos en el primer ensayo con concentraciones de B en tejido de 7 (Tbf0), 9,2 (Tbf1) y 20,9 (Tbf2) mg·kg⁻¹ fueron plantados en maceta. La concentración de antocianinas en flores fue mayor cuando la concentración de B en bulbo era de 9,2 mg·kg⁻¹. El largo de vara floral se incrementó al aumentar la concentración de boro en bulbo para todos los tratamientos.

Palabras clave adicionales: antocianinas, tasa de multiplicación.

Abstract

Bobadilla, S.E. and Chimenti, C. 2013. Effects of boron on bulb production and flower quality of tulip cv. Rococo grown in pots. *Horticultura Argentina* 32(78): 30-38.

Deficiency of boron, an essential micronutrient, is known to adversely affect ornamental plants. The aim of this study was to evaluate the effect of boron fertilization on the production of bulbs and potted plant quality of tulip cv. Rococo. The trial was established in two stages, in the experimental field of EEA INTA Esquel (43° 07' 40,1 S; 71° 33' 32,6 W) using boron deficient volcanic sand. A statistical random block design with four replications was applied. In the first part, size 8/9 bulbs were cultivated and

drop fertigated with Johnson nutritive solution with 0.0 (T0); 0.271 (T1) and 1.352 (T2) mg·L⁻¹ of B concentration. T1 increased bulb multiplication rate when compared with T0 and bulb size over T0 and T2. On the second stage, bulbs from the first part of the trial with B tissue contents of 7 (Tbf0), 9.2 (Tbf1) y 20.9 (Tbf2) mg·kg⁻¹, were planted in pots in unheated polyethylene greenhouse. Anthocyanins content in flower was higher when the B concentration in bulbs was 9.2 mg·kg⁻¹. Floral stem was longer as B concentration in bulbs was higher for every treatment.

Additional keywords: anthocyanin, multiplication rate.

1. Introducción

Desde fines de la década de los '90 se ha producido un paulatino incremento de la producción agrícola intensiva en los valles de la cordillera chubutense con el comienzo de la producción de plantines de frutilla y la introducción de especies florales bulbosas y rizomatosas, tanto sea para la producción de material de multiplicación como para la producción de flor de corte. Entre las especies florales se ha destacado la producción de bulbos de tulipán (*Tulipa gesneriana*). En el año 2008 la superficie destinada a producción de bulbos de tulipán era de aproximadamente 10 hectáreas (Diacinti, A.; comunicación personal), siendo la

principal zona productora de bulbos de dicha especie de Argentina.

Además de bulbos, la producción y exportación de flores de tulipán es otra alternativa que brinda el cultivo. Por ejemplo, Chile durante los años 2006, 2007 y 2008 exportó flores por valor de US\$ FOB 90.600, 146.600 y 113.000, respectivamente (Iglesias Casanueva, 2009).

Los factores de producción de bulbos de tulipán más importantes comprenden aquellos referidos a los aspectos sanitarios, especialmente relacionado al control de virus, de fundamental importancia para mercado externo, el riego, el manejo postcosecha y la fertilización, tanto en lo que se refiere a macronutrientes co-

mo a micronutrientes, teniendo en cuenta que el objetivo básico de este tipo de producción es lograr la mayor cantidad de bulbos de excelente calidad, tanto para forzado como para stock de plantación.

En cuanto a calidad de bulbo, además del tamaño, existen otros tres aspectos que definen la misma para un bulbo de tulipán: el estado de desarrollo del bulbo, la sanidad y el estado nutricional (Diacinti & Turró, 2003).

El estado de desarrollo del bulbo se refiere al grado de desarrollo de la flor en el brote central, el cual depende de las condiciones climáticas durante el cultivo y, principalmente, de las condiciones de temperatura y humedad a que fueron sometidos los bulbos durante su almacenamiento en cámara. Este aspecto tiene fundamental importancia en la programación de las fechas de floración, aspecto crítico para el productor de flor.

En lo referido al aspecto sanitario existe una gran cantidad de información acerca de plagas y enfermedades y métodos de prevención y control, al igual que toda la tecnología de cosecha y postcosecha.

Por el contrario, en cuanto a la nutrición mineral, la fertilización nitrogenada ha recibido la mayor atención y se ha estudiado en menor medida lo referente a la fertilización con fósforo, potasio, calcio y magnesio (De Hertogh & Le Nard, 1993). Mucha menor información existe acerca de micronutrientes, entre ellos el boro, objeto del presente estudio.

En cuanto a calidad de flor o planta en maceta, De Hertogh (1996) sugiere que la altura óptima de una planta en maceta en el momento de comercialización (pimpollo coloreado) varía con el tamaño de la maceta empleada, siendo de 20 a 25 cm cuando se cultivan en macetas de 10 cm y de 25 a 30 cuando se lo hace en macetas de 15 cm. Otros aspectos de la calidad en flores de tulipán (VBN, 2008) establecen que las flores deben estar libre de defectos tales como tallos acuosos o *stem topple*, alteraciones en el pimpollo floral en cuanto a la forma, color y apertura de la flor, alteraciones en el color de la flor. De acuerdo a Reid (2002), las flores de tulipán son graduadas teniendo en cuenta la uniformidad de madurez (grado de apertura), largo de tallo y presencia de defectos. Los defectos mencionados incluyen aborto de pimpollo floral, pimpollos florales verdosos, tallos doblados.

En el noroeste del Chubut, -y particularmente en el Valle de la Colonia 16 de Octubre, Trevelin-, los estudios relacionados con fertilidad son escasos, y las líneas de investigación apuntaron históricamente a las zonas áridas y semiáridas de la región, dedicada principalmente a la producción ovina extensiva con especial énfasis en las zonas de mallines o vegas, que son

áreas que acumulan agua durante la época lluviosa y la conservan durante la estación seca, presentando, por lo tanto, mayor potencial productivo desde el punto de vista forrajero. Las escasas referencias acerca del uso de fertilizantes con fines experimentales se limitan a comunicaciones sobre trabajos exploratorios realizados en mallines o vegas sobre pastizales naturales con fósforo, azufre, cinc y boro (Ortiz, 1982) o nitrógeno (Raso, 2008).

El valle de Trevelin presenta un paisaje geomorfológico modelado principalmente por la acción glacia, que fue cubierto por cenizas volcánicas transportadas por el viento desde volcanes situados en Chile, que constituyeron el principal material originario de los suelos. El sector de mayor precipitación (oeste del valle) es dominado por Andisols (USDA, 1999), caracterizados por la dominancia de alofanos (La Manna *et al.*, 2008). Este orden de suelos se desarrolla a partir de materiales volcánicos tales como cenizas o lava y/o clastos volcánicos, cuya fracción coloidal es dominada por minerales de corto rango o complejos Aluminio-humus y presentan características ándicas, esto es, poseen baja densidad aparente, alta retención de fosfatos y alto porcentaje de materia orgánica (USDA, 1999).

Los Andisols son citados por Shorrocks (1997) como suelos con baja concentración de boro.

El boro es un microelemento esencial en plantas superiores. A pesar que se atribuyen un gran número de alteraciones ligadas a su deficiencia, los roles bien descritos del boro están referidos fundamentalmente a su participación en el mantenimiento y en la síntesis de pared celular, posiblemente a través de la formación de complejos B-compuestos pécticos, y relacionado también con la integridad de membrana plasmática (Cara *et al.*, 2002; Cakmak & Romheld, 1997).

Los antecedentes de deficiencia de B en tulipán indican una disminución en la productividad de los bulbos (Ikarashi, 1980), aunque no se mencionan las causas de esas pérdidas, es decir, si se deben a una menor tasa de multiplicación, a un menor tamaño, a defectos que imposibilitan su comercialización, a fallas en el forzado o a un conjunto de ellas.

En cuanto a flor, se menciona, como uno de los síntomas de deficiencia de boro, el quebrado transversal del tallo, reducción en el crecimiento radical, acortamiento de los tallos, rotura y deshidratación de tépalos, incremento en la esterilidad del polen, muerte temprana de plantas y pérdida de antocianinas. Entre los síntomas mencionados, la pérdida de antocianinas es el único síntoma que se observa exclusivamente en tulipanes que contienen dicho pigmento en tépalos (Ikarashi, 1980). Miller (2008) menciona síntomas proba-

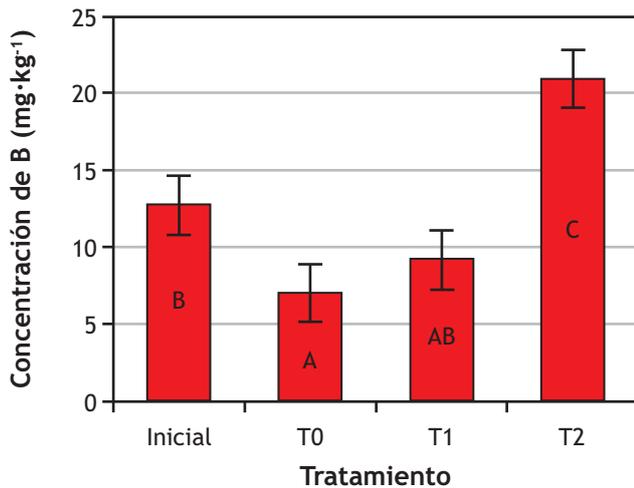


Figura 1. Concentración de B en bulbos (n = 20) de plantas de tulipán cv. Rococó, cultivadas en un sustrato de arena volcánica fertirrigados con soluciones Johnson con tres concentraciones distintas de B (T0: 0,0 mg·L⁻¹, T1: 0,271 mg·L⁻¹ y T2: 1.352 mg·L⁻¹) comparados con el contenido inicial del microelemento previo al inicio de los tratamientos (inicial). Las columnas representan los valores promedio +/- ES. Letras distintas en las columnas significan diferencias significativas (P ≤ 0,05).

blemente ligados con deficiencia de boro en flores de corte de tulipán producidas a partir de bulbos cultivados en el sur de Chile. Estas flores presentaban un tallo muy frágil con tendencia a quebrarse completamente luego de permanecer un día en florero o presentaban pequeñas fracturas transversales en el tallo. Las roturas se observaban en los tallos 3 a 8 cm por debajo del pimpollo. En los tépalos, se observaban quebraduras y descamados horizontales de la epidermis, tanto en la parte interna como externa de los mismos. La epidermis de ambos lados de los tépalos, externo e interno, presentaban una masa de tejido desorganizado con un aspecto de red de fibras amarillentas.

El problema de deficiencia se inicia en la fase de producción de bulbos. No existe información sobre la factibilidad de corregir la deficiencia durante el forzado (Miller, 2008).

Dado que en parte del Valle 16 de Octubre se presentan suelos deficientes en boro, que existen referencias acerca de problemas en tulipán relacionados con este microelemento esencial, que la mayor superficie destinada a la producción de este cultivo se encuentra en este valle, que por el momento no existe información acerca de la posibilidad de realizar correcciones durante la etapa de producción de flor cuando las mismas se producen a partir de bulbos con concentraciones deficientes de B en tejidos, es que se planteó la realización del presente trabajo para establecer los efectos de la nutrición con boro sobre la producción

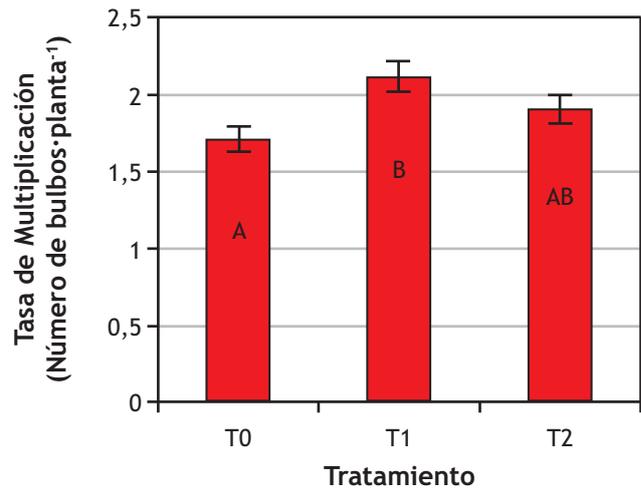


Figura 2. Tasa de multiplicación (n = 100) de plantas de tulipán cv. Rococó, cultivadas en un sustrato de arena volcánica fertirrigadas con soluciones Johnson con tres concentraciones distintas de B (T0: 0,0 mg·L⁻¹, T1: 0,271 mg·L⁻¹ y T2: 1.352 mg·L⁻¹). Las columnas representan los valores promedio +/- ES. Letras distintas en las columnas significan diferencias significativas (P ≤ 0,05).

de bulbos y calidad de flor en maceta en Tulipán cv. Rococó. El trabajo no pretende determinar concentraciones óptimas del microelemento.

Se establecen las siguientes hipótesis:

- La disponibilidad de B afecta la calidad y cantidad de bulbos producidos (tasa de multiplicación, tamaño y peso de bulbos y concentración de boro en bulbo).
- El contenido de B en bulbo afecta el crecimiento de raíces y la calidad de flor (largo de vara floral, tamaño de la flor, contenido de antocianinas).

2. Materiales y métodos

El trabajo experimental se desarrolló en el campo de la Estación Experimental Agroforestal de INTA Esquel, ubicado en la zona de Aldea Escolar, en la Colonia 16 de Octubre, en la región noroeste del Chubut. El sitio está ubicado a 43° 07' 40,1 S y 71° 33' 32,6 O y a 450 metros s.n.m., posee un clima mediterráneo, sin período libre de heladas, con dos tercios de las precipitaciones concentradas durante los meses otoño-invernales, con un promedio anual de 1.000 mm.

Dado que existen escasas referencias acerca de la producción de bulbos con soluciones nutritivas, como la mencionada por Ramirez Martinez *et al.* (2010) para producción de plantas en maceta, se adoptó la solución nutritiva Johnson (Llanos Peada, 2001) a la cual se le variaron las concentraciones de boro para fertirrigar las plantas. A partir de los bulbos obtenidos

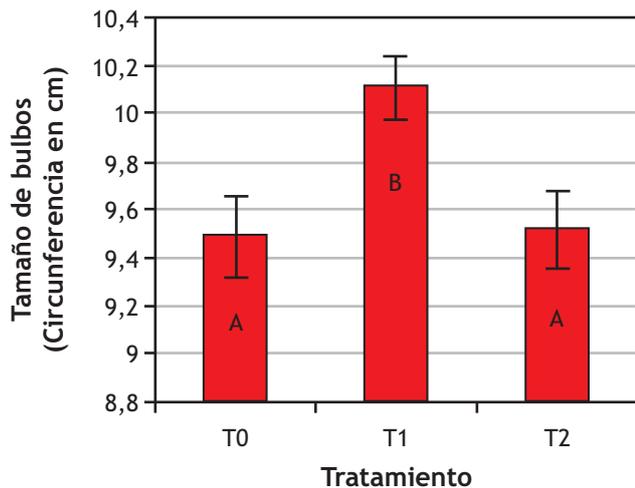


Figura 3. Tamaño de bulbos ($n = 100$) de plantas de tulipán cv. Rococó, cultivadas en un sustrato de arena volcánica fertirrigadas con soluciones Johnson con tres concentraciones distintas de B (T_0 : $0,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, T_1 : $0,271 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ y T_2 : $1.352 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$). Las columnas representan los valores promedio \pm ES. Letras distintas en las columnas significan diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

en la primera etapa, que al ser producidos con diferentes concentraciones de B en la solución nutritiva contenían diferentes concentraciones de boro en tejido, se realizó la segunda etapa que consistió en la producción de plantas en maceta.

2.1 Primera etapa: producción de bulbos

Se utilizaron bulbos tamaño 8/9 (circunferencia medida en cm), con un peso promedio de $8,77 \text{ g} \pm 0,35$ y una concentración promedio de boro en bulbo de $12,43 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1} \pm 1,87$ que fueron plantados en macetas de 2 m de largo, 0,5 m de ancho y 0,4 m de alto, con un sustrato de arena volcánica deficiente en B cuyo análisis se adjunta en la Tabla 1.

Al inicio del ensayo se tomaron 20 bulbos para la determinación de la concentración de boro por el Método del Carmín (Hatcher & Wilcox, 1950).

La densidad de plantación fue de $51 \text{ bulbos}\cdot\text{m}^{-2}$, con una profundidad de plantación de 12 cm medidos desde la base del bulbo hasta la superficie del sustrato.

Al momento de plantación, realizada a mediados de mayo, se aplicó una fertilización de base consistente en $8,33 \text{ g}$ de KNO_3 , 72 g de $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ y $12,5 \text{ g}$ de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ en una superficie de 1 m^2 . Posteriormente se aplicó un fertirriego con soluciones Johnson con diferentes concentraciones de B de acuerdo al tratamiento.

Se aplicaron tres fertirriegos semanales con solución nutritiva Johnson con tres concentraciones de B según tratamiento:

$T_0 = 0,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$

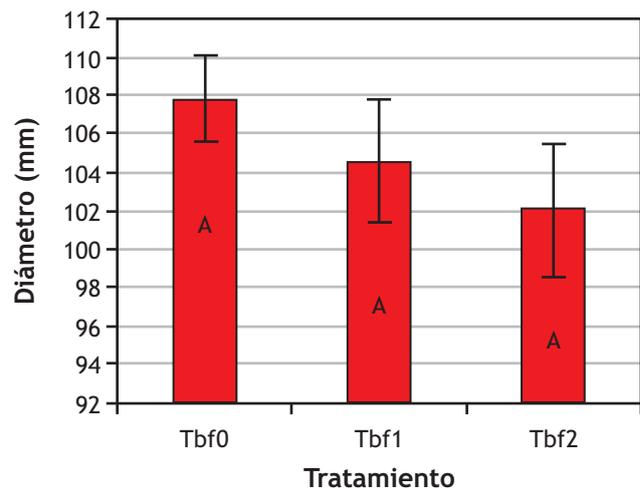


Figura 4. Diámetro de flor al momento de plena floración, en plantas de tulipán cv. Rococó, producidas a partir de bulbos con diferentes concentraciones de B en tejido (T_{bf0} : $7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, T_{bf1} : $9,2 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, T_{bf2} : $20,9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Las columnas indican los valores promedio \pm ES ($n = 20$). Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

$T_1 = 0,271 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (es la que corresponde a la solución Johnson).

$T_2 = 1,352 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$

El tiempo de riego varió de acuerdo a la humedad del sustrato monitoreada a través de bloques de yeso tipo GB1, Soil Moisture Meter modelo KS-D1.

Se utilizó un diseño experimental en bloques completamente aleatorizado con tres tratamientos y cuatro repeticiones, siendo el bulbo la unidad experimental.

Durante todo el ciclo del cultivo se realizó el control de plagas y enfermedades, detección de virus, fundamentalmente TBV, y luego de plena floración (mediados de octubre) se procedió al decapitado de flores.

Se consideró plena floración cuando los tépalos mostraban la coloración propia de la cultivar y se encontraban completamente expandidos.

Cuando aparecieron los primeros síntomas de senescencia, hacia finales de diciembre, se interrumpieron los fertirriegos. A principios de enero se cosecharon los bulbos que presentaban mayoritariamente una diferenciación de la yema floral correspondiente al estado P1 (formación del primer círculo del perianto). Posteriormente, se procedió a la limpieza y clasificación de los mismos.

Los parámetros medidos fueron número de bulbos/planta, concentración de boro en bulbos y tamaño de bulbos.

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza utilizando el procedimiento ANOVA del paquete estadístico InfoStat (grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, versión 2004)

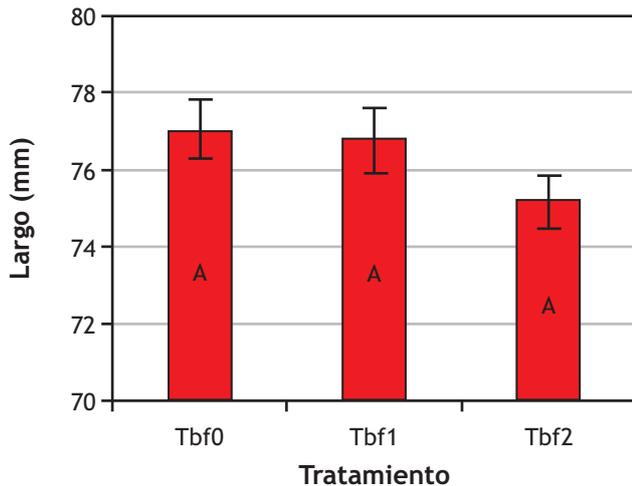


Figura 5. Largo de tépalos medidos al momento de plena floración, en plantas de tulipán cv. Rococó, producidas a partir de bulbos con diferentes concentraciones de B en tejido (Tbf0: 7 mg·kg⁻¹, Tbf1: 9,2 mg·kg⁻¹, Tbf2: 20,9 mg·kg⁻¹). Las columnas indican los valores promedios +/- ES (n = 20). Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P ≤ 0,05).

sobre una muestra de 100 bulbos por tratamiento para la tasa de multiplicación y tamaño de bulbos, y de 20 bulbos por tratamiento para concentración de B en tejido. La comparación de medias se realizó a través del test de Tukey a un nivel de probabilidad ≤ 0,05.

2.2 Segunda etapa: producción de planta en maceta

Se utilizaron bulbos tamaño 11 provenientes de la etapa anterior con diferentes concentraciones de B en bulbo que constituyeron los tratamientos de esta etapa:

Tbf0: 7 mg·kg⁻¹

Tbf1: 9,2 mg·kg⁻¹

Tbf2: 20,9 mg·kg⁻¹

El diseño experimental fue en bloques completamente aleatorizado con tres tratamientos y cuatro repeticiones, siendo cada planta en maceta la unidad experimental.

Los bulbos fueron almacenados en cámara a 22 °C hasta alcanzar el estado "G", luego preenfriados a 9 °C durante 6 semanas y posteriormente, una vez plantados en macetas tamaño 14, a razón de un bulbo por maceta, permanecieron durante 11 semanas a 5 °C.

Se utilizó un sustrato de arena volcánica con baja concentración de B (concentración < 0,05 mg·kg⁻¹) cuyo análisis se observa en la Tabla 1. La profundidad de plantación en este caso fue de 3 cm, medidos desde el ápice del bulbo al nivel de llenado de la maceta, y se realizó el 6 de junio.

Cuando los brotes tenían un largo de 2 cm, las plantas en maceta fueron transferidas a un invernadero

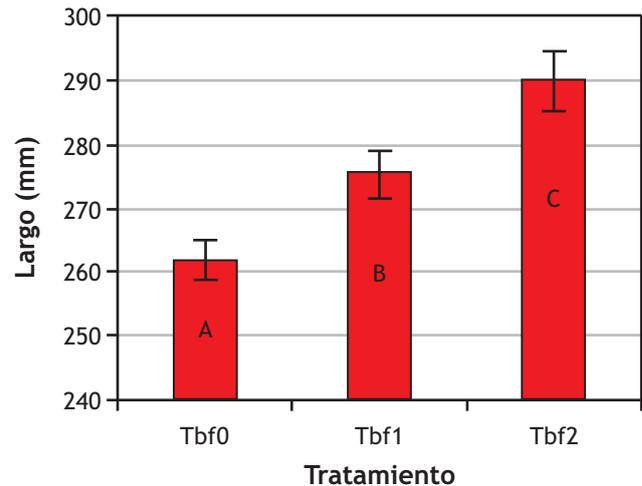


Figura 6. Longitud de la vara floral medida al momento de plena floración, en plantas de tulipán cv. Rococó, producidas a partir de bulbos con diferentes concentraciones de B en tejido (Tbf0: 7 mg·kg⁻¹, Tbf1: 9,2 mg·kg⁻¹, Tbf2: 20,9 mg·kg⁻¹). Las columnas indican los valores promedios +/- ES (n = 20). Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P ≤ 0,05).

sin calefacción, con cobertura de polietileno de 150 micrones, con tratamiento anti UV, y colocadas sobre una mesada con una densidad de 49 macetas·m⁻² (fines de agosto).

El sistema de riego utilizado fue por goteo aplicado individualmente a cada maceta, empleando solamente agua deficiente en B (< 0,05 mg·L⁻¹). En esta etapa solo se aplicó una vez por semana nitrato de calcio (2,4 g·L⁻¹).

Los parámetros medidos en plena floración (fines de septiembre) fueron diámetro de la flor y largo de de tépalos, largo de vara floral, diámetro de vara floral (suelo e inserción tépalos), concentración de antocianinas según el método descrito en Salisbury (1994).

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza utilizando el procedimiento ANOVA del paquete estadístico InfoStat (grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, versión 2004) sobre una muestra de 20 plantas en maceta por tratamiento. La comparación de medias se realizó a través del test de Tukey a un nivel de probabilidad ≤ 0,05.

3. Resultados

3.1 Primera etapa: producción de bulbos

La falta de boro en la solución nutritiva produjo, con respecto a la concentración inicial de B en los bulbos originales, una disminución significativa del 45 % en la concentración del microelemento en los bulbos hijos, mientras que la concentración de 1,351 mg·L⁻¹

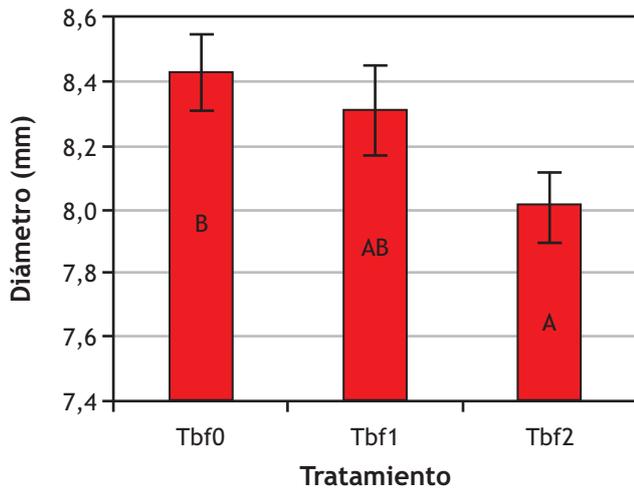


Figura 7. Diámetro de la vara floral a nivel del suelo, medido al momento de plena floración, en plantas de tulipán cv. Rococó, producidas a partir de bulbos con diferentes concentraciones de B en tejido (T_{bf0}: 7 mg·kg⁻¹, T_{bf1}: 9,2 mg·kg⁻¹, T_{bf2}: 20,9 mg·kg⁻¹). Las columnas indican los valores promedios +/- ES (n = 20). Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P ≤ 0,05).

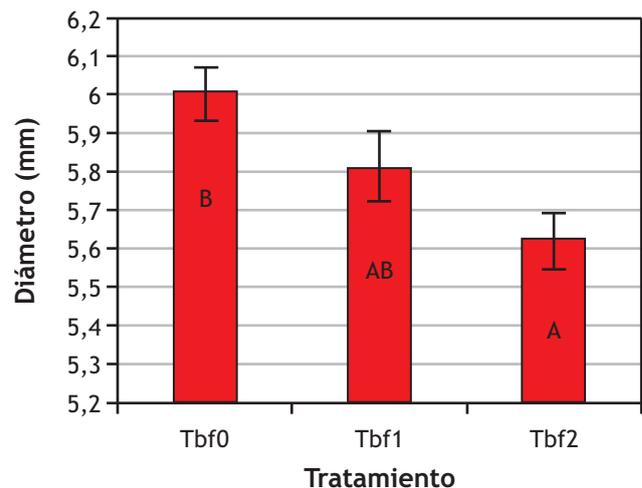


Figura 8. Diámetro de la vara floral en la inserción de los tépalos medido al momento de plena floración, en plantas de tulipán cv. Rococó, producidas a partir de bulbos con diferentes concentraciones de B en tejido (T_{bf0}: 7 mg·kg⁻¹, T_{bf1}: 9,2 mg·kg⁻¹, T_{bf2}: 20,9 mg·kg⁻¹). Las columnas indican los valores promedios +/- ES (n = 20). Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P ≤ 0,05).

de boro incrementó la concentración del mismo, de manera significativa, en un 57 % (Figura 1).

El agregado de boro en la solución Jonhson mostró un incremento en el número de bulbos producidos por planta. La adición de 0,271 mg·L⁻¹ en la solución nutritiva produjo un incremento significativo (P ≤ 0,05) del 24 % en la tasa de multiplicación, mientras que con una concentración de 1,351 mg·L⁻¹ el aumento no fue significativo, respecto del tratamiento sin agregado de boro (Figura 2).

La concentración intermedia de 0,271 mg·L⁻¹ produjo los bulbos de mayor tamaño, difiriendo significativamente de los otros tratamientos (Figura 3).

3.2 Segunda etapa: producción de planta en maceta

Las diferentes concentraciones de boro en bulbo, no produjeron diferencias significativas (P ≤ 0,05) en el tamaño de la flor, en lo que se refiere al diámetro de la misma y al largo de los tépalos (Figuras 4 y 5, respectivamente).

Los resultados obtenidos demuestran que el largo de los tallos (Figura 6) aumentó de manera significativa (P ≤ 0,05) al aumentar la concentración de boro en bulbo.

La mayor altura de las plantas provenientes de los bulbos con mayor concentración de boro estuvo acompañada por una disminución significativa (P ≤ 0,05) en el diámetro de los tallos florales, tanto a nivel del suelo (Figura 7) como en el punto de inserción de los tépalos (Figura 8).

La longitud y peso seco de raíces estuvo influenciado por la concentración de boro en bulbo (Figura 9).

Los resultados mostraron que la concentración de antocianinas por unidad de superficie de tépalo estuvo relacionada con la concentración de boro en bulbo. Se

Tabla 1. Análisis de arena volcánica utilizada para la producción de bulbos y plantas en maceta de tulipán cv. Rococó (Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires).

Análisis	Valor	Unidad	Método
pH:	6,74		agua 1:1
pH:	6,54		agua 1:2,5
CE	0,02	dS·m ⁻¹	pasta
P	3	ppm	Kurtz y Bray 1
C ox.	0,32	%	Walkley Black
N _t	0,03	%	Kjeldahl
Ca ⁺⁺	4,56	meq·100 g ⁻¹	Ac NH ₄ pH 7
Mg ⁺⁺	1,88	meq·100 g ⁻¹	Ac NH ₄ pH 7
Na ⁺	0,12	meq·100 g ⁻¹	Ac NH ₄ pH 7
K ⁺	0,6	meq·100 g ⁻¹	Ac NH ₄ pH 7
CIC	8,96	meq·100 g ⁻¹	Ac NH ₄ pH 7
Cu	0,12	ppm	DTPA
Fe	12,3	ppm	DTPA
Zn	0,2	ppm	DTPA
Mn	1,56	ppm	Ac NH ₄ pH 7
B:	< 0,05	ppm	HWSB

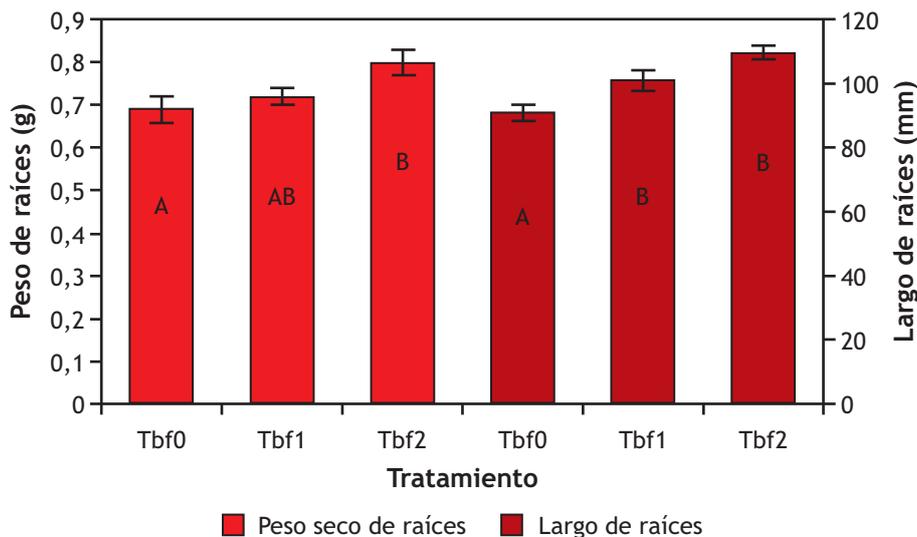


Figura 9. Peso seco y longitud de raíces medidos al momento de plena floración, en plantas de tulipán cv. Rococó, producidas a partir de bulbos con diferentes concentraciones de B en tejido (T_{bf0}: 7 mg·kg⁻¹, T_{bf1}: 9,2 mg·kg⁻¹, T_{bf2}: 20,9 mg·kg⁻¹). Las columnas indican los valores promedios +/- ES (n = 20). Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P ≤ 0,05) en los parámetros evaluados.

encontraron diferencias significativas (P ≤ 0,05) entre el tratamiento con menor concentración de boro (T_{bf0}) y aquel con concentración intermedia (T_{bf1}). No existieron diferencias significativas entre las plantas producidas a partir de bulbos con la mayor concentración (T_{bf2}) y los demás tratamientos (Figura 10).

4. Discusión

Ikarashi (1980) menciona que la disponibilidad de boro afecta la producción de bulbos, pero no explicita sobre qué aspectos de la misma influye. El presente trabajo demuestra concretamente que el agregado de B en la solución nutritiva afectó la tasa de multiplicación, es decir, la cantidad de bulbos producidos por planta. Del mismo modo, el tamaño de los bulbos, dado por la circunferencia, expresada en centímetros, es afectado por la disponibilidad de boro en solución.

Ambos resultados concuerdan con los citados por Halder *et al.* (2007) en gladiolo (*Gladiolus spp.*), quienes reportaron un aumento en la cantidad y tamaño de los cormos obtenidos en función del agregado de boro en un suelo con una concentración de 0,1 µg·g⁻¹.

No se observó que las concentraciones de boro en bulbo utilizadas en el presente trabajo afectaran de manera significativa el tamaño de la flor, tanto en lo referido al diámetro de la misma como en el largo de los tépalos.

La concentración de boro en bulbos afectó el largo de la vara floral. Una menor concentración de boro en

bulbo produjo el acortamiento y engrosamiento de la misma. La disminución en el largo del tallo ha sido mencionado en tulipán por Ikarashi (1980) y también ha sido descrito por Doss *et al.* (1980) en flores de *Iris hollandica* cv. Ideal, quien menciona que una deficiencia de boro produjo tallos más cortos y más gruesos.

El largo peso seco de las raíces de las plantas fue afectada por la concentración de boro en los bulbos tal como menciona Ikarashi (1980).

Los resultados revelaron que las concentraciones de antocianinas en tépalos difirieron de manera significativa de acuerdo a la concentración de boro en bulbo. Ikarashi (1980)

e Ikarashi *et al.* (1980) mencionan a la desaparición de antocianinas, conocido como Ironuke (sin color o pérdida de color), como un típico síntoma “visual” de deficiencia de boro en cultivos de tulipán producidos en suelos arenosos y franco arenosos, altamente permeables, de las zonas de Niigata y Tayama, en Japón. En este caso, con flores originadas a partir de concentraciones de boro en bulbo de 7, 9,2 y 20,9 mg·kg⁻¹ res-

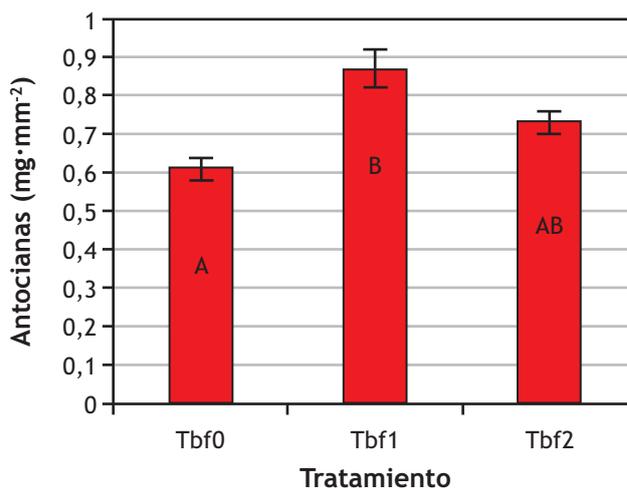


Figura 10. Concentración de antocianinas en tépalos medida al momento de plena floración, en plantas de tulipán cv. Rococó, producidas a partir de bulbos con diferentes concentraciones de B en tejido (T_{bf0}: 7 mg·kg⁻¹, T_{bf1}: 9,2 mg·kg⁻¹ y T_{bf2}: 20,9 mg·kg⁻¹). Las columnas indican los valores promedios +/- ES (n = 20). Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (P ≤ 0,05).

pectivamente, no se registraron manifestaciones visuales de pérdidas de antocianinas, aún cuando los análisis demostraron que la concentración de antocianinas en tépalos fue efectivamente afectada por la concentración del micronutriente en bulbo.

A partir de las concentraciones de boro en bulbos utilizadas en el presente trabajo, no se presentaron síntomas de quebrado de tallos ni resquebrajado de la epidermis de los tépalos mencionado por Miller (2008).

En vistas de la importancia del boro en la producción de bulbos de tulipán y su influencia en la calidad posterior de las flores de corte o planta en maceta que se obtengan a partir de ellos, y teniendo en cuenta que en la zona del valle de la Colonia 16 de Octubre, productora de bulbos, existen análisis de suelo que muestran valores que varían entre 0,05 y 0,46 kg·ha⁻¹, mayores estudios deberán realizarse a fin de determinar las concentraciones óptimas de boro para una adecuada producción de este cultivo, teniendo en cuenta las condiciones particulares de clima y tipo de suelo.

5. Conclusiones

En tulipán cv. Rococó, la disponibilidad de boro durante la producción de bulbos afecta la tasa de multiplicación, el tamaño de los bulbos obtenidos y la calidad de los mismos desde el punto de vista nutricional.

La concentración de boro en bulbo afecta el crecimiento de las raíces y la calidad de la planta en maceta de tulipán cv. Rococó, en lo referido a longitud y diámetro de la vara floral y concentración de antocianinas en tépalos. El tamaño de la flor no es afectado por la concentración de boro en bulbo.

6. Bibliografía

- Cakmak, I. & Romheld Volker. 1997. Boron deficiency induced impairment of cellular functions in plants. *Plant and Soil* 193:71-83.
- Cara, F.A.; Sánchez, E.; Riz, J.M. & Romero, L. 2002. Is phenol oxidation responsible for the short-term effects of boron deficiency on plasma membrane permeability and function in squash roots? *Plant Physiology and Biochemistry* 40: 853-858.
- De Hertogh, A.A. (1996). *Holland Bulb Forcer's Guide*, Fifth edition. Alkemade Printing BV 2160 AD Lisse, The Netherlands.
- De Hertogh, A.A. & Le Nard, M. 1993. *Botanical Aspects of Flower Bulbs; World Production and Horticultural Utilization of Flower Bulbs; Bulb Growth and Development and Flowering; Production Systems for Flower Bulbs; Physiological and Biochemical Aspects of Flower Bulbs; Tulipa*. In: *The Physiology of Flower Bulbs*. Elsevier Science Publishers BV, Amsterdam, The Netherlands, p 7- 69, p 617-682 (August de Hertogh y Marcel Le Nard ed).
- Diacinti, A. & Turró, R. 2003. En Chubut, producción de bulbos de tulipán. *Idia XXI*, año III - N° 4: 201-205.
- Doss, R.P.; Christian, J.K. & Paul, J.L. 1980. Nutrient requirements for bulbous iris forcing. *Acta Horticulturae (ISHS)* 109: 133-140.
- Halder, N.K.; Ahmed, R.; Sharifuzzaman, S.M.; Anzuman-Ara Bagam, K. & Siddiky, A.A. 2007. Effect of boron and zinc fertilization on corm and cormel production of *Gladiolus* in Grey Terrace soils of Bangladesh. *Int. J. Sustain. Crop. Prod.* 2(5): 85-89.
- Hatcher, J.T. & Wilcox, L.V. 1950. Colorimetric determination of boron using carmine. *Anal. Chem.* 22: 567.
- Iglesias Casanueva, R. 2009. Mercados Agropecuarios N° 200. Oficina de estudios y políticas agropecuarias. <http://www.odepa.gob.cl>
- Ikarashi, T. 1980. Studies on the Physiological Disorder, so-called "Ironuke" and "Kubiore" in Tulip Plants. *Memoirs of de Faculty of Agriculture Niigata University*, N° 17 p 89-92 (resumen).
- Ikarashi, T.; Yoshida, M. & Bava, A. 1980. The Relationship between Liming and "Kubioremagari" (Topleft) or "Kubiore" and "Ironuke" in Tulip Plant on Dune Field. The range of the appropriate amount of lime to be applied in tulip cultivation on dune field. *Bulletin of the Faculty of Agriculture, Niigata University* No. 33, 9-21 (resumen).
- Infostat. Infostat version 2004. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- La Manna, L.; Buduba, C. & Irisarri, J. 2008. Los suelos del Valle 16 de Octubre. *Patagonia Forestal Año XIV*, N° 2, ISS 1514-2280, pp13-16.
- Llanos Peada, P.H. 2001. La solución nutritiva, nutrientes comerciales, formulas completas. <http://www.walcoagro.com>
- Miller, W.B. 2008. Boron deficiency in tulip. *Research Newsletter*, p 1-2. <http://www.flowerbulb.nl/RP//Research%20newsletter/2008%20february.pdf>
- Ortiz, R.E. 1982. Estado Actual del conocimiento sobre la fertilidad de suelo en Patagonia, con especial referencia a los ambientes precordilleranos. INTA, Estación Experimental Regional Agropecuaria Bariloche.
- Raso, M. 2008. Respuesta a la fertilización con distintos

- niveles de N en un pastizal de media loma. Memoria Anual INTA Esquel 2008. <http://www.inta.gov.ar/esquel/ins/memoriaanual08.pdf>
- Ramirez Martinez, M.; Trejo Tellez, L.I.; Gomez Merino, F.C. & Sanchez Garcia, P. 2010. La relación K⁺/Ca²⁺ de la solución nutritiva afecta el crecimiento y calidad postcosecha del tulipán. Rev. fitotec. mex [online]. Vol.33, N°2, pp. 149-156. ISSN 0187-7380.
- Reid, M.S. 2002. Cut Flower and Greens. In the Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. USDA Handbook 66 (Gross K., ed) 36 pp. <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/148cutflowers.pdf>
- Salisbury, F.B. 1994. Fisiología Vegetal. Ed. Iberoamericana.
- Shorrocks, V.M. 1997. The occurrence and correction of boron deficiency. Plant and soil 193: 121-148.
- USDA. 1999. Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Second Edition by Soil Survey Staff. Chapter 10: Andisols, pp 271-328.
- VBN. Product Specification Tulipa. December 2008. http://vbn.nl/en/Images/tulipa_UK%201-12-2008_tcm34-13010.pdf