

# 1. IMPORTANCIA Y DISTRIBUCION EN CHILE, CLASIFICACION Y ORGANOGENESIS DE LA CEBOLLA

Agustín Aljaro U.

## 1.1 Importancia y Distribución en Chile

La producción de cebollas en Chile representa una actividad de alta tradición a lo largo de todo el territorio. En efecto su cultivo se extiende desde la I Región (Latitud Sur 18º), desde los valles de Lluta y Azapa, hasta la zona patagónica del sur del país en la XII Región (Latitud Sur 58º).

Sin duda en esa amplia zona, con más de 4.000 km de longitud, los métodos, variedades y épocas de cultivo de cebollas son muy variados. Así también resultan ser los propósitos de las respectivas producciones en términos de autoconsumo o mercadeos de diversos niveles y formas.

En todo caso, la gran concentración de su cultivo se produce entre las tres regiones centrales, esto es la V, VI y Metropolitana. Entre estas tres, se ubica el 80% de la superficie total cultivada en el país, la que durante la temporada 1991/92 alcanzó casi las 7.500 ha.

De los tres tipos de cultivares que se producen en el país, fotoperíodos cortos (tempranos), intermedios y largos (tardíos), los correspondientes a este último ocupan el 74% de la superficie dedicada a la obtención de este bulbo. Estas corresponden a variedades de un período de dormancia largo, por lo cual se cultivan con propósitos de almacenarlas o exportarlas, además de algunas escasas excepciones que constituyen bajos volúmenes para el procesamiento industrial (deshidratado, encurtidos, pastas) y la producción de semillas.

En las figuras 1, 2, y 3, se señala la distribución por cada región de las cebollas tempranas o intermedias, de las de guarda o del tipo Valenciana y de su conjunto respectivamente.

Dentro de las formas de comercialización de las cebollas de fotoperíodos largos, lo más destacable sin duda lo representa en las transacciones internacionales. Estas durante las dos últimas temporadas han representado 2,8 millones y 1,2 millones de bultos (cajas o mallas de 23 kg). Sin duda esto representa una inestabilidad grande de mercadeo para este producto. Como consecuencia, también una fluctuación marcada en sus precios, que hace de su cultivo la necesidad de un tipo de agricultor con permanencia marcada en el rubro: "cebolleros".

Finalmente, se puede afirmar de las estadísticas disponibles, que en promedio anual la exportación de cebollas frescas representa unas 1.500 a 2.000 ha de cultivo, (2-2,5 millones de cajas), con un valor FOB de un tenor de los 10 millones de dólares. En consecuencia se podría decir que casi 1 de 4 hectáreas cultivadas con cebollas se exportan y que cada 3 dólares provenientes de todas las hortalizas en estado fresco, 1 dólar corresponde a las ventas de esta hortaliza al estado de bulbo fresco.

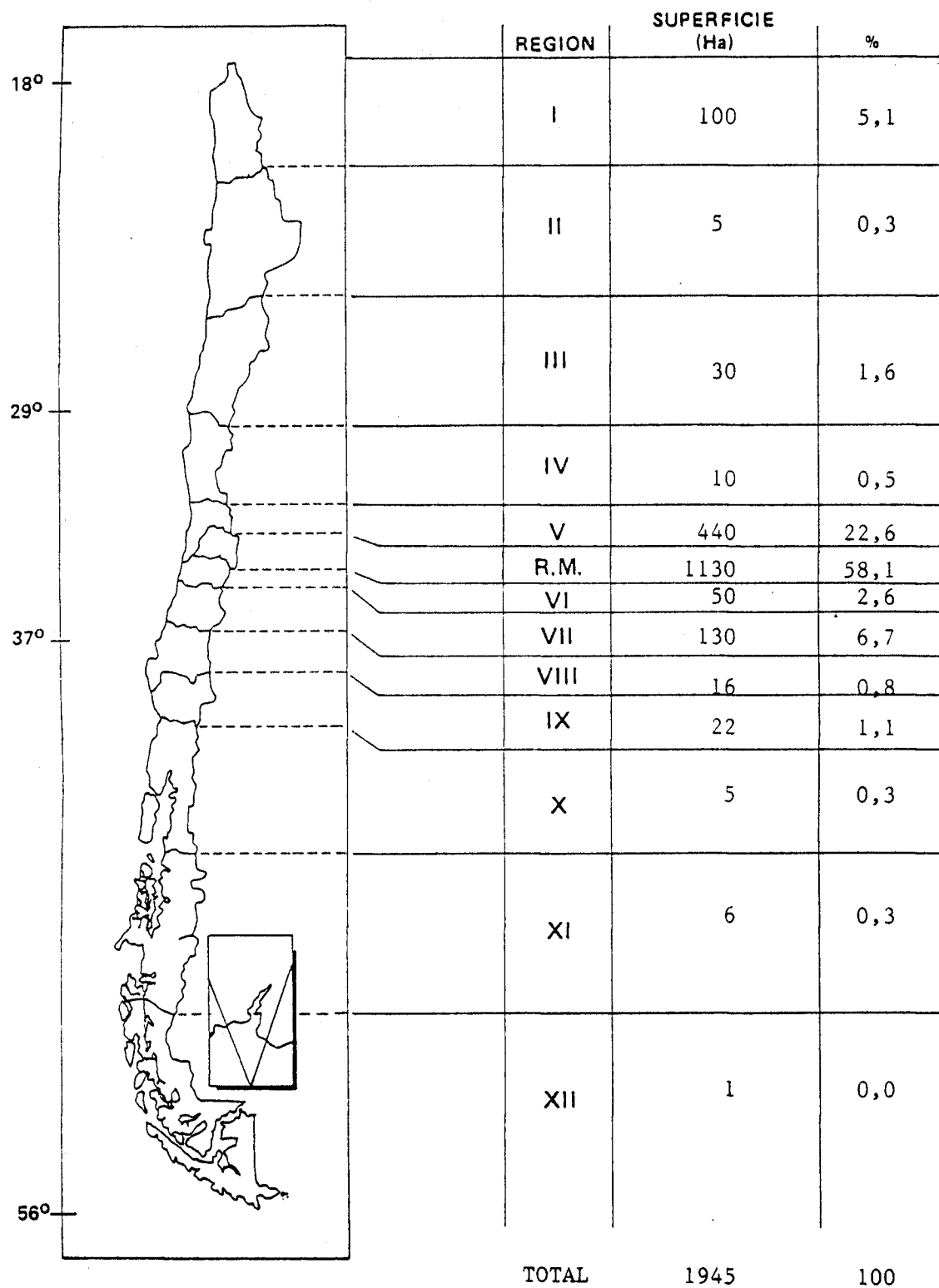


Figura 1. Superficie y distribución de cebollas tempranas y media estación, 1991/92.  
Fuente: Dep., M. de Agricultura.

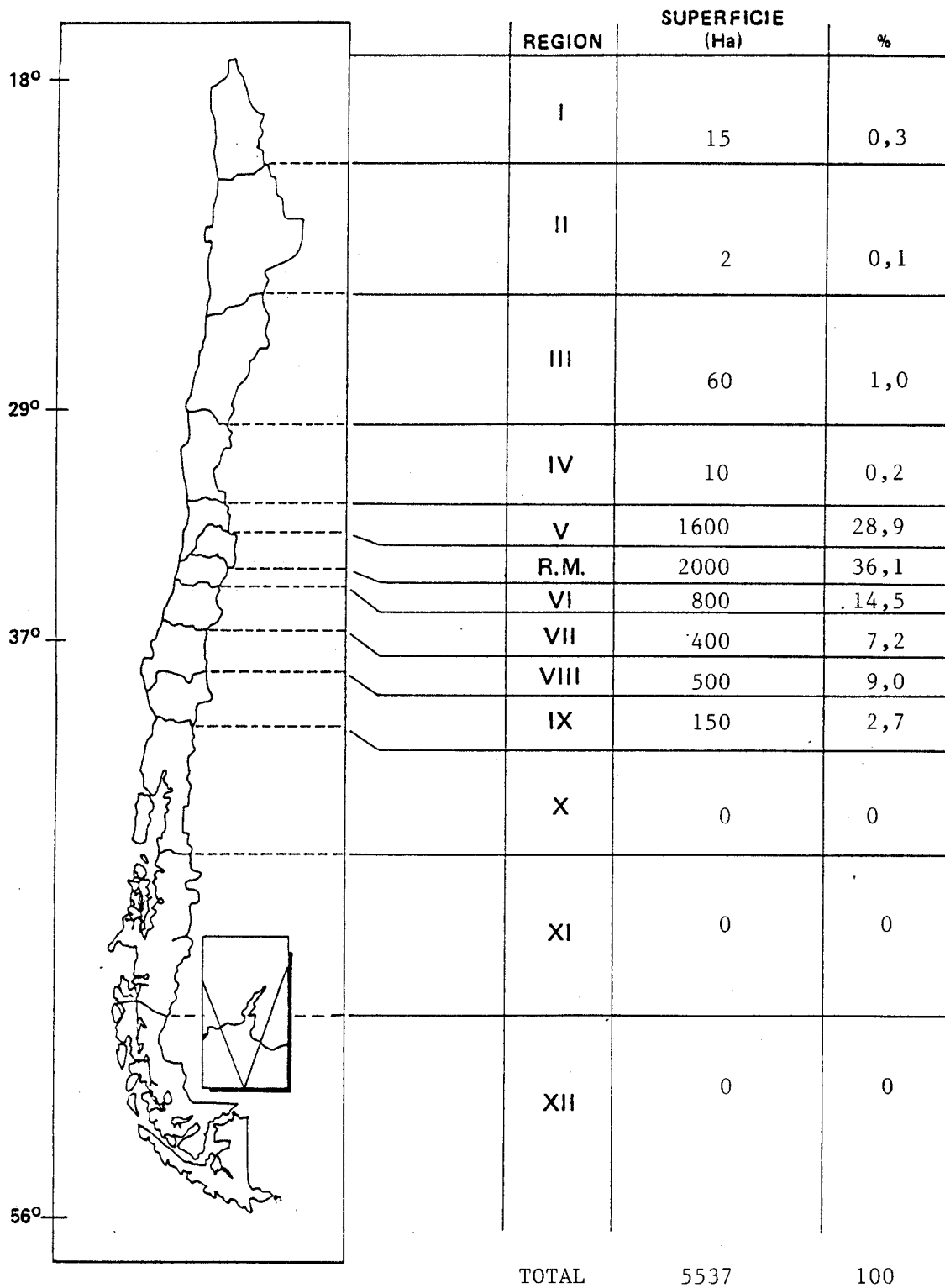


Figura 2. Superficie y distribución de cebollas de guarda/exportación, 1991/92.  
Fuente: Dep., M. de Agricultura.

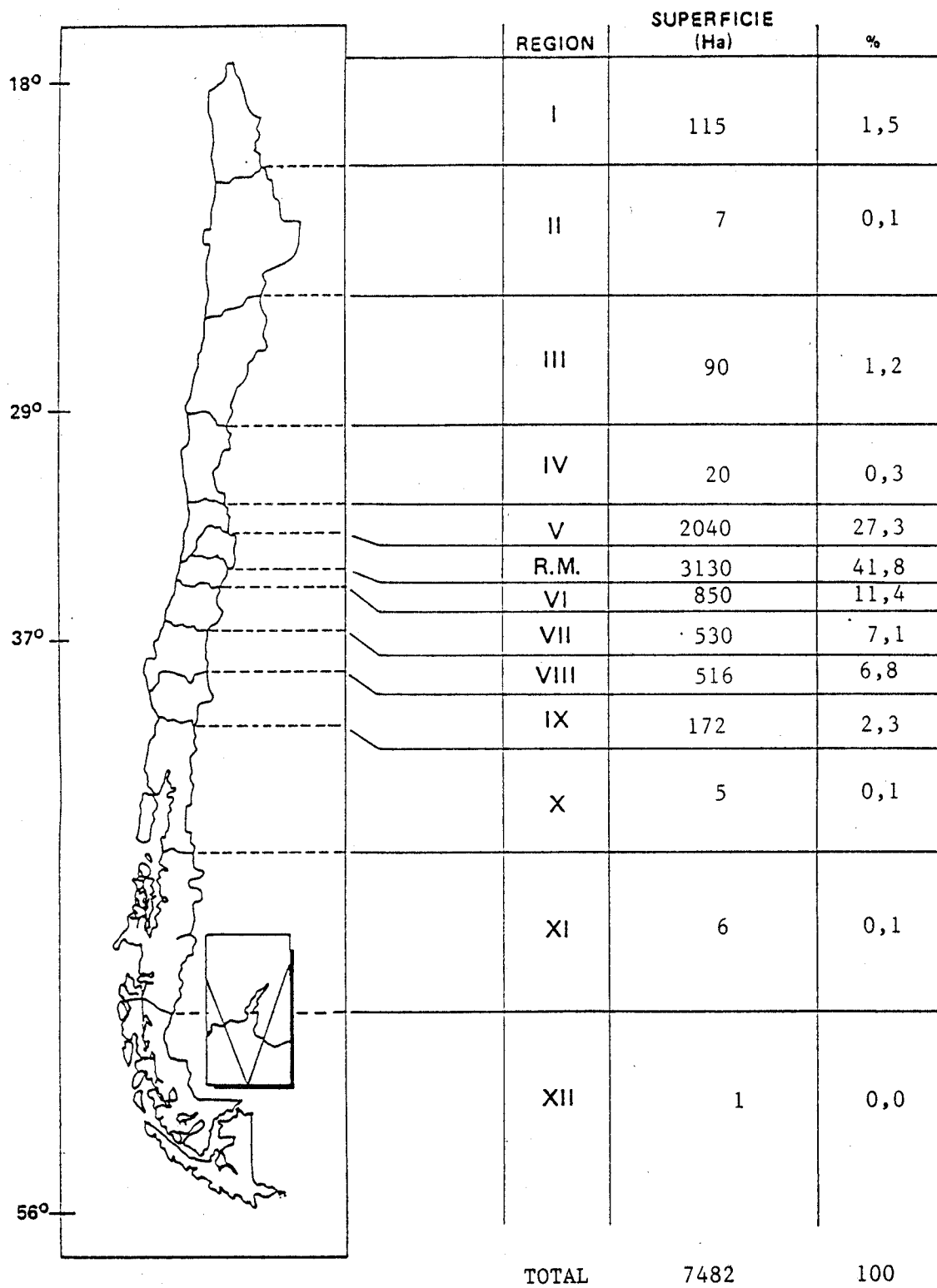


Figura 3. Superficie y distribución del cultivo de cebollas (total), 1991/92.  
Fuente: Dep., M. de Agricultura.

## 1.2 CLASIFICACION Y ASPECTOS GENERALES

### 1.2.1 Clasificación y origen de la especie

La cebolla (*Allium cepa* L.) perteneciente a la familia Amarylidaceae. Es una especie de amplia difusión en el mundo, cultivada para aprovechar su bulbo. Su origen al parecer, corresponde a alguna región situada entre Palestina e India.

Genéticamente es una especie diversificada por lo que se dispone de muchas variedades, lo que explica su adaptación a condiciones agroecológicas muy diferentes. Esta variabilidad, también ha permitido cultivarla para usos distintos y en todas las épocas del año.

### 1.2.2 Importancia como producto alimenticio

La cebolla es un producto que tiene diversos usos como condimento en la alimentación humana y algún uso industrial.

Para el consumo humano se la utiliza al estado fresco; deshidratado en escamas y polvo; congelado en cubos y anillos, y como producto encurtido o pickle.

También sirve como materia prima para la extracción de aceites esenciales utilizados en la elaboración de algunos productos.

El valor nutritivo de la cebolla no es alto. Está ubicado en el lugar 31 en concentración relativa de un grupo de 10 vitaminas y minerales. Sin embargo, considerando un consumo per capita de casi 9.0 kg en EE.UU se ubica en el 9º lugar respecto a la contribución de nutrientes a la dieta.

En el siguiente Cuadro 1 se señalan algunas cifras relacionadas con el valor nutricional de este bulbo.

**Cuadro 1. Valor nutritivo de la cebolla**

	Cantidad/100 gr cebolla fresca		Unidad
	Cruda	Cocida	
Agua	89	92	%
Energía	38	29	calorías
Proteína	1,5	1,2	gr
Grasas	0,1	0,1	gr
Carbohidratos	8,7	6,5	gr
Fibra	0,6	0,6	gr
Calcio	27,0	24,0	mg
Fósforo	36,0	29,0	mg
Fierro	0,5	0,4	mg
Sodio	10,0	7,0	mg
Potasio	157,0	110,0	mg
Vitamina A	40,0	40,0	U.I.*
Tiamina	0,03	0,03	mg
Riboflavina	0,04	0,04	mg
Niacina	0,20	0,20	mg
Acido Ascórbico	10,0	7,0	mg

\* U.I. = Unidades Internacionales

### 1.2.3 Condiciones Agroecológicas y Requerimientos del cultivo

#### Clima

La cebolla es una hortaliza de estación fría, que crece bien entre un amplio rango de temperaturas. Su semilla germina con temperaturas de entre 7 a 35°C, siendo el óptimo 18-24°C. Para el crecimiento de la planta se requiere entre 18-25°C. No obstante se cultiva en diversos climas para los cuales existen variedades adaptadas a las diferentes condiciones. La mejor calidad y el óptimo crecimiento se obtiene con temperaturas frías durante las primeras etapas y más cálidas cerca de madurez.

La luminosidad es importante ya que las hojas de la cebolla son cilíndricas, lo que hace que su área foliar expuesta sea más bien reducida. Una alta luminosidad generalmente va acompañada por altas temperaturas, por eso que zonas con cielos despejados, fuerte radiación y ventosas son favorables para su cultivo.

Una humedad relativa baja en el período de cosecha es importante para obtener el secado y curado satisfactorio de los bulbos, así como también para disminuir ataque de hongos que dañen el follaje.

El largo del día, o fotoperíodo, es esencial para un desarrollo satisfactorio del bulbo. Todas las variedades de cebolla son de fotoperíodos extensos, pero dependiendo del número de horas que requieren para la formación del bulbo se clasifican en :

tipo precoz o corto : 12-13 hrs.  
 tipo intermedio : 13-14 hrs.  
 tipo tardío o largo : 14-16 hrs.

El largo del día y la temperatura tienen un papel importante en la formación del bulbo, y determinantes en la elección de variedades, época de siembra y madurez.

### Edafología y Agua

La cebolla se adapta a una amplia gama de suelos, siendo preferible suelos francos, con buen contenido de materia orgánica y fértiles; buena capacidad de retención de humedad y bien drenados; ausencias de piedras y con un contenido de arcilla inferior al 30%. Es un cultivo ligeramente tolerante a suelo ácido, entre pH 6,0 y 6,5, siendo el óptimo alrededor de 7,0. La salinidad no debiera tener valores mayores a 1,2 mmhos/cm, ya que sobre éste comienza a disminuir sus rendimientos (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Efectos de la salinidad del suelo en los rendimientos de cebolla.**

Conductividad eléctrica mmhos/cm	Pérdida de rendimiento %
0,8-1,2	0
1,2-1,8	10
1,8-2,9	25
Sobre 2,9	50

Respecto de su sistema radical, este es más bien superficial y poco extendido, explora un volumen reducido de suelo lo que incide, en un menor aprovechamiento del agua. Debido a esto, puede cultivarse en suelos de 20 a 50 cm de profundidad, siempre y cuando presente un nivel satisfactorio de agua en forma permanente en la zona radical.

Los riegos se interrumpen cuando se inicia la caída del follaje de las plantas. Esto resulta particularmente importante en el caso de las cebollas ya que se debe cosechar con sus bulbos maduros. Así se logra una maduración más rápida y uniforme entre los bulbos y mejor secado de las catáfilas externas, que son las protectoras. Riegos excesivos favorecen la aparición de bulbos dobles y la intensificación de color externo, y la mayor probabilidad de ataques fúngicos, todo lo cual resulta perjudicial para la comercialización ya que se producen deterioros de los catáfilos perisféricos y por ende su presentación final.

Durante todo el ciclo se recomienda mantener un umbral medio del 60% de agua disponible, salvo en el período posterior al trasplante donde se requiere un riego adicional para asegurar el arraigamiento. Para la zona Central de Chile se señala un requerimiento neto de agua aproximado a 3.000 metros cúbicos por hectárea.

En relación a nutrición para alcanzar los rendimientos máximos. La cebolla requiere niveles de N-P-K más bien altos, y superiores a la mayoría de las especies hortícolas. Dichos requerimientos están directamente relacionados con las actividades de la planta. Así por ejemplo, durante el período de crecimiento vegetativo ocurre la síntesis de diversas proteínas por los que los requerimientos de Nitrógeno son altos y éste debe provenir del suelo en forma nítrica y una pequeña porción en forma amoniacal. También hay ciertas necesidades de Fósforo y Potasio.

Durante la etapa de formación de bulbo, la planta reduce, hasta incluso puede detener casi completamente su crecimiento vegetativo. Se produce así una migración de compuestos de reserva hacia el bulbo en formación.



### 1.3 ORGANOGENESIS Y MORFOLOGIA DE LA CEBOLLA

La cebolla es una planta bianual de polinización cruzada. Durante su primer ciclo, se desarrolla a partir de una semilla hasta formar un bulbo maduro (ciclo vegetativo). En la segunda temporada, se produce la brotación del bulbo, formándose los tallos florales, en cuyas umbeladas se desarrollan las semillas (ciclo multiplicativo). Este ciclo puede alterarse y la floración ocurrir durante la primera temporada, no habiendo formación de un bulbo aprovechable. Este fenómeno corresponde a una floración prematura, comúnmente llamada "subida" o "bolting".

A continuación se analiza el desarrollo de la cebolla desde su germinación hasta la producción de semilla.

#### Ciclo Vegetativo

##### 1.3.1 Semilla

La semilla es relativamente pequeña, angulosa y de color negro cuando madura. Tiene forma "arriñonada" y mide unos 4 mm por 2 mm. La mayor parte de la semilla está constituida por el endosperma en cuyo interior se ubica el embrión, el cual tiene forma cilíndrica y está retorcido en un espiral (Figura 4). Un gramo contiene entre 250 y 300 semillas.

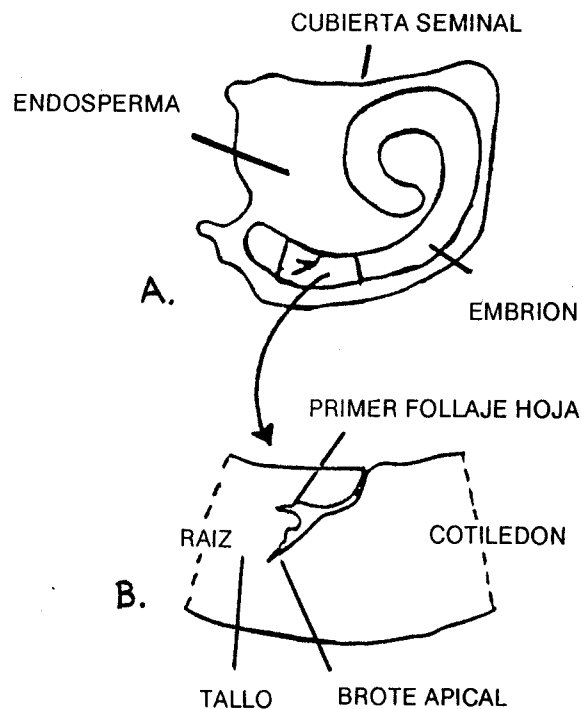


Figura 4. Semilla de cebolla. A: Semilla madura con el embrión rodeado por el endosperma. B: Detalle de la estructura del embrión.

### 1.3.2 Germinación

La semilla de cebolla tiene la capacidad de germinar a temperaturas bajas. En efecto, el umbral mínimo para que se inicie el proceso es de 1,5°C. La temperatura óptima es de 24°C y la máxima de 35°C.

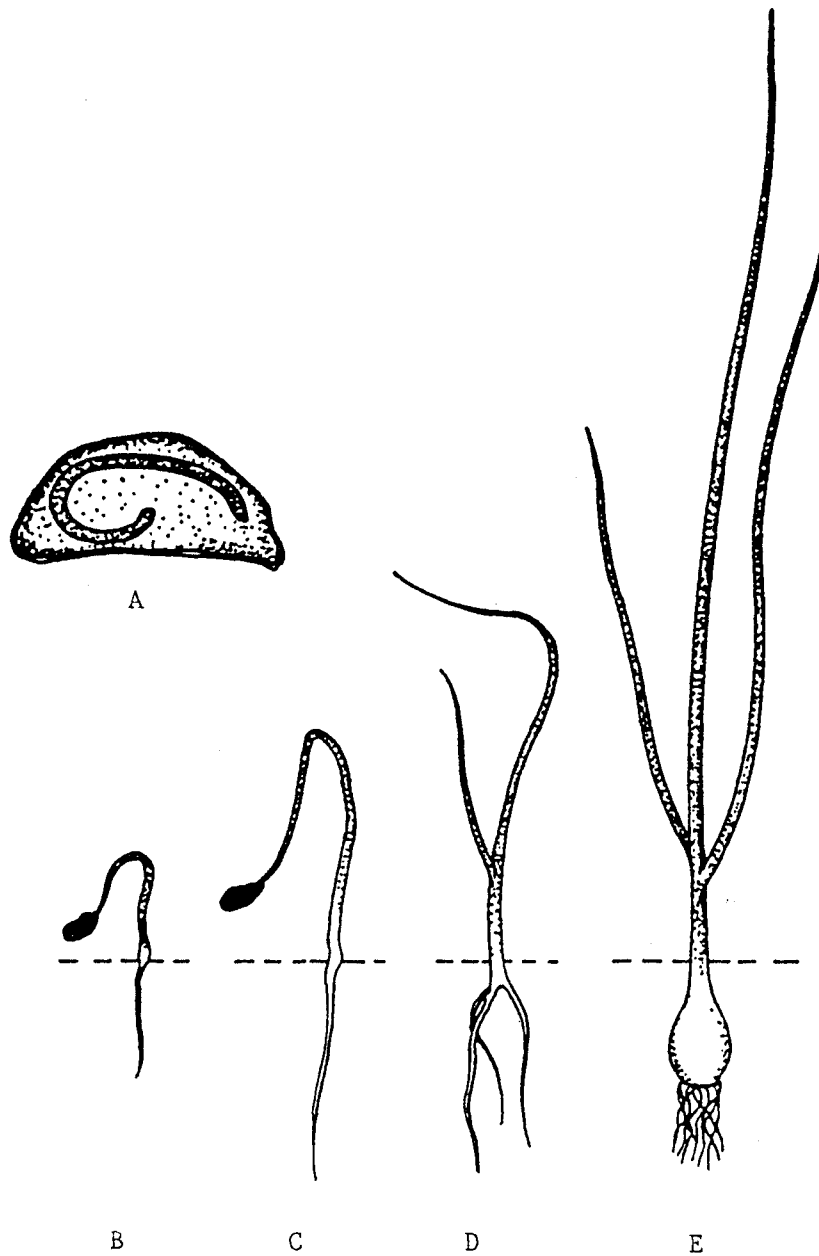
En semilla recién cosechada se ha detectado una proporción baja de semillas que no germinan. Tal efecto de dormancia desaparece en unos dos meses. También se ha comprobado que semilla inmadura con un 64% de humedad, germina tan bien como una semilla madura y con un 10% de humedad (Brewster, 1977).

Durante la germinación, la elongación de la base del cotiledón fuerza a la raíz y tallo de el embrión a salir fuera de la testa, mientras que el ápice del cotiledón permanece en el interior de la semilla donde absorbe las reservas del endosperma, como se aprecia en la Figura 4 (Jones y Mann, 1963) y en la Figura 5 (Acosta y Gaviola, 1989).

La raíz primaria comienza su crecimiento hacia abajo, en tanto que el cotiledón continua elongándose para formar un "codo", el cual ejerce presión para emerger por sobre la superficie del suelo (Figura 5B). Tan pronto emerge, se torna verde y comienza a fotosintetizar, suministrando alimento a la plántula .

Después que el codo alcanza una altura de 2 a 3 cm se detiene la elongación del sector del cotiledón entre el codo y la semilla, mientras que el segmento entre codo y el tallo continua elongándose, forzando que la punta del cotiledón salga del suelo. Esto marca el comienzo del estado de "bandera" (Figura 5C), el cual finaliza cuando comienza a emerger la primera hoja (Figura 5D) estado de primera hoja como se señala en la Figura 2D (Acosta y Gaviola, 1989).

Cuando el cotiledón se encuentra erecto se han producido una o más raíces adventicias de la base del tallo. Desde que la germinación comienza, la primera hoja se ha estado elongando en el interior de la vaina tubular del cotiledón hasta su emergencia. En ese momento la plántula se haya establecida, y continua su crecimiento por la adición de nuevas hojas desde el ápice del tallo y de nuevas raíces adventicias desde los costados del mismo (Figura 5E).



*Figura 5. Semilla de cebolla (A) y posterior proceso de germinación y emergencia. (B) Estado de codo y rodilla. (C) Inicio estado de bandera. (D) Senescencia o muerte de la hoja cotiledonar y aparición de la primera hoja verdadera. (E) Plántula en estado de transplante (Acosta y Gaviola, 1989).*

### 1.3.3 Crecimiento de la planta

El tallo es un disco delgado muy fuertemente enanizado, del cual nacen las raíces y las hojas de la planta. El tallo permanece en esa forma durante toda la temporada inicial, para elongarse y formar el tallo floral en la segunda temporada o fase multiplicativa.

En el centro de la superficie del tallo, se forman las hojas. Bajo el microscopio, el primer signo visible de cada hoja, es un pequeño anillo, en el cual crece hacia arriba, formando un tubo (la vaina de la hoja). Posteriormente se elonga la lámina foliar desde uno de los lados de la base de la vaina foliar (Figura 6). El ápice del tallo continúa produciendo hojas, por lo que cada hoja rodea a la hoja siguiente (Jones y Mann, 1963). Las hojas son alternas, erectas, huecas y semicilíndricas, con un diámetro de 0,50-1,0 cm aproximadamente. Una planta forma unas 8 a 15 hojas, de unos 40 a 60 cm de longitud (Bravo y Aldunate, 1987). La evolución del desarrollo foliar y del bulbo se grafica en la Figura 7 (Rey y otros, 1962).

Al principio del desarrollo de la lámina foliar, ésta es sólida y en la medida que se elonga, el tejido central comienza a crecer más lentamente que el tejido lateral, esto en conjunto con algún grado de destrucción celular, forma una cavidad al interior de la lámina.

Las vainas foliares, las cuales se proyectan sobre el suelo, forman el llamado falso tallo. Sólo cuando el tallo floral se elonga, el verdadero tallo emerge; pero esto sólo ocurre en la fase multiplicativa del ciclo de la cebolla. Eventualmente puede ocurrir en el primer ciclo a nivel de plantas individuales que florecen prematuramente por características ambientales (subida o bolting).

En la Figura 8 se ilustra el desarrollo de la planta vegetativa desde el estado de falso cuello hasta la madurez del bulbo y muerte del follaje (Rey, Stahl, Antonin y Neury, 1962).

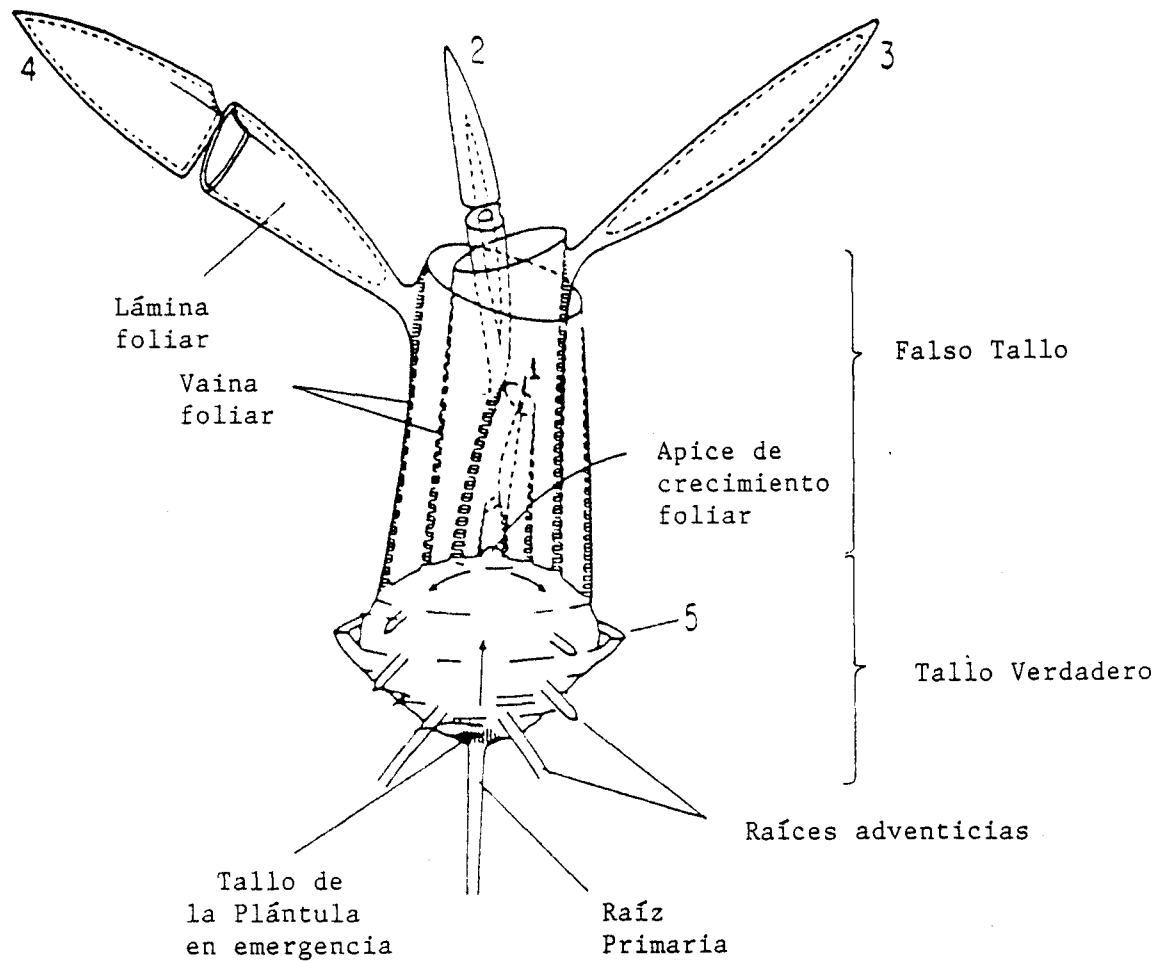


Figura 6. Diagrama del desarrollo del tallo, hojas y raíces de la cebolla. Cada hoja nueva nace del ápice de crecimiento foliar ubicado en el tallo verdadero, el que es enanizado al grado máximo.

La hoja 1 corresponde a la más nueva y la 4 a la más adulta de las cuatro que se muestran. Cada hoja nace como un anillo, el cual crece hacia arriba como una vaina tubular o cilíndrica. Así se forma el falso cuello. Sobre esto la hoja se elonga hacia un costado y sigue creciendo hacia arriba y a lo ancho. Las raíces nuevas continuamente se producen desde la parte alta del tallo.

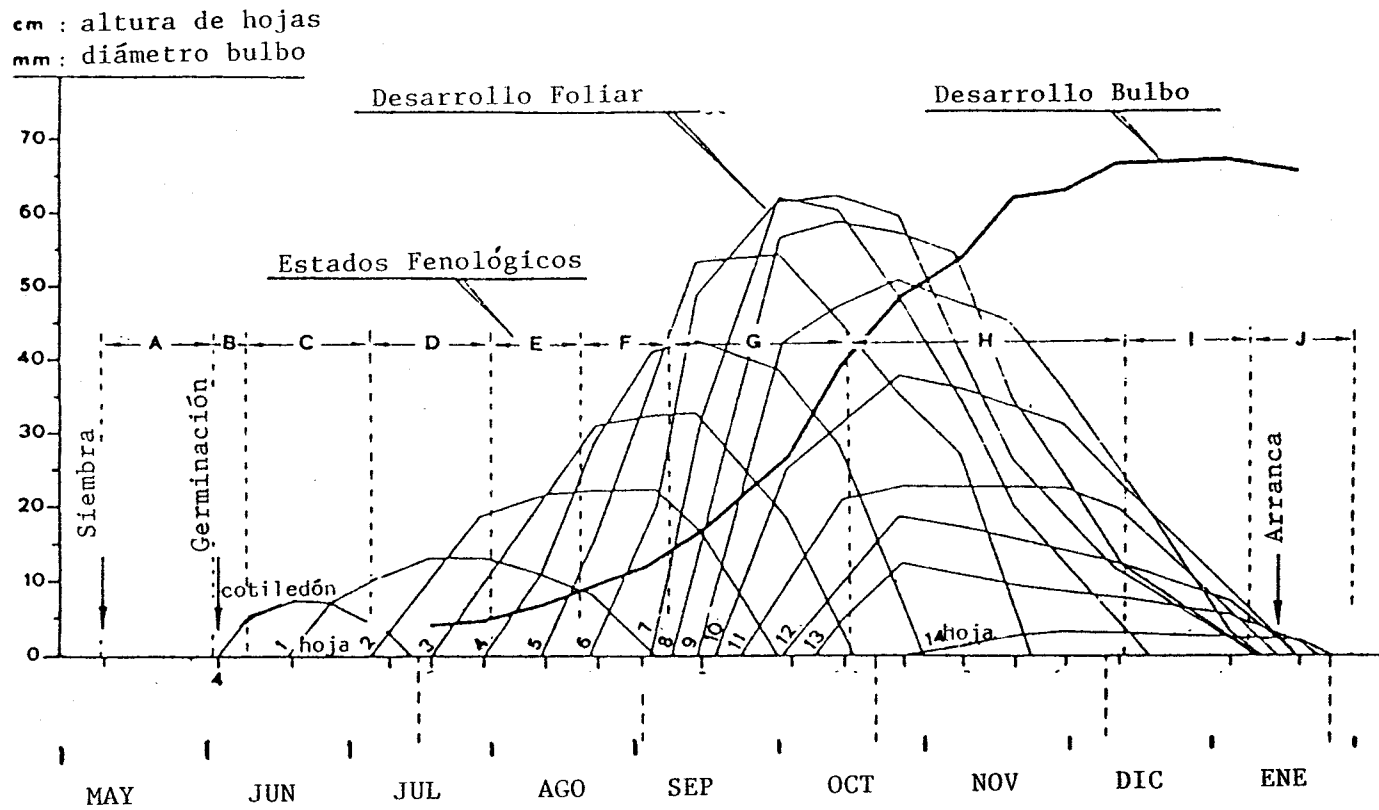


Figura 7. Desarrollo vegetativo de una planta de cebolla (adaptado de Rey y otros, 1962).

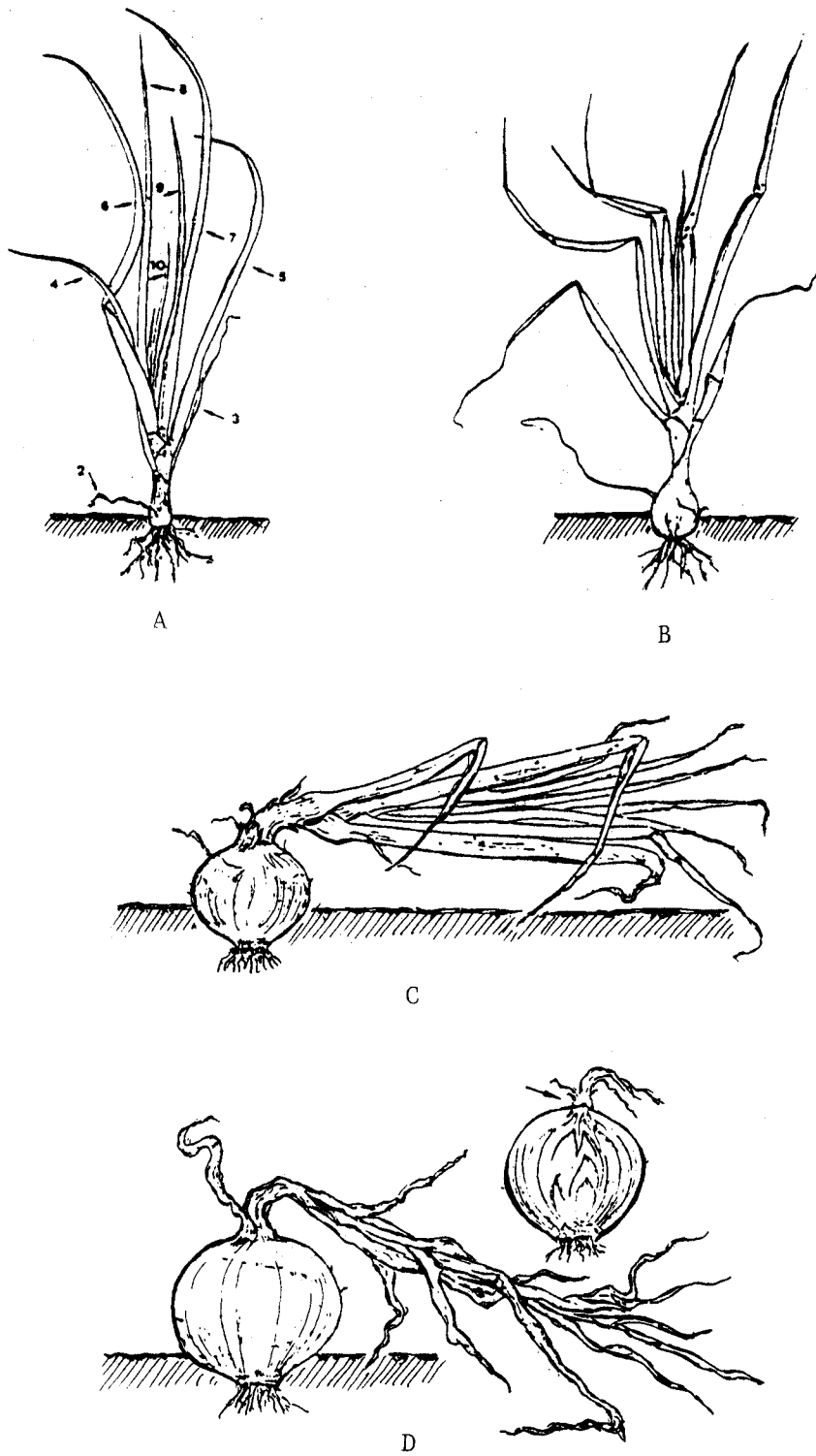


Figura 8. Diversos estados fenológicos de la planta de cebolla. (A) Plántula joven. (B) Planta en inicio bulbificación. (C) Abscisión del falso cuello (inicio maduración del bulbo). (D) Bulbo maduro y falso cuello totalmente cerrado.

#### 1.3.4 Raíces

La cebolla posee un sistema radicular superficial, en que virtualmente todas sus raíces se encuentran dentro de los primeros 60 cm del suelo. Sin embargo la gran mayoría está en los 25 cm, extiéndose lateralmente a un orden de los 30 cm. Este hecho, hace que la cebolla posea uno de los sistemas radiculares más limitados, con respecto a otros cultivos.

Las raíces son comparativamente delgadas, con una baja relación superficie-volumen. Por otra parte, tampoco poseen pelos radicales (Brewster, 1977), lo que hace que continuamente se produzcan nuevas raíces para mantener un adecuado suministro de agua y nutrientes. Estas raíces se originan solo del tejido del tallo, nunca desde raíces viejas.

Una planta puede llegar a tener unas 20 a 200 raíces, de un diámetro de entre 0,5 y 2 mm.

#### 1.3.5 Formación del bulbo

La formación del bulbo está influenciada por varios factores, pero el más importante es el fotoperíodo. Esto significa que las condiciones de días largos, estimulan la formación de los bulbos. El umbral crítico en la longitud del día permite clasificar los cultivares en tres grupos: de día corto 12-13 horas, día intermedio 13-14 horas y de día largo 14-16 horas.

La temperatura es otro factor que influye en la formación del bulbo. Los niveles de 25-30°C aceleran este proceso si el fotoperíodo es el adecuado. En cambio, se produce un retraso progresivo en la medida que descienda la temperatura (Brewster, 1977).

Para reaccionar a los estímulos ambientales que inducen la formación del bulbo cada cultivar debe poseer un desarrollo mínimo de las plantas. En efecto aquellas jóvenes, reaccionan más lentamente a tales estímulos que las más adultas (Brewster, 1977). Se estima que una planta joven comienza aceptar el estímulo del fotoperíodo cuando presenta un desarrollo de 4-5 mm de diámetro en el falso cuello y cercano a 1 cm en el bulbillo.

Los niveles altos de nitrógeno y de regadío retrasan la formación y maduración del bulbo (Bravo y Aldunate, 1987).

Cuando las condiciones de día largo y temperatura favorecen la formación del bulbo, se inicia una serie de cambios, que se caracteriza por una rápida elongación de las hojas debido a una extensión del cuello de la vaina foliar. Esta última, comienza a ensancharse lateralmente como resultado principal de una expansión celular más que de una división celular. En la medida que la bulbificación progresa, se forman los catáfilos, en los cuales la lámina es mucho más reducida en comparación a la vaina. Estas se hinchan para formar el tejido de almacenamiento del bulbo.

Las hojas cerca del centro del bulbo abortan sus láminas y se transforman en vainas de almacenamiento. Las vainas que dan lámina se extienden por sobre la punta del bulbo,



sólo su parte inferior se engruesa, en tanto que las vainas de hojas con láminas abortadas no se extienden y por lo tanto, la vaina completa se engruesa. Dentro de estas últimas y cerca del centro del bulbo, se encuentran las últimas dos o tres hojas formadas durante la estación de crecimiento. Estas hojas permanecen pequeñas, sin embargo, brotarán si las condiciones en el almacenamiento del bulbo, son favorables.

A medida que este proceso avanza, la lámina foliar cesa su crecimiento y las hojas viejas comienzan a senescer desde la punta hacia abajo (Figura 8B). La madurez del bulbo se caracteriza por una pérdida de turgidez en la región del cuello del falso tallo, esto provoca la tendedura de las hojas las que finalmente mueren (Figura 8C). Mientras el bulbo se desarrolla, cesa la producción de raíces para finalmente morir cuando el bulbo alcanza su madurez (Figura 8D) y la planta completa entra en un estado de dormancia.

### **1.3.6 Dormancia del bulbo**

Después de la cosecha, la tasa respiratoria disminuye rápidamente. Esta tasa en bulbos dormantes es muy pequeña, comparada con otras frutas u hortalizas que normalmente se almacenan. Sólo la papa tiene una tasa de liberación de CO<sub>2</sub> por unidad de peso fresco tan baja como la cebolla. Esta tasa se incrementa progresivamente en la medida que el bulbo permanezca en almacenamiento y avanza hacia la brotación. Esta condición dormante es mantenida por temperaturas cercanas a 0°C y entre 25 y 30°C (Brewster, 1977).

Hay evidencias que la dormancia y brotación del bulbo están bajo el control de un balance endógeno entre inhibidores y promotores del crecimiento. Extractos del follaje y bulbos antes y después del colapso de las hojas, han demostrado que un inhibidor del crecimiento producido en las hojas es translocado al bulbo durante su maduración. Uno de los componentes de este factor inhibitorio es el ácido absínico. Sin embargo, su cantidad presente no explica totalmente la actividad inhibitoria del extracto. También se ha sugerido que este factor sería un alil sulfido (Brewster, 1977).

Durante el almacenamiento ocurre una pérdida gradual de la dormancia, finalizando cuando comienzan a brotar las yemas inducidas al final de la temporada del crecimiento vegetativo. Esto marca el inicio de la brotación del bulbo y del ciclo multiplicativo. Sagues, Kocher y Villalobos, en 1967 determinan para la variedad Valenciana un período de dormancia de 140 días.

### **1.3.7 Ciclo multiplicativo: Floración-Semilla**

El nivel de inhibidores declina hacia el final de la dormancia. Aumenta la actividad de citocininas, asociadas con el incremento de la actividad mitótica. Este es seguido por un incremento en la actividad de giberelinas asociadas con la vernalización, que resulta ser el estímulo para la floración. Entonces la actividad de auxinas también aumenta y ocurre un segundo nivel alto de la actividad de las giberelinas, esta vez asociada a la brotación (Brewster, 1977).

La floración de la cebolla requiere de un período previo de vernalización, el cual es de 30 a 40 días, a temperaturas entre 9 y 13°C. Una vez que se ha inducido la floración, el crecimiento del tallo floral es favorecido por temperaturas cercanas a 17°C (Brewster, 1977). En esta respuesta se depende del cultivar y tamaño de la planta al momento de recibir el estímulo de bajas temperaturas. Mientras más grande es la planta más rápida es la floración. Cultivares seleccionados para resistir la subida, como aquellos sembrados en otoño para cosechar bulbos a inicios del verano requieren de más bajas temperaturas (9°C) y también necesitan alcanzar un mayor tamaño que aquellos sembrados en primavera (Currah, 1981). Además, plantas creciendo bajo condiciones de buen suministro de nitrógeno son más resistentes a la subida y necesitan tratamientos de frío más prolongados para inducir la floración que aquellos con bajos suministros de nitrógeno.

El fotoperíodo no tiene acción directa sobre la floración de la cebolla; sin embargo, en condiciones frías los días largos favorecen la emergencia de flores y la elongación del escapo (Brewster, 1977).

Cuando las condiciones ambientales son las favorables, el ápice del eje principal cesa su producción de primordios foliares e inicia la inflorescencia. El tallo floral es una extensión apical del tallo. Al igual que la lámina foliar, el escapo en un principio es una estructura sólida, sin embargo, al diferenciarse se transforma en un tallo hueco y cilíndrico más grueso en su parte media. Una planta puede producir entre 1 y 20 tallos florales.

Si los bulbos crecen en una primera estación y son plantados en una segunda estación (sistema semilla-bulbo-semilla), el ápice del eje principal y los ápices de muchas yemas laterales presentes, se puede desarrollar en inflorescencia. En cambio, plantas producidas desde semilla y que desarrollan el tallo floral en una temporada usualmente dan solo una inflorescencia.

Como la floración y producción de semilla ocurren normalmente al final de la primavera o inicios del verano, la formación del bulbo comúnmente puede acompañar la floración. Esto se debe a que la bulbificación y floración tienen respuesta a factores ambientales diferentes, y por tanto algunos bulbos se forman mientras ocurre la floración (Jones y Mann, 1963).

La inflorescencia es una umbela simple la cual se ubica en el extremo del tallo floral (Figura 9). Al principio, la umbela está encerrada por una membrana (hoja modificada) blanquecina y apergamínada, llamada espátula, la cual se rompe al continuar el crecimiento de la umbela.

Cada umbela puede estar constituida por un rango tan amplio de 50 a 2.000 flores. Cada flor, de 3 a 4 mm de longitud, posee 6 estambres dispuestos en dos verticilos y un estilo proveniente de un ovario trilocular, con dos óvulos por célula. La mayor parte del polen es liberado entre las 9 horas y las 17 horas, lo cual ocurre antes que el estigma se halle receptivo, por lo que se favorece la polinización cruzada. Este fenómeno es llamado protandria (Pesson y Louveaux, 1984).

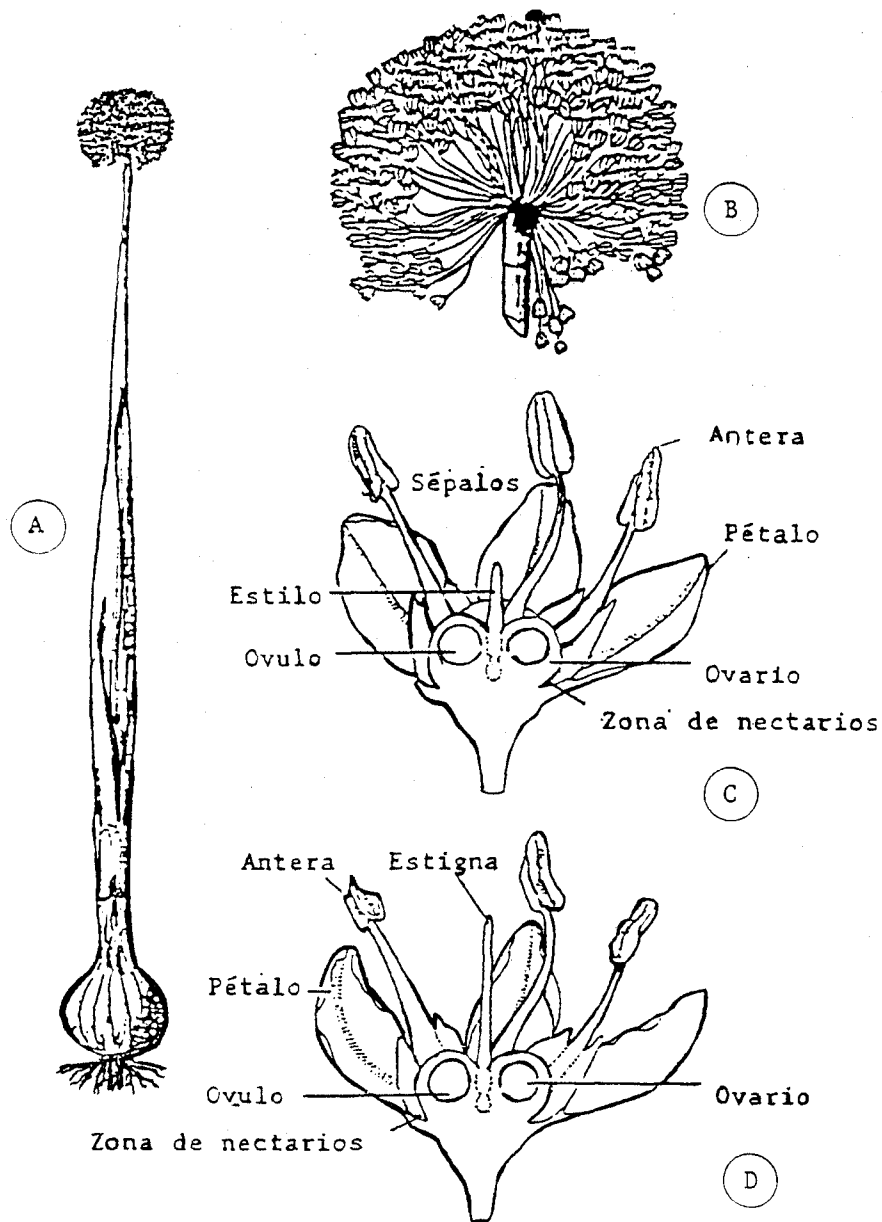


Figura 9. Sistema floral de la cebolla. A: Una planta inducida prematuramente a florecer (produce normalmente 1 escapo floral). B: La forma de agrupación de las flores se llama umbela. C: Sección de una flor en fase de producción de polen. D: Sección de la misma flor en base de estigma receptivo (Pesson y Louveaux, 1984).

Al inicio de la floración, en cada umbela, solo unas pocas flores abren cada día. Sin embargo, este número se incrementa notablemente, hasta un máximo de 50 o más flores por día en la medida que la temperatura avanza. Ellas continúan abriendo por un período de 2 a 3 semanas en una misma planta todo el proceso de floración podría demorar unos 30 días o poco más.

Cuando abre la flor, el estilo tiene aproximadamente 1 mm de longitud y las anteras aún no se abren. Las anteras internas son las primeras en liberar su polen, y después de un día lo hacen las anteras externas (Currah, 1981).

Una vez que todo el polen se ha liberado, usualmente unas 48 horas después de abrir la flor, el estilo tiene 4 a 7 mm. El estigma no está completamente receptivo hasta que se ha desarrollado completamente y produce un exudado pegajoso. Luego permanece receptivo por unos días.

El poder germinativo del polen decrece rápidamente después del primer día liberado. La viabilidad del polen producido por flores que abren en la mañana es superior a la del polen liberado en la tarde. Después de 6 días desde la antesis el polen ya no es viable (Currah, 1981).

La vida de la flor, la duración de la viabilidad del polen y receptividad del estigma están fuertemente influenciados por la temperaturas. El estigma retiene mejor su receptividad a baja temperaturas. La germinación del polen disminuye más rápido con temperaturas y humedades altas. La temperatura también afecta la tasa de crecimiento del tubo polínico, éste alcanza la base del estilo en 3 horas a 35°C y en 12 horas a 24 y 43°C (Currah, 1981).

Una vez ocurrida la fecundación, comienza el desarrollo de la semilla. El embrión completa su crecimiento 33 días después de la fecundación, mientras que el endosperma lo hace 30 días después de la antesis. La semilla está madura aproximadamente 40 días después de la antesis, sin embargo ya es viable a los 25 días después de la antesis (Gray y Ward, 1987).