

## II. CRECIMIENTO Y FISIOLÓGÍA DE LA CEBOLLA

Jorge Arboleya<sup>1</sup>

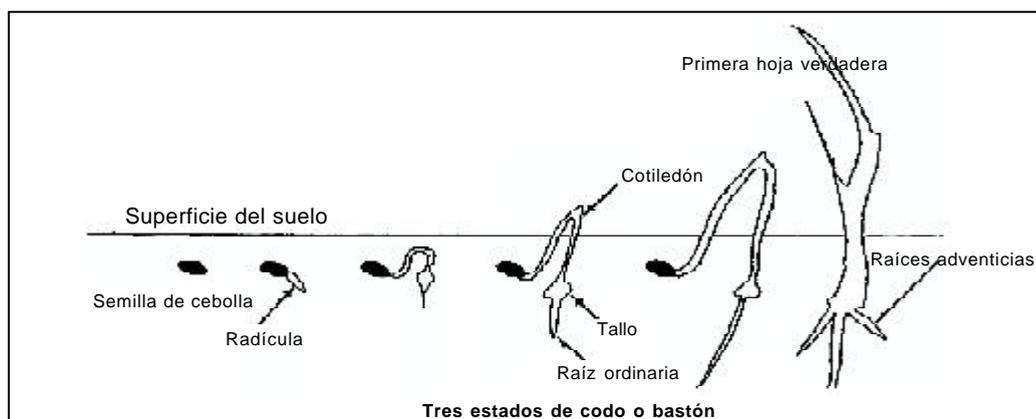
### II. 1 CRECIMIENTO DE LA PLANTA DE CEBOLLA

Los estados cronológicos de crecimiento de la cebolla definidos por Voss (1979) son los siguientes:

Estado de crecimiento	Días después de la siembra
1- semilla	0
2- emergencia de la radícula	10 a 15
3- estado de bastón o estado de codo	15 a 30
4- estado de bandera	30 a 40
5- estado de 1 a 2 hojas verdaderas	40 a 50
6- estado de 3 a 4 hojas verdaderas	50 a 70
7- bulbificación visible	70 a 90
8- comienzo del estado de maduración	130 a 160
9- estado de maduración completa	150 a 180

Fuente: Voss, R. 1979. Onion Production in California.

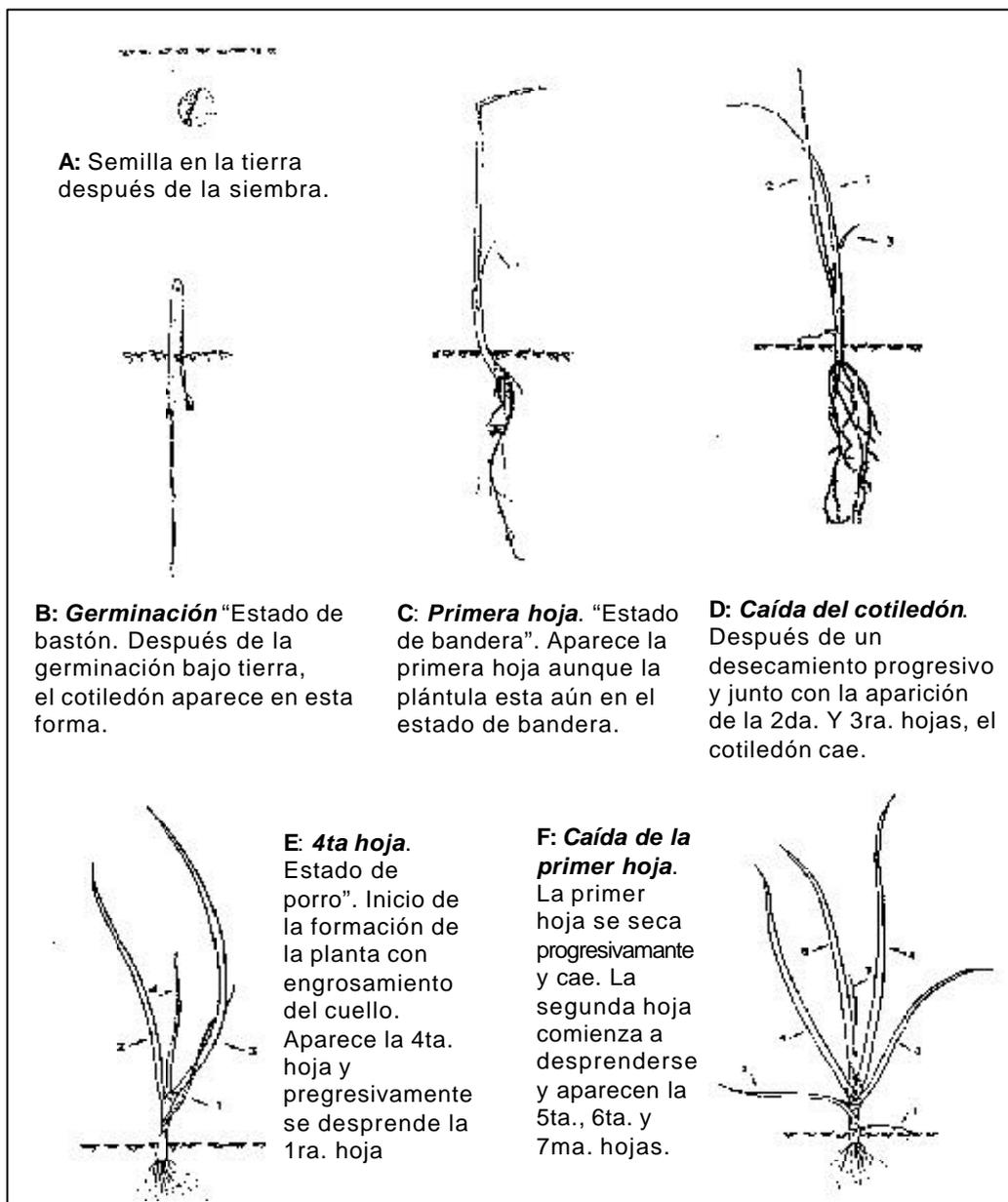
Una vez que la semilla está en el suelo (estado 1) y se dan las condiciones de humedad y temperatura para germinar comienza a crecer la primera raíz o radícula (estado 2). Seguidamente el ápice vegetativo crece y toma la apariencia de bastón o codo (estado 3) dándole nombre a este estado. Esto corresponde al cotiledón que una vez fuera de la tierra toma una forma de "L" invertida (estado 4) dándole nombre a este estado que se conoce como estado de bandera (Figura 1).



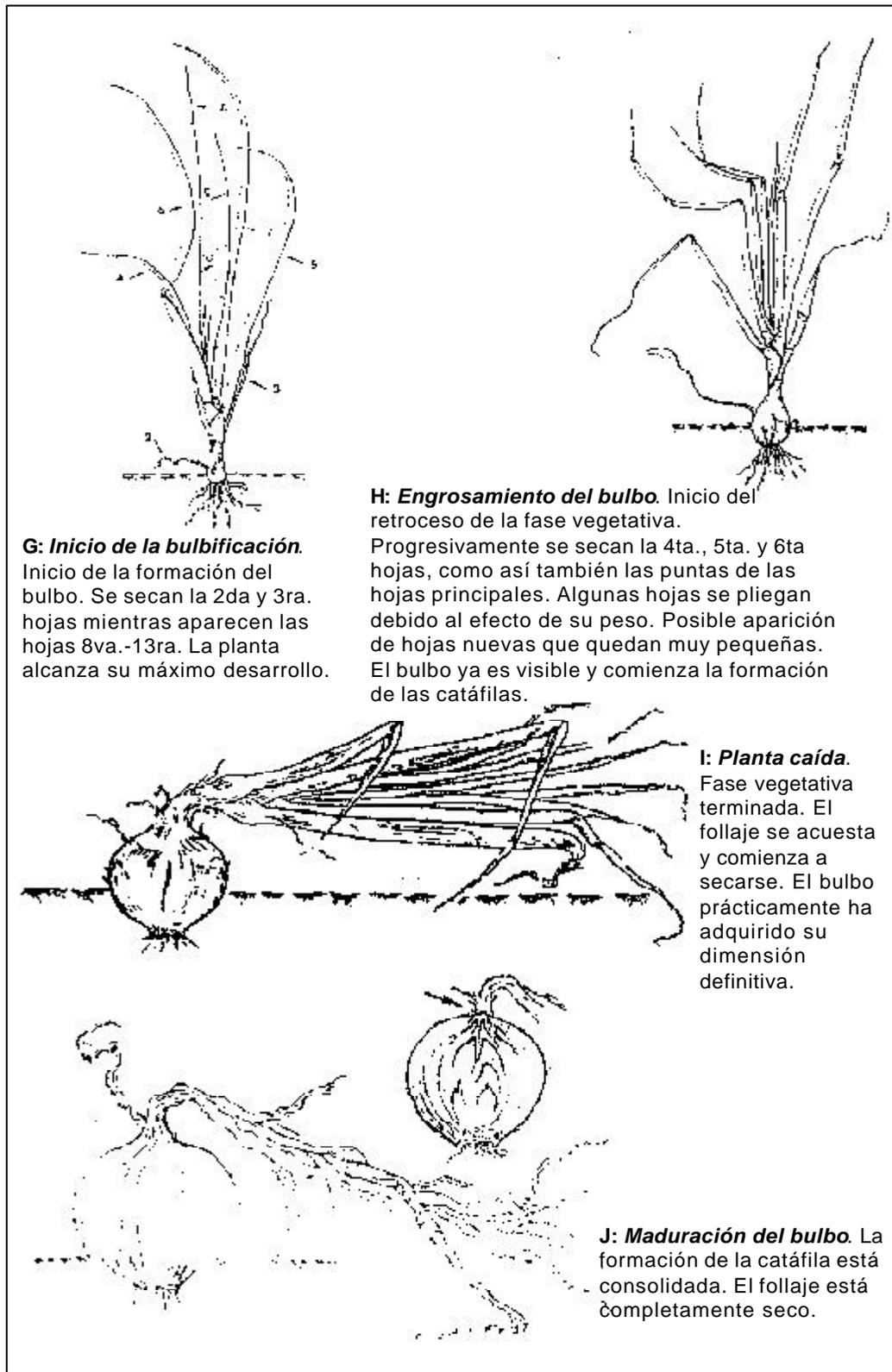
**Figura 1.** Estados de crecimiento de la planta de cebolla desde la puesta de la semilla en la tierra pasando por la emisión de la radícula, estado de codo o bastón y estado de bandera.

<sup>1</sup>Ing. Agr. Ph.D. Programa Nacional de Horticultura, INIA Las Brujas.

Posteriormente se desarrollan la primera y la segunda hojas verdaderas (estado 5) y seguidamente la tercera y cuarta hojas (estado 6). El estado de bulbificación (estado 7) ocurre cuando el diámetro del bulbo se vuelve dos veces el tamaño del cuello (Brewster, 1994). El comienzo de la maduración (estado 8) se alcanza cuando cesa la emergencia de las hojas. El estado 9 ocurre cuando caen las hojas. En la Figura 2 y 3 se observan las características del crecimiento de la cebolla.



**Figura 2.** Características del crecimiento de la planta de cebolla desde la emergencia hasta la caída de la primera hoja.



**G: Inicio de la bulbificación.**  
 Inicio de la formación del bulbo. Se secan la 2da y 3ra. hojas mientras aparecen las hojas 8va.-13ra. La planta alcanza su máximo desarrollo.

**H: Engrosamiento del bulbo.** Inicio del retroceso de la fase vegetativa. Progresivamente se secan la 4ta., 5ta. y 6ta. hojas, como así también las puntas de las hojas principales. Algunas hojas se pliegan debido al efecto de su peso. Posible aparición de hojas nuevas que quedan muy pequeñas. El bulbo ya es visible y comienza la formación de las catáfilas.

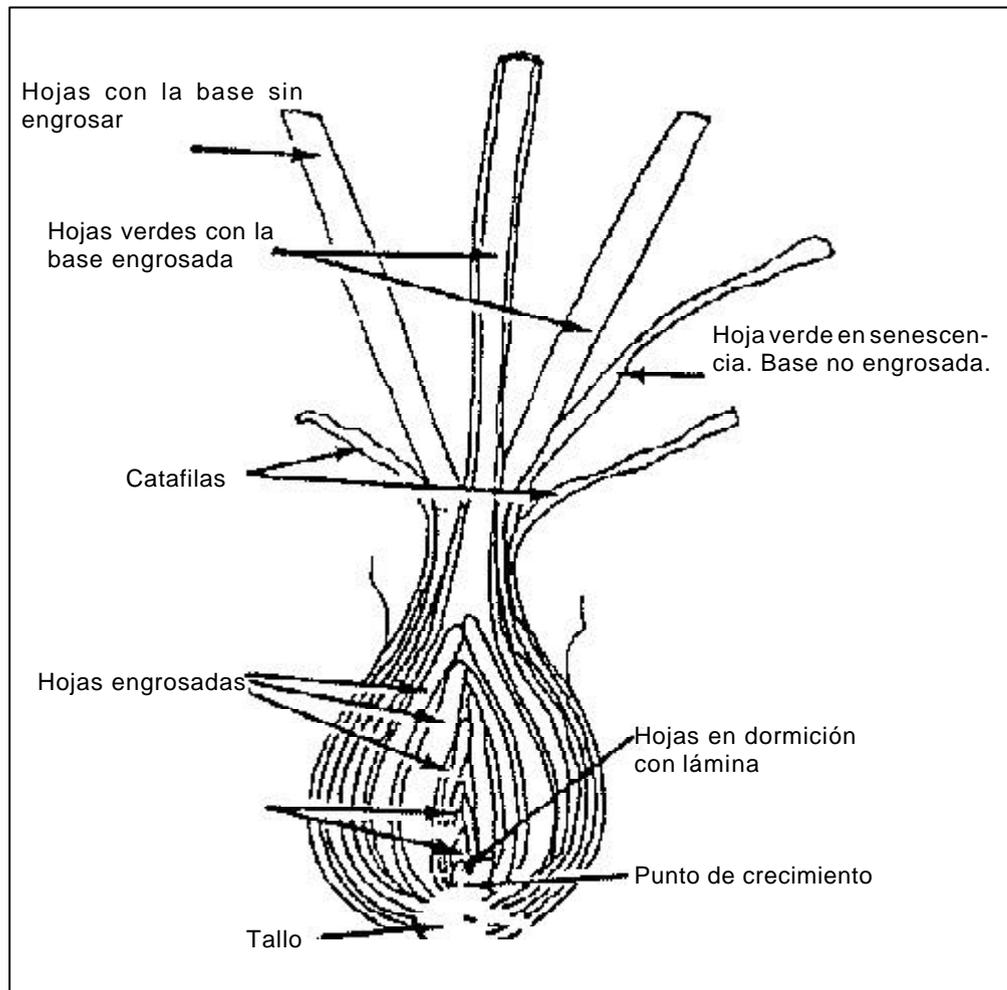
**I: Planta caída.**  
 Fase vegetativa terminada. El follaje se acuesta y comienza a secarse. El bulbo prácticamente ha adquirido su dimensión definitiva.

**J: Maduración del bulbo.** La formación de la catáfila está consolidada. El follaje está completamente seco.

**Figura 3.** Características del crecimiento de la planta de cebolla desde el inicio de la bulbificación hasta la maduración del bulbo

El tiempo de cada estado varía con la temperatura, el largo del día, el cultivar, la fertilidad y la humedad del suelo.

En la Figura 4 se detalla la sección transversal de un bulbo de cebolla. De afuera hacia adentro se observan las catáfilas que son hojas más viejas que se han secado y servirán de protección al bulbo e impedirán la pérdida de humedad del mismo; hojas verdes en senescencia con la base no engrosada; hojas verdes con la base no engrosada; hojas verdes con la base engrosada; hojas engrosadas en el centro del bulbo; hojas en dormición y el punto de crecimiento que están cubiertas por las hojas anteriores. Las hojas engrosadas serán la parte comestible del bulbo. En la base se observa el tallo verdadero inmediatamente por debajo de punto del crecimiento.



**Figura 4.** Diagrama de la sección transversal de un bulbo de cebolla.

## II. 2 CRECIMIENTO DE LA RAÍZ Y DEL TALLO

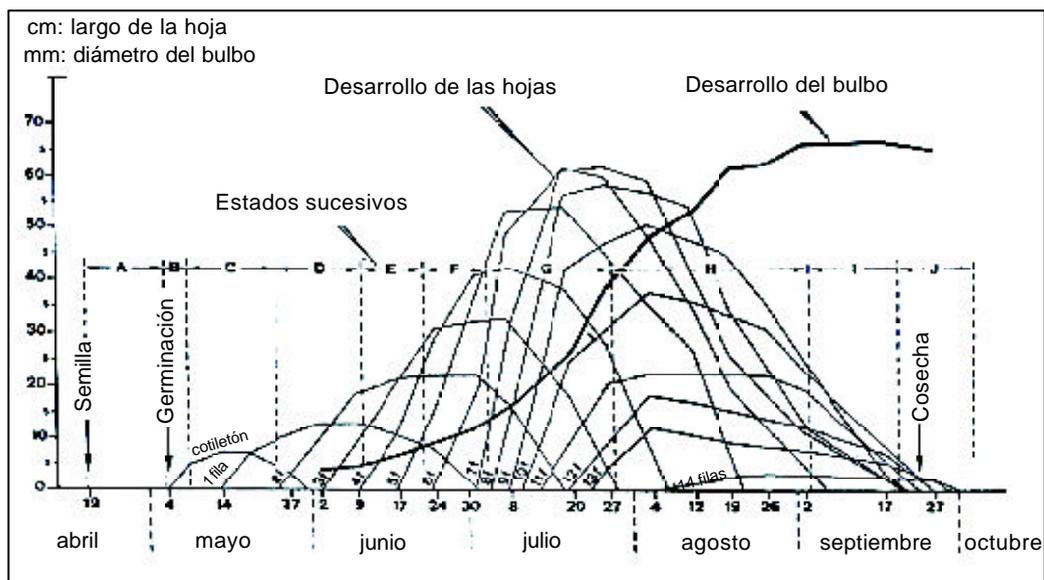
La radícula emerge en la germinación y crece hacia abajo desde la semilla. La parte inferior de la radícula forma la raíz principal, y de la parte superior de la radícula se forma el tallo. El tallo se desarrolla y se agranda añadiendo nuevas capas de células que crecen en su parte superior. Por lo tanto a medida que la planta se desarrolla, el tallo crece más hacia arriba que hacia los costados. A su vez nuevas hojas internas se forman desde este centro superior. Las raíces adventicias se forman inicialmente desde la parte basal del tallo, pero en estados más avanzados se forman desde los lados expandidos del tallo.

Dado que la cebolla tiene sólo una raíz primaria, el crecimiento de la planta depende casi enteramente de las raíces adventicias que están continuamente muriendo y deben ser reemplazadas por nuevas raíces formadas en la superficie del tallo. Si la humedad es adecuada, la formación y desarrollo de raíces es prolífica desde el estado de bandera hasta el estado visible de bulbificación si la humedad es adecuada. Por lo tanto se deberá proporcionar una humedad continua a través de los primeros centímetros de suelo en ese período. Desde el estado visible de bulbificación hasta que la maduración se aproxima, el alargamiento radicular es inhibido, aunque se iniciará si hay humedad adecuada. El riego final debe ser programado en el tiempo de manera de suprimir la humedad en la superficie del suelo en la maduración del cultivo para evitar la emisión de nuevas raíces.

### II. 2. 1 Crecimiento foliar

Después de que aparece la primera hoja verdadera, las nuevas hojas emergen a razón de una cada siete a diez días durante la primavera y verano, dependiendo de la variedad, tiempo de plantación, largo del día y temperatura. Aproximadamente se forman de 13 a 18 hojas desde el estado de primera hoja verdadera hasta el estado visible de bulbificación. El desarrollo de nuevas hojas se detiene aproximadamente unas tres semanas antes de la maduración del bulbo. No todas las hojas son visibles en este estado ya que algunas murieron y las jóvenes quedan en el interior del bulbo.

De tres a cuatro hojas formarán las capas exteriores del bulbo, pero se secarán y tal vez se caigan. Tres a cinco tendrán hojas visibles y engrosarán en la base pero abortarán la lámina. Cinco a seis serán pequeñas en el centro de la planta. Algunas de las hojas centrales pueden aparecer más tarde como brotación en el almacenamiento. Nótese que mientras que se han formado de 13 a 18 hojas, no más de 10 son visibles porque algunas de las hojas más viejas murieron y algunas no tienen láminas. En la Figura 5 se muestra el crecimiento vegetativo y del bulbo de cebolla según Moreau, 1976.



**Figura 5.** Crecimiento vegetativo y crecimiento del bulbo de cebolla.

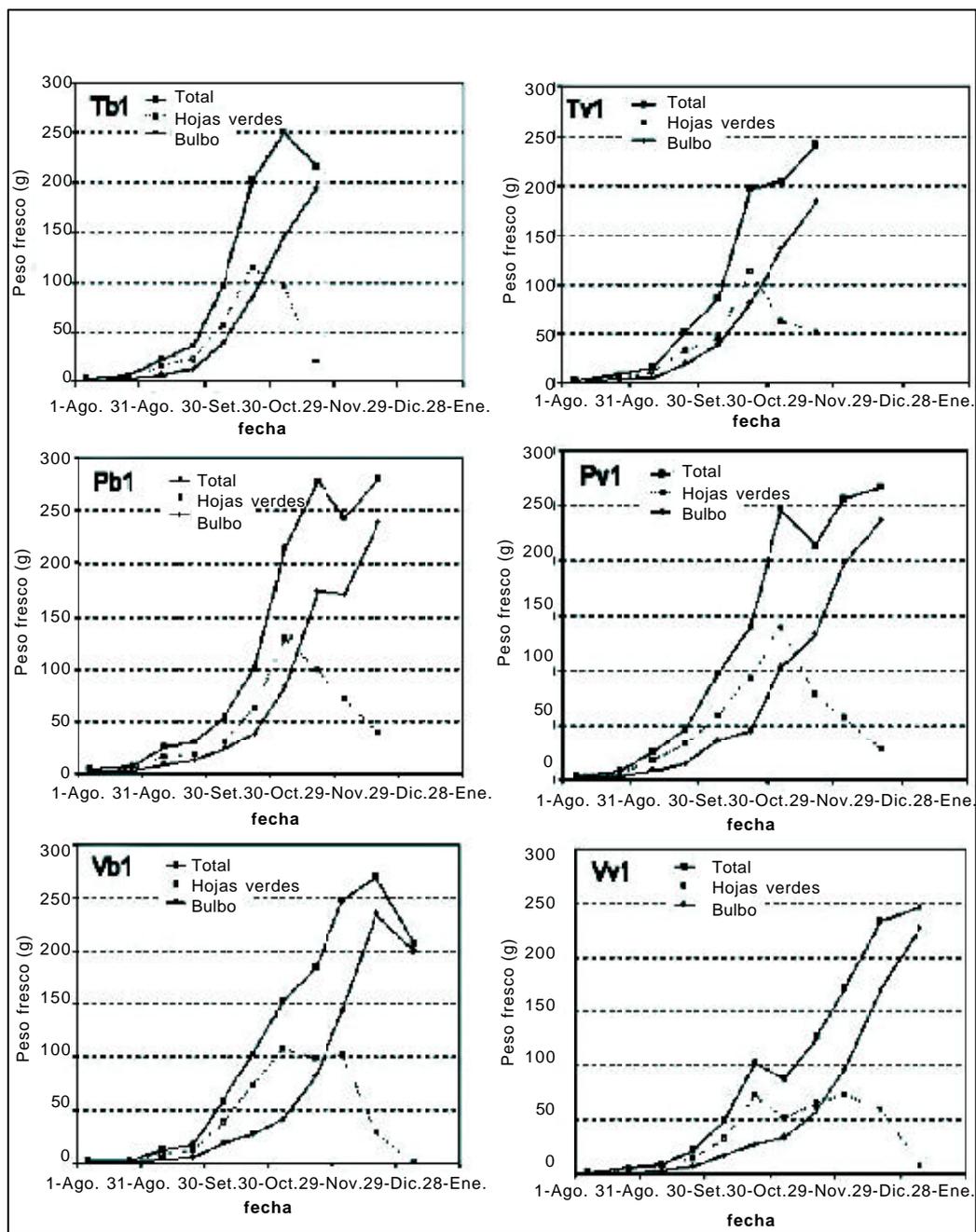
Las hojas nuevas se forman dentro de la hoja de espiral del tallo o tallo basal (“stem plate”), creciendo hacia arriba a través de las hojas viejas. La firmeza del cuello de la planta, es debida parcialmente a estas hojas nuevas saliendo desde el centro. Cuando se detiene el crecimiento de las hojas, el cuello se vuelve débil y cae, señalando que el estado de madurez ha comenzado.

Las curvas de crecimiento de plantas de cebolla de los cultivares Texas Early Grano 502, Pantanoso del Sauce CRS y Val-14 cultivadas en un suelo vertisol y en un suelo brunosol se detallan en la Figura 6.

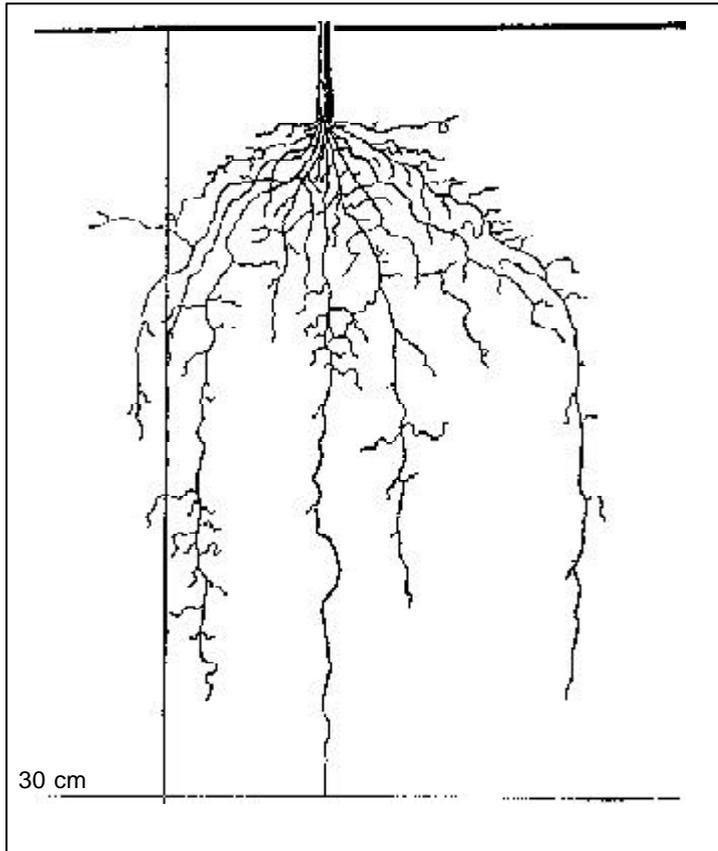
## II. 2. 2 Desarrollo radicular

La cebolla desarrolla un sistema radicular primario el que, bajo condiciones favorables, puede alcanzar una longitud de 19 a 26 cm diez días después de sembrada la semilla (Weaver y Bruner, 1927). En ese período el cotiledón sale del suelo en la forma de lazo o codo. Al tiempo que emerge la primera hoja de la base del cotiledón, varias raíces nuevas hacen su aparición cerca de la base del tallo.

Cuando se analizaron plantas de 30 centímetros de alto y cuatro hojas, las raíces variaban en el largo entre 10 y 31 cm y de 2 a 5 milímetros en el diámetro. Cada planta estaba provista de 10 a 12 raíces blancas y brillantes. La más larga con una longitud en la vertical de 31 cm de profundidad. Las laterales se extendían desde la base del tallo bulboso no excediendo de 10 cm. Las raíces eran poco ramificadas a veces curvadas e incluso con forma de zigzag (Figura 7).

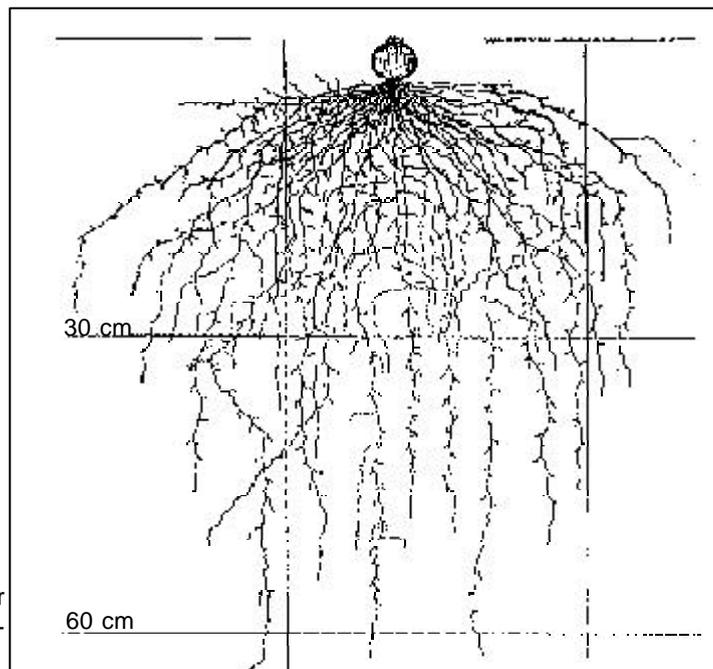


**Figura 6.** Evolución del peso fresco total, de hojas y del falso tallo/bulbo, de los cultivares Texas Grano 502 (T), .; Pantanoso del Sauce CRS (P), (Tb1) y Valcatorce (V), trasplantados el 1ro de agosto en un suelo brunosol bien estructurado (b) y en suelo vertisol (v) (Fuente: Arias y Peluffo, 2001).



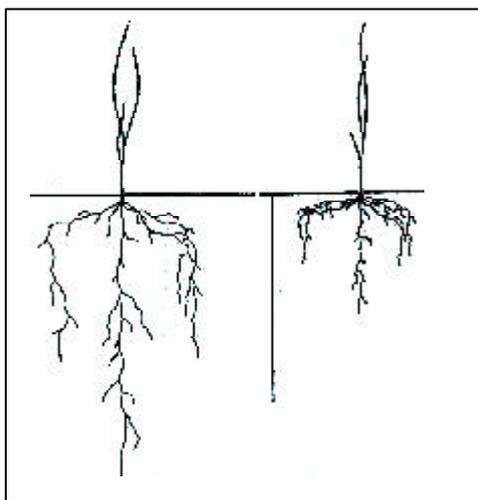
**Figura 7.** Desarrollo radicular de una planta de cebolla 8 semanas luego de la plantación en siembra directa.

En la Figura 8 se aprecia el sistema radicular fibroso de una planta de cebolla a mitad de su ciclo.



**Figura 8.** Sistema radicular fibroso de una planta de cebolla a mitad de su ciclo.

El efecto de la estructura del suelo sobre el desarrollo radicular se observa en la Figura 9. En el suelo suelto el sistema radicular fue no sólo más profundo sino que también más esparcido lateralmente. En el suelo suelto las raíces fueron más largas y gradualmente más curvadas, mientras que en el suelo compactado fueron sustancialmente más cortas.



**Figura 9.** Efecto de la estructura del suelo sobre el sistema radicular de la planta de cebolla. En el suelo suelto (izquierda) el sistema radicular fue no sólo más profundo sino que también más esparcido lateralmente en comparación con el crecimiento radicular en el suelo compactado (derecha).

Las raíces laterales de las plantas creciendo en el suelo compactado se desarrollaron horizontalmente en sus primeros 5 a 8 cm. Por lo tanto esta parte del sistema radicular fue más superficial en el suelo compactado que en el suelo suelto. Además las ramificaciones de las raíces fueron mucho más cortas.

En la mitad del estado de crecimiento de la cebolla, cuando las plantas tenían 1 a 5 cm de diámetro del bulbo, poseían de 28 a 33 raíces saliendo de la base del bulbo, a una profundidad de 3 a 5 cm. La mayoría de estas raíces eran de un milímetro aproximadamente aunque algunas solamente tenían 0,5 milímetros de grosor.

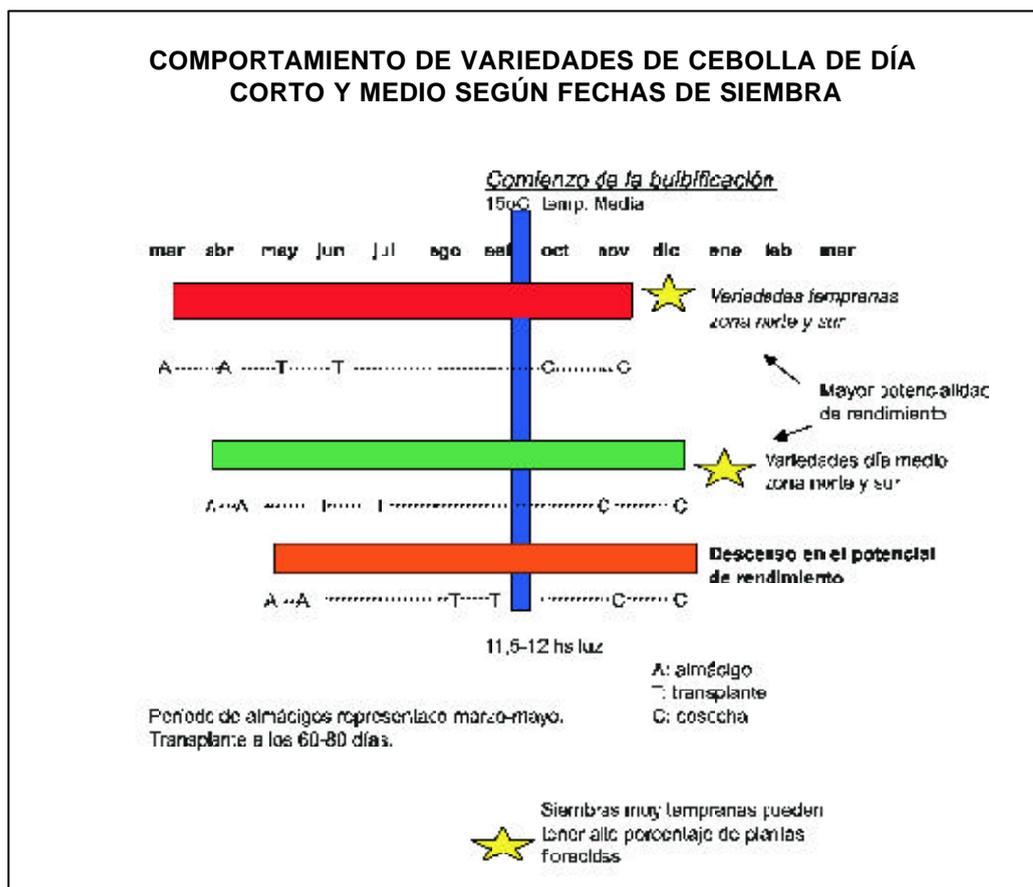
## II. 3 NECESIDADES FISIOLÓGICAS DE LA CEBOLLA Y CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LAS ZONAS DE PRODUCCIÓN

La bulbificación de la cebolla depende fundamentalmente de dos factores el fotoperíodo y la temperatura. Se requiere un fotoperíodo mínimo por debajo del cual la cebolla no bulbificará. Una vez alcanzado ese umbral fotoperiódico, la temperatura jugará un papel fundamental en la tasa de crecimiento del bulbo (Brewster, 1990).

La sincronización entre el inicio de la bulbificación y el crecimiento de la parte aérea es un factor crítico para la determinación del rendimiento de bulbos, dado que el tamaño de los mismos dependerá del área foliar formada en el momento que comienza a bulbificar (Arbeletche *et al.*, 1999).

Los cultivares se distinguen por el fotoperíodo mínimo que induce la formación de los bulbos, clasificándose según la respuesta en día corto, día medio y día largo. Para un fotoperíodo dado, la bulbificación será más rápida cuanto mayor sea la temperatura (Brewster, 1990).

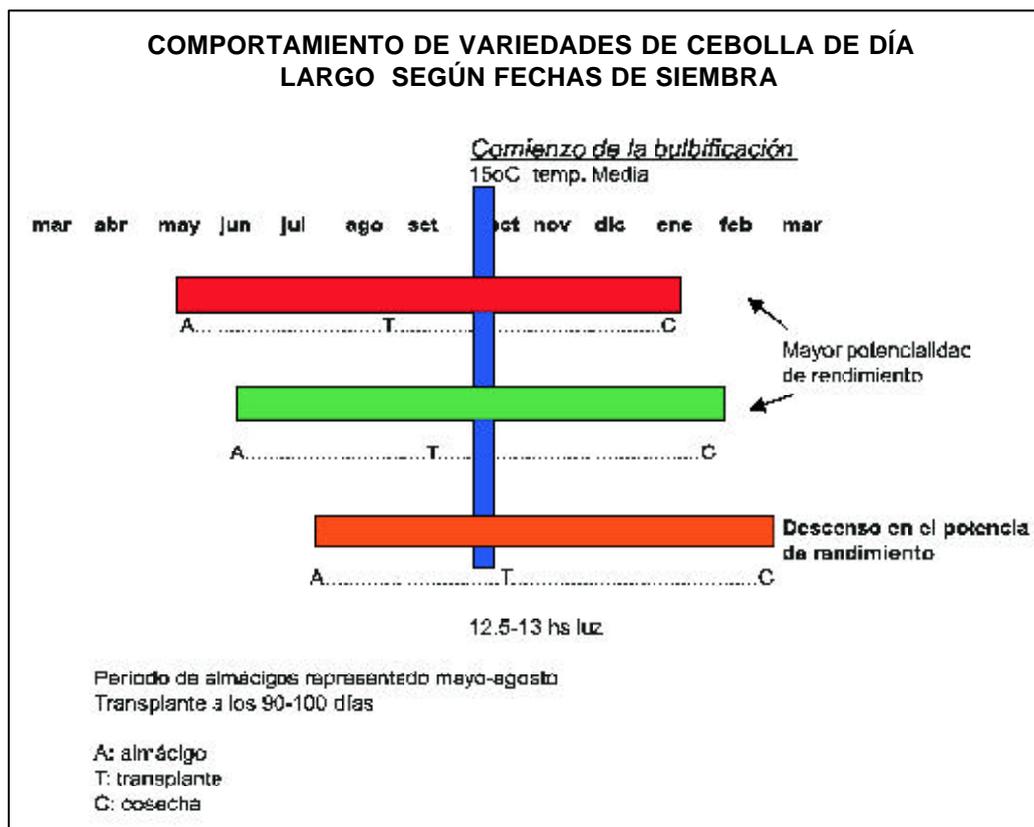
Uruguay se ubica entre 35° y 31° de latitud sur. La latitud de la región de producción incide más en la temperatura durante la bulbificación y maduración que en diferencias pronunciadas de fotoperíodo (Figuras 10 y 11). Para cada región, la época de siembra y la variedad son los dos factores de manejo que modifican la respuesta productiva del cultivo en relación a las necesidades fisiológicas en fotoperíodo y temperatura (Izquierdo *et al.*, 1981).



**Figura 10.** Esquematación del ciclo de cultivares de cebolla de día corto y medio de acuerdo a la fecha de siembra de los almácigos. (Fuente: Arbeletche, Arboleya, Campelo, Galván y González. Caracterización del cultivo de cebolla en Uruguay. 3ra Reunión Científica de Cebolla del Mercosur, 1999).

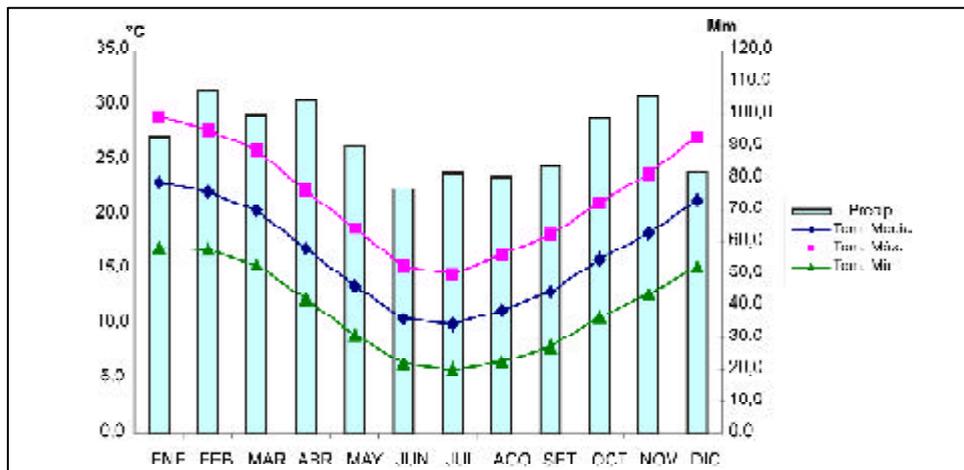
La floración es otra característica fisiológica de la cebolla con incidencia negativa en el rendimiento y calidad de los bulbos. Las temperaturas bajas, a través de su efecto vernalizante, determinarán si ocurre la floración prematura y con qué grado de importancia.

En Uruguay, el efecto de las temperaturas bajas dependerá de la región de producción y de las características de cada año en cuanto a la acumulación de horas frío. Los principales factores de manejo que afectan su incidencia son la época de siembra y la variedad (Maeso y Villamil, 1985; Arboleya 1993; Arboleya, 1996).

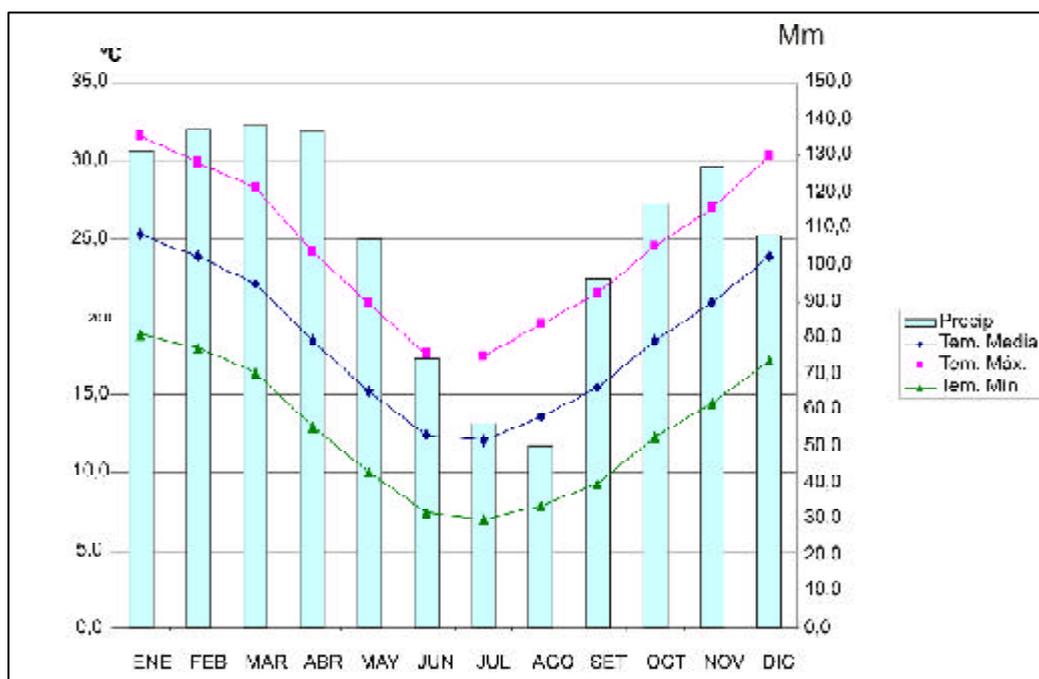


**Figura 11.** Esquematación del ciclo de cultivares de cebolla de día largo de acuerdo a la fecha de siembra de los almácigos. (Fuente: Arbeletche, Arboleya, Campelo, Galván y González. Caracterización del cultivo de cebolla en Uruguay. 3ra Reunión Científica de Cebolla del Mercosur, 1999).

En las dos zonas de producción Canelones-San José (35° latitud sur) y Salto-Bella Unión (31° latitud sur) la relación entre las características climáticas (Figuras 12 y 13) y las necesidades fisiológicas de la cebolla inciden en las características de la producción en cada una de esas zonas.



**Figura 12.** Temperatura del aire y precipitación acumulada mensual histórica 1972-2003, INIA Las Brujas (Fuente: J. Furest, Agroclima INIA Las Brujas, GRAS).



**Figura 13.** Temperatura del aire y precipitación acumulada mensual histórica 1972-2003, INIA Salto Grande (Fuente: J. Furest, Agroclima INIA Las Brujas, GRAS).

Dado un fotoperíodo adecuado para la bulbificación, ésta es más rápida cuanto mayor sea la temperatura. Las temperaturas medias, máximas y mínimas son superiores en Salto que en Las Brujas (Cuadro 1 y 2); por consiguiente la bulbificación es más temprana en la zona norte en relación a la zona sur.

**Cuadro 1.** Temperatura media, máxima, mínima y precipitación para el período 1972-2003 en INIA Las Brujas.

MES	Temperatura del aire (° C)			Precipitación (mm)
	T. media	T. máxima	T. mínima	
Enero	22.9	28.9	17.0	86.2
Febrero	22.0	27.7	16.8	94.0
Marzo	20.5	26.1	15.5	85.6
Abril	16.9	22.2	12.3	83.7
Mayo	13.6	18.8	9.1	75.7
Junio	10.6	15.4	6.4	65.9
Julio	10.0	14.7	5.8	73.5
Agosto	11.4	16.6	6.7	72.7
Setiembre	12.9	18.2	8.0	80.6
Octubre	16.0	21.3	10.8	93.5
Noviembre	18.4	23.8	12.8	100.2
Diciembre	21.2	27.0	15.2	70.9

Fuente: J. Furest, Agroclima INIA Las Brujas, GRAS.

**Cuadro 2.** Temperatura media, máxima, mínima y precipitación para el período 1972-2003 en INIA Salto Grande.

MES	Temperatura del aire (° C)			Precipitación (mm)
	T. media	T. máxima	T. mínima	
Enero	25.2	31.6	18.9	127.2
Febrero	23.9	30.0	18.1	109.8
Marzo	22.3	28.3	16.7	117.1
Abril	18.4	24.1	13.0	114.1
Mayo	15.2	20.8	10.2	89.3
Junio	12.5	17.7	7.6	56.9
Julio	12.1	17.5	7.2	51.3
Agosto	13.7	19.6	8.2	45.7
Setiembre	15.4	21.5	9.5	99.2
Octubre	18.6	24.5	12.7	111.2
Noviembre	21.0	27.1	14.8	139.2
Diciembre	23.8	30.2	17.4	93.5

Fuente: J. Furest, Agroclima. INIA Las Brujas, GRAS

Para cada variedad, existe una época de siembra más adecuada. Si se siembra temprano en el ciclo, y dependiendo del año, puede haber cuellos excesivamente gruesos y floración prematura. Si se siembra tarde, se afectará el rendimiento y tamaño de los bulbos a causa de la reducción del subperíodo trasplante - inicio de bulbificación y mayores temperaturas durante el crecimiento de los bulbos.

En la zona hortícola de primor, Salto - Bella Unión, se produce antes que en Canelones - San José por las características combinadas de fotoperíodo y temperatura. En la zona de primor se pueden plantar cultivares de día corto y de día medio pero no de día largo. La razón de ello es debido a las temperaturas altas que se registran en esa zona a partir de fines de la primavera y en el verano. Los bulbos de los cultivares de día largo producen bulbos pequeños y sufren de severos daños por quemaduras de sol. El porcentaje de floración prematura dependerá de las variedades y de las características del año (Arbeletche *et al.*, 1999, Arboleya, 1993; Arboleya, 1996; Maeso y Villamil, 1985).

**BIBLIOGRAFÍA**

- ARBELETCHÉ, P.; ARBOLEYA, J.; CAMPELO, E.; GALVÁN, G. Y GONZÁLEZ IDIARTE, H.** 1999. Caracterización del cultivo de cebolla en Uruguay **En:** 3ra. Reunión Científica de Cebolla del Mercosur. Memorias 30 y 31 de agosto de 1999 p 65-86.
- ARBOLEYA, J.** 1983. Investigación en manejo de cebolla **En:** Arboleya *et al.*, 1983 Producción de cebolla en la zona sur. Boletín de divulgación No 29 p 34-37.
- ARBOLEYA J.; CAPRA G.; ALBÍN A.** 1993. Producción de cebolla en la zona sur. Boletín de Divulgación No 29 INIA-Uruguay.
- ARBOLEYA J.** 1998. Panorama de la situación de la cebolla en Uruguay. **En:** III Jornadas de Actualización del Cultivo de Cebolla. San Juan, Argentina. p 1.
- ARBOLEYA, J.** 1996. Efecto de diferentes fechas de siembra y sistemas de plantación sobre el rendimiento y la calidad de la cebolla **En:** Reunión Técnica de Resultados Experimentales en Cebolla. Serie Actividades de Difusión No 98. INIA Las Brujas, Mayo 1996 p 4-16.
- ARIAS, A.; PELUFFO S.** 2001. Crecimiento y rendimiento de tres cultivares de cebolla (*Allium cepa* L.) de diferentes ciclos en diferentes localidades y fechas de siembra. Tesis 2978. Facultad de Agronomía.
- BREWSTER, J. L.** 1994. Onion and other vegetables alliums. CAB International. Wallingford, UK.
- BREWSTER J. L.** 1999. Physiology of crop growth and bulbing **En:** Rabinowitch, H. D. Y Brewster J. L. 1999 Onions and Allied Crops. Vol I. Botany, physiology and genetics. CRC Press Wellesbourne, U.K. p 53-88.
- CENSO GENERAL AGROPECUARIO** 2000. Resultados definitivos, volumen 2. MGAP.DIEA
- IZQUIERDO J.; MAESO C.; VILLAMIL J.** 1981 Efecto de las fechas de almácigo y trasplante sobre la producción de cebollas valencianas. Investigaciones Agronómicas. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Böerger. Año 2. No 1, p 34-37.
- MAESO, C.; VILLAMIL, J.** 1981. Efecto de la distancia de plantación en la fila sobre el tamaño de bulbo de cebollas valencianas. Investigaciones Agronómicas. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Año 2 No1. p 82-85.
- MAESO, C.; VILLAMIL, J.** 1985. Efecto de las fechas de almácigo y trasplante sobre la producción de cebollas de día corto. P 16. **En:** Informe de progreso 1984-85 Hortalizas. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Böerger. MAP.
- MOREAU, B.** Tuberisation de l'oignon et longueur du jour **En:** L'oignon. INVUFLEC, Paris, Francia.
- VOSS, R.** 1979. Onion Production in California. Coop. Ext. Ser. Univ. Calif., Davis. Pub. 4907.