

# Evaluación morfológica de la rebrotación de plantas de cebolla (cv. Valcatorce INTA) para la producción de semillas

Gaviola, J.C., A.M. Planchuelo y R.N. Oliva

## RESUMEN

La superficie cultivada con cebollas (*Allium cepa* L. var. *cepa*) en la Argentina ha mostrado un constante incremento durante los últimos 10 años, alcanzando las 27.776 ha en 1998, con una producción de 699.360 t. La implantación del cultivo en forma comercial se puede realizar por dos métodos: la siembra de semillas o la plantación de bulbos. El primero es el más usado para la obtención de bulbos, y el segundo es aquel recomendado para la producción de las semillas de categoría prebásica y básica porque controla mejor la pureza genética del cultivar. Este trabajo describe el ciclo de cultivo de la cebolla, con el objeto de analizar la evolución de los órganos que permiten la rebrotación y la obtención de dos cosechas de semillas de bulbos selectos. Los ensayos se realizaron en la EEA La Consulta del INTA, Depto. San Carlos (Mendoza), en cuatro fechas de plantación durante 1994-1995 y 1995-1996. Para establecer la potencialidad de rebrotación se evaluaron cualitativa y cuantitativamente los órganos formados por los meristemas que perduraron luego de la floración. Se observó un aumento del número total de bulbos por plantas en las plantaciones tardías, lo que redundó en una mayor producción de semillas en la segunda floración. La investigación comprobó que el cultivar Valcatorce INTA, según las condiciones ambientales predominantes puede comportarse como bienal o perenne, perdiendo a través de las ramificaciones del bulbo madre que rebrotan y permiten la producción de semillas en una segunda floración.

**Palabras clave:** *Allium cepa* L. var. *cepa*, cebolla, rebrotación de cebolla, semillas de cebolla.

Gaviola, J.C., A.M. Planchuelo y R.N. Oliva, 1999. Morphological evaluation of onion (cv. Valcatorce INTA) plant regrowth for seed production. Agriscientia XVI : 29-36.

## SUMMARY

During the past ten years, the cultivated area and the production of onions (*Allium cepa* L. var. *cepa*) in Argentina showed a constant increase reaching 27,776 ha under cultivation with 699,360 t in 1998. The establishment of the crop can be done by sowing seed or planting bulbs. The first method is the most common for onion production and the last one is recommended to keep the pure genetic background of the cultivar for seed production. This paper describes the onion plant cycle to verify if it is possible to obtain two or more seed cycles from selected bulb. The field experiment took place in the Experimental Station La Consulta (INTA), Dept. San Carlos (Mendoza) with four planting dates during 1994-1995 and 1995-

1996. Potential regrowth of plants was analyzed by assessing both qualitatively and quantitatively the organs formed by the meristems remaining after flowering. An increased trend on bulb production was observed in the latest planting dates. The results showed that cultivar Valcatorce INTA, according to the environmental conditions, can be biannual or perennial due to meristem regrowth which develop new bulbs and seeds after the first flowering.

**Key words:** *Allium cepa* L. var. *cepa*, onion, onion regrowth, onion seed production.

J.C. Gaviola, EEA La Consulta del INTA. CC 8, 5567 La Consulta, Mendoza, Argentina; A.M. Planchuelo, Herbario de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, CC 509, 5000 Córdoba, Argentina; R.N. Oliva, CC 3, 5507, Lujan de Cuyo, Mendoza, Argentina.

## INTRODUCCIÓN

La superficie cultivada con cebolla (*Allium cepa* L. var. *cepa*) en la Argentina se ha incrementado notablemente desde las 17.600 ha cultivadas en 1990 hasta 27.776 ha en 1998, con una producción que varió de 398.170 t en 1990 a 699.360 t para 1998 (FAOSTAT, 1999). Este incremento en la superficie de cultivo implicó una mayor demanda de simientes, que en su mayoría es de origen nacional y proviene de las provincias de Mendoza y San Juan (Rozas, 1995).

La implantación del cultivo puede realizarse por los métodos de bulbo-semilla o semilla-semilla (Hawthorn y Pollard, 1954; George, 1985; Schiavi *et al.*, 1988; Quagliotti, 1992; Acosta *et al.*, 1993). Este último resulta más económico y es el utilizado para la producción de bulbos comerciales. El método bulbo-semilla es más costoso, porque los bulbos que se plantan son selectos y tiene un alto valor económico, por eso sólo se lo recomienda para la producción de las semillas de categoría prebásica y básica dado que controla mejor la pureza genética del cultivar.

La cebolla es considerada una planta bienal, que forma un bulbo durante el primer año, florece en el segundo y luego muere (Hayward, 1953; Parodi, 1972). Para que la planta tenga un comportamiento perenne es necesario que mantenga algún meristema viable (Jones y Mann, 1963). Los meristemas de las yemas del bulbo madre pueden desarrollar estructuras reproductivas (escapos florales) o vegetativas (bulbos), según las condiciones ambientales predominantes (Roberts y Struckmeyer, 1951; Jones y Mann, 1963; Rabinowitch y Brewster, 1989; Brewster, 1994). Algunos cultivares, además de las yemas propias del bulbo madre, poseen una yema lateral en la base de los escapos que al desarrollar-

se permite la rebrotación de la planta (Roberts y Struckmeyer, 1951). En consecuencia, el número de rebrotes estaría relacionado con el tipo y cantidad de estructuras diferenciadas por las yemas iniciales del bulbo madre, por las que se forman con posterioridad y por el momento de plantación de los bulbos.

Este trabajo describe y cuantifica las estructuras vegetativas y reproductivas de las plantas de cebolla cv. Valcatorce INTA, provenientes de bulbos plantados en diferentes épocas del año, con el objeto de comprobar si la rebrotación permitiría la obtención de dos cosechas de semillas de bulbos selectos para tal fin.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las experiencias se realizaron en condiciones de campo durante 1994/95 y 1995/96 en la Estación Experimental Agropecuaria La Consulta del INTA, en el Departamento San Carlos, Mendoza, (latitud 33° 44' S y longitud 69° 07' O), con el cultivar Valcatorce INTA. Este tiene exigencias fotoperiódicas de días largos y para bulbificar necesita 14 o más horas de luz.

En la temporada 1994-1995 se realizó un ensayo exploratorio para analizar la morfología de la planta y el comportamiento del cultivar, en las siguientes fechas de plantación; 18/03; 02/05; 15/06 y 08/08. En cada fecha se plantaron 100 bulbos selectos, en líneas distanciadas a 0,80 m entre sí y a una densidad de 10 bulbos por metro lineal. El cultivo se manejó de acuerdo a las recomendaciones para el método bulbo-semilla (Acosta *et al.*, 1993).

Luego de la cosecha de las semillas, se arrancaron todas las plantas y se realizaron disecciones para el análisis morfológico de bulbos y yemas. Se re-

**Tabla 1.** Número promedio de bulbos aparentemente viables (BAV) por planta. Temporada 1994-1995.

Fecha de Plantación	BAV I	BAV II y BAV III	Total BAV
18/03/94	0,02	0,72	0,74
02/05/94	0,03	0,73	0,76
15/06/94	0,07	1,13	1,20
08/08/94	0,15	1,30	1,45

BAV I = bulbos aparentemente viables provenientes de las ramificaciones primarias. BAV II = bulbos aparentemente viables provenientes de las ramificaciones secundarias. BAV III = bulbos aparentemente viables provenientes de las ramificaciones terciarias

gistró el número y origen de los bulbos aparentemente viables (BAV) por planta. Estos bulbos se reconocieron porque al quitar las catáfilas reservantes presentaban en su interior una yema normal. Los BAV fueron clasificados en dos grupos, según provenían de las ramificaciones iniciales del bulbo madre o de las formadas posteriormente.

En la temporada de 1995-1996 se repitió la experiencia en las siguientes fechas de plantación: 15/03; 02/05; 15/06 y 04/08. El ensayo se realizó con un diseño de bloques completos al azar con 5 repeticiones y 50 bulbos por bloque. Antes de cada plantación se registró el número promedio de yemas iniciales por bulbo, mediante la disección y conteo del número de yemas visibles a simple vista en una muestra de 5 bulbos tomados al azar. El manejo del

cultivo fue igual al del año anterior. Las variables analizadas fueron: el número de yemas iniciales del bulbo; el número de yemas que efectivamente crecieron por bulbo; el total de las ramificaciones iniciales del bulbo madre; el número de escapos primarios que formaron bulbos, que formaron escapos florales fértiles (umbelas) y los que abortaron; el porcentaje de los escapos primarios (desarrollados o abortados) que originaron una yema lateral y el número de bulbos aparentemente viables (BAV) por planta, según la ramificación de la que provenían (primaria, secundaria o terciaria).

Todas las variables cuantificadas fueron sometidas al ANAVA mediante el programa SAS 6.03 (SAS Institute Inc., 1988) con un  $P < 0,05$  para las pruebas de F y Student. Se utilizaron supuestos mediante pruebas gráficas, Test de Levene y Test de Shapiro-Wilks.

## RESULTADOS

En la temporada 1994-1995 se observó que la mayor parte de las yemas de las ramificaciones primarias del bulbo madre originaron escapos florales primarios, sólo una pequeña cantidad originó bulbos aparentemente viables primarios (BAV I). La cantidad de estos últimos, al igual que los provenientes de las ramificaciones secundarias y terciarias (BAV II y BAV III), no discriminados en esta temporada, tendió a aumentar con el atraso de la plantación (tabla 1).

En la temporada 1995-1996 se contabilizó el promedio de yemas primarias de los bulbos al momento de la plantación, que resultó ser de 3,10 ( $\pm 0,67$ ), mientras que las realmente desarrolladas a campo

**Tabla 2.** Porcentaje de los órganos desarrollados por las yemas de los bulbos plantados en la temporada 1995-1996. Letras distintas entre las épocas de una misma columna indican diferencias significativas según la prueba de Student ( $P \leq 0,05$ ).

Fecha de Plantación	EPD Respecto a trbm (%)	EPA Respecto a trbm (%)	BAV I Respecto a trbm (%)	EPCY %	ESA Respecto a tep (%)
15/03/95	97,3 a	2,0 b	0,7 a	53,0 b	34,1 b
02/05/95	98,2 a	1,8b	0,0 a	58,9 ab	36,3 b
15/06/95	96,6 a	2,6 b	0,8 a	65,0 a	42,9 a
04/08/95	94,1 b	5,3 a	0,6 a	59,4 ab	36,1 b

Referencias: EPD = escapos primarios desarrollados con umbelas; EPA = escapos primarios abortados sin umbelas; BAV I = bulbos aparentemente viables provenientes de las ramificaciones primarias; EPCY = escapos primarios (desarrollados y abortados) con yema lateral; ESA = escapos secundarios abortados; trbm= total de ramificaciones iniciales del bulbo madre; tep = total de escapos primarios.

fueron de 3,14 ( $\pm 0,32$ ). La similitud entre los valores registrados indica la posibilidad de determinar anticipadamente el número de ramificaciones que tendrán las plantas, realizando la disección de los bulbos y el recuento de las yemas. Se observó también que las yemas primarias de un mismo bulbo tenían distintos tamaños o estados de desarrollo.

En la tabla 2 se presenta el porcentaje de los órganos desarrollados por las yemas de los bulbos plantados en la temporada 1995-1996. En un comportamiento similar al año anterior, la mayoría de las yemas del bulbo madre originaron escapos primarios que desarrollaron umbelas (EPD) y sólo una baja proporción diferenciaron escapos primarios que abortaron tempranamente (EPA). Por otro lado, los bulbos plantados en la última época fueron los que tuvieron la mayor proporción de EPA, mientras que a diferencia del año anterior, los BAV I formados fueron escasos y su cantidad por planta fue similar en las distintas épocas de plantación. El porcentaje de escapos secundarios abortados (ESA) fue muy superior al total de escapos primarios (tep), siendo máximo para los bulbos plantados en junio.

El análisis morfológico determinó que más de la mitad de los escapos primarios, ya sea con desarrollo normal o abortado, poseían una yema lateral en su base (EPCY). Se comprobó que estas yemas eran capaces de brotar en la misma temporada que se originaron formando órganos semejantes a los de las yemas iniciales del bulbo. Es decir que podían dar origen a: un escapo secundario de crecimiento normal que desarrolla una umbela secundaria (ESD); un escapo secundario que aborta (ESA) o formar

bulbos aparentemente viables en la base del escapo, denominados en adelante BAV II por provenir de las ramificaciones secundarias.

En la tabla 3 puede apreciarse un notable incremento de BAV II y BAV III por planta respecto a los BAV I. Por otro lado, tal como se observó en la temporada 1994-1995, el número total de BAV por planta, provenientes de las ramificaciones primarias, secundarias y terciarias, se incrementó en las plantaciones de junio y agosto.

La figura 1 A representa el aspecto externo de escapos primarios desarrollados (EPD) y un bulbo aparentemente viable primario (BAV I) proveniente de las ramificaciones del bulbo madre, y la figura 1 B muestra el desarrollo de una ramificación lateral (RL) en la base de un EPD. Las figuras 1 C y 1 D muestran en forma esquematizada detalles de las estructuras internas de un escapo secundario desarrollado (ESD) y un escapo secundario abortado (ESA) respectivamente.

Los escapos primarios que carecían de yema lateral no originaron ni escapos secundarios ni bulbos. En la base de estos escapos se observaron los pseudobulbos (PS8), denominados así porque exteriormente eran muy semejantes a los bulbos normales, pero sólo consistían de 2 o 3 vainas relativamente gruesas que rodeaban una zona central hueca proveniente del consumo de las reservas de las vainas centrales cuando se desarrolló el escapo. Los PSB pueden confundirse con los BAV y su diferenciación es difícil si no se realiza un corte y se analiza su parte interna, aunque en una primera apreciación se podrían identificar por su menor peso específico. La figura 2 A muestra en forma esquematizada un detalle de la parte interna de un BAV II normal y la figura 2 B muestra un corte longitudinal de un pseudobulbo (PSB).

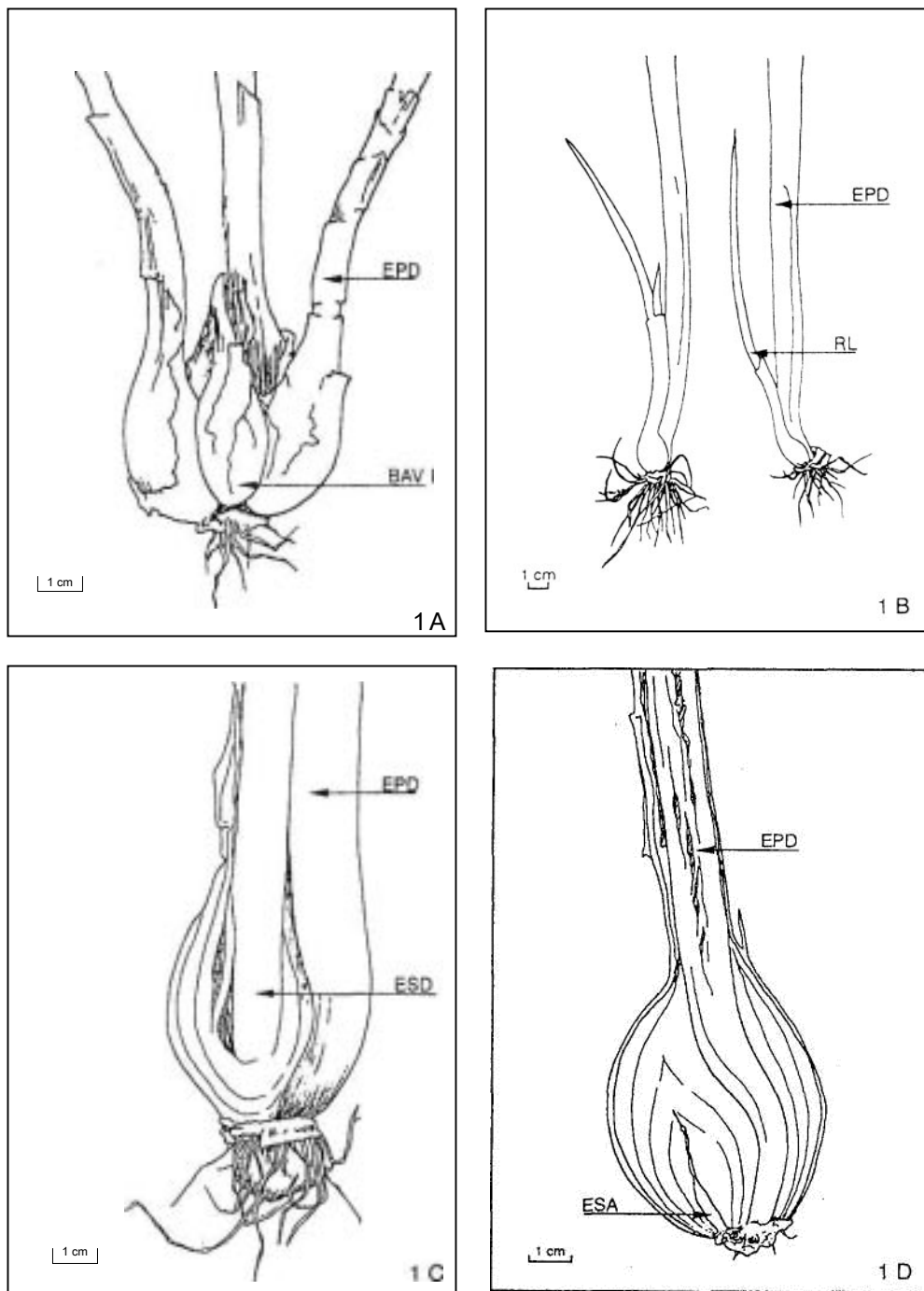
Un 75 % ( $\pm 5,9$ ) de los escapos secundarios, ya sean normales o abortados, tenían yemas terciarias laterales (YTL) en su base (figura 2 C), las cuales originaron bulbos aparentemente viables de tercera ramificación (BAV III). En ningún caso se observó que las yemas de las ramificaciones terciarias originaran escapos florales u hojas con lámina, seguramente porque se formaron en un momento en que las condiciones externas eran favorables a la bulbificación. Los escapos secundarios que no tenían yema lateral también formaron un pseudobulbo en su base, pero de menor tamaño que los primarios.

Los ensayos permitieron comprobar que los BAV son los que posibilitan la supervivencia de las plantas durante el receso de verano. A fines de la estación estival las plantas rebrotaron (figura 2 D) a partir de los BAV, emitiendo ramificaciones laterales (RL) de la ba-

**Tabla 3.** Número promedio de bulbos aparentemente viables (bav) por planta. Temporada 1995-1996. Letras distintas entre las épocas de una misma columna indican diferencias significativas según la prueba de Student ( $P < 0,05$ ).

Fecha de plantación	BAV I	BAV II	BAV III	Total BAV
15/03/95	0,02 a	0,42 b	0,85 b	1,30 b
02/05/95	0,00a	0,47 ab	1,04ab	1,51 ab
15/06/95	0,02 a	0,42 b	1,24 a	1,69 a
04/08/95	0,02 a	0,63 a	1,01 ab	1,66 a

BAV I = bulbos aparentemente viables provenientes de las ramificaciones primarias. BAV II = bulbos aparentemente viables provenientes de las ramificaciones secundarias. BAV III = bulbos aparentemente viables provenientes de las ramificaciones terciarias.



**Figura 1.** A. Aspecto externo de escapos primarios desarrollados (EPD) y bulbo aparentemente viable primario (BAV I), proveniente de las ramificaciones del bulbo madre. B. Escapo primario desarrollado (EPD) con una ramificación lateral (RL) en su base. C. Vista interna de un escapo secundario desarrollado (ESD) en la base de un EPD. D. Escapo secundario abortado (ESA) en la base de un escapo primario desarrollado (EPD).

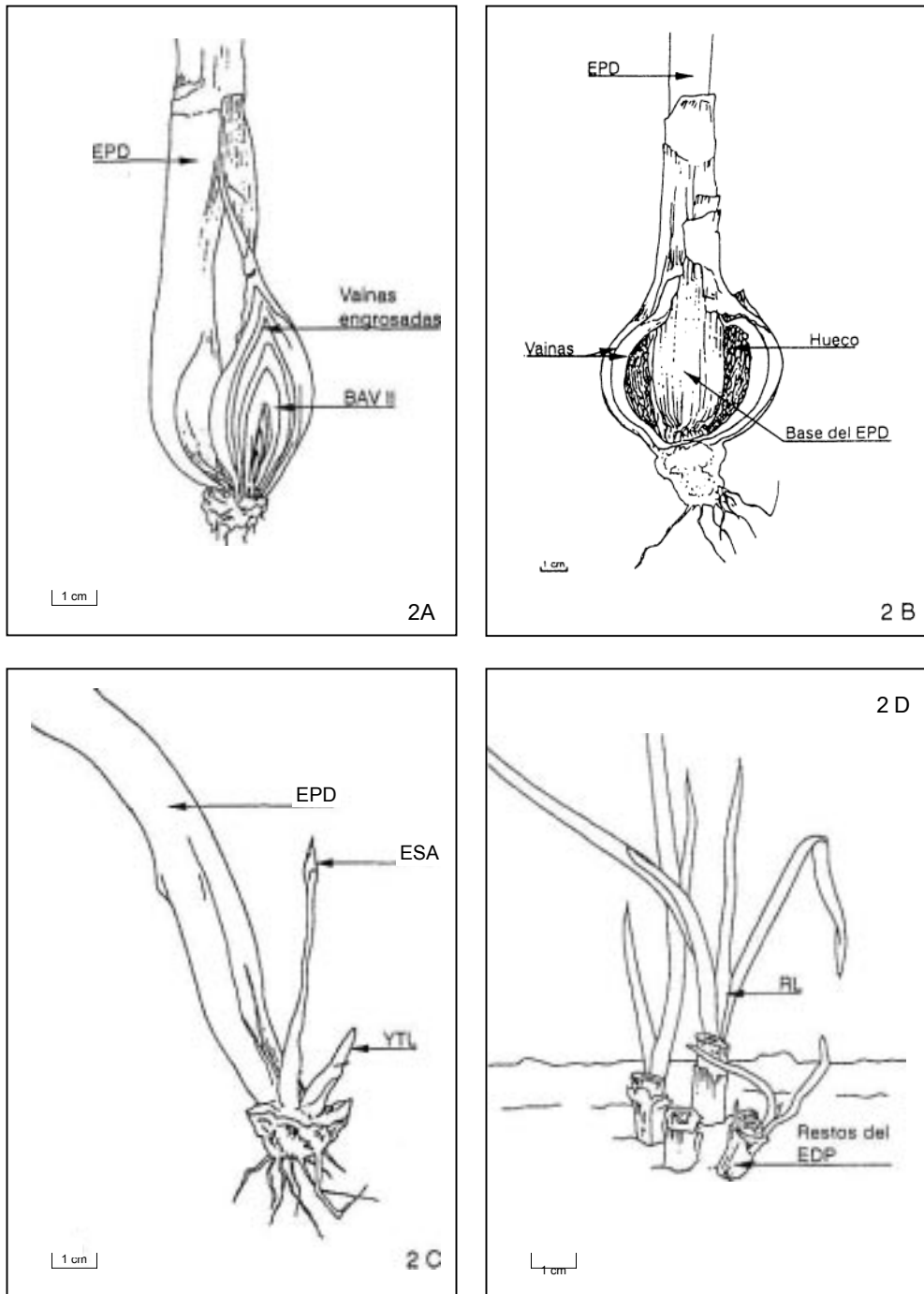


Figura 2. A. Detalle de la parte interna de un bulbo aparentemente viable secundario (BAV II) en la base de un escapo primario desarrollado (EPD). B. Corte longitudinal de un pseudobulbo (PSB) formado en la base de un EPD mostrando dos vainas engrosadas y el espacio central hueco. C. Vista interna de un escapo primario desarrollado (EPD) con un escapo secundario abortado (ESA) en la base y una yema terciaria lateral (YTL) en la axila. D. Rebrotación de plantas con ramificaciones laterales (RL) naciendo de la base de los escapos primarios desarrollados (EPD).

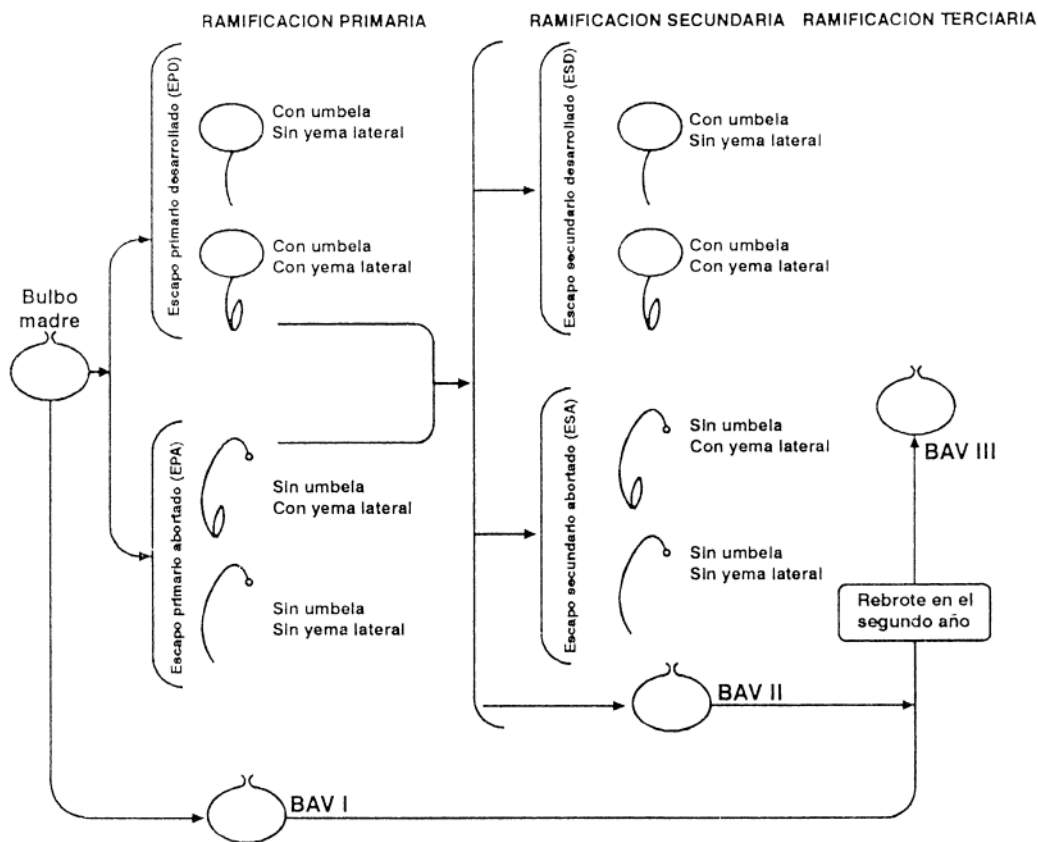
se de los escapos primarios desarrollados (EPD) de la primera floración. Se observó también que la plantación tardía de bulbos madre favorece la formación de los BAV I, II y III, permitiendo una mayor rebrotación de plantas después de la primera floración.

Como corolario de lo explicado anteriormente, la figura 3 muestra en forma esquematizada los diversos procesos de diferenciación de los meristemas de las yemas del bulbo madre y los órganos que se desarrollan durante el ciclo del cultivo.

## DISCUSIÓN

La diferencia de tamaños de yemas iniciales en un mismo bulbo madre sugiere que el cultivar Valcatorce INTA posee un tipo de ramificación simpodial semejante al cultivar Excel (Jones y Mann, 1963), y no dicotómica como el Early Yellow Globe (Rabinowich y Brewster, 1989).

Las diferencias encontradas en el destino del desarrollo de los meristemas de las yemas en las distintas épocas de plantación, puede deberse a la interacción entre la temperatura y el fotoperíodo y a la competencia entre la bulbificación y el crecimiento de los escapos florales, procesos que son altamente demandantes de fotoasimilados según lo establecen Rabinowitch y Brewster (1989). Por otro lado, de acuerdo a Roberts y Struckmeyer (1951) y Rabinowitch y Brewster (1989), la formación de algunos BAV es consecuencia de la competencia entre el crecimiento del escapo floral y el de la yema lateral que posee en su base. Como resultado de esta competencia, el escapo puede abortar por falta de fotoasimilados y en consecuencia la yema lateral desarrolla un BAV II o BAV III, según si el escapo abortado era primario o secundario. Esta respuesta depende de las condiciones ambientales y del tamaño alcanzado por el escapo floral, da-



**Figura 3.** Esquema de los diversos procesos de diferenciación de los meristemas de las yemas del bulbo madre y los órganos que se desarrollan durante el ciclo del cultivo.

do que si el escape ha comenzado a desarrollarse cuando las condiciones ambientales eran inductivas para la bulbificación (día mayor a 14 h y temperaturas entre 25-31 °C), las yemas pueden dar origen a ramificaciones que florecen y bulbifican simultáneamente, tal como se observó en el segundo año de ensayo. Como BAV también pueden originarse a causa de la devernalización (Roberts y Struckmeyer, 1951; Brewster, 1994), que produce la reversión de la inducción reproductiva a la vegetativa, solo es necesario que los meristemas sean sometidos a temperaturas entre 28-31 °C para favorecer la bulbificación en desmedro de la formación de escapos florales. Por otro lado, se comprobó que la devernalización de un meristema es más efectiva cuando la inducción floral está menos avanzada (Brewster, 1977).

El estudio permitió reafirmar que si bien la capacidad de rebrotación de las plantas es una característica de herencia desconocida, en donde sólo se aprecian algunas diferencias entre genotipos (Gaviola, 1999), el retraso en la época de plantación de los bulbos favorece la inducción a la bulbificación (Gaviola y Oliva, 1998), contribuyendo a una mayor rebrotación de las plantas.

## CONCLUSIONES

Este estudio demostró que algunas plantas del cultivar de cebolla Valcatorce INTA se comportan como perennes perdurando vegetativamente a través de pequeños bulbos provenientes de ramificaciones primarias, secundarias y terciarias del bulbo madre. La cantidad total de bulbos por planta se incrementa con el retraso de la plantación. Esta respuesta permite una mayor rebrotación de plantas y el incremento de la producción de semillas en la segunda floración. Como consecuencia es posible afirmar que las plantaciones tardías, entre fines de junio y principio de agosto, y la rebrotación de las plantas son alternativas viables en el manejo del cultivo de cebolla destinado a la producción de semillas.

## BIBLIOGRAFÍA

Acosta, A., J. Gaviola y C. Galmarini, 1993. Manual de producción de semilla de cebolla. Manual de Producción

- de Semillas Hortícolas, fase. 3. Asociación Cooperadora de la EEA La Consulta, Mendoza, 83 pp.
- Brewster, J.L., 1977. The physiology of the onion. Part. one. Horticultural Abstracts. Comm. Bureau of Horticulture and Plantation Crops. 1: 17-23.
- Brewster, J.L., 1994. Onion and other vegetable alliums. Cambridge, CAB, 236 pp.
- FAOSTAT, 1999. Database Results, Internet, <http://apps.fao.org>.
- Gaviola, J.C. y R.N. Oliva, 1998. Caracterización del segundo ciclo reproductivo de cebolla en distintos métodos de producción. Exposiciones y Trabajos de las III Jornadas de Actualización del Cultivo de la Cebolla. San Juan, octubre de 1998, pp. 29-32.
- Gaviola, J.C., 1999. Caracterización de la refluoración en diferentes cultivares de cebolla. Informe de Progresos 1998. EEA La Consulta., INTA. (En prensa).
- George, R.A., 1985. Vegetables seed production. Bath. Longman, 310 pp.
- Hawthorn L.R. and L. H. Pollard, 1954. Vegetable and flower seed production. The Blackiston Groupe. New York, 825 pp.
- Hayward, H.E., 1953. Estructura de las plantas: Liliaceae. Buenos Aires, Acme, pp. 183-216.
- Jones, A.H. and L.K. Mann, 1963. Onions and their allies. London, Leonard Hill, 285 pp.
- Parodi, L.R., 1972. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Acme Agency S.A.C.I. Buenos Aires, p. 226.
- Quagliotti, L., 1992. Produzione delle sementi ortive. Edagricole, Bologna, Italia, 737 pp.
- Rabinowitch, D.H. and J.L. Brewster, 1989. Onion and allied crops. Botany, physiology and genetics. Boca Ratón, Florida, CDC.V. 1, 273 pp.
- Roberts, H.R. and B.E. Struckmeyer, 1951. Observation on the flowering of onions. Proceeding American Society of Horticultural Science 59: 213-216
- Rosas, I., 1995. Importación y exportación de semillas hortícolas. Resúmenes de la 18 Reunión Nacional de la Asociación Argentina de Horticultura. Santiago del Estero: 243.
- SAS Institute Inc. 1988. SAS/STAT User's guide release 6.03. SAS Institute Inc. Cary, N.C.
- Schiavi, M., R. Maser, G. Nervo & F. Moretti, 1988. Acquisizioni sulla tecnica "seed-to-seed" per la produzione di seme di cipolla. Agricoltura Ricerca, 84, Nuova Serie: 211-222.