

Observaciones sobre la producción y conservación de cebolla en el sudeste de Buenos Aires en relación con la disponibilidad hídrica

S. G. ASSUERO ¹, J. RATTIN ¹, J. A. SALUZZO ², G. SASSO ¹
& J. A. TOGNETTI ^{1,3}

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata

² Departamento de Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de La Rioja, Sede Universitaria de Chilecito

³ Investigador de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires
tognetti@fisiovegetal.org.ar

ASSUERO, S. G., J. RATTIN, J. A. SALUZZO, G. SASSO & J. A. TOGNETTI. 2007. Observaciones sobre la producción y conservación de cebolla en el sudeste de Buenos Aires en relación con la disponibilidad hídrica. *Rev. Fac. Agron. Vol 106 (2): 109-118.*

En experimentos con siete cultivares de cebolla de diferente longitud de ciclo, realizados en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina) bajo restricción hídrica, se observó además del esperable tamaño reducido de los bulbos, una llamativa desmejora en su conservación, en relación con ensayos sin limitaciones de agua. La marcada aceleración de la brotación y el incremento en la tasa de pérdida de peso de los bulbos en almacenamiento como consecuencia de las restricciones hídricas durante el llenado fueron confirmadas en un ensayo independiente con el cv. Valcatorce INTA. Estos resultados sugieren la necesidad de replantear el manejo del agua en cebolla al menos cuando se pretende su conservación a largo plazo, como es el caso de los cultivos para exportación.

Palabras clave: *Allium cepa*, cultivares, agua, almacenamiento, poscosecha.

ASSUERO, S. G., J. RATTIN, J. A. SALUZZO, G. SASSO & J. A. TOGNETTI. 2007. Observations on onion production and storage in the S. E. of Buenos Aires in relation with water availability. *Rev. Fac. Agron. Vol 106 (2): 109-118.*

In experiments with seven onion cultivars of different cycle length in the S.E. of Buenos Aires province (Argentina) under restricted water supply, an expected reduction in bulb size but also an unexpected decline in bulb postharvest life were observed, relative to essays with non-limiting irrigation. The remarkable acceleration of sprouting together with an increased weight loss rate, as a consequence of water deficit during bulb filling, was confirmed in an independent experiment with cv. Valcatorce INTA. These results suggest the need of reevaluating water management of the onion crop, especially when destined to long-term storage as required for export.

Key words: *Allium cepa*, cultivars, water, storage, post-harvest life.

Recibido:

INTRODUCCIÓN

En la zona sudeste de la Provincia de Buenos Aires la cebolla se siembra de julio a septiembre, o bien (menos frecuentemente) se trasplanta, hasta mediados de octubre. La planta se comporta como bienal permitiendo la producción de bulbos en el primer año (Saluzzo *et al.*, 1998). El cultivar más utilizado en la región es Valcatorce INTA, de tipo español; es un material rústico, desarrollado originalmente para la zona semiárida cuyana.

La productividad de la cebolla en la región sería sumamente elevada, de acuerdo con ensayos hechos en condiciones potenciales con riego irrestricto (Saluzzo *et al.*, 1998). Sin embargo, un problema habitual en la producción para exportar es la incidencia de enfermedades durante el almacenamiento (López Camelo, 1992). Este problema se relaciona con la alta humedad durante las últimas etapas del cultivo, debida a la aplicación de riegos en el período de llenado de bulbos previo a la cosecha para cubrir el déficit hídrico estival, lo que se agrava porque el «curado» coincide con el mes de marzo, que es normalmente húmedo. El empleo de cultivares de ciclo más corto y/o restricciones en los aportes de agua podrían ser alternativas para superar este problema (López Camelo, 1992).

La cebolla presenta, al comienzo de la bulbificación, un período crítico de necesidad de agua (Lis *et al.*, 1967) que, en el sudeste bonaerense, dependiendo del cultivar y la fecha de siembra o trasplante, se ubicaría entre noviembre y diciembre (Saluzzo *et al.*, 1998). Normalmente, en la región, durante dicho período el cultivo se abastece del agua acumulada en el perfil edáfico y de la aportada por las precipitaciones entre septiembre y diciembre (Szczesny, 1992).

Las restricciones hídricas durante el llenado de los bulbos probablemente causen mermas en el rendimiento, pero en esta región tal vez podrían contribuir a reducir el riesgo de pérdidas poscosecha por enfermeda-

des. Adicionalmente, la escasez de agua suele causar adelantos en el ciclo de cultivo (Lis *et al.*, 1967) que en este caso podrían ser beneficiosos. Sin considerar el trabajo de Saluzzo *et al.* (1998), realizado en condiciones de cultivo potenciales con riego irrestricto, existe una gran carencia de datos experimentales en la región sobre el comportamiento de distintos cultivares bajo diferentes condiciones de provisión de agua.

En este trabajo se evaluó el comportamiento en cultivo y en conservación poscosecha de siete cultivares de cebolla de diferente longitud de ciclo bajo restricción hídrica durante el llenado, en dos experimentos realizados en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires. Adicionalmente, se realizó un tercer experimento empleando el cultivar Valcatorce INTA con el objetivo de estudiar el posible efecto de la deficiencia de agua durante el cultivo sobre la tasa de brotación y pérdida de peso de los bulbos almacenados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimentos 1 y 2

En el campo experimental de la Unidad Integrada Balcarce INTA-FCA UNMdP se realizaron dos experimentos independientes durante un mismo ciclo de cultivo empleando los siguientes cultivares de cebolla: Dorada VGJ 1161, Torrentina L-2406, Valcatorce INTA, Fiesta hybrid VFJ 7012, Armada XPH 428 VDN 915, Cache XPH 3373 y Ruby VWB 310. La siembra se efectuó en sendos almácigos; los plantines se trasplantaron el 5 de septiembre (Experimento 1) y 6 de octubre (Experimento 2), al estadio de 2-3 hojas verdaderas. El cultivo se realizó en un suelo Argiudol típico (franco fino, 6% MO y pH 5,7 en el horizonte A) en bordos distanciados a 0,75 m, sobre surcos de 3 m de largo. Los plantines fueron colocados en hileras dobles a 100 mm entre sí, obteniéndose una densidad de 266.000 plantas ha⁻¹. Al momento del trasplante y a los 30

días del mismo se aplicaron fosfato diamónico y urea, respectivamente, en dosis que aseguraran condiciones nutricionales no limitantes. Durante las tres semanas posteriores al trasplante se regó por aspersión para lograr una óptima implantación; el resto del cultivo se realizó sin riego. En el período comprendido entre un mes antes del inicio de bulbificación del cultivar más temprano y el fin del llenado del más tardío se registraron 312,5 mm y 329,6 mm de precipitación; 411,3 mm y 417,4 mm de evapotranspiración acumulada calculada por el método de Penman-Monteith (equivalentes a 4,42 mm día⁻¹ y 4,69 mm día⁻¹); y 18,6 °C y 19,7 °C de temperatura media del aire para los Experimentos 1 y 2, respectivamente, valores cercanos a los promedios para los últimos 20 años en la Estación Meteorológica de la EEA INTA Balcarce.

Semanalmente se midió el diámetro del bulbo (db) y del cuello (dc) en cinco plantas de cada cultivar, para calcular el índice de bulbificación (IB = db / dc). El valor de suma térmica correspondiente a IB = 2 (que corresponde al inicio de la bulbificación según Brewster *et al.*, 1986) se calculó, para cada cultivar, mediante el ajuste de curvas polinomiales. Se determinó el volumen de los bulbos asumiendo que presentaban forma esférica. Se ajustaron curvas sigmoides a los valores de volumen (expresados como porcentaje del volumen final) en función de la suma térmica mediante la ecuación:

$$\text{Volumen (\%)} = a + (b - a) / (1 + \exp [(c - x) / d]) \quad [1]$$

donde: x es la suma térmica sobre 6 °C, y a , b , c y d constantes para cada cultivar y experimento, cuyos valores fueron calculados por el programa GraphPad Prism 2.00 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA). Se definió como final del período de crecimiento al momento en que se alcanzó el 90% del volumen final de cada bulbo (V_{90}).

La cosecha se realizó al producirse el vuel-

co del 50% de las plantas en cada parcela experimental. Los bulbos se curaron durante aproximadamente 30 días en depósito ventilado naturalmente (sin control de temperatura). Inmediatamente después (tiempo 0) se determinó el peso fresco y calibre de todos los bulbos. En el experimento 1 se obtuvo el contenido de materia seca en muestras de seis bulbos por cultivar secando en estufa a 70 °C hasta peso constante. Los bulbos de cada cultivar y bloque se dividieron al azar en dos grupos: uno fue colocado en cámara a 5 °C constantes y el otro en condiciones de almacenamiento comercial en depósito ventilado (en el que la temperatura media durante el período experimental fue $14,5 \pm 2,5$ °C, siendo la media del mes más frío 11,3 °C y la del más cálido 18,1 °C). Mensualmente se determinó el porcentaje de bulbos comercializables remanentes (BCR %) de cada grupo y su peso fresco, descartándose aquéllos con indicios de brotación o pudrición. Se ajustaron ecuaciones sigmoides a los datos de BCR %, similares a [1], donde x es el tiempo en meses y a , b , c y d constantes para cada cultivar y tipo de conservación, de las que se determinó el tiempo de vida media (t_{50}) de los bulbos. Se calculó la tasa porcentual de pérdida de peso de los bulbos individuales por regresión lineal.

Experimento 3

El experimento se realizó en un lote de producción ubicado a 5 km de la ciudad de Balcarce. El suelo (Argiudol típico) se laboreó con rastra de discos y vibrocultivador para lograr una cama de siembra suficientemente refinada. Se sembró la primera semana de agosto el cultivar Valcatorce INTA a razón de 4 kg de semilla ha⁻¹ en plano y a chorrillo en líneas dobles (120 mm entre pares de líneas y 0,75 m entre líneas), lográndose una densidad de aproximadamente 400.000 plantas ha⁻¹. Se aplicó fosfato diamónico en presiembra, y urea a los 40 y 60 días después de la emergencia, asegurando condiciones nutricionales no limitantes. Las malezas se controlaron ma-

nualmente con cultivadores y con herbicidas (Pendimetalin 4 L i.a. ha⁻¹, Ioxinil 2 L i.a. ha⁻¹ y Oxadiazon 0,6 L i.a. ha⁻¹). Desde comienzos de diciembre se aplicaron riegos por aspersión a razón de 15 mm ha⁻¹ semanales, excepto en parcelas de 12 m x 12 m situadas en lugares representativos del lote, las que se mantuvieron en secano. Los datos meteorológicos para el período comprendido entre un mes antes del inicio de bulbificación (que ocurrió a fines de diciembre) hasta el fin del llenado (mediados de febrero) fueron: 197,9 mm de precipitación; 357,4 mm de evapotranspiración acumulada calculada por el método de Penman-Monteith (equivalentes a 4,64 mm día⁻¹); y 20,7 °C de temperatura media del aire. Se cosecharon al azar 25 bulbos por parcela a fines de febrero, al producirse el vuelco del 50% de las plantas. Los bulbos se curaron en forma similar a la descrita para los Experimentos 1 y 2. Luego de obtener el peso fresco inicial de cada bulbo, los mismos se colocaron en condiciones de almacenamiento comercial en depósito ventilado, en el que la temperatura media durante el período experimental fue 15,2 ± 4,2 °C, siendo la media del mes más frío 8,7 °C y la del más cálido 18,0 °C. Quincenalmente se determinó el porcentaje de bulbos comercializables remanentes (BCR %) y su peso fresco. El tiempo de vida media de los bulbos y la tasa de pérdida de peso individual se calcularon en forma similar a la descrita anteriormente.

Análisis estadístico

En los experimentos 1 y 2 los tratamientos se dispusieron en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Las variables relacionadas con las características fenológicas y morfológicas de los cultivares se analizaron empleando un diseño en parcelas divididas, considerando al experimento como parcela principal. El porcentaje de materia seca del experimento 1 se analizó empleando un diseño en bloques completos aleatorizados. Las variables relacionadas con la conserva-

ción, que requirieron ajustes de ecuaciones, se analizaron del siguiente modo: las medias correspondientes al t_{50} se separaron de acuerdo al intervalo de confianza de las ecuaciones sigmoides ajustadas según el programa GraphPad Prism 2.00 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA); las pendientes de la regresión lineal de la tasa de pérdida de peso vs. tiempo se analizaron mediante sendos ANVAs para cada experimento de acuerdo a un diseño completamente aleatorizado. En el experimento 3 los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Los ANVAs se realizaron mediante el procedimiento GLM de SAS (SAS Inst., Cary, NC, USA) y las medias se separaron empleando el test de Tukey ($P < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimentos 1 y 2

En la Tabla 1 se muestran los resultados del análisis de varianza para las variables relacionadas con las características fenológicas y morfológicas de los cultivares. En ella se puede observar que todas, excepto la duración de la bulbificación en tiempo térmico, presentaron una interacción cultivar x experimento significativa. Dorada fue el cultivar más precoz para el inicio de bulbificación en ambos experimentos, mientras que Ruby y Cache integraron el grupo de los más tardíos, lo que concuerda con lo esperado (Saluzzo *et al.*, 1998; Havey, 2005 a, b) (Tabla 2). El número de hojas visibles al inicio de la bulbificación varió entre cultivares, siendo menor para los de ciclo más corto; así, en ambos experimentos, la bulbificación en los cultivares Dorada y Torrentina se inició con 6 – 8 hojas mientras que en Ruby el inicio ocurrió con alrededor de 10 hojas visibles. En general, para todos los cultivares y ambos experimentos, la duración del llenado osciló entre 25 y 45 días. En tiem-

Tabla 1. Probabilidades correspondientes a las fuentes de variación de los análisis de varianza para las sumas térmicas acumuladas desde el transplante hasta el inicio y hasta el fin de llenado, sumas térmicas acumuladas en el período de bulbificación, peso medio de bulbos y proporción del rendimiento total por tipos de calibre.

Probabilities corresponding to the ANOVA sources of variation for accumulated thermal time from transplant to the beginning of bulb filling up to the end of bulb filling, thermal time of the bulb filling period, mean bulb weight and fraction of total yield according to diameter class.

Efecto	Bulbificación			Peso	Rendimiento por calibre		
	Inicio	Fin	Duración	bulbo	4+5	6+7	8
Experimento	0,0002	0,0002	0,6662	0,1669	0,1653	0,0407	0,6215
Cultivar	0,0001	0,0001	0,0006	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002
Experimento*cultivar	0,0001	0,0023	0,2134	0,0198	0,0006	0,0063	0,0449

po térmico Valcatorce presentó un periodo de llenado promedio que no difirió significativamente del de Torrentina (637 °Cd y 528 °Cd, respectivamente) pero que superó al resto de los cultivares, correspondiendo el menor período de llenado al cultivar más tardío, Ruby (381 °Cd). Las plantas del segundo experimento tendieron a iniciar la bulbificación y a finali-

zar el llenado de bulbos en menor número de días que en el primero (no mostrado), lo que puede atribuirse a que estuvieron expuestas a mayores temperaturas y/o fotoperíodos, pero este adelanto no se manifestó cuando las comparaciones de inicio y fin de bulbificación se efectuaron en grados día (Tabla 2).

La mayoría de los cultivares concentró la

Tabla 2. Sumas térmicas acumuladas desde el transplante hasta el inicio y hasta el fin del llenado, peso medio de bulbos, contenido de materia seca (M.S.) y proporción del rendimiento total por tipos de calibre. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (P<0,05).

Accumulated thermal time from transplant to the beginning of bulb filling up to the end of bulb filling, mean bulb weight, dry matter content (M.S.) and fraction of total yield according to diameter class. Different letters in the same column indicate significant differences (P<0,05).

Cultivar	Bulbificación		Peso bulbo (g)	M.S. (%)	Rendimiento por calibre (%)		
	Inicio	Fin			4+5	6+7	8
	(°C día)	(°C día)					
<i>Experimento 1</i>							
Dorada	580,5 f	N.D. ¹	102 abc	8,60 b	20,1 c	67,5 a	12,5 ab
Torrentina	619,5 ef	1140,3 d	85 bcd	9,47 b	45,9 abc	52,8 ab	0,0 b
Valcatorce	789,9 cde	1456,6 ab	87 bcd	9,95 b	32,3 bc	65,5 a	1,9 ab
Fiesta	847,5 bcd	1258,9 bcd	73 bcd	11,66 a	67,5 ab	27,7 abc	1,8 ab
Armada	813,4 cde	1369,3 abc	121 ab	9,06 b	15,0 c	69,4 a	15,5 ab
Cache	959,0 abc	1385,1 abc	102 abc	9,74 b	28,4 bc	69,1 a	2,3 ab
Ruby	1031,2 a	1401,0 abc	60 cd	12,66 a	78,3 a	11,7 bc	0,0 b
<i>Experimento 2</i>							
Dorada	723,0 def	1193,3 cd	35 d	N.D.	83,1 a	7,7 c	0,0 b
Torrentina	953,3 abc	1492,5 a	58 cd	N.D.	63,9 abc	26,9 abc	0,0 b
Valcatorce	950,1 abc	1557,3 a	77 bcd	N.D.	40,1 bc	53,6 ab	2,6 ab
Fiesta	937,6 abc	1442,5 ab	70 bcd	N.D.	55,2 abc	42,2 abc	0,0 ab
Armada	1068,9 a	1480,8 a	146 a	N.D.	14,3 c	66,6 a	19,1 a
Cache	1022,3 ab	1444,4 ab	104 abc	N.D.	27,8 bc	64,1 a	8,1 ab
Ruby	999,5 ab	1383,9 abc	60 cd	N.D.	75,1 ab	14,4 c	0,0 ab

¹ No determinado debido a un ataque fúngico en varias de las plantas muestreadas.

distribución del rendimiento entre los calibres 4 y 7 en ambos experimentos, correspondiendo los mayores calibres al cv. Armada (Tabla 2). Los cultivares de ciclo más corto, Dorada y Torrentina presentaron una importante merma en el peso medio de bulbo en el segundo experimento con relación al primero (66% y 32%, respectivamente), pero para el resto de los cultivares se observaron escasas diferencias entre experimentos (Tabla 2). La reducción del tamaño en los cultivares de ciclo corto sugiere que los trasplantes de principios de octubre serían demasiado tardíos para este tipo de cultivares, al menos cuando el agua es limitante. Así, bajo condiciones de cultivo similares, se ha observado en un híbrido muy precoz (Primavera PS 1685) una disminución del tamaño de los bulbos de alrededor del 80% al atrasar la fecha de trasplante de comienzos de septiembre a principios de octubre, en asociación con un final muy tem-

prano de la fase de llenado (no mostrado).

Las pérdidas de bulbos registradas en poscosecha correspondieron en por lo menos un 90% a la brotación, y en menos de un 10% a la pudrición de bulbos, independientemente de la condición de almacenamiento y cultivar (no mostrado). En ambos experimentos y bajo ambas condiciones de almacenamiento, el cultivar Valcatorce tuvo un buen comportamiento, mientras que los cultivares de bulbificación más temprana, Dorada y Torrentina, presentaron las menores vidas medias y las mayores tasas de pérdida de peso (Tabla 3). La asociación entre bulbificación temprana y mala conservación parece ser bastante general (Isenberg, 1979). Se ha propuesto también que la longevidad post-cosecha estaría directamente correlacionada con el contenido de materia seca, el que a su vez se vincula estrechamente con el contenido de azúcares (Rutherford & Whittle, 1982), pero nuestros resultados ponen en duda dicha afirmación, ya que no hubo diferencias significativas en el contenido de materia seca de los cultivares Dorada y Torrentina con respecto a Valcatorce (Tabla 2) a pesar de su comportamiento contrastante en poscosecha. La conservación fue mejor a 5 °C que en condiciones comerciales (a 14,5 °C en promedio, datos no mostrados). Según Brewster (1977, 1987) las temperaturas cercanas a 15 °C son las que más favorecen la brotación.

Tabla 3. Vida media (t_{50}) en almacenamiento a 5 °C constantes, y tasa porcentual de pérdida de peso para los siete cultivares. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas dentro de experimento ($P < 0,05$).

Half life (t_{50}) in storage at constant 5 °C, and weight loss rate for the seven cultivars. Different letters in the same column indicate significant differences within experiment ($P < 0,05$).

Cultivar	t_{50} (meses)	TPP (% mes ⁻¹)
Experimento 1		
Dorada	3,73 d	2,74 a
Torrentina	3,87 d	2,69 a
Valcatorce	7,82 a	2,19 ab
Fiesta	6,26 bc	1,59 b
Armada	5,48 c	1,34 b
Cache	7,04 b	1,70 ab
Ruby	4,89 c	1,51 b
Experimento 2		
Dorada	4,74 d	3,51ab
Torrentina	3,45 cd	4,21a
Valcatorce	7,31 a	2,21ab
Fiesta	6,39 ab	1,44 b
Armada	5,40 c	1,27 b
Cache	5,98 bc	1,88 b
Ruby	6,03 bc	1,83 b

Experimentos bajo restricción hídrica y bajo riego irrestricto

Se discuten a continuación los resultados de estos experimentos en relación con los obtenidos previamente para los mismos materiales genéticos cultivados bajo riego irrestricto en el mismo sitio experimental bajo condiciones de cultivo y en fechas de trasplante similares (5 de septiembre y 4 de octubre) (Saluzzo *et al.*, 1998). En estos experimentos se mantuvo el suelo cercano a capacidad de campo mediante riego por aspersión, y las temperaturas medias del aire durante el ciclo de cul-

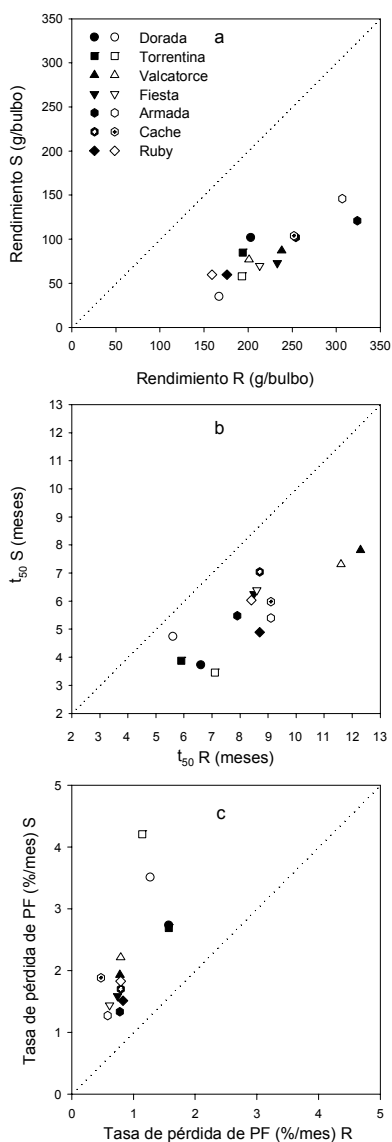


Figura 1. (A) Peso promedio de los bulbos (g bulbo⁻¹) para los experimentos con limitaciones hídricas (L) comparado con otros similares en condiciones potenciales con riego irrestricto (R, tomados de Saluzzo et al., 1998). (B) Tiempo de vida media de los bulbos (t₅₀) en almacenamiento a 5 °C para los mismos ensayos. (C) Tasa porcentual de pérdida de peso de los bulbos en almacenamiento a 5 °C para los mismos ensayos. Simbolos cerrados y abiertos para los Experimentos 1 y 2, respectivamente, que corresponden a sendas fechas de transplante; ver Materiales y Métodos.

(A) Mean bulb weight (g bulbo⁻¹) in experiments under limiting water supply (L) as compared to those from similar experiments but under non-limiting irrigation (R, from Saluzzo et al., 1998). (B) Half-life (t₅₀) in storage at 5 °C, for the same experiments. (C) Weight loss rate (%) of bulbs stored at 5 °C, for the same experiments. Closed and open symbols for Experiments 1 and 2, respectively, which correspond to different transplanting dates; see Materiales y Métodos.

tivo para la primera y segunda fecha de transplante fueron 16,5 °C y 17,6 °C, respectivamente (para más detalles ver Saluzzo et al., 1998).

La producción de Valcatorce bajo restricción hídrica fue, aunque aceptable, inferior en aproximadamente 60% a la observada en los ensayos sin limitaciones hídricas (Figura 1A). Por este motivo se infiere que la restricción absoluta de riego durante el período de llenado muy difícilmente compense eventuales mejoras en la sanidad.

Por otra parte, fue muy llamativo que, para todos los cultivares y ambas fechas de transplante, la conservación poscosecha haya sido peor en los experimentos con restricción hídrica, tanto en lo referido al tiempo de vida media (vinculado esencialmente con la brotación) como en la tasa de pérdida de peso de los bulbos (Figuras 1B y 1C). Esta aparente vinculación entre la disponibilidad de agua en el cultivo y la conservación de los bulbos podría resultar de suma importancia al menos cuando se pretende almacenarlos a largo plazo, como es el caso de los cultivos para exportación.

Experimento 3

La aplicación de riego determinó, como se esperaba, un incremento (aproximadamente del 50%) en el tamaño promedio de los bulbos del cv. Valcatorce, en relación con los obtenidos en secano (Figura 2A).

Por otra parte, el tiempo de vida media de los bulbos producidos en secano fue aproximadamente dos meses menor que el de los

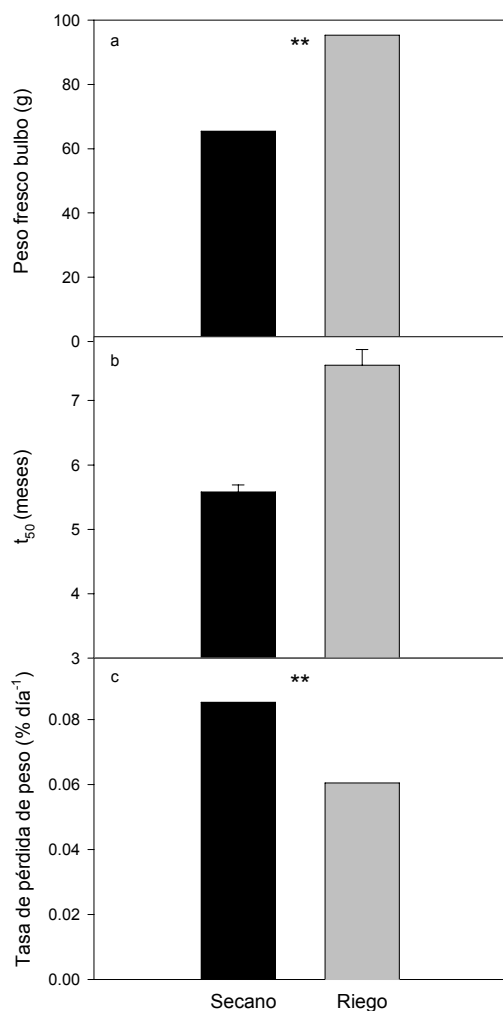


Figura 2. (A) Peso promedio de los bulbos (g bulbo^{-1}) del cv. Valcatorce en el Experimento 3 producidos bajo riego o secano. (B) tiempo de vida media (t_{50}) de los bulbos, para el mismo ensayo. (C) tasa porcentual de pérdida de peso de los bulbos en almacenamiento en depósito ventilado, para el mismo ensayo. El símbolo ** indica diferencia significativa ($P < 0.01$).

(A) Mean bulb weight (g bulbo^{-1}) of cv. Valcatorce in Experiment 3 under irrigated (Riego) or in dryland (Secano) conditions. (B) bulb half-life (t_{50}) for the same experiment. (C) Weight loss rate (%) of bulbs in ventilated store, for the same experiment. The symbol ** indicates significant difference ($P < 0.01$).

obtenidos bajo riego lo que es atribuible a una más rápida brotación dado que prácticamente no se observó pudrición de bulbos (Figura 2B). Teniendo en cuenta que las condiciones de almacenamiento empleadas (con temperaturas promedio cercanas a los $15\text{ }^{\circ}\text{C}$) aceleran la brotación (Brewster, 1977; 1987), y que las bajas temperaturas no solamente retardan la brotación sino también incrementan la dispersión de la misma (Saluzzo *et al.*, 1998), cabría esperar que bajo condiciones refrigeradas las diferencias entre tratamientos fueran aún más marcadas.

La tasa de pérdida de peso en almacenamiento de los bulbos provenientes de las parcelas en secano fue en más del 40% superior a la de los bulbos de plantas regadas (Figura 2C). La mayor pérdida de peso porcentual de los bulbos de secano podría deberse tanto a una más rápida activación del metabolismo previa a la brotación como a su mayor relación superficie : volumen.

De acuerdo con una revisión bibliográfica sobre el tema, existiría un único trabajo en que se informa la ocurrencia de mayores pérdidas totales poscosecha (sin discriminar si las mismas ocurrieron por brotación, pudrición o pérdida de peso) en asociación con una baja disponibilidad de agua en el cultivo (Drinkwater & Janes, 1955). En nuestro conocimiento, esto no ha sido objeto de ulteriores estudios y tampoco es tenido en cuenta en las recomendaciones de diferentes instituciones sobre el manejo del cultivo de cebolla (ver p. ej. Dean Yonts *et al.*, 1997; Corgan *et al.*, 2000; FAO, 2002). Nuestro trabajo, realizado con otros genotipos y bajo condiciones ambientales y de manejo muy diferentes que las empleadas por Drinkwater & Janes (1955) sugiere que el fenómeno sería de ocurrencia general, al menos en cebolla. Aunque esta especie es usualmente considerada como muy rústica, pues es capaz de sobrevivir y aún mantener cierto nivel de crecimiento bajo períodos prolongados de sequía (Brewster, 1977), y se adapta a regiones semiáridas, tales como las principa-

les regiones productoras de Argentina, la magnitud de los efectos perjudiciales del déficit hídrico sobre la conservación aquí presentados sugiere que es necesario replantear el manejo del agua en el cultivo, especialmente con miras a la exportación.

Quedan asimismo numerosos interrogantes por dilucidar tales como: cuál es el momento del ciclo en que el déficit hídrico afecta más la conservación posterior; cuáles son los procesos fisiológicos implicados; y si este fenómeno ocurre en otras especies. En un próximo artículo (Sasso, Rattin, Assuero y Tognetti, en preparación) se presentará más información sobre el tema.

CONCLUSIONES

Una baja disponibilidad hídrica durante el llenado determinó la obtención de bulbos de tamaño reducido, con brotación temprana y alta tasa de pérdida de peso durante el almacenamiento poscosecha.

Los efectos de la restricción hídrica sobre la brotación, que no habían sido descriptos con anterioridad, plantean además de interrogantes fisiológicos la necesidad de reevaluar el manejo del riego, al menos en el cultivo de cebolla.

AGRADECIMIENTOS

Las semillas para los experimentos 1 y 2 fueron gentilmente donadas por el Dr. Claudio Galmarini (EEA-INTA La Consulta). Agradecemos a los Dres. A. Clausen y A. López Camello (EEA INTA Balcarce) por facilitar las cámaras de conservación, y a la Ing. Agr. G. Valinotti (FCA, UNMdP) por su aporte en el procesamiento de datos. El trabajo fue financiado por la Universidad Nacional de Mar del Plata y la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC).

BIBLIOGRAFIA

- Brewster, J. L.** 1977. The physiology of the onion. Horticultural Abstracts 47:17-23; 103-112.
- Brewster, J. L.** 1987. The effect of temperature on the rate of sprout growth and development within stored onion bulbs. Annals of Applied Biology 111: 463-467.
- Brewster, J. L., F. M. Mondal & G. E. L. Morris.** 1986. Bulb development in onion (*Allium cepa* L.) IV. Influence on yield of radiation interception, its efficiency of conversion, the duration of growth and dry-matter partitioning. Annals of Botany 58: 220-233.
- Corgan, J., M. Wall, C. Cramer, T. Sammis & B. Lewis.** 2000. Bulb onion culture and management. New Mexico State University Circular 563. http://www.cahe.nmsu.edu/pubs/_circulars/Circ563.html (última visita: 18/09/07).
- Dean Yonts, C., D. Nuland & P. Fischbach.** 1997. Irrigating onions. NebGuide G-83-659-A, University of Nebraska-Lincoln. <http://ianrpubs.unl.edu/Horticulture/g659.htm> (última visita: 10/12/06).
- Drinkwater, W.O. & B.E. Janes.** 1955. Effects of irrigation and soil moisture on maturity, yield and storage of two onion hybrids. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 66:267-278.
- FAO.** 2002. Crop water management. Onion. <http://www.fao.org/ag/agl/aglw/cropwater/onion.stm> (última visita: 18/09/07)
- Havey, M. J.** 2005 a. Vegetable Cultivar Descriptions for North America. Onion (A-L), Lists 1-26 Combined. USDA/ARS, Department of Horticulture, University of Wisconsin. Onion. <http://cuke.hort.ncsu.edu/cucurbit/wehner/vegcult/onional.html> (última visita: 18/09/07).
- Havey, M. J.** 2005 b. Vegetable Cultivar Descriptions for North America. Onion (M-Z), Lists 1-26 Combined. USDA/ARS, Department of Horticulture, University of Wisconsin. Onion. <http://cuke.hort.ncsu.edu/cucurbit/wehner/vegcult/onionmz.html> (última visita: 18/09/07).
- Isenberg, F. M. R.** 1979. Controlled atmosphere storage of vegetables. Horticultural Reviews 1: 337-394.
- Lis, B. R. de, I. Ponce, J. B. Cavagnaro & R. M. Tizio.** 1967. Studies of water requirements of horticultural crops: II. Influence of drought at different growth stages of onion. Agronomy Journal 59: 573-576.
- López Camello, A. F.** 1992. El desafío de exportar productos frutihortícolas. En: Proyecto Regional «Producción de Hortalizas para la Exportación», Centro Regional Buenos Aires Sur (INTA), Unidad Integrada Balcarce, Circular 1.2, 5pp.

Rutherford, P. P. & R. Whittle. 1982. The carbohydrate composition of onions during long term cold storage. *Journal of Horticultural Science* 57: 349-356.

Saluzzo, J. A., G. Hernández, J. Rattin, J.P. Miravé y J. Tognetti. 1998. Fenología, producción y conservación post-cosecha de diferentes cultivares de cebolla en el sudeste de Buenos Aires.

Revista Facultad de Agronomía (Buenos Aires) 18: 73-80.

Szczesny A. 1992. El cultivo de la cebolla en el sudeste bonaerense. En: «1^{as} Jornadas Regionales sobre el Cultivo de Cebolla» (A. F. López Camelo, ed.). Centro Regional Buenos Aires Sur, INTA, pp. 11-19.