

Producción de ajo

Compilador: José Luis Burba



Producción de ajo

Compilador: José Luis Burba



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina

Ediciones INTA. Buenos Aires, 2022.

Producción de ajo

José Luis Burba (Compilador)

1ra. Edición

Ediciones INTA

Junio de 2022

ISBN 978-987-679-334-6 (digital)

635.262 Producción de ajo / Compilador: José Luis Burba. -- Buenos Aires : Ediciones
P94 INTA, 2022.
 97 p. : il. (PDF)

ISBN 978-987-679-334-6 (digital)

i.Burba, José Luis

AJO – VARIEDADES – MANEJO DEL CULTIVO – PRODUCCION – COMERCIALIZACION

DD-INTA

Este documento es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto, queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899.

Diseño:

Área de Comunicación Visual

Gerencia de Producción Multimedia

DNA de Comunicación Institucional

Este libro

cuenta con licencia:



José Luis Burba fue durante 26 años coordinador nacional del Proyecto Ajo del INTA con base en la Estación Experimental Agropecuaria La Consulta (Mendoza-Argentina), referente del área de Mejoramiento Genético y producción de semillas y profesor universitario de grado y pos grado en las Universidades Nacionales de Córdoba y Cuyo.

Silvina Lanzavechia es especialista en horticultura, egresada de la Escuela de posgrado de la Universidad Nacional de Cuyo, licenciada en Ciencias del Ambiente en la Universidad Tecnológica Nacional, y se ha desempeñado durante 24 años como miembro del área Mejoramiento Genético del Proyecto Ajo del INTA con base en la Estación Experimental Agropecuaria La Consulta (Mendoza-Argentina).

Víctor Mario Lipinski es referente nacional del área de suelos y riego en especies hortícolas del INTA con base en la Estación Experimental Agropecuaria La Consulta (Mendoza-Argentina) y docente de grado y posgrado de la Universidad Nacional de Cuyo.

Aldo Miguel López es coordinador del Módulo Ajo de Proyectos Nacionales del INTA con base en la Estación Experimental Agropecuaria La Consulta (Mendoza-Argentina), referente del área de Mecanización y Poscosecha y docente de posgrado de la Universidad Nacional de Cuyo.

Ricardo José Pícolo es referente nacional del área Fitopatología y Epidemiología en especies hortícolas del INTA con base en la Estación Experimental Agropecuaria La Consulta (Mendoza-Argentina), y docente de grado y posgrado de la Universidad Nacional de Cuyo y de San Juan.

José Antonio Portela es referente nacional del área Ecofisiología en especies hortícolas del INTA con base en la Estación Experimental Agropecuaria La Consulta (Mendoza-Argentina), coordinador de proyectos regionales y docente de grado y posgrado de la Universidad Nacional de Cuyo ●



La **Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO)**, principal institución responsable de la promoción del conocimiento de las hortalizas, se ha propuesto elaborar una serie de fascículos bajo la denominación Colección Horticultura Argentina, destinados a la enseñanza de la especialidad en el país. A esta iniciativa se sumó el **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)**, que, a través de un convenio específico con la ASAHO, hace posible la edición de esta colección.

La misma está compuesta por fascículos de **Horticultura General** y **Horticultura Especial**. Estos se proponen como base para el estudio de cada tema, y tienen como autores y responsables de edición a los principales profesionales de organismos públicos y empresas privadas o mixtas, con gran experiencia en la materia. Ellos han donado sus derechos de autor para contribuir con los estudiantes y técnicos en el desarrollo de la actividad.

ASAHO e INTA desean que estos fascículos formen parte de la biblioteca de consulta de todos aquellos que abracen esta disciplina ●

Ing. Agr. Roberto Rodríguez
Coord. Editorial ASAHO

Ing. Agr. Carlos Parera
Coord. Editorial INTA

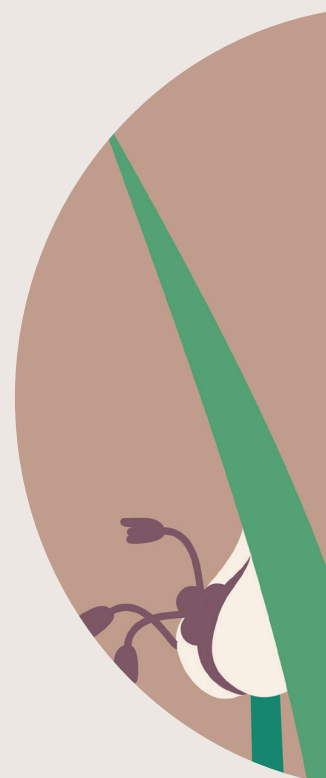
Capítulo 1	9
Generalidades	
<i>J.L. Burba y A.M. López</i>	
1.1. Taxonomía	
1.2. Importancia económica y características del sector	
1.3. Zonas de producción, destino y valor alimenticio	
Capítulo 2	14
Anatomía y morfología de los órganos involucrados en el manejo	
<i>J.L. Burba y J.A. Portela</i>	
2.1. Órganos: componentes	
2.2. Órganos: funciones y manejo	
Capítulo 3	20
Grupos ecofisiológicos y tipos comerciales de ajos argentinos	
<i>J.L. Burba y J.A. Portela</i>	
Capítulo 4	25
Bases ecofisiológicas para la producción	
<i>J.A. Portela</i>	
4.1. El ciclo de la planta	
4.2. Control ambiental del crecimiento y el desarrollo	
4.2.1. Control del crecimiento vegetativo	
4.2.2. Inicio de la bulbificación y crecimiento secundario	
4.2.3. Control del llenado del bulbo	
4.2.4. Control de la floración	
4.2.5. Control de la dormición	
4.3. Etapas ecofisiológicas del cultivo	
4.4. Generación de rendimiento	
4.5. Tecnologías de base ecofisiológica	
4.5.1. Índice visual de dormición	
4.5.2. Elección de fecha de plantación	
4.5.3. Índice de compensación latialtimétrico	
4.5.4. Frigoinducción	
Capítulo 5	48
Orientaciones para el manejo del cultivo	
<i>A.M. López, V.M. Lipinski, R.J. Piccolo, S. Lanzavechia, J.A. Portela y J.L. Burba</i>	

- 5.1. Selección del terreno
- 5.2. Elección de variedades (cultivares)
- 5.3. Calidad de la "semilla"
- 5.4. Acondicionamiento de semilla
- 5.5. Época de plantación
- 5.6. Densidad de plantación y distribución de plantas
- 5.7. Profundidad de plantación
- 5.8. Sistemas de plantación
- 5.9. Manejo del riego
- 5.10. Manejo nutricional
- 5.11. Manejo de plagas y enfermedades
- 5.12. Manejo de malezas
- 5.13. "Descanutado"
- 5.14. Aplicación de antibrotantes
- 5.15. Manejo de la cosecha
- 5.16. Manejo de poscosecha

Capítulo 6	84
Tipificación, empaque y comercialización	
<i>J.L. Burba y S. Lanzavechia</i>	

Capítulo 7	88
Producciones alternativas e industrialización	
<i>S. Lanzavechia. y J.L. Burba</i>	

Bibliografía	96
---------------------------	-----------



Generalidades

J.L. Burba y A.M. López

1.1. Taxonomía

El ajo común (*Allium sativum* L.) pertenece, para la taxonomía moderna, a la familia de las Aliáceas (ex *Liliáceas* y ex *Amarilidáceas*).

Sería originario del antiguo Turkestán, límite con China, Afganistán e Irán (hoy Turkmenistán, Kirguizistán, Kazajstán, Tayikistán y Uzbekistán), desde donde se distribuyó en la antigüedad, hace más de 5.000 años, hacia el este, a China e India, y hacia el oeste, al norte del continente europeo, y a las costas del mar Mediterráneo, como muestra la Figura 1.

Luego de varios cientos de años de cultivo en estas nuevas regiones habrían tenido lugar procesos de adaptación climática, dando lugar así a los numerosos cultivares que hoy se conocen y que se integran en cinco grupos dentro de la especie: el *Sativum*, que contiene a los provenientes del área del Mediterráneo; el *Ophioscorodon*, con los cultivares adaptados al área continental europea; el *Pekinense*, con los que se adaptaron a distintas regiones de clima templado del territorio actual de China; el *Subtropical*, con los que se adaptaron a las condiciones subtropicales de India; y el *Longicuspis*, que contiene a los cultivares del supuesto centro primario de origen de la especie, donde *Allium longicuspis*, especie íntimamente emparentada con *A. sativum*, es además endémica.

De acuerdo con los registros, llega a América en el cuarto viaje de Cristóbal Colón y, al ingresar al continente, es adoptado por los aborígenes sudamericanos que habitaban los valles de altura de la cordillera de los Andes.

Si bien no hay demasiadas evidencias, habría ingresado al actual territorio de la República Argentina alrededor del año 1550 por la Quebrada de Humahuaca (Jujuy), donde se habrían realizado los primeros cultivos, desplazándose desde allí hacia las provincias de Santiago del Estero y Córdoba, en las que se encuentran documentos de su presencia.

Figura 1



Supuestos centros de origen primario (A) y secundario (B), y distribución de la especie por Asia, África y Europa en la antigüedad. Fuente: J.A. Portela.

1.2. Importancia económica y características del sector

Esta hortaliza es una de las más importantes de la Argentina, tanto desde el punto de vista social (por la gran cantidad de mano de obra que ocupa), como el económico (por tratarse de una especie exportable). Se cultivan en Argentina diferentes tipos comerciales (Rosados, Morados, Violetas, Blancos Tempranos, Blancos Tardíos, Colorados y Castaños), y dentro de estos, numerosos cultivares que abastecen tanto los mercados internacionales como los locales.

La producción está fundamentalmente en manos de pequeños y medianos productores, cuyos principales problemas técnicos están vinculados con:

- la calidad genética y sanitaria de la semilla,
- la oportunidad del laboreo,
- el uso excesivo e inoportuno de agroquímicos,
- la falta de infraestructura de conservación de los bulbos cosechados,
- el escaso desarrollo industrial,
- el bajo nivel de mecanización del cultivo.

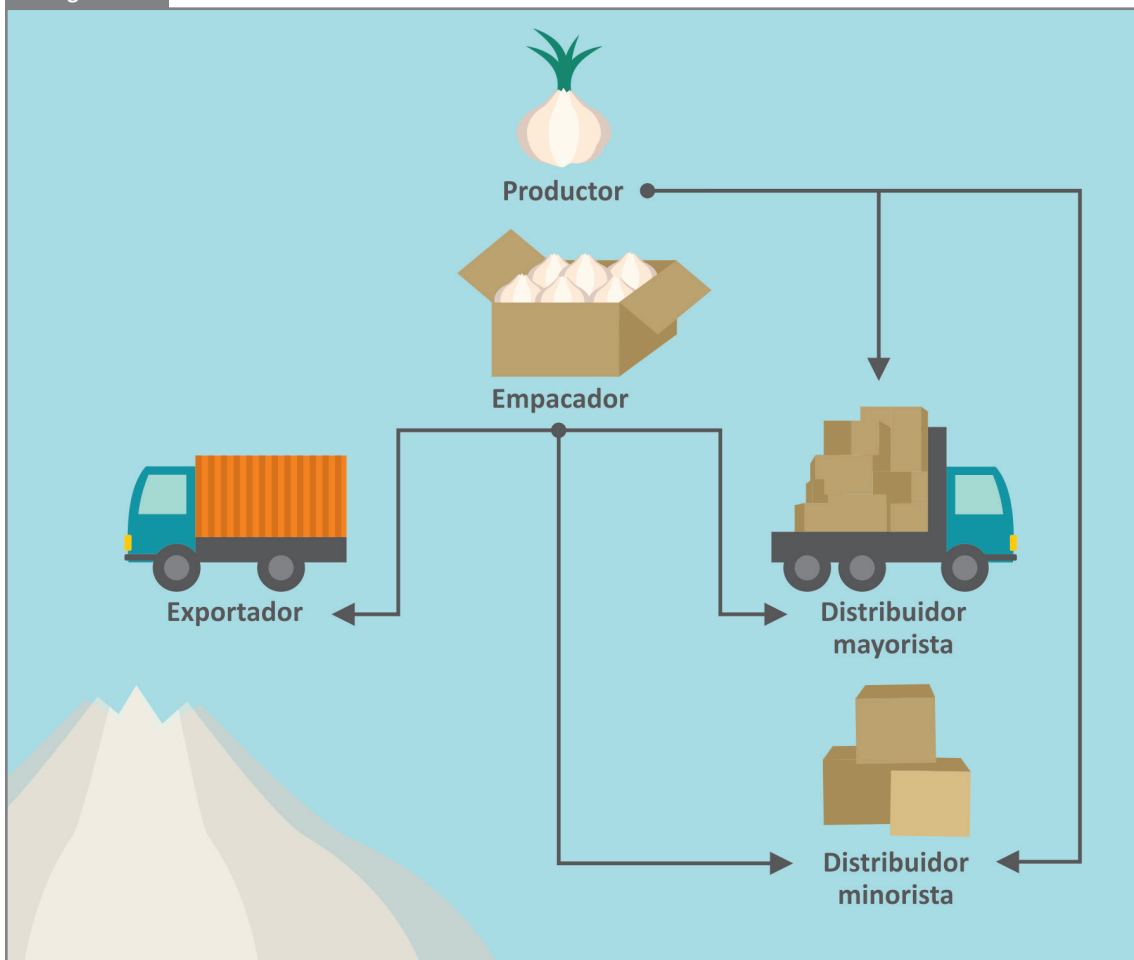
Esto se traduce muchas veces en bajos rendimientos, costos relativamente altos y graves pérdidas poscosecha.

Los problemas económicos y sociales están dados por la atomización de la oferta de los productores y la concentración de empaques y exportadores, lo que habitualmente se traduce en bajos precios por ventas apresuradas.

Debido a que mayoritariamente se exporta, y que el aporte del ajo argentino al mercado internacional es relativamente pequeño (apenas 10 % a pesar de ser el 2.º exportador mundial), Argentina no está en condiciones de modificar el precio internacional, y este depende del volumen y precio de los ajos exportados al mundo por China.

Es común observar la falta de integración entre productores y empaques, entre los productores entre sí, entre los empaques con los exportadores, y estos con otros miembros de la cadena, como los aserraderos proveedores de envases o las empresas transportistas.

Figura 2



Flujo de distribución y comercialización del ajo en Argentina.

El flujo de comercialización está representado en la Figura 2, caracterizado por muchos productores (más de 1.200), y pocos empacadores (menos de 100), y exportadores (menos de 50).

En términos generales, y a pesar de que Argentina produce ajos de muy buena calidad, la mayor parte de las exportaciones se realiza en cajas, es decir, a granel, sin diferenciar el producto por atributos cualitativos, restándole competitividad.

1.3. Zonas de cultivo, destino y valor alimenticio

Si bien la producción se concentra en las provincias de Mendoza y San Juan, es posible cultivarlo en todo el país, siempre y cuando se utilicen los tipos comerciales y las variedades (cultivares), adecuadas.

Se cultivan históricamente entre 10.000 y 15.000 hectáreas en el país, siendo actualmente las provincias cuyanas las que aportan más del 90 %.

La producción de ajo argentino se destina aproximadamente en un 60 % a la exportación en fresco (sin industrializar), a granel. Si bien se promueve desde los organismos oficiales la exportación con alto valor agregado (packaging adecuado, exportaciones diferidas de ajos frigoconservados, etc.), existe mucha resistencia a este cambio por parte de los empacadores y exportadores.

El mercado interno consume el 25 % de la producción nacional, fundamentalmente in natura (se estima en torno de 2 kg/año per cápita), 10 % se destina a semilla y 5 % a procesos industriales (deshidratados, en pasta, pelados, trozados, y extractos oleosos, acuosos y alcohólicos).

El destino internacional del ajo argentino está compuesto por más de 30 países, sin embargo, solo Brasil, Francia y EE. UU. importan más del 80 % de la producción nacional. Si bien el ajo es fundamentalmente un condimento (y su demanda responde a esta aptitud), forma parte de la medicina popular de numerosos pueblos del mundo, encontrándose antecedentes hace más de 6.000 años.

La ciencia moderna lo considera con excelentes propiedades (bacteriostáticas, fungistáticas, hipolipemiantes, antiplaquetarias, antioxidantes), tanto para uso humano, veterinario o agronómico. El Instituto Internacional del Cáncer coloca al ajo en el vértice de su pirámide de salud, aunque no todos los cultivares poseen las mismas aptitudes nutraceuticas o gastronómicas.

La Figura 3 muestra variantes tanto en la concentración de alicina (el principio más importante desde el punto de vista biológico con propiedades de protector cardiovascular), como en la concentración de ácido pirúvico como indicador de la pungencia o picor, en su uso como condimento.

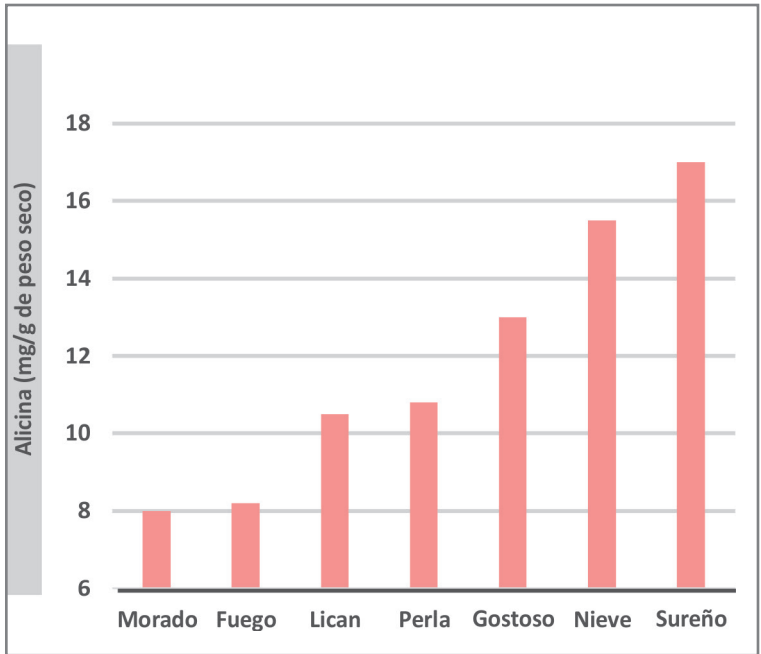
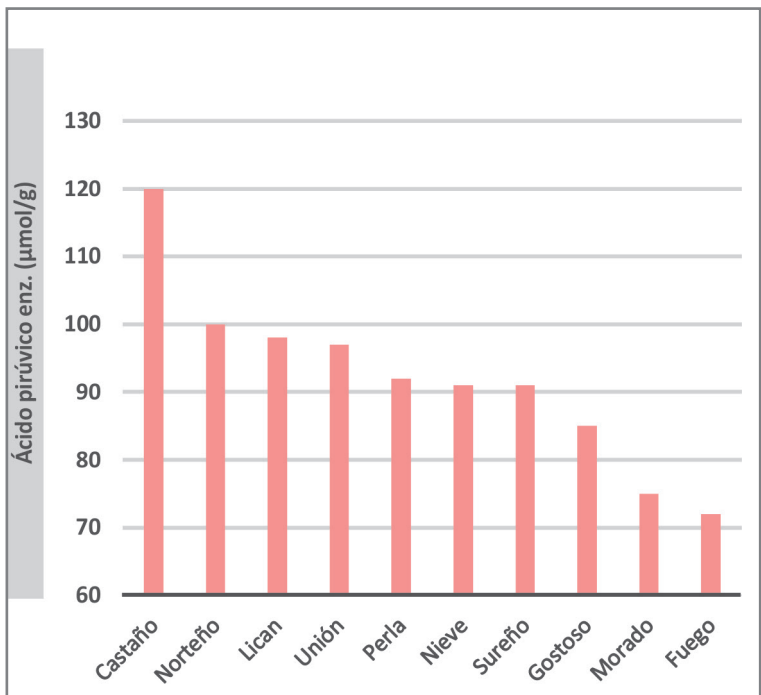


Figura 3

Niveles de alicina (arriba) y de pungencia (abajo) en cultivares argentinos de ajo. Elaboración propia.



Anatomía y morfología de los órganos involucrados en el manejo

J.L. Burba y J.A. Portela

2.1. Órganos: componentes

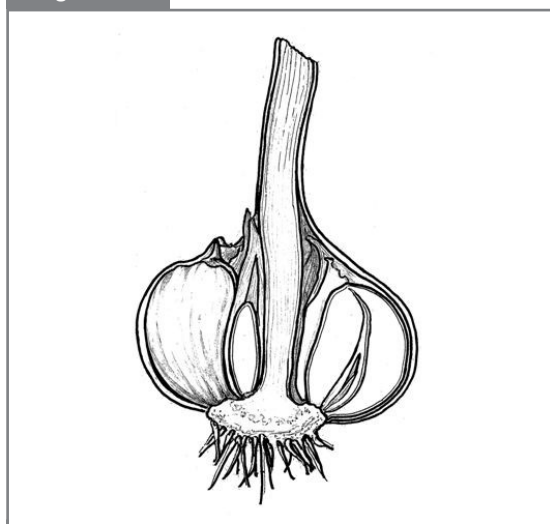
Se trata de una planta bulbosa, herbácea, de cultivo anual pero de ciclo plurianual. Si bien existen experiencias de multiplicación a partir de semilla verdadera en condiciones experimentales, a nivel de cultivo es una especie agámica obligada, que se puede considerar perenne, en la que los bulbillos o “dientes” (propágulos) aseguran su multiplicación comercial. La planta adulta (Figura 4.1.) presenta un falso tallo formado por las vainas de las hojas imbricadas, con una lígula en la intersección con la lámina. Estas últimas son planas, aquilladas y responsables de la arquitectura aérea de la planta. El bulbo “maduro” (Figura 4.2.) morfológicamente es un bulbo compuesto, que presenta un tallo comprimido en forma de disco, plato o menisco (base del bulbo), donde se insertan las hojas. En las yemas de las más jóvenes (2 o más, según cultivar) se inician puntos de crecimiento que luego dan lugar a los “dientes” (bulbillos; Figura 4.3.), que comercialmente prestan servicio tanto como condimento como de medio de propagación (propágulos).

Figura 4.1.



Falso tallo formado por las vainas de las hojas, y disposición de las láminas en una planta de ajo tipo comercial Colorado. Fuente: J.L. Burba.

Figura 4.2.



Vista en corte de bulbo mostrando tallo basal (disco), prolongación del escapo y bulbillos (“dientes”). Fuente: J.L. Burba.



Figura 4.3.

Disco y "dientes" de un bulbo "desgranado". Fuente: J.L. Burba.



Figura 5

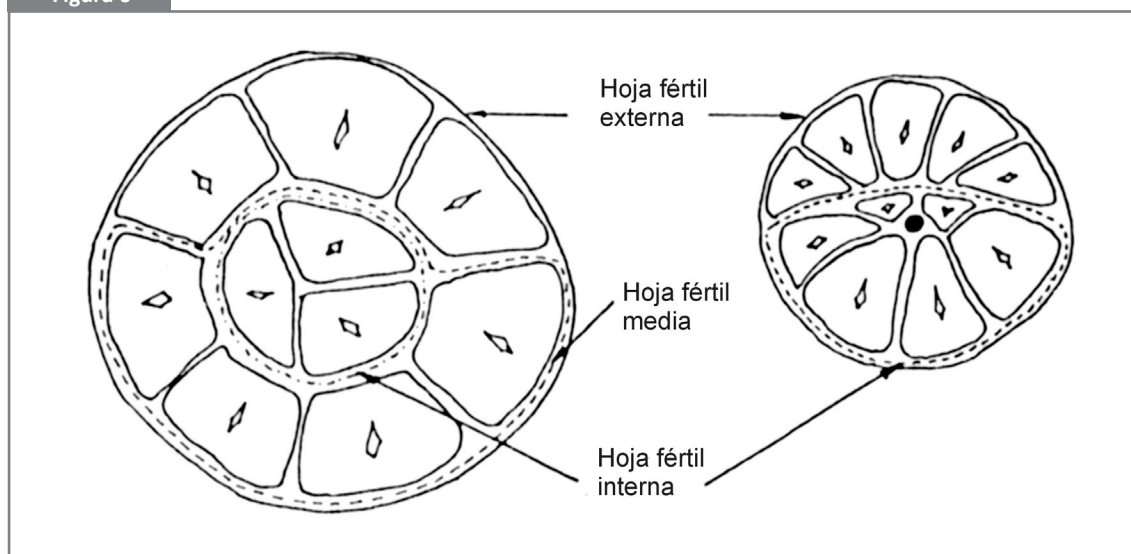
Izquierda: Detalle de una inflorescencia de ajo mostrando formación de bulbillos aéreos. Derecha: Bulbillos aéreos clasificados para su plantación, como alternativa para la producción de "semilla básica". Fuente: M. Guiñazú y E. Gabriel.

En varios ecotipos, el ápice del tallo cambia de vegetativo a reproductivo y entonces se prolonga en forma de un escapo que puede, o no, emerger de entre el falso tallo. Esto ocurre comúnmente hacia fines del invierno y como respuesta a la inducción por acumulación de horas de frío.

El escapo remata en una inflorescencia en forma de umbela, cubierta por una espata, en la que se forman flores, comúnmente estériles, y también bulbillos aéreos (Figura 5), que por lo general terminan reemplazando a las flores incluso antes de que ocurra la antesis. Como se comentó, solo algunos ecotipos son capaces de dar semillas verdaderas (Grupo Longicuspis, principalmente), las que están siendo probadas experimentalmente por algunas empresas semilleras para un eventual mejoramiento genético de la especie.

Las primeras hojas que se insertan en el disco basal, de afuera hacia adentro, se denominan estériles porque no forman "dientes" en sus axilas, y son también las que protegen el bulbo envolviéndolo; vulgarmente, a las bases ensanchadas de estas hojas envolventes se las conoce como chalas. Internamente, como ya se adelantó, los "dientes" aparecen en las axilas de las últimas hojas formadas, las más jóvenes, y por el solo hecho de que en ellas se originan los propágulos se las denominan fértiles (Figura 6). Vale remarcar que, en ningún caso, estas convenciones respecto a la diferenciación de hojas fértiles o estériles hacen referencia a condiciones sexuales, sino al hecho de formar o no estructuras de multiplicación vegetativa.

Figura 6

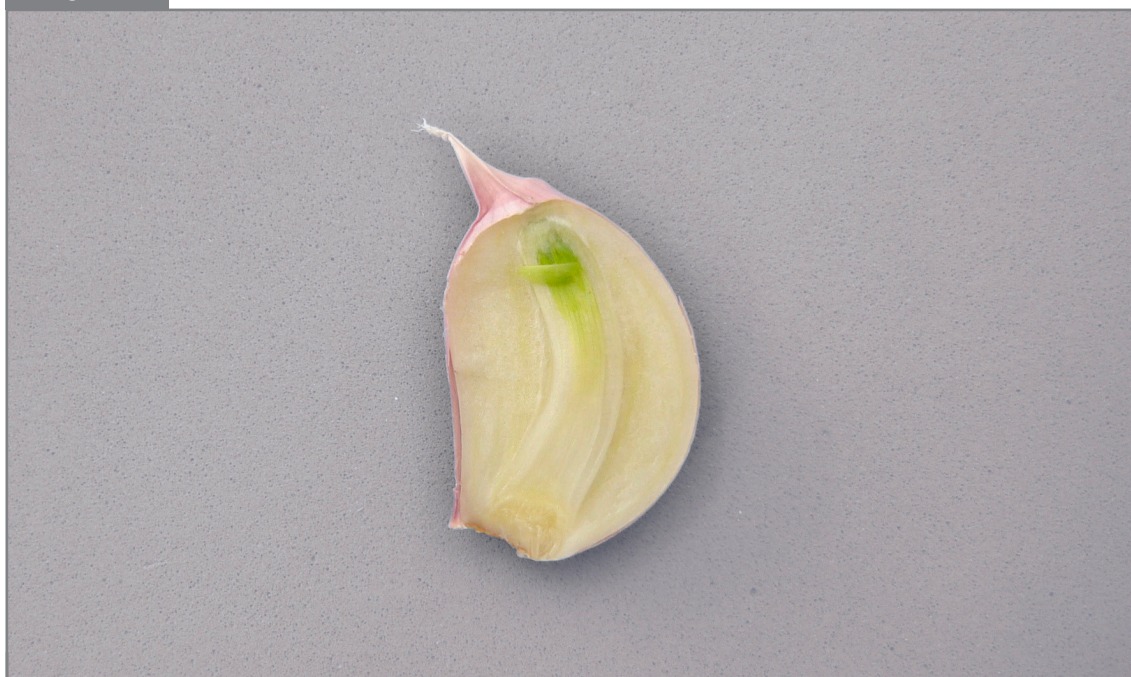


*Corte transversal de un bulbo de ajo Blanco Tardío (izquierda) y uno de ajo Colorado (derecha).
Fuente: J.L. Burba.*

Las hojas envolventes del bulbo son generalmente blancas cuando secas, o poseen vetas con tintes violáceos. Tanto estos pigmentos como los de los "dientes" son responsables de la denominación de los colores de los tipos comerciales. Como ya se comentó, el bulbo de ajo es del tipo compuesto, a diferencia del de la cebolla que es un bulbo simple, o del de chalote que es un bulbo agregado, y está conformado por varios "dientes" o bulbos simples, cuyo número, tamaño, forma y color dependen del cultivar al que pertenezcan y del ambiente de cultivo al que la planta fue expuesta. Cada "diente" (Figura 7), estructura de hojas profundamente modificadas, es un bulbo en potencia y está formado desde afuera hacia adentro por:

- **Hoja de protección:** es una vaina coriácea, sin lámina, envolvente y lignificada, que por lo general está coloreada.
- **Hoja de reserva:** está especializada en almacenar los fotoasimilados y otros compuestos que serán utilizados para reiniciar el nuevo período de crecimiento con la brotación; en conjunto, las hojas de reserva de un bulbo representan más del 85 % del peso de este.

Figura 7



Corte longitudinal de un "diente" de ajo (bulbo simple). Fuente: J. L. Burba.

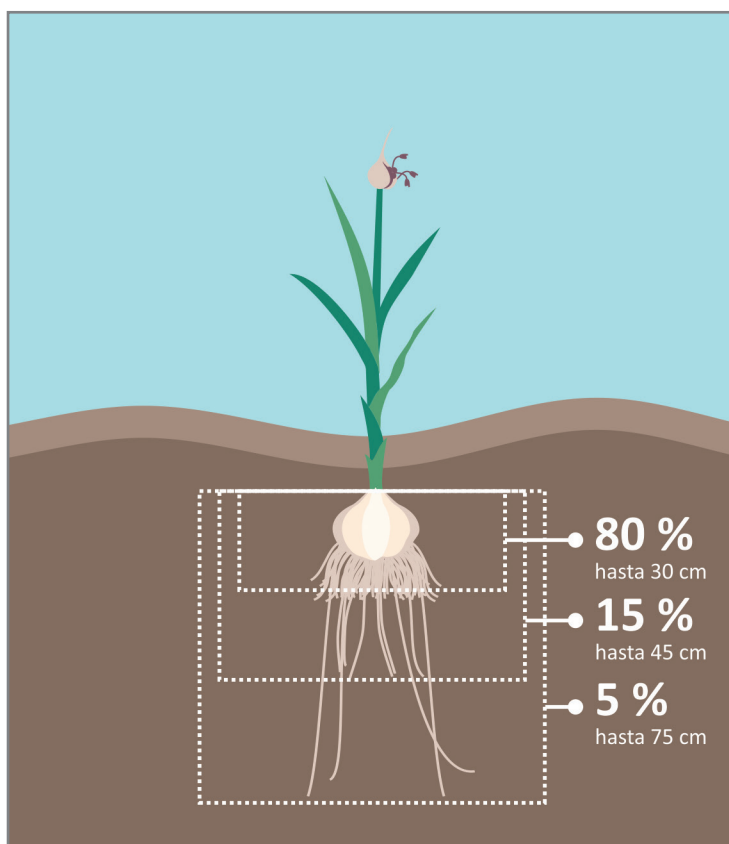


Figura 8

Derecha: aspecto general del sistema radical.
Izquierda: distribución del sistema radical del ajo.
Fuente: J.L. Burba.



- **Hoja de brotación:** es también una vaina dura, sin lámina, tubular, que tiene como función abrirse camino por el perfil de suelo hasta la superficie para proteger así al brote durante la emergencia; su crecimiento se inhibe al percibir la luminosidad exterior, y a partir de ese momento se abre en su extremo distal dejando pasar a las hojas verdaderas del brote.
- **Hojas verdaderas:** son aquellas que, cuando emerjan, poseerán vaina, lígula y lámina y tendrán principal función fotosintetizante durante el establecimiento de la nueva planta; no son remanentes del período de crecimiento anterior, sino que se forman durante la etapa de dormición.

Todas estas hojas están insertas sobre su propio disco, del cual emergerán raíces adventicias, cilíndricas, en "cabellera", de arquitectura relativamente superficial, como muestra la Figura 8.

2.2. Órganos: implicancias para el manejo

La arquitectura de la biomasa fotosintetizante (órganos involucrados en la intercepción de la luz solar), dada por el ángulo de inserción de las láminas y el punto de quiebre de estas, debe ser tenida en cuenta para decidir la distribución de las plantas en el espacio (densidad y rectangularidad).

Por un lado, existen tanto ecotipos de "rama corta y hojas anchas abiertas" como de "rama larga y hojas angostas erectas", con toda la variación intermedia, lo que regula de una u otra manera la intercepción de la luz. En líneas generales, los tipos erectos admiten mayores densidades que los de porte abierto.

Asimismo las diferentes arquitecturas permiten, o aún requieren, adoptar estrategias de manejo distintas. Por ejemplo, respecto al control de eventuales plagas: plantas de porte abierto exponen mucho más sus lígulas, en las que se concentran los trips, por lo que el control es más fácil en ellas, incluso por mayor exposición a enemigos naturales.

Por otro lado, en el caso de enfermedades de hoja que requieren agua libre para la penetración, plantas de hojas más anchas y con escasa cerosidad estarán más expuestas al ataque. En tanto, esa misma cerosidad en hojas erectas y portes cerrados será responsable del escurrimiento de los productos que se apliquen, por lo que será obligatorio utilizar tensioactivos y adherentes.

El pseudotallo, formado por la porción inferior de las vainas imbricadas, presta cierta utilidad en el momento de máximo diámetro para estimar el rendimiento. En general, mayor grosor de la base del pseudotallo durante el "llenado" del bulbo permite inferir mayor peso y diámetro de este a cosecha. También es utilizado como un estimador del punto de cosecha, ya que pierde firmeza frente a la proximidad del momento óptimo de recolección.

El órgano de cosecha, el bulbo, es subterráneo, lo que trae implicancias para el manejo. Esencialmente, al no estar a la vista dificulta la posibilidad real de pronosticar el rendimiento, pero a la vez exige cuidados especiales en las operaciones durante la cosecha. El "arrancado" de las plantas debe iniciarse con el corte de las raíces para permitir "desanclarlas", y esto debe realizarse suficientemente por debajo de los bulbos, evitando dañarlos. En este sentido, resulta fundamental llegar a cosecha sin presencia de plantas de maleza de gran tamaño y raíz pivotante fuerte, que pueden ocasionar desvíos de la herramienta de corte que afecten a los bulbos.

El adecuado conocimiento del "diente", tanto de su estructura como de su evolución, es decisivo para el buen manejo del cultivo. La hoja de protección cumple una función muy importante conservando la integridad del bulbillo, pero también lo puede proteger de eventuales plagas y enfermedades que se escondan por debajo de ella.

La hoja de reserva, su tamaño y condición fisiológica, determina de manera importante el rendimiento potencial. La hoja de brotación, cuyo crecimiento demuestra macroscópicamente la salida de la etapa de dormición, puede ser empleada como buen indicador del momento óptimo para la plantación. El disco del "diente", punto de inserción con el disco basal de la planta "madre", debe estar íntegro y sano porque de él surgirán todas las raíces de la nueva planta.

La emisión de tallos florales (denominados vulgarmente "canutos", "tolas", virotes", "chifles", etc.), cuya oportunidad de emergencia está fuertemente influenciada por la interacción clon-ambiente, puede definir prácticas culturales como su ablación o eliminación. Los bulbillos aéreos, en tanto, pueden ser utilizados como propágulos en algunos sistemas de producción de "semilla" aumentando considerablemente la tasa de multiplicación.

El sistema radical, superficial y en cabellera, por un lado, determina las estrategias de riego y de nutrición del cultivo. Por ejemplo, riegos frecuentes de escasa lámina darán lugar a raíces poco profundas que frente a un déficit hídrico temporal podrán comprometer el crecimiento. Por otro lado, los nutrientes deberán estar disponibles en los primeros 30 cm de profundidad, lo que, en el caso del nitrógeno, de gran movilidad con el agua, implica la conveniencia de distribuir la dosificación en el tiempo.

Grupos ecofisiológicos y tipos comerciales de ajos argentinos

J.L. Burba y J.A. Portela

Si bien en la Argentina aún se cultivan “poblaciones clonales” de gran variabilidad, también se cuenta con cultivares monoclonales inscriptos en el Instituto Nacional de Semillas que muestran características agronómicas y comerciales superiores.

Los cultivares de ajo argentino pueden agruparse según distintos criterios. Uno de ellos, de enorme valor agronómico porque explica las posibilidades de adaptación de un cultivar a un sitio en particular, es el agrupamiento por grupos ecofisiológicos (GE), como muestra el Cuadro 1. Aquí, las categorías se establecen en función de la adaptación climática del cultivar, la que a su vez está fuertemente relacionada con otras características como el período de dormición, la época más propicia para el crecimiento vegetativo, o los requerimientos de frío y de fotoperíodo largo para bulbificar.

Así, los cultivares del grupo II están adaptados a regiones subtropicales o templado cálidas y por lo tanto son de corta dormición, cultivo de duración intermedia, bajos requerimientos de frío y escasa conservación poscosecha. En tanto, los cultivares del grupo IV están adaptados a regiones templadas a templado frías y por lo tanto son de dormición relativamente larga, cultivo de larga duración, mayores exigencias en frío y fotoperíodo largo, y buena conservación poscosecha. A su vez, se distinguen de los del grupo III por estar mejor adaptados que estos al crecimiento vegetativo durante la primavera.

Cuadro 1

Adaptación climática	Grupo Ecofisiológico (GE)	Subgrupo Ecofisiológico (SGE)	Época de crecimiento vegetativo	Duración del cultivo	Duración de la dormición
Ambiente tropical	GE I*	--	estación seca	corta	muy corta
Ambiente subtropical	GE II	--	otoño-invierno	intermedia	corta

** No hay actualmente variedades del GE I difundidas en Argentina.*

Adaptación climática	Grupo Ecofisiológico (GE)	Subgrupo Ecofisiológico (SGE)	Época de crecimiento vegetativo	Duración del cultivo	Duración de la dormición
Ambiente templado a templado-frío	GE III	a: Entrega temprana	otoño-invierno	larga	intermedia
		b: Entrega tardía	otoño-fin de invierno		
		c: Entrega extra tardía	primavera-verano fríos	muy larga por invierno riguroso	
	GE IV	a: Entrega extra temprana	principio de primavera	larga	larga
		b: Entrega temprana	primavera		
		c: Entrega tardía	primavera		

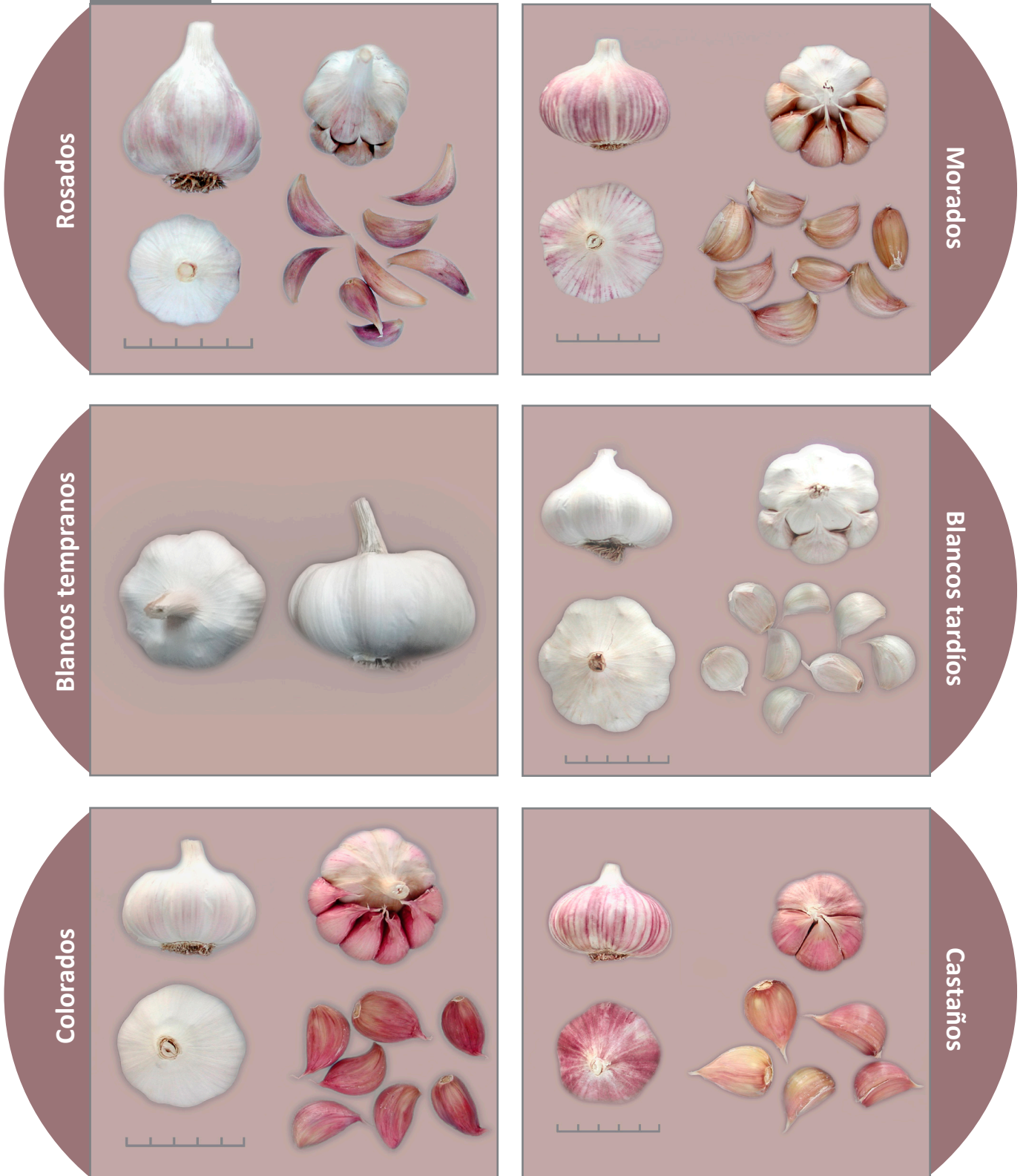
Interpretación sintética del agrupamiento de ajos argentinos (Allium sativum), según su versión actualizada en 2013. Fuente: J.A. Portela.

Los cultivares de los diferentes grupos pueden o no desarrollar tallo floral. Aquellos que por lo general no lo forman se los denomina de "cuello blando" por su consistencia a cosecha (tienden a "volcarse" en la senescencia), mientras que los que sí lo poseen se los denomina de "cuello duro" (por la presencia del escapo se mantienen más fácilmente erectos en la senescencia).

Dentro de estos últimos existen cultivares en los que se forma el tallo floral, pero no alcanza a emerger por el extremo del falso tallo, mientras que en otros el escapo se manifiesta de manera muy vigorosa. El estímulo de frío es determinante para que la emisión de escapos se manifieste.

Otro criterio de agrupamiento de cultivares, además de los aspectos ecofisiológicos, es por perfiles de mercado a los que pueden orientarse. En este sentido, la Norma IRAM/INTA 155.003 establece categorías de tipos comerciales de ajos para la Argentina, los que se distinguen fundamentalmente en función del color externo de los bulbos o de los bulbillos, y en la contextura del "cuello" (dura o blanda, según la presencia o no de vara floral); todos ellos, atributos que se asocian a la preferencia de los consumidores por unos u otros ajos para consumo en fresco (Figura 9).

Figura 9



Tipos comerciales más comunes de ajos argentinos.
Fuente: M. Nieva.

Integrando los dos enfoques comentados, en el Cuadro 2 se presentan las equivalencias entre grupos ecofisiológicos y tipos comerciales, indicándose además los nombres de cultivares representativos de cada uno inscriptos en Argentina.

Algunos tipos comerciales están asociados a grupos de adaptación climática bien definidos. Así, los Morados y Blancos tempranos son Grupo Pekinense; los Blancos tardíos y Colorados pertenecen al Grupo Sativum, mientras que los Castaños corresponden al Grupo Ophioscorodon. El Cuadro 3 propone una clave sencilla para reconocer los tipos comerciales de ajos según la Norma IRAM/INTA 155.003.

Cuadro 2

Tipo comercial	Grupo ecofisiológico	Cultivar más representativo
Rosado	II	Alpa Suquía
Blanco temprano	III a	Killa INTA
Morado	III a	Morado INTA
Violeta	III b	Lican INTA
Blanco tardío	III b	Nieve INTA
Colorado temprano	IV a	Coral INTA
Colorado tardío	IV b	Rubí INTA
Castaño	IV c	Castaño INTA

Relaciones entre grupos ecofisiológicos y tipos comerciales de ajo en Argentina, con ejemplos de cultivares representativos inscriptos.

Fuente: J.L. Burba

Cuadro 3

						
	Rosados*	Morados	Violetas	Blancos	Colorados	Castaños
Forma del bulbo	Cónica	Chata	Cónica	Chata	Globosa achatada	Globosa achatada
Color del bulbo	Blanco suavemente variegado	Blanco fuertemente variegado	Blanco suavemente variegado	Blanco rara vez variegado	Blanco	Blanco fuertemente variegado

						
	Rosados*	Morados	Violetas	Blancos	Colorados	Castaños
Color de "dientes"	Rosado	Beige	Beige	Blanco	Rojo	Castaño
Contextura del "cuello"	Duro	Duro	Blando	Blando	Duro	Duro
Ingreso al mercado	Agosto	Octubre	Noviembre	Noviembre	Diciembre	Enero

** Desde fines del siglo pasado, el cultivo de ajos Rosados ha venido perdiendo relevancia en el país. Esto es debido a múltiples factores, pero la aparición de ajos del Grupo Pekinense en Argentina, de gran productividad y precocidad, así como mejor calidad que los Rosados, ha contribuido grandemente en ello.*

Clave para el reconocimiento de tipos comerciales de ajo en Argentina. Fuente: J.L. Burba.

Bases ecofisiológicas para la producción

J.A. Portela

4.1. El ciclo de la planta

La capacidad de un "diente" para transformarse en una nueva planta completa está fuertemente influenciada por el ambiente. Brotación, crecimiento vegetativo, floración-bulbificación y dormición, son etapas del ciclo anual de esta especie que ocurren en estrecha coordinación con las estaciones del año (Figura 10), caracterizadas por ofertas ambientales marcadamente distintas entre sí.

En regiones de clima templado y de latitudes intermedias, semejantes a las de la zona de origen probable de la especie, los "dientes" brotan a fines del verano y principios del otoño. Las nuevas plantas crecen lentamente durante otoño e invierno, formando principalmente su sistema radical.

Al comenzar a elevarse las temperaturas invernales, hacia el final de la estación, aumentan rápidamente su biomasa foliar, mientras que, simultáneamente, los estímulos térmicos y fotoperiódicos determinan también a fines de invierno el cambio de ápice:

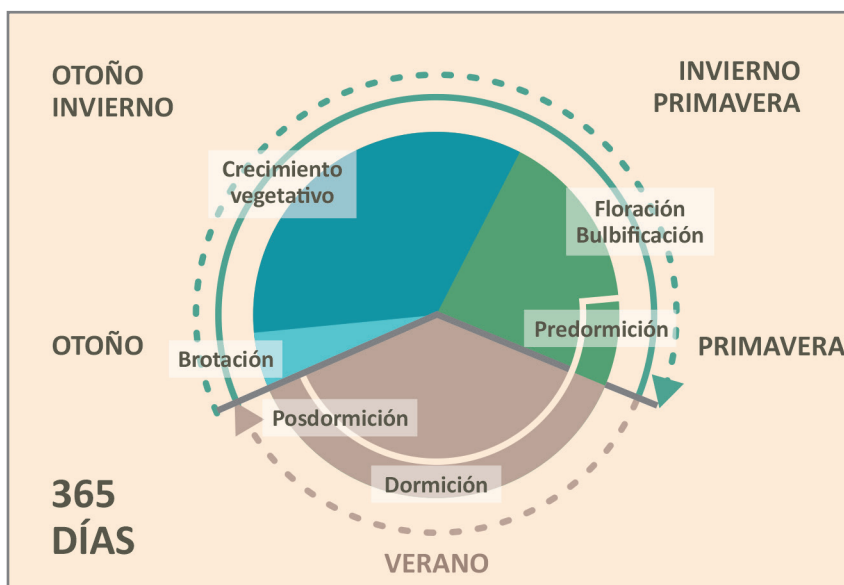


Figura 10

Ciclo anual del cultivo, coordinado con el ambiente.

Fuente: J.A. Portela.

de vegetativo a inicio de inflorescencia (en aquellas variedades que florecen), primero, y luego, un tiempo después, la definición de hojas de reserva y el comienzo del llenado del bulbo (bulbificación).

Más tarde, poco antes de que finalice la bulbificación y en tanto el follaje de la planta comienza a senescer, empieza una etapa muy importante, de predormición, en que las hojas transfieren naturalmente a los bulbillos los inhibidores de brotación (fitohormonas específicas), que les permitirán superar en estado de dormición la estación adversa para el crecimiento: el verano.

Bajo condiciones ambientales naturales, esta etapa de dormición culminará hacia finales de la estación estival o principios de otoño, cuando el balance entre inhibidores y promotores de la brotación comience a inclinarse a favor de estos últimos, determinando así el inicio de un nuevo período de crecimiento.

Esta estrecha sincronización con los cambios estacionales, propia de una especie de ciclo plurianual, determina características particulares al cultivo. En primer lugar, la planta de ajo consigue soportar los fríos invernales más intensos, lógicamente con importante sacrificio en el ritmo de acumulación de biomasa, pero no logra prosperar en condiciones de temperaturas muy elevadas, como las estivales de latitudes intermedias.

Luego, para comenzar a formar el bulbo la planta requiere completar un determinado estímulo de frío. En la práctica, esta exigencia indica la percepción de la ocurrencia del invierno por parte de la planta, pero es también el aviso de que las temperaturas volverán a estar después más cerca del óptimo para el crecimiento y la bulbificación.

Una vez cubierto el requerimiento de frío, la señal ambiental para el inicio del llenado del bulbo está dada por un valor crítico de longitud del día. Dado que el fotoperíodo es una variable directamente asociada a la latitud, resulta una condición constante para una localidad dada y determina que la fecha de cosecha de un mismo cultivar será siempre la misma allí, con muy pequeñas diferencias entre años (debidas solo a variaciones térmicas interanuales), independientemente de cuándo hubieran sido plantados los bulbillos; asimismo, implica que ante cualquier cambio en la duración del período de cultivo (por ejemplo, por plantación fuera de época), la planta ajustará su ciclo de vida variando esencialmente la duración del crecimiento vegetativo, con su consecuente impacto negativo en el rendimiento.

Finalmente, la senescencia de la planta está definida por el rápido aumento de las temperaturas primaverales (esencialmente las nocturnas), que le indican la inminente llegada de la estación desfavorable para el crecimiento.

4.2. Control ambiental del crecimiento y el desarrollo

Como ya se expuso en el Capítulo 2, la planta de ajo se caracteriza por tener raíces adventicias, muy abundantes y superficiales a modo de una densa cabellera, y un vástago

conformado por un tallo comprimido, de unos pocos milímetros de alto, que se ubica bajo la superficie del suelo y del cual surgen las hojas de follaje (biomasa fotosintéticamente activa).

El bulbo se forma bajo tierra, inmediatamente por debajo de la superficie. Se trata de un bulbo compuesto, que según el cultivar que se trate puede contener de 5 a 30 bulbillos o “dientes” envueltos por las vainas de las hojas de follaje.

Los bulbillos se forman en las yemas axilares de las hojas más jóvenes, que pueden variar considerablemente en número según la variedad. En los ajos que florecen lo común es que haya solo 2 hojas con formación de dientes en sus yemas axilares. En tanto, en aquellos ajos que normalmente no florecen, las hojas cuyas yemas dan origen a bulbillos pueden ser 3, 4 o incluso más.

4.2.1. Control del crecimiento vegetativo

Uno de los aspectos menos estudiados en la ecofisiología del ajo es el crecimiento de las raíces. Se conoce que inicia de manera simultánea con la expansión de las hojas preformadas, al reiniciarse el cultivo con la brotación, pero ocurre a un ritmo mucho mayor que el de estas bajo las frías temperaturas invernales. De hecho, la biomasa radicular constituye el componente de la planta que más aumenta hasta fines de invierno, siendo recién ahí superado por la biomasa foliar.

Otros aspectos del crecimiento y del desarrollo del ajo han sido estudiados con mucha mayor profundidad. Distintos autores han coincidido en determinar que la temperatura basal (umbral térmico mínimo) para el crecimiento vegetativo se encuentra alrededor de 0 °C; o algo por debajo de ese valor, según qué momento del ciclo se considere en particular. No obstante, a fines prácticos, tomar el valor de 0 °C como umbral mínimo para todas las etapas de crecimiento a campo sería el criterio más apropiado.

La formación de las hojas en la planta es una función directa de las condiciones térmicas imperantes, pero pueden darse respuestas diferentes de acuerdo con la variedad que se trate, la fecha de plantación en una determinada localidad, o el año en particular. Así, el filocrono, que es la expresión del tiempo térmico (sumatoria de temperaturas medias diarias sobre la temperatura basal) entre la aparición de dos hojas sucesivas en la planta, puede variar entre los ajos del Grupo *Sativum* (origen mediterráneo) entre 100 °C-día y 175 °C-día; un rango realmente amplio, si se considera que se da dentro de un mismo grupo de ajos.

Incluso, en plantaciones muy tardías, se observó que el filocrono dejaba de ser constante y se volvía variable con el momento del ciclo de vida de la planta: mucho menor al principio, para luego aumentar lentamente, con la disminución en el ritmo de aparición de hojas poco antes de iniciarse la formación del bulbo.

Este hecho, que los requerimientos térmicos para la aparición de nuevas hojas se reduzcan con las plantaciones tardías, puede ser interpretado como una respuesta de aclimatación de la planta frente al estrés generado por el envejecimiento de los propágulos, así como por el desacople de la natural sincronización con el ambiente. Es asimismo el modo en que la planta de ajo asegura más rápido establecimiento del área foliar para, por ejemplo, conseguir en menor tiempo mayor intercepción de radiación fotosintéticamente activa y, en cierta forma, lograr compensar al menos parcialmente el acortamiento del período de crecimiento vegetativo que conlleva la plantación tardía.

Estudios a campo sobre la evolución de la acumulación de biomasa en el vástago de la planta de ajo, repetidos durante varios años en la localidad de La Consulta (Mendoza, Argentina; 33,70° S y 950 m s. n. m.), permitieron determinar que las porciones aéreas (el falso tallo y las láminas de las hojas) y subterránea (el bulbo) presentan distintos patrones de crecimiento.

En la Figura 11 se ejemplifica el caso de una planta de ajo colorado (Grupo *Sativum*), donde se muestra que en la porción aérea (el vástago considerado desde los 5 cm por sobre el disco basal de la planta) es posible definir cuatro fases en el proceso de acumulación de biomasa: la del crecimiento inicial, la del rápido crecimiento vegetativo, la del máximo crecimiento, y la de la pérdida de biomasa asociada a la senescencia de hojas y removilización de fotoasimilados hacia el bulbo.

De manera coherente, en la porción subterránea también es posible identificar cuatro fases: la de decrecimiento asociado al consumo de las reservas en el bulbillo semilla, la del crecimiento inicial, la del rápido crecimiento, y la de desaceleración por "entrega" de la planta (predormición).

Estos mismos patrones de crecimiento es posible observarlos en todas las variedades de ajo si bien, cuando son cultivadas en una misma localidad, entre ellas pueden existir diferencias importantes en la duración de las fases y en el ritmo al que evoluciona la biomasa de cada porción.

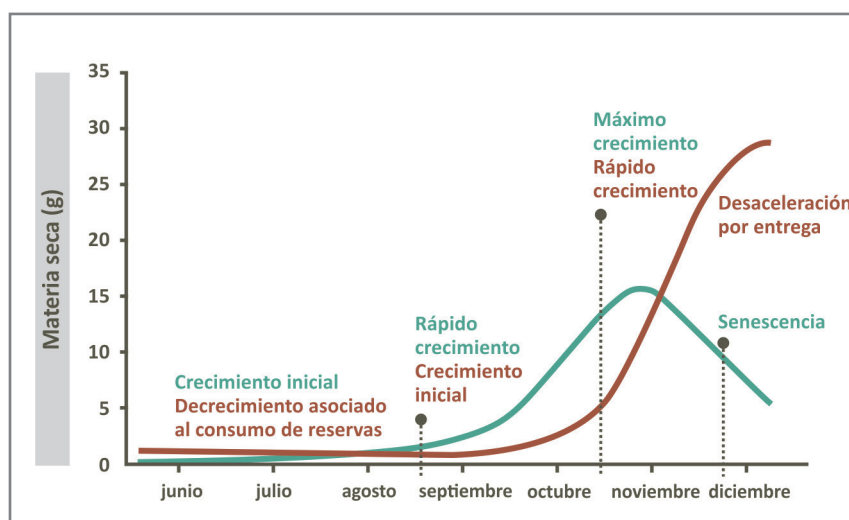


Figura 11

*Patrones de acumulación de biomasa en dos porciones, aérea (verde) y subterránea (violeta), del vástago de una planta de ajo colorado (grupo *Sativum*), en La Consulta, Mendoza (33,70° S y 950 m s. n. m.). Fuente: J.A. Portela.*

4.2.2. Inicio de la bulbificación y crecimiento secundario

Como ya se expuso previamente, el ajo necesita cubrir un determinado requerimiento de frío para que la bulbificación (el "llenado" del bulbo) tenga lugar. Si bien no está claro aún cuál es la temperatura que genera ese estímulo, ni tampoco con qué frecuencia (por cuántos días) debe darse ese valor térmico para que sea efectivo, es esperable que se encuentre en el rango de 5 °C a 10 °C y que puedan existir importantes diferencias entre las variedades cultivadas respecto a esto.

Por lo pronto, se puede afirmar que en la actual zona núcleo de producción en Argentina, los oasis cultivados de Mendoza, ninguna de las variedades difundidas en la región han mostrado restricciones para la captación de suficiente estímulo de frío; aun en 2006, que fue el año con el invierno más cálido de las últimas seis décadas.

En cambio, en áreas marginales para variedades adaptadas a climas templados, como pueden ser las localidades de Concordia (Entre Ríos; 31,37° S y 35 m s. n. m.) o Cruz del Eje (Córdoba; 30,72° S y 470 m s. n. m.), plantaciones tardías o inviernos ocasionalmente muy cálidos pueden dar lugar a una insuficiencia en el estímulo para bulbificación. En estos casos, las plantas continúan vegetando hasta que ocurre la senescencia foliar con la llegada del verano, sin lograr dejar descendencia.

Aparentemente, este estímulo de frío está determinado por las condiciones térmicas que tienen lugar durante la noche. En los estudios realizados a campo en la localidad de La Consulta, se encontró que variaciones interanuales en los ritmos de crecimiento y desarrollo durante la estación invernal se asociaban fundamentalmente a diferencias en las temperaturas mínimas entre años.

Lo que no es extraño que ocurra, especialmente en plantas geófitas como el ajo, que preservan sus ápices de crecimiento bajo la superficie del suelo, en donde las amplitudes térmicas diarias son pequeñas y las variaciones de temperaturas mínimas entre las estaciones del año se dan de manera progresiva, sin grandes fluctuaciones, pudiendo ser un indicador "confiable" de lo que ocurre en la superficie.

Entonces, sin el estímulo de frío suficiente el ajo no llegará a formar el bulbo. Sin embargo, esta especie presenta una particularidad muy importante, por las implicancias que ella tiene en el manejo del cultivo, y es que puede comenzar a percibir el estímulo de frío aun antes de haber sido plantado.

De esta manera, es posible generar artificialmente en él la inducción de la bulbificación, mediante el almacenamiento de los propágulos en condiciones térmicas inductivas (temperaturas entre 5 °C y 10 °C) durante períodos suficientemente largos (algunas semanas), previo a la plantación.

Se trata de una característica natural de la especie cuyo aprovechamiento ha tomado enorme valor agronómico en regiones tropicales (por ejemplo, en el Centro Oeste de

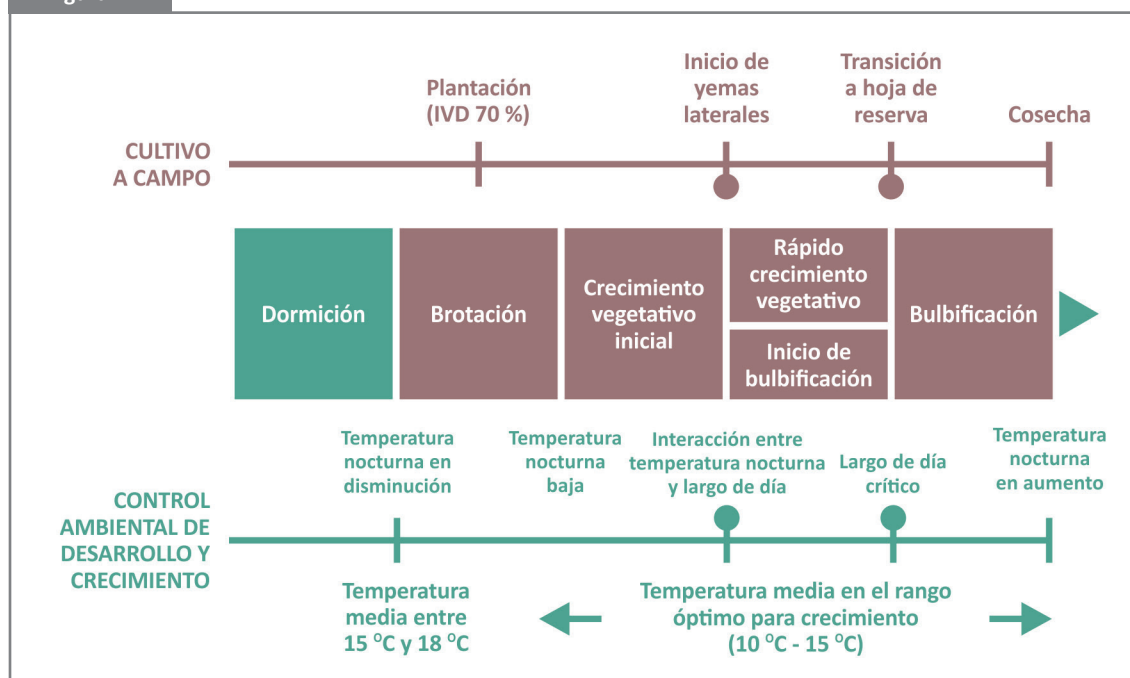
Brasil, a 16° de latitud sur y 900 m s. n. m.), haciendo posible allí el cultivo continuado de variedades originalmente adaptadas a climas templados de latitudes intermedias.

Una vez que se ha completado el estímulo de frío necesario para la formación del bulbo, la planta está en condiciones de comenzar el proceso de inicio de la bulbificación, que consta de dos pasos bien definidos en el tiempo: el inicio de las yemas axilares, por ruptura parcial de la dominancia apical, y la transición en los puntos de crecimiento de las yemas axilares, hacia la formación de hojas de reserva (Figura 12).

Entre estos dos pasos existe un lapso, variable con la variedad y la localidad que se trate (pero que puede ser de entre uno y dos meses), en el cual coexisten en la planta los procesos de crecimiento vegetativo y reproductivo. Coincidentemente con el primer paso se inicia la formación de la inflorescencia, en aquellas variedades que florecen, y recién después de superado el segundo paso, la transición a hoja de reserva, comienza realmente el llenado del bulbo, que culminará con la cosecha.

La ocurrencia del primer paso en el inicio de la bulbificación, que tiene lugar hacia finales del invierno cuando los días comienzan a alargarse, requiere una determinada señal de largo de día. Sin embargo, el control ambiental de este cambio de estado estaría dado por una interacción entre la temperatura nocturna y el largo de día, de forma tal que a mayor estímulo de frío recibido (mayor frecuencia de temperaturas inductivas), el largo de día requerido es menor. Es decir, en años de inviernos más fríos este cambio de estado se adelanta en el tiempo.

Figura 12



Control ambiental sobre las etapas del ciclo de vida de una planta de ajo en latitudes intermedias.
Fuente: J.A. Portela.

No obstante, en condiciones de campo para una misma localidad, el rango de variación entre años no sería superior a 10 o 15 días; pero sí pueden ser mucho más importantes las variaciones si la semilla fue artificialmente inducida con almacenamiento en frío antes de la plantación. En este último caso, el adelantamiento será muy significativo y se perderá de ahí en más todo el ajuste de la planta a la normal sucesión de las estaciones del año.

Respecto al segundo paso en el inicio de la bulbificación, a diferencia de lo que sucede con el primero el control ambiental está dado fundamentalmente por el largo de día. El llenado del bulbo recién comienza, entonces, cuando un determinado estímulo foto-periódico se completa, aunque no está del todo claro si la respuesta a este estímulo es acumulativa o absoluta, ya que hay evidencias de ambas en distintas variedades y condiciones probadas.

Lógicamente, el valor crítico de largo de día puede variar con el cultivar en función de la latitud del área en la que, durante cientos de años, se hubiera adaptado a crecer. Una vez superado este momento, la planta ya no producirá nuevas hojas de follaje y, a partir de la actividad de las que se hayan logrado formar y mantener hasta entonces, se dedicará de manera irreversible a la formación de los propágulos.

No obstante, el hecho de que exista un lapso suficientemente largo entre el primer y segundo paso, hasta que comience definitivamente el llenado del bulbo, hace posible que en los puntos de crecimiento de las yemas axilares lleguen eventualmente a formarse nuevas hojas de follaje, antes de que ocurra la transición a hoja de reserva, desarrollándose así brotes laterales que podrían luego aparecer entre las vainas de dos hojas principales consecutivas.

Este proceso de crecimiento secundario, comúnmente conocido en Argentina como "rebrote" (y que en otros países productores recibe nombres comunes diferentes, como por ejemplo: "superbrotamento o prefilhamento" en Brasil, "ramaleo" en Chile, o "branching" en EUA), no es un fenómeno extraño en el cultivo y todas las variedades de ajo son capaces de presentarlo, aunque con diferente susceptibilidad a ello.

Sin embargo, se trata de un proceso fisiológico comercialmente indeseable, porque genera importantes pérdidas de calidad tanto en ajos destinados al consumo en fresco como en los destinados a semilla. Por la proliferación de hojas verdes, el cuello del bulbo rebrotado no llega a cerrarse bien durante la poscosecha (aspecto clave para la adecuada conservación del producto), facilitando la entrada de enfermedades durante el almacenamiento, el empaque y la comercialización.

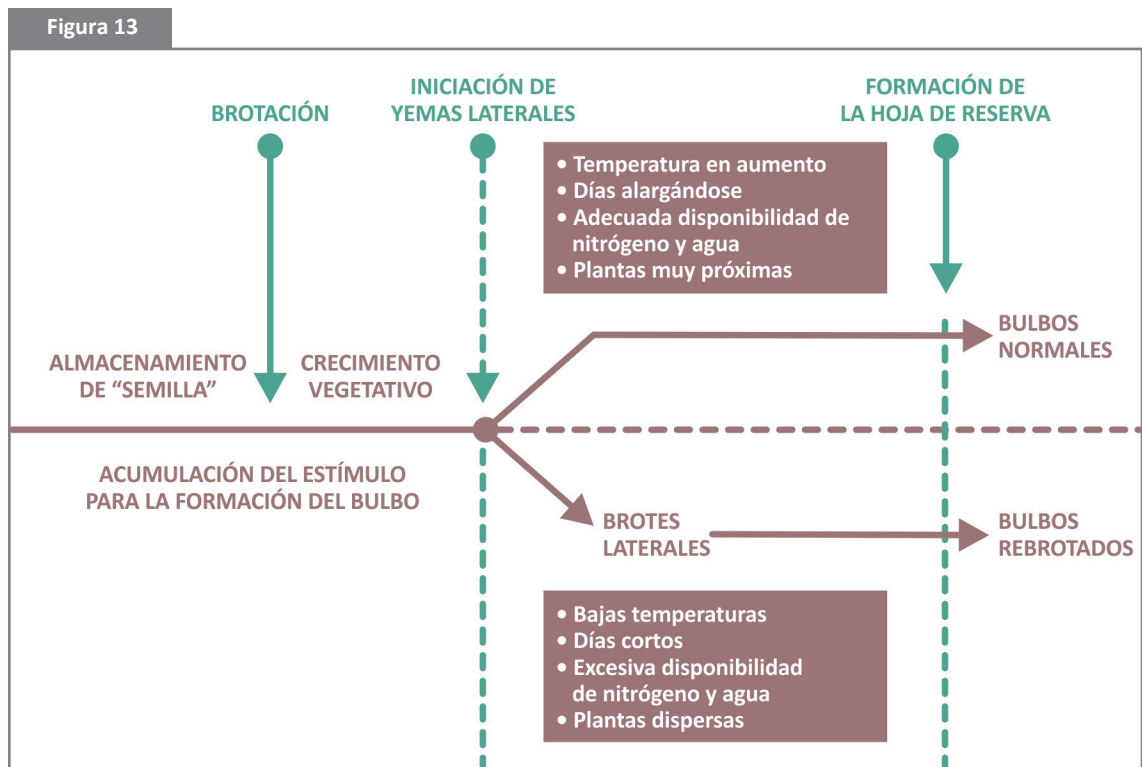
Además, la mayor cantidad de hojas verdes genera un ambiente demasiado húmedo dentro del bulbo, dando lugar también durante la poscosecha a la aparición de manchas de color "chocolate" (por oxidación de tejidos) en las hojas envolventes, afectando la apariencia del producto. En tanto, en cada uno de esos brotes verdes pueden haberse formado varios bulbillos pequeños en el sitio donde debería haber habido uno solo, disminuyendo así el número de bulbillos de tamaño adecuado para ser empleados como "semilla".

Las condiciones ambientales que dan lugar al rebrote son esencialmente las mismas que promueven el crecimiento vegetativo: días cortos, temperaturas relativamente bajas, elevada disponibilidad de nitrógeno y agua en el suelo, escasa interferencia entre plantas (baja densidad poblacional). Pero se las puede agrupar en dos componentes con distinto efecto: las dos primeras serían las responsables de que el rebrote tenga lugar, mientras que las otras determinarían la gravedad con que el proceso se manifiesta, una vez que ha sido iniciado como respuesta a las señales termo y fotoperiódicas.

Si una vez iniciadas las yemas laterales en la planta las condiciones ambientales se mantienen promotoras del crecimiento vegetativo, entonces habrá formación de brotes laterales y, consecuentemente, de bulbos rebrotados (Figura 13).

Hablar de adecuada disponibilidad de nitrógeno y agua resulta algo demasiado ambiguo, por lo que vale aclarar aquí que lo fundamental sería evitar los excesos de fertilización y de provisión de agua por encima del nivel de suficiencia (establecido a campo por análisis de fertilidad de suelo y por monitoreo de su estado hídrico), y que para ello será tan importante considerar la disponibilidad continua como la instantánea.

Si los niveles de los recursos fluctúan marcadamente en el suelo, de la escasez a la suficiencia, y más aún de manera repetida pero dilatada en el tiempo (con intervalos demasiado largos entre aplicaciones), la señal ambiental también podrá ser promotora del crecimiento vegetativo y del rebrote.



*Condiciones ambientales que determinan la expresión del proceso fisiológico de rebrote en ajo.
Fuente: J.A. Portela.*

4.2.3. Control del llenado del bulbo

Existen importantes diferencias en los ritmos de crecimiento del bulbo entre variedades de ajo, aún dentro de los cultivares adaptados a un mismo conjunto de condiciones termo y fotoperiódicas.

En esto seguramente ha tenido un rol fundamental el cultivo repetido, durante muchísimos años, de un mismo grupo de poblaciones de ajo en ambientes muy particulares, dando lugar a las adaptaciones climáticas antes mencionadas.

En la práctica se traduce en el hecho de que haya cultivares adaptados a climas templados de latitudes intermedias, que en una localidad determinada comienzan el llenado prácticamente en el mismo momento, pero algunas de ellas lo hacen en apenas un mes (y llegando a alcanzar comparativamente los más altos rendimientos), mientras otras lo hacen en el doble de tiempo.

El primero es el caso de los ajos que hoy se conocen en Argentina como “Blancos Tardíos” y el segundo es el de los “Colorados”; ambos pertenecientes al Grupo Sativum, antes descrito, de los ajos climáticamente adaptados a la región del Mediterráneo.

En cualquiera de los casos, el factor ambiental que controla el ritmo de crecimiento del bulbo es el mismo: la temperatura, que debe encontrarse en el rango óptimo para cada variedad. Lo que cambia entre los cultivares es la eficiencia con que aprovechan las condiciones ambientales óptimas para el crecimiento y la tolerancia que presentan a la progresiva elevación de la temperatura durante la primavera.

Una vez más, los estudios realizados en La Consulta (Mendoza) indicaron que son las temperaturas mínimas las que gobiernan la duración de este período (Figura 12), de forma tal que noches cada vez más cálidas y con mayor frecuencia de ocurrencia pueden acelerar la senescencia de las plantas.

En la práctica, los cultivos de ajo no culminan con la total senescencia foliar, porque esto implicaría luego la pérdida de las hojas envolventes en el bulbo y la exposición de los bulbillos durante la poscosecha, estropeando definitivamente la calidad del producto.

Por eso, uno de los criterios que se emplean para definir la cosecha es el número de hojas verdes remanentes, que depende de la cantidad de hojas “fértils” (las hojas en cuyas yemas laterales se originan bulbillos) que, como ya se comentó, caracteriza a cada variedad y que debe ser un número lo suficientemente ajustado como para asegurar que el bulbo esté completamente formado al momento de ser arrancado del suelo.

Como pautas generales se aceptan que, para ajos destinados al consumo en fresco, los que tienen solo dos hojas fértiles deberían cosecharse con no menos de 5 hojas verdes (hojas que aún presenten al menos el 20 % de su lámina verde), y los que tienen 3 o más hojas fértiles deberían cosecharse con no menos de 7 hojas verdes.

Basándose en estos criterios, en los estudios realizados en La Consulta fue posible modelar la senescencia de hojas en función de la suma de temperaturas mínimas diarias desde plantación. Con estos modelos, se obtuvo luego para distintos cultivares el requerimiento en grados-día de temperatura mínima para que ocurra la total senescencia de una hoja, lo que hace posible hasta cierto punto la predicción del momento óptimo de cosecha.

4.2.4. Control de la floración

Cuando ocurre la cosecha del cultivo, es común que la inflorescencia se encuentre aún en pleno crecimiento, y que este continúe en la poscosecha a expensas de la biomasa ya acumulada en el tallo floral. Incluso, hay evidencias de cierta posibilidad de removilización de biomasa desde el bulbo hacia la inflorescencia, hacia el final del cultivo.

Como se expuso previamente, no todos los tipos de ajo florecen normalmente, pero en aquellos que sí lo hacen esta se hace evidente cerca del final del cultivo, con la emergencia de una inflorescencia terminal por dentro del falso tallo. Se trata de una umbela simple en el extremo de un escapo (tallo floral), en la que lo normal es que las flores que se forman sean estériles, y vayan siendo progresivamente reemplazadas por pequeños bulbillos, similares a los formados en el bulbo, pero de tamaño mucho menor, que se denominan "aéreos" para diferenciarlos de estos últimos.

Para que la floración tenga lugar también es necesario que la planta haya sido inducida previamente por la exposición a bajas temperaturas (vernalización), con valores alrededor de 0 °C, aunque existen diferencias entre cultivares respecto al rango óptimo. Esta inducción puede ocurrir a campo, por el efecto natural de las temperaturas invernales, o puede ser generada artificialmente, con el almacenamiento en frío de los bulbillos semilla antes de la plantación.

El óptimo térmico para que suceda la vernalización es algo menor que para el inicio de la formación del bulbo, por lo que la floración comienza un poco antes que el crecimiento en las yemas laterales. Asimismo, cuando las primaveras son inicialmente más frescas aumenta el número de plantas que llegan a formar la inflorescencia en un cultivo; incluso, bajo esas condiciones es posible encontrar un cierto número de plantas florecidas aun en cultivares que típicamente no florecen, como los blancos tardíos.

En cambio, si la primavera inicia muy cálida, el porcentaje de plantas florecidas podrá ser menor, aun cuando todas las plantas hayan sido vernalizadas. Por lo tanto, una vez inducida la floración, el control ambiental del crecimiento de la inflorescencia continúa siendo principalmente ejercido por la temperatura.

En la práctica, ambos procesos, floración y bulbificación, ocurren de manera simultánea en la planta y son destinos que compiten entre sí por los fotoasimilados generados en las hojas. A fin de controlar esta competencia entre el órgano de cosecha y la inflorescencia (particularmente, es el botón floral el que ejerce el antagonismo), en algunos países (como Argentina) existe la práctica común de remover el ápice del tallo floral y la hoja

que lo envuelve (espata), apenas emergen del falso tallo por entre la vaina de la hoja más joven.

No obstante, hay importantes diferencias entre cultivares, tanto en la velocidad de crecimiento de la inflorescencia como en la partición relativa de biomasa a esta, por lo que no siempre se justificaría efectuar la práctica de ablación del botón floral, y en ciertos casos, como cuando la emergencia de la inflorescencia coincide con el momento óptimo para la cosecha, ni siquiera sería conveniente realizarla porque ya no lograría eliminar la competencia y complicaría inútilmente la recolección del cultivo.

Como ya se comentó también, lo común es que el ajo no sea capaz de generar semillas verdaderas. No obstante, en la supuesta zona de origen de la especie se han encontrado ajos cultivados del Grupo *Longicuspis* que poseen cierta capacidad para producir semillas verdaderas.

Esto dio lugar a una serie de estudios, desarrollados en otras partes del mundo (EUA, Holanda, Israel) para intentar recuperar la propagación sexual en la especie cultivada, con el fin de emprender luego la obtención de nuevas variedades por cruzamiento e ingeniería genética. Sin embargo, después de más de veinticinco años de trabajo, no existe aún un mercado de cultivares de ajo producidos a partir de semilla verdadera.

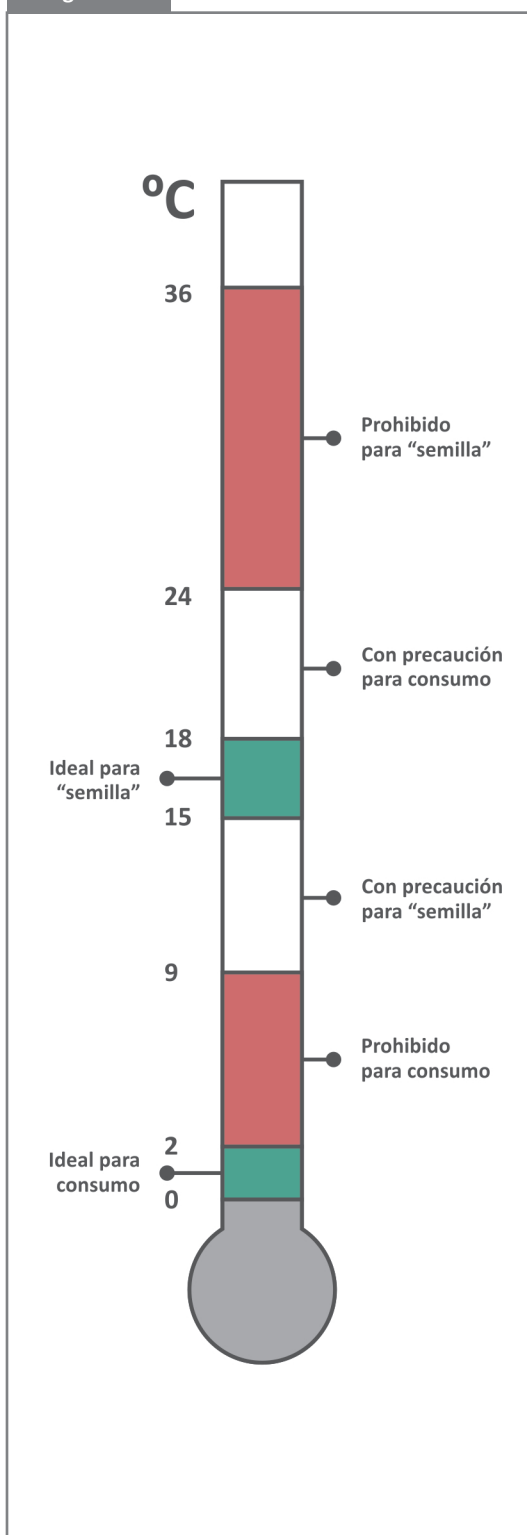
4.2.5. Control de la dormición

La cosecha de los bulbos precipita su ingreso en la etapa de dormición. Durante este período el control ambiental también es ejercido fundamentalmente por la temperatura, que puede hacer que la etapa se acorte drásticamente o se extienda por varios meses. Sin embargo, existe un lapso, inmediatamente después de la cosecha, en que los propágulos deben aún terminar de madurar y en que la planta resulta insensible a los estímulos térmicos. La duración de este lapso puede variar con múltiples factores (agronómicos, clonales, ambientales), pero en términos generales se lo considera de un mes.

Luego de superada esta condición de insensibilidad al ambiente el bulbo almacenado se vuelve muy susceptible, pero con efectos diferentes y hasta antagónicos según el rango térmico que se trate.

Por ejemplo, si las temperaturas de conservación de los bulbos se ubican entre 15 °C y 18 °C (rango de temperaturas medias característico del otoño en zonas templadas y áridas), la superación de la dormición será más rápida y homogénea que lo normal en todos los bulbillos del bulbo, asegurando que la brotación sea temprana y uniforme, sin alteración importante de la sincronización del ciclo de vida con el ambiente (Figura 14). Por ello, una práctica recomendada es conservar a esas temperaturas, al menos por los últimos 30 días antes de la fecha prevista para la plantación, a los bulbos destinados a proveer semilla para iniciar un nuevo cultivo.

Figura 14



Efecto de las temperaturas de almacenamiento de bulbos sobre las etapas:
Fuente: J.L. Burba y J.A. Portela.

Ahora, si las temperaturas de conservación se ubican entre 5 °C y 10 °C, que como ya se expresó es el rango inductivo de la bulbificación (porque es compatible con la ocurrencia del invierno), no solo habrá acortamiento violento de la dormición, sino que habrá además estimulación anticipada de la formación del bulbo, acortándose también el período de crecimiento vegetativo a campo, con la consecuente pérdida de sincronización con el ambiente y caída en el rendimiento potencial.

Entre los 25 °C y los 18 °C, rango de temperaturas que sería propio del final de la estación estival en zonas áridas de latitudes intermedias, la dormición evoluciona naturalmente en los propágulos, manteniéndose las diferencias fisiológicas existentes entre bulbillos, aún dentro de un mismo bulbo: los más grandes en un estado de salida de la dormición más avanzado y los más pequeños más profundamente dormidos. Estas condiciones de conservación son las más semejantes al ambiente natural en dichas zonas, con lo que la sincronización de la brotación sería la más normal.

Sin embargo, también es posible prolongar la dormición, ya sea por inducción artificial de esta conservando los bulbos a muy altas temperaturas (por encima de 25 °C), lo que resulta compatible con una señal ambiental de prolongación del verano, o por conservación a muy bajas temperaturas, entre 0 °C y 2 °C, que hacen que se frene fuertemente el crecimiento en los bulbillos.

En ambos casos, el resultado sería el mismo: los bulbillos de ajo salen mucho más lentamente de la dormición; pero en el primero, las altas temperaturas van acom-

Figura 15



*Cámaras de conservación de ajo destinado al mercado fresco (entre 0 °C y 2 °C).
Fuente: J.L. Burba.*

pañadas de una drástica deshidratación de los bulbos, con envejecimiento y pérdida de calidad de los bulbillos, por lo que la conservación en cámaras a muy bajas temperaturas es la que ofrece las condiciones térmicas óptimas para la conservación de bulbos cuando el destino es el consumo en fresco (Figura 15).

Esta variedad de respuestas a la temperatura durante la etapa de dormición permite así la implementación de una valiosa herramienta de manejo fisiológico (Figura 14), que puede tanto prolongar la conservación de los bulbos orientados al mercado fresco como uniformar, y hasta acortar, la superación de la dormición en bulbos destinados a semilla. No obstante, obliga asimismo a conocer adecuadamente la respuesta de las variedades de ajo en cultivo, así como a practicar su conservación hasta lograr los objetivos buscados, para evitar que el empleo de la técnica a gran escala se transforme en una sucesión de resultados nefastos.

4.3. Etapas ecofisiológicas del cultivo

De las Figuras 12 y 13 se desprende que es posible dividir el período de cultivo del ajo en cinco etapas ecofisiológicas: lapsos consecutivos en el ciclo de vida de la especie, con características diferenciales en cuanto al ritmo de acumulación de biomasa y su partición en la planta, y cuya duración está determinada por la ocurrencia de ciertas condiciones ambientales, permitiendo la sincronización del ciclo con la natural sucesión de las estaciones en el año.

La primera etapa es la "brotación", que va desde la plantación hasta la emergencia y depende esencialmente de la temperatura y de la adecuada disponibilidad de agua.

La segunda es el "crecimiento vegetativo inicial", etapa más larga y cuya duración depende de las temperaturas mínimas que tienen lugar durante el invierno así como del fotoperíodo que se alcanza hacia fines de esta estación; si las temperaturas mínimas son muy bajas y constantes, el fin de esta etapa puede adelantarse (es decir, el largo de día necesario para pasar a la etapa siguiente es menor).

La tercera etapa es el "rápido crecimiento vegetativo", en la que la planta aumenta rápidamente en altura y en la expansión de hojas y cuya duración está definida por un valor de largo de día determinado, que puede ser variable entre cultivares. Esta etapa es especialmente importante, porque en ella se superponen el crecimiento del follaje y el proceso de inicio de la bulbificación.

La cuarta etapa es la del "rápido crecimiento del bulbo", en la que la planta comienza a "llenar" el bulbo a la máxima tasa (velocidad) y cuya duración depende fundamentalmente de las temperaturas mínimas, como ocurría con la segunda etapa, aunque en este caso son las temperaturas mínimas elevadas, no las bajas, las que tienen el control; esto significa, que la ocurrencia de noches muy cálidas durante la primavera puede acelerar el paso a la siguiente etapa.

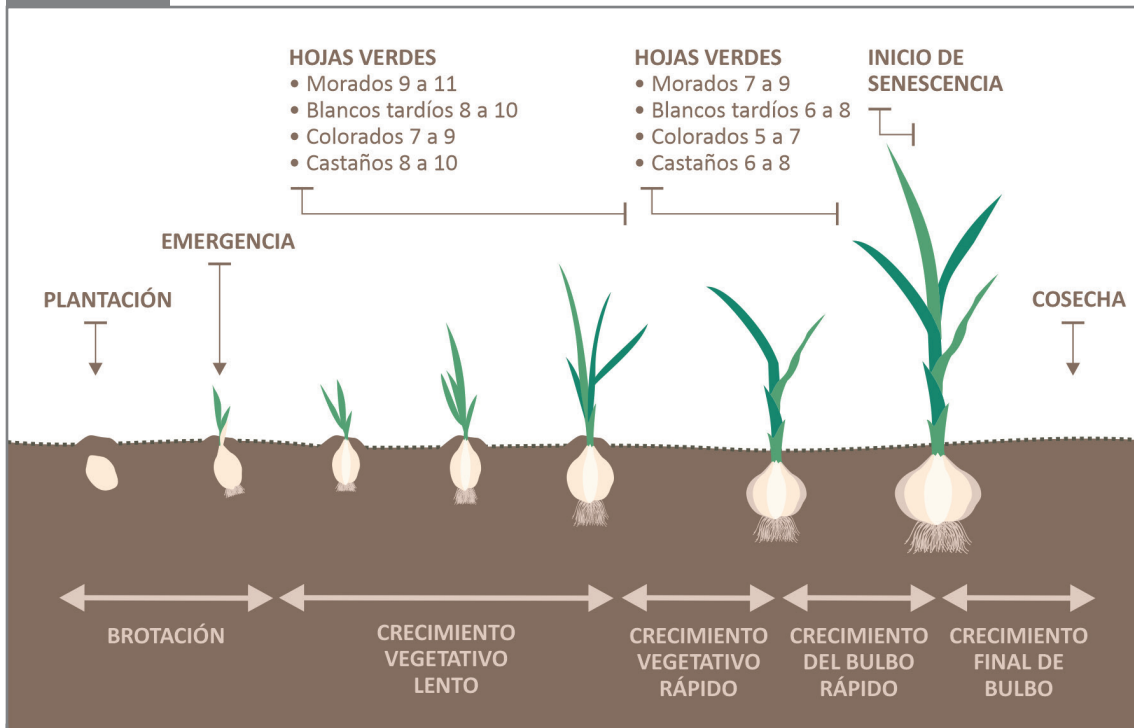
La quinta y última etapa es la del "Crecimiento final del bulbo", que va desde el inicio de senescencia y hasta la muerte de la parte aérea de la planta y que, al igual que la etapa anterior, su duración está controlada por las temperaturas mínimas diarias. Lo usual es que esta etapa no termine de ocurrir en el campo, ya que se recomienda cosechar los bulbos cuando las plantas tienen aún cierto número de hojas verdes (según el cultivar).

Aprovechando el conocimiento logrado sobre el control ambiental de estas etapas y su correlato con la expresión vegetativa en el cultivo, se elaboró una escala ecofisiológica que integra todas esas etapas en una herramienta de fácil empleo, que permite mejorar la oportunidad (timing) de aplicación de las prácticas de manejo, fundamentándolas en el crecimiento y desarrollo del cultivo, y que facilita a su vez la descripción del crecimiento de este de manera objetiva. En la Figura 16 se muestra gráficamente la escala, indicando el inicio y final de cada etapa en el campo.

Para identificar el lapso en el que ocurre el rápido crecimiento vegetativo se toma como referencia el número de hojas verdes presentes en las plantas. En verdad este dato, el número de hojas expandidas, es una expresión del crecimiento que no solo puede variar con el cultivar, sino también con la fecha de plantación y con las condiciones térmicas del ambiente, de forma tal que con plantaciones muy tardías el número de hojas verdes será el menor, porque el lapso hasta que se alcance el valor crítico de largo de día para la bulbificación también será más corto. En tanto, en ambientes con temperaturas más cerca del óptimo durante todo el crecimiento vegetativo, el número de hojas será el mayor porque, esencialmente, podrá integrarse un número mayor de filocronos en ese período.

No obstante, vale destacar que el rango de variación posible es bastante acotado dentro de un mismo tipo de ajo (Figura 16). Por lo tanto, si bien la referencia al número de hojas parece poco precisa, teniendo en cuenta el momento del año de la observación y si la plantación fue o no hecha en época, el dato puede ser suficiente para interpretar cuál es la etapa por la que está atravesando el cultivo. Al menos, dentro de la franja central del territorio argentino (latitudes entre 31° y 40° S).

Figura 16



Escala ecofisiológica para los ajos cultivados en Mendoza, Argentina. Fuente: J.A. Portela.

4.4. Generación del rendimiento

El rendimiento potencial de un cultivo de ajo está principalmente determinado por el tamaño (biomasa) de los bulbillos empleados como "semilla" y por la cantidad plantada de estos por unidad de superficie. El coeficiente de conversión, que relaciona el peso del bulbo cosechado con el peso de la "semilla" plantada originalmente, establece que bulbillos de entre 6 g y 8 g serán capaces de producir al menos 10 veces más su propio peso; es decir, bulbos de entre 60 g y 80 g.

Entonces, si el marco de plantación del cultivo fuera en líneas a 45 cm entre sí, permitiendo el riego por superficie entre líneas, y se plantaran 12 bulbillos de 8 g por metro lineal, la población total estaría en el orden de las 266.400 plantas/ha, y el rendimiento potencial del cultivo por hectárea sería de alrededor de 21,3 toneladas de bulbos "secos y limpios" (sin restos de hojas o raíces) preparados para exportación.

Los rendimientos promedio en la principal zona productora de Argentina, con marcos de plantación semejantes a los consignados en el ejemplo, rondan entre 10 t y 12 t de bulbos por hectárea, según el año.

Esto marca la existencia de una enorme brecha entre lo potencial y lo real, que es indicadora de que hay prácticas inadecuadamente implementadas en el promedio de los

cultivos, pero también de que es muy importante la mejora que agrónomos y productores podrían aun lograr en las producciones argentinas si se cuidaran todos los aspectos que determinan la generación del rendimiento. La mayoría de los cuales dependen más de la toma de mejores decisiones que de la cantidad de prácticas realizadas, o del dinero gastado para ello.

Optimizar el rendimiento de un cultivo de ajo implica no solo poner la atención en el número total de bulbos cosechados y su tamaño promedio, sino también en su apariencia, que deberá ser acorde a los estándares más exigentes. Para ello, y dado que el rendimiento en bulbo es función directa de la biomasa fotosintetizante existente, será necesario que las plantas logren la mayor expresión vegetativa posible, la que viene siendo determinada por el número de raíces que se lleguen a emitir (y que se mantengan funcionales), por el número de hojas verdes que se formen, y por la duración de esta área foliar en actividad.

A su vez, esa expresión vegetativa del cultivo dependerá del número de plantas que se hayan establecido, lo que depende primeramente del número de plantas que hayan brotado, y asimismo de la biomasa inicial de las plantas emergidas.

El rendimiento es también función directa del peso del propágulo, por lo que la biomasa inicial del cultivo estará determinada por el tamaño del bulbillo, pero también por su estado fisiológico, dado que propágulos prontos a brotar tendrán un desempeño mucho mejor luego de plantados, que los que aún se encuentren muy dormidos o que estén ya envejecidos por demorarse innecesariamente la plantación. Simultáneamente, entonces, el tamaño del bulbillo y su estado fisiológico podrán ser determinantes del número de plantas brotadas.

Finalmente, el estado fisiológico del bulbillo y su tamaño serán características determinadas por la variedad de ajo que se trate, ya que no todas presentan la misma precocidad de plantación (aún dentro de un mismo grupo ecofisiológico), ni tampoco son homogéneas en el número de bulbillos formados, su peso medio y su distribución en el bulbo, generando incluso que los requerimientos de bulbos "semilla" para plantar una hectárea cambien con el cultivar considerado.

Cada uno de estos componentes del rendimiento en un cultivo de ajo es controlado por variables ambientales que condicionan su resultado global. Entenderlas y tenerlas apropiadamente en cuenta es clave para conseguir los mejores rendimientos.

En primer lugar, habrá que considerar que el tamaño de los bulbillos que se empleen como "semilla" dependerá principalmente de las características que tuvo el ciclo anterior; fundamentalmente, por la duración total del período de crecimiento y por las condiciones térmicas experimentadas durante este. Por lo tanto, es clara la enorme importancia que tiene en este cultivo el empleo de "semilla" conocida y selecta, que provenga de un origen seguro y confiable.

Al estado fisiológico del bulbillo también lo condiciona lo que haya sucedido en el ciclo anterior, en particular la ocurrencia de bajas temperaturas y el régimen fotoperiódico en el cual se hayan formado los bulbos, porque esto define importantes aspectos fisiológicos del propágulo.

Pero, en la práctica, es mucho más determinante el ambiente en que transcurre el período entre la cosecha del bulbo "madre" y el momento en que comience la preparación de los bulbillos para ser plantados, porque en ese lapso no solo terminarán de madurar las "semillas", sino que además la fisiología del propágulo, y su desempeño posterior en el campo, dependerá principalmente de las condiciones térmicas en que se maneje el almacenamiento.

En este sentido, por un lado, según el rango de temperaturas y el tiempo de exposición durante este período, los bulbillos podrían lograr luego una rápida y óptima emergencia (con almacenamiento entre 15 °C y 18 °C); o podrían acelerar la inducción de la bulbificación (con almacenamiento entre 5 °C y 10 °C), acortándose luego el período vegetativo, con sacrificio en el rendimiento potencial; o podrían continuar artificialmente dormidos (tanto con almacenamiento entre 0 °C y 2 °C como por encima de los 25 °C), desacoplándose de la natural sucesión de las estaciones del año a la que se ajustó la planta durante los ciclos de vida previos.

Una vez establecidas las nuevas plantas en el campo, la biomasa vegetativa que sean capaces de generar dependerá esencialmente de la adecuada disponibilidad de agua y nutrientes como así también del régimen térmico (temperaturas medias diarias, características de la localidad y del año) y del fotoperíodo (característico de la localidad).

Por otro lado, la duración del área foliar producida, que es un aspecto clave para el "llenado" del bulbo será controlada por el aumento de las temperaturas mínimas durante la primavera, de forma tal que con el aumento de la frecuencia de noches cálidas se acelerará la senescencia de las hojas, pudiendo acortarse así el período de bulbificación.

Con las prácticas agronómicas se interviene en el ambiente para generar las mejores condiciones posibles para el cultivo, según el requerimiento que este tenga en cada una de las etapas del proceso productivo.

Yendo nuevamente desde el producto para obtener, los bulbos de ajo, hacia atrás en el proceso, la oportunidad de cosecha es la última decisión para tomar en el campo y uno de los aspectos determinantes del período siguiente, la poscosecha, porque define las condiciones iniciales para esta nueva etapa del producto.

La práctica que sigue en la secuencia es la del "descanutado", o remoción del tallo floral, que podría cobrar importancia solo en los cultivos de variedades que normalmente florecen, pero que puede ser necesaria para ejercer control sobre la partición interna de biomasa, facilitando que la planta se ocupe solo de formar el bulbo. No obstante, nunca la cosecha deberá demorarse para culminar una práctica de descanutado, ya que lo que se pierda aquí en oportunidad de recolección será imposible recuperarlo luego en la poscosecha.

Para optimizar la formación de los bulbos para cosechar será lógicamente necesario asegurar en el cultivo la mayor expresión vegetativa (número de plantas establecidas y biomasa total producida) y que su actividad se mantenga todo lo posible (ya que estará sujeta al control del ambiente). Por lo tanto, los aspectos centrales para considerar aquí serán el control de malezas y de enfermedades de hoja, para reducir la presión de la competencia inter específica, y cuidar la adecuada disponibilidad de agua y nutrientes mediante el riego y las prácticas de fertilización, teniendo en cuenta para ello los cambios en los requerimientos que habrá en cada etapa del cultivo.

La preparación del suelo habrá sido, antes de esto, un aspecto clave para asegurar que se establezca el mayor número de plantas, entre las que fueron originalmente plantadas y brotaron.

Claramente, esto está a su vez determinado por la densidad de plantación que se haya empleado, la que si bien puede estar condicionada por la modalidad de riego que se aplique y por la mecanización disponible para el cultivo, constituye una toma de decisión central en la producción de ajo, porque determina primariamente el costo medio (por kilogramo producido) que podrá terminar teniendo el producto, y porque implica también la combinación de conocimientos de la planta (sus requerimientos), del ambiente (su oferta y restricciones), y de la agronomía del cultivo (control de las interacciones entre plantas y ambiente), que el productor es capaz de anticipar para poner en juego en su sistema productivo.

El número de plantas brotadas y que consigan establecerse estará también determinado por el tratamiento que se haga de la "semilla" antes de la plantación para el control preventivo de enfermedades de suelo y de nematodos. En este sentido, es importante destacar dos aspectos clave de esta práctica: primero, que debe implementarse, a partir de los resultados que haya generado, un análisis sanitario de los bulbillos para conocer qué riesgos sanitarios reales están presentes en estos y en qué nivel; y segundo, que si no se cuidan adecuadamente los requisitos de la práctica (químicos empleados y dosis, método de aplicación, manejo de la "semilla" tratada), el efecto del tratamiento puede ser gravemente contraproducente.

Por un lado, el estado fisiológico de los bulbillos al momento de la plantación, como ya se comentó, dependerá principalmente de las condiciones de conservación de estos. Lógicamente, dependerá esencialmente también de la fecha de plantación, ya que si esta se adelanta o se atrasa respecto al momento óptimo, la "semilla" se verá expuesta a condiciones de estrés que se traducirán en pérdidas de rendimiento más o menos serias, según la intensidad del estrés ocasionado.

Por otro lado, la adecuada separación de "semillas" por peso, determinante de la biomasa inicial que conseguirá el cultivo, dependerá del cuidado que se ponga en la clasificación por tamaño, teniendo en cuenta que por lo general las máquinas que realizan esta tarea lo hacen con base en las dimensiones del bulbillo (y no por su peso). Por lo expuesto en párrafos previos, esta práctica es una de las de mayor impacto en la generación del rendimiento, y su importancia central radica no solo en el hecho de que el tamaño del

bulbo cosechado está en función directa con la biomasa del bulbillo plantado, sino en que es uno de los aspectos condicionantes de la densidad de plantas que se podrá luego implementar en el terreno.

Finalmente, la variedad de ajo empleada, de la cual dependen a su vez los tamaños de bulbillos posibles de disponer y su condición fisiológica en un momento determinado, está directamente determinada por la adecuada elección de cultivar y el cuidado en la calidad de la "semilla" (Figura 4.9). Nuevamente, en un momento clave del cultivo este es un aspecto principal, tal vez el más importante, porque define todo lo que podrá luego suceder en el campo y, en consecuencia, implica también que aquello que no sea apropiadamente considerado en este momento, no podrá ser subsanado después con la implementación de nuevas prácticas.

4.5. Tecnologías de base ecofisiológica

4.5.1. Índice visual de dormición

El "diente" separado de su bulbo "madre" recién cosechado es incapaz de brotar inmediatamente debido al estado de dormición en que se encuentra.

El período de dormición es variable según los cultivares y las condiciones de almacenamiento de los bulbos (fundamentalmente, temperatura y humedad relativa del ambiente).

A temperaturas entre 15 °C y 18 °C y HR entre 60 % y 70 %, hay cultivares de dormición corta (alrededor de 90 días) o de dormición muy larga (más de 180 días). No obstante, se ha desarrollado un índice sumamente práctico para evaluar su evolución mediante un simple corte longitudinal del "diente".

El Índice Visual de Dormición (IVD) relaciona el crecimiento (elongación) de la hoja de brotación (B) respecto del largo de la hoja de reserva (R), expresándolo de manera porcentual (Figura 17). Así, un IVD del 75 % significa que la hoja de brotación ocupa las tres cuartas partes del "diente".

A medida que el bulbillo va superando el período de dormición (en la etapa de posdormición), la hoja de brotación y el brote comienzan a recorrer el canal formado dentro de la hoja de reserva para emerger finalmente por el extremo opuesto. El IVD ayuda entonces a tomar decisiones fundamentales, como establecer cuál deberá ser el momento de plantación de un lote de "semilla", pero también a definir la vida útil de bulbos almacenados para el consumo fresco.

Aun cuando existen diferencias entre cultivares respecto al IVD óptimo, oscilando entre 50 % y 75 %, este último valor indica el punto límite para iniciar la plantación. Después de este momento, culmina la vida útil del producto destinado al consumo e inicia la de la "semilla despierta y lista para la brotación".

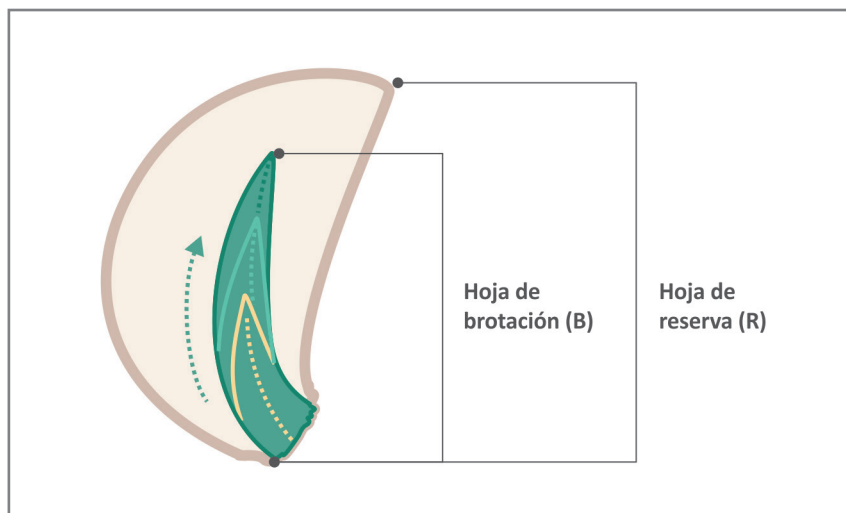


Figura 17

Corte longitudinal de un "diente" para determinación del IVD. Fuente: J.L. Burba y J.A. Portela.

4.5.2. Elección de fecha de plantación

Como ya quedó expresado, el ajo requiere para su bulbificación cumplir al menos con dos requisitos: acumular determinada cantidad de horas de frío (variable según los cultivares), y luego crecer con días relativamente largos (también variable según cultivares).

El período que va desde el inicio de la bulbificación hasta la cosecha es prácticamente constante, ya que está fuertemente inducido por el fotoperíodo; esto implica que la fecha de cosecha para una misma zona y una misma variedad será prácticamente la misma siempre, independientemente de la fecha de plantación.

Por ello, si el período desde la brotación hasta la bulbificación se acorta, por ejemplo, por plantación tardía (Figura 18), la biomasa fotosintéticamente activa que se acumule durante el crecimiento vegetativo será menor, y los rendimientos, en consecuencia, resultarán afectados negativamente.

En el cultivo de ajo es clave plantar los bulbillos en su momento óptimo (lo que puede establecerse fácilmente mediante el IVD). Si la plantación es demasiado temprana, el bulbillito plantado estará aún muy "dormido" cuando llegue al suelo y se verá excesivamente expuesto al ambiente y a enemigos naturales, situación que lo pondrá en condición de estrés.

En cambio, si la plantación es demasiado tardía, el bulbillito habrá superado ya el momento óptimo para reiniciar el ciclo, permaneciendo a la espera de poder lograrlo, con sacrificio en la calidad del propágulo por estrés y envejecimiento de este. Esto último, sumado al correspondiente acortamiento en el período vegetativo, es lo que lleva a que las plantaciones tardías generen pobres rendimientos.

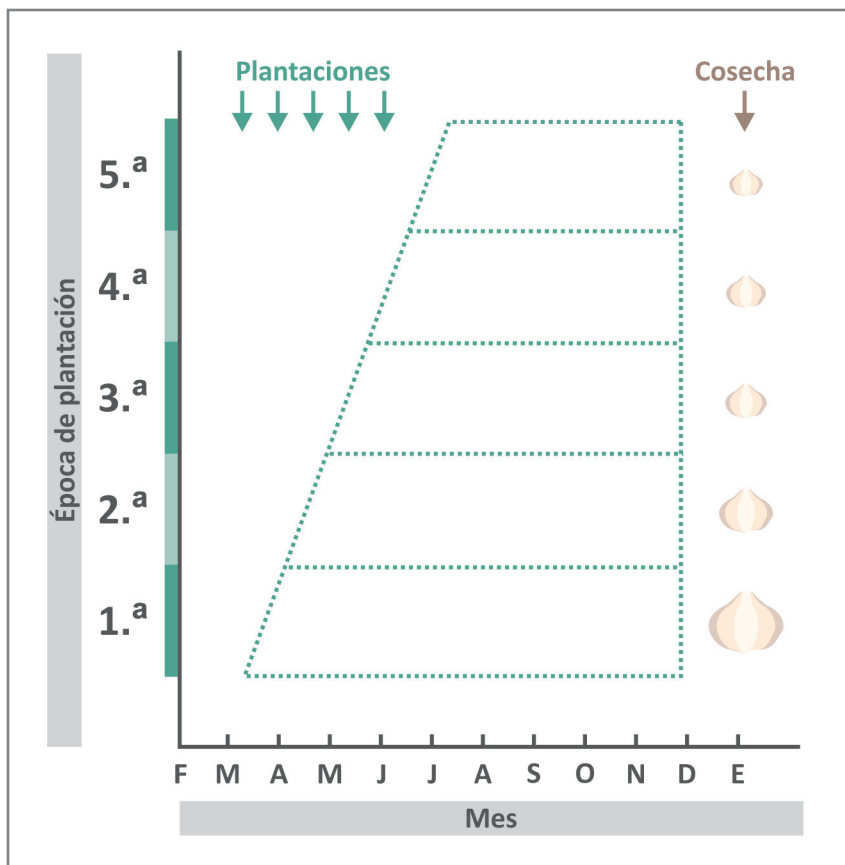


Figura 18

Efecto de los atrasos de la fecha de plantación sobre los rendimientos.
Fuente: J.L. Burba.

4.5.3. Índice de Compensación Latialtimétrico

Las bajas temperaturas necesarias para bulbificar y el fotoperíodo relativamente largo podrían ser compensados reemplazando el efecto de la latitud por el de la altitud. Dado el enfriamiento natural del aire por el aumento en altura respecto a la superficie terrestre (que en promedio se considera del orden de $0,65\text{ }^{\circ}\text{C}$ cada 100 m s. n. m.), dos localidades a muy distinta latitud y altitud podrán estar caracterizadas por termoperíodos diario (amplitud térmica diaria) y anual (variaciones interestacionales) semejantes.

Así, es posible comprobar que en la Quebrada de Humahuaca (Jujuy, por arriba de los 2.500 m s. n. m. y 24° S) es factible cultivar las mismas variedades, con resultado equivalente, que en Viedma (Río Negro, a 100 m s. n. m. y 39° S). Esta relación se puede apreciar en la Figura 19 con el Índice de Compensación Latialtimétrico. Esta interacción entre latitud y altitud en la determinación de las características ambientales de un sitio permite, en la práctica, la ampliación de la zona óptima de producción de ajo en el territorio argentino.

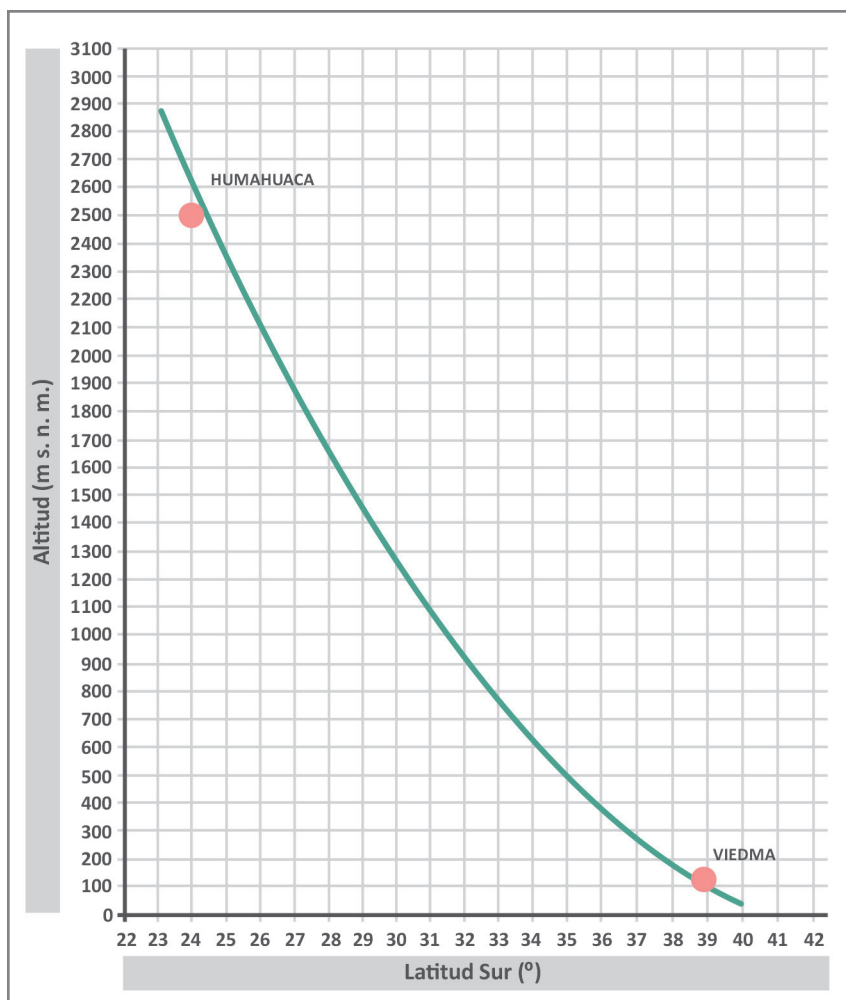


Figura 19

Índice de Compensación Latialtimétrico para algunos cultivos de ajo. Fuente: J.L. Burba.

4.5.4. Frigoinducción

Como ya quedó expresado, cuando se pretende cultivar ajos de altos requerimientos de frío en zonas cálidas, o se pretende cosechas anticipadas, se puede aportar frío a la semilla de manera artificial para cubrir los requerimientos térmicos de la planta para bulbificar.

La acumulación de horas de frío en "bulbos semillas" a temperaturas por debajo de 10 °C, por tiempos relativamente prolongados (30 o 45 días), inducen la ruptura anticipada de la dormición, dando lugar a una práctica denominada "frigoinducción" o "vernalización".

Existe una, y solo una, combinación óptima entre la temperatura de almacenamiento, el tiempo de este, el cultivar, la región y la época de plantación, y es por esta razón que el uso de esta técnica no está muy difundido. La "semilla" proveniente de bulbos "vernalizados" acumula frío "a cuenta" del invierno (que aún le falta superar a campo) y es menos exigente al fotoperíodo largo, razón por la cual bulbifican prematuramente y dan lugar a cosechas precoces; no obstante, acompañadas siempre de bajos rendimientos.

Cuanto más bajas sean las temperaturas o más prolongados los períodos de conservación, más corto será el crecimiento vegetativo y, por lo tanto, menor el rendimiento obtenido (Figura 20). Sin embargo, como ya se comentó, existen situaciones límite como cuando en una región muy cálida se pretende cultivar ajos de altos requerimientos de frío. En este caso la frigoinducción es obligatoria, ya que las condiciones térmicas del ambiente no serán capaces de desencadenar la bulbificación.

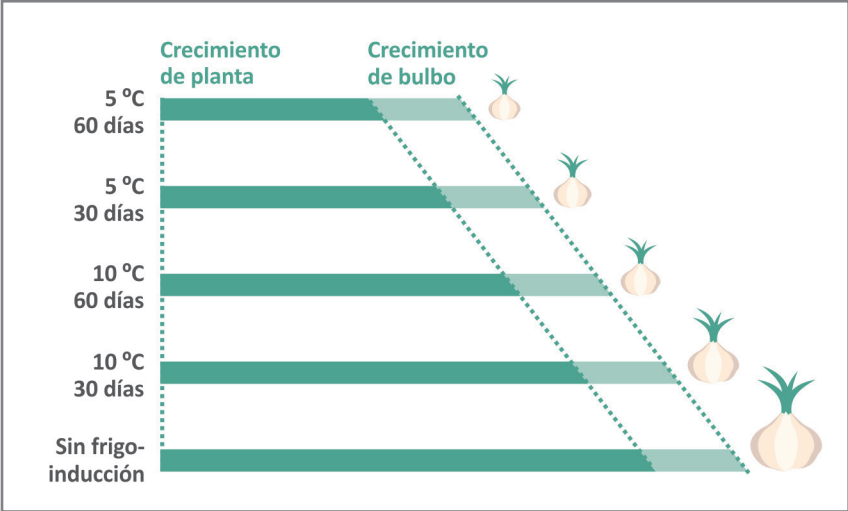


Figura 20

Efecto de frigoinducción sobre el ciclo del cultivo y el rendimiento de ajos en los que se pretende cosecha anticipada. Barra verde: longitud del ciclo. Fuente: A. Ledesma.

Orientaciones para el manejo del cultivo

A.M. López; V.M. Lipinski; R.J. Pícolo; S. Lanzavechia; J.A. Portela y J.L. Burba

En verdad, productores y agrónomos no nos dedicamos a manejar cultivos, sino ambientes. Tomamos decisiones e implementamos técnicas agronómicas a partir de ellas, buscando generar en el ambiente, o emular artificialmente, las condiciones deseadas para el cultivo.

5.1. Selección del terreno

Es importante realizar los análisis de suelo antes de realizar la plantación por cuanto las características fisicoquímicas de este son determinantes del éxito o el fracaso del cultivo. Los análisis mínimos son: pH en pasta, C.E., textura o volúmenes de sedimentación y nitrógeno, fósforo y potasio. El Cuadro 4 indica valores altos medios y bajos de nutrientes a los fines de interpretar un análisis de suelo.

Cuadro 4			
Nutriente	Bajo	Medio	Alto
pH (1/2,5)	< 6	6-7	> 7
CEes (dS/m)	< 0,75	0,75-3,25	> 3,25
CIC (meq/100 g)	< 10	10-25	> 25
Relación C/N	< 9	9-12	> 12
Materia orgánica %	< 0,8	0,8-1,5	> 1,5
Nitrógeno total (ppm)	< 600	600-1000	> 1600
Fósforo Arizona 1:10	< 3	3-6	> 6
Potasio (Ac. a. ppm)	< 120	120-250	> 250
Carbonato cálcico %	< 4	4-10	> 10
Caliza activa %	< 2	2-5	> 5
Cloruros (meq) ES*	< 2	2-25	> 25
Sulfatos (meq) ES	< 10	10-50	> 50

Nutriente	Bajo	Medio	Alto
Calcio (meq) ES	< 10	10-30	> 30
Magnesio (meq) ES	< 3	3-15	> 15
Sodio (meq) ES	< 2	2-20	> 20
Boro (ppm)-ES	< 0,4	0,4-0,8	> 0,8

*Ac. a. = acetato de amonio; *ES: extracto de saturación; K (ac. A.) o intercambiable para suelos francos; CEes (dS/m): en el extracto de saturación.*

*Valores de referencias (en ppm) de análisis de suelo para el cultivo de ajo en Mendoza.
Fuente: V.M. Lipinski.*

El contenido de materia orgánica es un factor importante para el manejo del agua del riego (infiltración y retención). Es recomendable que los terrenos no reciban escurrimientos de otros lotes o propiedades que rieguen ajos ya que pueden ser vehículo de patógenos de alta peligrosidad. No se recomienda la implantación de cultivo en suelos con la capa freática a menos de un metro de profundidad. Si no se cumple esta condición, se debe solucionar el problema de drenaje previo a la plantación.

Para suelos de escasa concentración de materia orgánica, como los desérticos en áreas bajo riego, se recomienda incorporar estiércol con más de un mes de anticipación a la plantación (o madurado externamente). Luego de esa incorporación, efectuar al menos 3 riegos para asegurar la adecuada descomposición del guano antes de la implantación del cultivo.

Las rotaciones en este cultivo no solo son necesarias, son prácticamente obligatorias, debido a dos condiciones: la acumulación de patógenos sistémicos que se transmiten por semilla, y la extracción de nutrientes a niveles muy superficiales por parte de esta especie.

5.2. Elección de variedades (cultivares)

Se deben elegir cultivares que respondan favorablemente a las condiciones agroclimáticas de la zona, a los fines de asegurarse el éxito comercial. Organismos públicos y empresas privadas han desarrollado en la República Argentina variedades "puras" con identidad propia para suplir cada una de las necesidades del mercado. Sin embargo, existen poblaciones clonales en manos de excelentes agricultores que son altamente competitivas.

Orientativamente, en la Figura 21 se muestra un mapa de recomendación básica de cultivares INTA para las distintas regiones productoras del país. Se destaca allí la zona de Cuyo ya que, al haber sido obtenidas allí mismo, todas las variedades de INTA representan alternativas de interés y de muy buen desempeño para esa región.

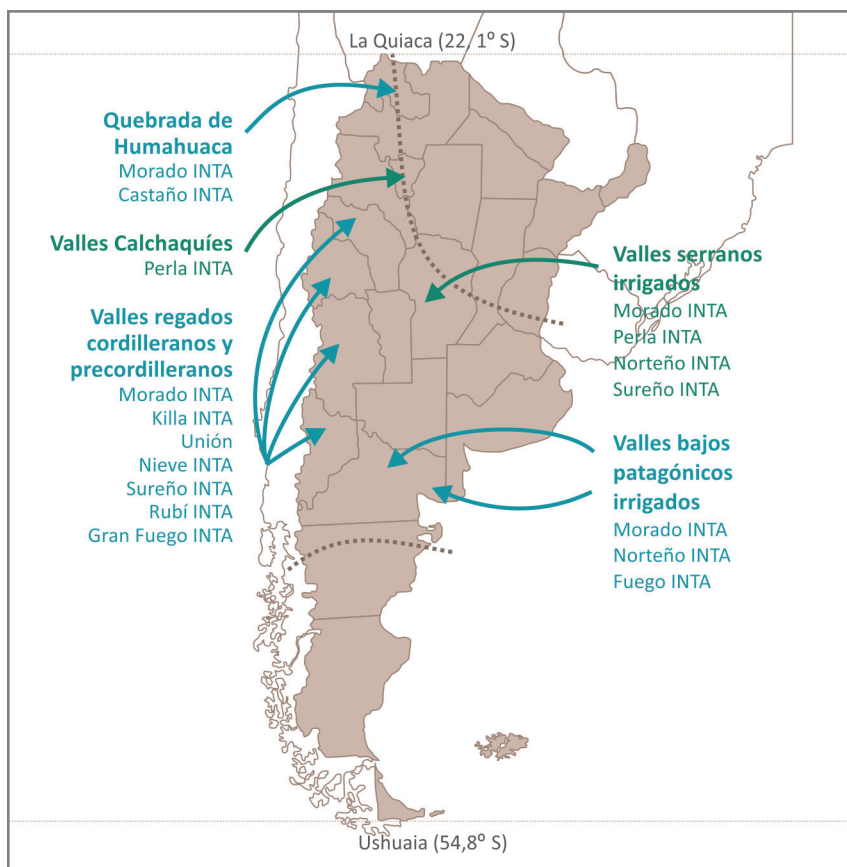


Figura 21

Mapa general de recomendación de cultivares de ajo INTA para las áreas del territorio nacional comprendida entre las líneas anaranjadas. Fuente: J.A. Portela.

5.3. Calidad de la “semilla”

Para asegurar el éxito en las plantaciones es necesario contar con semillas de alta calidad. Los caracteres para tener en cuenta son genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios.

Los factores genéticos son los que corresponden a la identidad del material. Se deben tomar los recaudos necesarios para asegurar que las semillas adquiridas correspondan estrictamente a la identidad solicitada. Existen marcadores moleculares que la pueden asegurar.

Los físicos y fisiológicos están vinculados a bulbos bien formados, sanos, firmes, enteros; de diámetro ecuatorial (denominado calibre) no inferior a 6 en ajos morados, blancos y violetas, y 5 en ajos rosados, colorados y castaños. Si bien la selección por calibres de los bulbos donantes de semilla es importante, mucho más lo es el peso del diente independientemente de qué bulbo proceda.

La semilla seleccionada (bulbos que no presenten lesiones por golpes, daños mecánicos, con problemas sanitarios) debe ser almacenada en lugares a menos de 20 °C y 70 % de HR, a salvo de insolación directa o lluvia.

Los sanitarios están asociados a que la semilla esté libre de nematodos (*Ditylenchus dipsaci*), podredumbre blanca (*Sclerotium cepivorum* y *Sclerotium rolfsii*), y niveles de eriófidos (*Aceria tulipae*) por debajo de 50 ejemplares/kg. La presencia de un complejo viral en la semilla también compromete seriamente los rendimientos, aunque no todos los virus afectan de la misma manera a los cultivares.

5.4. Acondicionamiento de semilla

El desgranado (proceso de separar los dientes del bulbo madre) es una operación que implica un estímulo para que el nuevo individuo acelere la salida del estado de reposo, y que orientativamente debe realizarse a partir de un IVD del 40 % en ajos rosados, morados, blancos y violetas, o del 75 % en ajos colorados y castaños.

Los bulbos semilla deben desgranarse preferentemente entre 3 y 12 días antes de la fecha de plantación prevista, aunque más importantes que el tiempo son las condiciones en que se la almacene luego. Ambientes muy ventilados y secos la deshidratarán en exceso, mientras que ambientes muy húmedos podrán generar podredumbres.

El tiempo de desgrane previo a la plantación tiene relación con la necesidad del propágulo de "cicatrizarse" las pequeñas (y a veces invisibles) heridas que se generan durante la operación. Estas son la puerta de ingreso de hongos (*Penicillium* y *Fusarium*), que luego se transforman en pérdidas de plantas durante el cultivo.

El desgranado es la primera "orden" natural para que cada uno de los propágulos contenidos en el bulbo (diente) se prepare para transformarse en una planta independiente. La operación se realiza tanto manual como mecánicamente. La labor realizada manualmente ocupa 14 a 16 jornales/ha, pero a pesar de la tarea artesanal, como se paga "al tanto", la urgencia de los operarios en lograr altos rendimientos diarios hace que se apele a técnicas no recomendadas como el uso de elementos punzantes o de fricción que lesionan y comprometen la sanidad.

Si bien la creencia generalizada es que "las máquinas provocan más daños que el desgranado manual", esto no es necesariamente así, ya que si las máquinas trabajan de acuerdo a su diseño, los daños son equivalentes, y hasta menores, que los ocurridos durante el trabajo manual.

Actualmente las estimaciones indican que aproximadamente el 50 % de la semilla necesaria para atender la superficie plantada en las principales zonas productoras son desgranadas con máquinas.

Si los bulbos no fueron previamente calibrados, la mezcla de bulbos grandes y pequeños pasando simultáneamente por entre las bandas de la desgranadora dará lugar a lesiones en los grandes y desgranado incompleto en los de diámetro menor. Hay tendencia a utilizar estos equipos a mayor velocidad que para los que fueron diseñados, y esto se traduce en mayores lesiones y desgranado incompleto.

La tarea que continúa es el tamañado de los dientes. Cada tipo comercial de ajo (morados, blancos, colorados o castaños) tiene su propia respuesta al peso de la semilla, como lo demuestra la Figura 22. Mientras más pesados sean los dientes (dentro de ciertos límites), mayor peso y calibre tendrán los bulbos para cosechar. Esto implica un concepto relativamente nuevo llamado tamaño mínimo de semilla, por debajo del cual no tiene ningún sentido plantarlos cuando pretendemos ajos de calibres grandes.

Si pretendiéramos todos ajos iguales o mayores a 60 mm de diámetro, trabajando en condiciones agronómicas normales (suelo, agua, fertilizante, etc.), el tamaño mínimo de semilla sería:

- **Morados:** 2,5 gramos
- **Blancos:** 3,5 gramos
- **Colorados:** 5,0 gramos
- **Castaños:** 8,0 gramos

Utilizando dientes por debajo de estos pesos difícilmente se puedan conseguir bulbos de gran tamaño. Como ya se expresó, este es uno de los principales factores para tener en cuenta para el logro de altos rendimientos, sin embargo se debe acompañar con otras prácticas complementarias.

Existen en el mercado varios modelos de clasificadoras de dientes o "tamañadoras". Estas se colocan a continuación de la cinta de inspección de las desgranadoras. El objetivo principal del clasificado de los dientes destinados a semilla es aumentar los rendimientos. La clasificación de los dientes permite:

- asegurarse uso de semilla de tamaño mínimo que varía según la variedad;
- asegurarse uniformidad de brotación y emergencia, al "emparejar" el estado de dormición de los dientes;
- evitar la competencia entre plantas procedentes de dientes de diverso tamaño;
- facilitar el buen funcionamiento de las plantadoras.

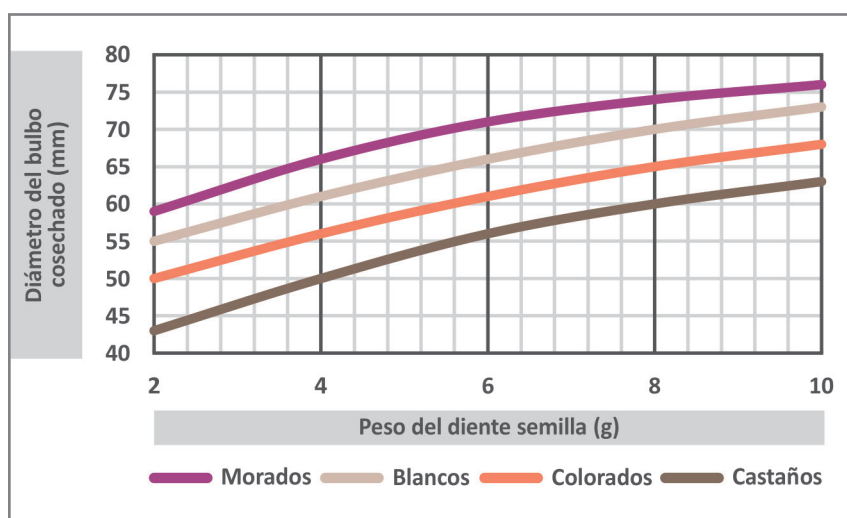


Figura 22

Relación entre el peso del diente plantado y el calibre del bulbo cosechado para diferentes tipos comerciales de ajo. Fuente: J.L. Burba.

Dentro de la misma variedad y calibre también existen diferencias de formas y peso entre los dientes de un mismo bulbo (Figura 23), y esto explica de alguna manera la falta de uniformidad en la emergencia de plantas en el cultivo, en parte por el diferente peso y en parte por las diferencias en el estado de dormición.



Figura 23

Variación de forma y tamaño (peso) de los dientes dentro de un mismo bulbo. Los dientes encerrados en la imagen están por debajo del peso mínimo de semilla para esa variedad. Fuente: J.L. Burba.

El Índice Visual de Dormición (IVD), utilizado para evaluar el estado de reposo de los dientes es tanto menor cuanto más externa sea la posición de los dientes en el bulbo, o dicho de otra manera mientras más "viejos" (externos) sean los dientes la dormición será más corta. Valores de IVD próximos al 70 % a 75 % en ajos Colorados y 45 % a 50 % en ajos Blancos indican el momento más oportuno de plantación.

La temperatura de almacenamiento de los bulbos destinados a semilla deberá ser de 15 °C a 18 °C para uniformizar el estado de reposo de todos los dientes y por lo tanto uniformizar la brotación y emergencia.

Los modelos de clasificadoras de dientes destinados a semilla más difundidos separan a estos por forma y tamaño, pero no necesariamente por peso. Las máquinas pueden ser: de barras paralelas (poco recomendables ya que clasifican solo por el ancho del diente); de placa cribada y de malla cuadrada o rectangular, y dentro de estas pueden ser lineal o concéntrica (Figura 24).

Las limitantes más severas de estos equipos, ya sean lineales o concéntricos, es la baja eficiencia que poseen ya que los recorridos son muy cortos y todos los tramos de malla son iguales en longitud como si la proporción de cada tamaño de semilla fuera igual. Para asegurarse el uso correcto los dientes provenientes de la desgranadora deben estar sanos, limpios, secos y sueltos. Conociendo el peso mínimo de semilla para cada variedad se deben seleccionar las mallas y la proporción que ocupan estas, lo que se consigue con el uso de mallas intercambiables.

Figura 24



Clasificadora de dientes lineal de malla.
Fuente: A.M. López.



Clasificadora de dientes concéntrica de malla.
Fuente: A.M. López.

La desinfección (con fungicidas) y la desinfectación (con nematicidas) de los dientes semilla son prácticas preventivas o curativas que favorecen la sanidad y stand de plantas en el cultivo, mejorando la supervivencia de las plántulas en sus primeros estadios.

Esta deberá realizarse preferentemente entre 12 y 24 horas antes de la plantación para sistema de embarrado o inmersión respectivamente, pero ajustando la práctica a los resultados de un análisis sanitario previo, de modo de poder establecer la necesidad de modificar las dosis, o de complementar el tratamiento con otros biocidas más específicos.

Tradicionalmente se realiza por el procedimiento de inmersión, que consiste en preparar una solución acuosa de los productos y luego la inmersión de los dientes (clasificados por tamaños), durante un tiempo que varía entre 10 a 60 minutos. Cuando es correctamente realizado, produce buenos resultados, sin embargo es lento, se necesita mucho lugar para realizar el "oreado" de la semilla, los operarios están más expuestos a los agroquímicos y por último no es un método aplicable para la plantación mecánica.

Un segundo procedimiento es el embarrado o slurry que consiste en preparar una solución muy concentrada de los productos y luego aplicarlo a los dientes, mediante una máquina que permita mezclar el producto con los dientes los que terminan "pintados".

Los dientes no absorben mucho líquido y la "semilla" queda casi seca y recubierta por una película protectora. No es necesario orear y se puede plantar inmediatamente, mecánica o manualmente.

Se puede realizar en máquinas hormigoneras modificadas (utilizadas en la construcción) que se adaptan perfectamente para realizar este procedimiento. Para ello se debe asegurar que el tambor esté perfectamente liso y limpio, sacar dos de las tres paletas que tiene en su interior y recubrir con goma la restante.

Las máquinas más pequeñas del mercado (Figura 25), y más comúnmente utilizadas, tienen una capacidad para, aproximadamente, 30 kg de dientes y una vez en funcionamiento, en menos de 1 minuto de tiempo de giro, pueden desinfectar correctamente.

Existen “desinfectadoras” continuas (Figura 26) que, si bien requieren de ajustes de acuerdo a numerosas variables, resultarían ser las más prácticas para esta tarea.

En los tratamientos de “embarrado” la eficiencia está sujeta, entre otros factores, a un adecuado ajuste de la dosis, la que generalmente se expresa en gramos o litros (de producto), por kilogramos o tonelada de “dientes”, sin hacer expresa mención del peso o tamaño de estos.

Es importante considerar que lotes de semillas de distinto tamaño tendrán diferentes superficies para cubrir con el embarrado. La superficie expuesta, relativa al volumen, de un diente pequeño es mayor que la de un diente grande, y por esto, si la dilución del caldo no se ajusta a la superficie para tratar, es probable que se manifiesten subdosis o sobredosis.

Figura 25



Hormigonera adaptada a la desinfección de semilla por el método de “embarrado” Fuente: A.M. López.



Tambor excéntrico de accionamiento eléctrico para tratamiento de diente-semilla. Fuente: A.M. López.



Figura 26

Cilindro continuo de accionamiento eléctrico (giro y aspersión interna) para tratamiento de diente-semilla. Fuente: J.L. Burba.

Resumiendo: se recomienda la desinfección en tambor excéntrico por el método de embarrado con una pasta húmeda conformada con fenamifos (nematicida) y una mezcla comercial de thiram y carboxin (fungicida de amplio espectro) que permite un manejo más racional de la "semilla" ya tratada. Como planteo básico, se recomiendan dosis de 150 ml de fenamifos y 500 ml de thiram + carboxin en 1.350 ml de agua. De este caldo se toman 50 ml cada 30 kg de dientes "semilla", girando el tambor durante 90 segundos. La presencia de fusariosis en la semilla obliga a la adición de procloraz al caldo.

5.5. Época de plantación

El momento óptimo para la plantación debe ser "lo más temprano posible, pero con el diente lo más despierto posible". Orientativamente, en el Cuadro 5 se muestran fechas de plantación límite para los valles andinos de la zona central argentina.

Cuadro 5		
Tipo comercial	Cultivar	Fecha de plantación
Morado	Pampeano	20 de febrero
	Serrano	
	Morado INTA	10 de marzo
Blanco	Killa INTA	10 de marzo
	Perla INTA	20 de marzo
	Cristal INTA	
	Nieve INTA	30 de marzo
	INCO 283	
	Unión	
	Lican INTA	10 de abril
	Norteño INTA	
	Plata INTA	
Colorado	Tempranillo	10 de abril
	Gostoso INTA	
	Peteco	15 de abril
	Fuego INTA	20 de abril
	Sureño INTA	
	Gran Fuego INTA	
	Rubí INTA	25 de abril

Fecha límite de plantación según el IVD para las condiciones de San Carlos (Valle de Uco, Mendoza), válido para los valles andinos centrales.

Fuente: J.L. Burba.

5.6. Densidad de plantación y distribución de plantas

La densidad variará con la variedad, el sistema de plantación y de riego, el tamaño de semilla empleada y el destino de la producción. El Cuadro 6 es también orientativo en este sentido.

Cuadro 6						
Tipos y destino	Morados y blancos			Colorados y castaños		
Tamaño semilla	C	S	I	C	S	I
Grande	10	12	14	12	14	16
Mediana	12	14	16	14	16	18
Chica	14	16	18	16	18	20

Número indicativo de dientes por metro lineal según tipos comerciales, destino y tamaño de la semilla.
Fuente: J.L. Burba.

La distribución espacial de plantas en este cultivo está íntimamente ligada al sistema o modalidad de cultivo, desde líneas simples distanciadas a 50 centímetros y regadas por surco a líneas múltiples sobre camas regadas por goteo.

La rectangularidad (relación entre los vértices de un paralelogramo) ideal deberá tender a la figura de un cuadrado. Esta puede ser distinta, pero la densidad de plantación será la misma. El ejemplo clásico es:

- Líneas simples sobre bordos a 50 cm entre sí y 8 cm entre plantas implica 12,5 dientes por metro lineal, 250.000 dientes/ha y una rectangularidad de 1:6.
- Líneas múltiples sobre camas a 20 cm entre sí (3 líneas), a 6,6 cm entre plantas implica 15,1 dientes por metro lineal, 253.000 dientes/ha y una rectangularidad de 1: 3,03.

Obviamente, a pesar de que la densidad es muy similar, la rectangularidad que se aproxime al cuadrado (1:1) será la que mejor aproveche los recursos (agua, nutrientes, luz), que en este ejemplo es 1:3.

5.7. Profundidad de plantación

Por una parte, como se trata de propágulos considerablemente grandes, la profundidad de plantación adquiere gran importancia, ya que una rápida emergencia (ayudada por riegos importantes pos plantación) implica que la planta comience rápidamente a fotosintetizar.

Por otra parte, el estado de reposo y la temperatura del suelo tienen importancia a la hora de decidir. En plantaciones tempranas la superficie del suelo está más caliente y la evaporación es mayor, por lo que la profundidad deberá ser mayor.

Se deberá garantizar que el extremo apical del diente esté cubierto (1 a 2 cm dependiendo del suelo y el sistema de riego), para evitar daños por escaldaduras de sol y el extremo distal en íntimo contacto con el suelo para garantizar un rápido enraizamiento.

5.8. Sistemas de plantación

Existen básicamente dos sistemas de plantación, los que a su vez pueden realizarse en forma manual o mecánica. Estos son los de línea simple y los de líneas múltiples (por lo general 2 a 4), como muestran las Figuras 27 y 28.

Figura 27



Plantación manual en líneas simples.
Fuente: J.L. Burba.



Figura 28



Plantación manual en líneas múltiples (dobles).
Fuente: B. Sidotti y J.L. Burba.

Los de líneas simples manuales se inician con el "rayado" del terreno con una pequeña reja punta de cincel, la disposición de los dientes con el extremo agudo hacia arriba (posición normal), y el tapado posterior con rejas surcadoras.

Los de líneas múltiples manuales se inician con la formación de camas o platabandas con el "rayado" simultáneo y la colocación posterior de los dientes y tapado posterior con herramientas de mano o adaptaciones de la misma formadora de camas.

Son necesarios entre 16 a 20 jornales/ha para la plantación manual, pero estos pueden no estar disponibles en el momento oportuno si en la región simultáneamente se están cosechando otras frutas u hortalizas de verano.

Las máquinas plantadoras (que pueden ser de cangilones, pinzas o neumáticas) no se han difundido masivamente. Pueden realizar la tarea en menor tiempo aunque con menor precisión que la plantación manual (irregularidades en las distancias y posición de los dientes), aunque esto se compensa por la mejor oportunidad de ejecución, particularmente cuando se trata de grandes superficies o escasez puntual de mano de obra calificada y el menor costo.

La plantación mecanizada está cuestionada por la posición de caída del diente en el suelo y por la distribución de estos en la línea, sin embargo la eficiencia de los equipos depende de varios factores, algunos propios de la máquina, algunos propios de la semilla y otros propios del manejo general del cultivo.

Como se dijo, este tipo de herramienta no se impondrá por la "prolijidad" con que hace su tarea, sobre todo si se la compra con el trabajo artesanal, sino que lo hará por la oportunidad en que puede realizarlo. Se debe recordar que la plantación temprana favorece los altos rendimientos.

Las máquinas que se ofrecen en el mercado se diferencian en el mecanismo de retención de los dientes. Pueden ser a cangilones (Figura 29), de pinzas (Figura 30), o neumáticas, pero todas ellas son de caída libre hasta el fondo del surco de plantación.

Algunas experiencias muestran que solo el 4 % de los dientes caen invertidos, mientras que el 8 % caen en posición normal y el resto cae acostado (dorso hacia arriba, dorso hacia abajo, dorso hacia el costado). Si bien las posiciones de caída acostadas demoran un poco más en emerger, esta demora no es significativa, comparándola con las ventajas de realizar la tarea a tiempo.

Las máquinas de cangilones son recomendadas solo para plantaciones con fines industriales. Las máquinas de pinzas (intercambiables según el tamaño del diente) exigen que la semilla esté bien clasificada por tamaños. Son las mejores por su relación beneficio/costo.

Las máquinas neumáticas exigen que no haya catáfilas sueltas que obture los orificios de los platos de distribución. Con el uso continuo manifiesta pérdidas de aire e impide sostener dientes grandes. Es poco práctica para el cambio de discos y costosa.

Figura 29



Traslado de dientes por medio de cangilones.
Fuente: A.M. López.

Figura 30



Traslado de dientes por medio de pinzas.
Fuente: A.M. López.

El mercado ofrece generalmente máquinas de 3 y 5 líneas simples o 2 líneas dobles adaptadas a riego por goteo o aspersión (aptas para cosecharse mecánicamente), las que permiten implantar desde 1,5 ha/día hasta 2,5 ha/día. Todas ellas tienen problemas de distribución en la línea, ya sea por excesos que traen aparejada falta de uniformidad y deformaciones en los bulbos por competencia, o por defecto, que atenta contra la densidad de plantas esperadas.

Entre los errores más comunes en el uso de las plantadoras podemos citar:

- Mala calibración de los dientes.
- Pinzas de tamaño mayor al tamaño de la semilla utilizada.
- Velocidad excesiva de trabajo.

- Regulaciones de engranajes inadecuadas.
- Uso de semilla desinfectada por el método de inmersión.

El uso de plantadoras por sí solo no resuelve todos los problemas de esta etapa. Asumiendo que una máquina puede plantar 2,5 hectáreas por día, y que la plantación de una determinada variedad no puede demorarse más de una semana en el estado de superación de la dormición óptimo, cada equipo solo puede plantar algo más de 17 hectáreas durante la temporada.

Si se utilizan más de un tipo comercial y más de una variedad con diferente estado de dormición, la máquina podrá hasta cuadruplicar o quintuplicar su capacidad operativa en el año y los costos de amortización de esta disminuyen significativamente.

Los riegos posteriores a la plantación son decisivos para una rápida emergencia de las plantas, la que debe suceder en un tiempo no mayor a 7 o 10 días.

5.9. Manejo del riego

Para el manejo del riego en un cultivo debemos conocer primero el suelo con el que estamos trabajando. No es lo mismo un suelo arenoso que un suelo arcilloso. Los tiempos y frecuencias de riego van a ser diferentes. Un suelo arenoso tiene baja capacidad de retención de agua y esta se infiltra a gran velocidad perdiéndose en profundidad. Por ello los riegos deben ser cortos pero frecuentes. En cambio, lo contrario ocurre en un suelo arcilloso que tiene una alta capacidad de retención de agua.

Existen en la actualidad aparatos que nos permiten medir las condiciones hídricas del suelo ubicados en lugares representativos del campo como: tensiómetros, sensores de humedad, sondas de capacitancia, etc., que permiten aumentar o disminuir la frecuencia de riego según corresponda.

En riego por surcos, en suelo franco se recomienda realizar 30 riegos de 6 a 8 horas de duración durante el cultivo en la región Andina, que representan un intervalo de aproximadamente 7 días, asegurando una adecuada provisión de agua. El ajo no tiene períodos críticos para sequía, en realidad todos los son, por lo que se debe mantener el suelo prácticamente a capacidad de campo durante todo el ciclo. Como típica planta de invierno, no soporta temperaturas muy altas de primavera, y por lo tanto utiliza el agua aportada para hacerla circular "como el radiador de un motor de combustión", enfriándose. Si esto no ocurre, la planta amarillea y se "entrega" prematuramente con la consecuente pérdida de rendimiento.

En invierno se puede regar con una frecuencia de 10 días y en verano en suelos francos entre 6 y 5 días, asegurando una lámina neta de 900 mm. El mayor requerimiento hídrico para la región Andina Central se registra en octubre en ajos blancos y en noviembre en colorados. Hay que tener en cuenta que con riego por surco para incorporar una lámina neta de 900 mm se debe contar de por lo menos 1800 mm de lámina bruta considerando

una eficiencia total de 50 %. Cuando se utiliza riego por goteo es necesario contar con datos de una estación meteorológica cercana que pueda informar sobre la evapotranspiración potencial o ET₀, o si no, disponer de un tanque de evaporación Tipo "A" en el cual se determina diariamente la evaporación del tanque o EB, con la cual, conociendo el coeficiente del tanque *k_p* se puede calcular la ET₀. Teniendo los coeficientes del cultivo (*k_c*) se calcula la evapotranspiración de este (ET_c) mediante la siguiente fórmula:

$$ET_c = EB \times k_p \times k_c$$

El valor del *k_p* varía durante el año, pero para facilitar el cálculo se tomó un valor promedio del año para las condiciones de instalación de un tanque en un lugar determinado.

Para determinar la lámina de riego que se debe aplicar en un sistema presurizado, se debe tener en cuenta la distancia entre las mangueras y la distancia entre goteros. Por ejemplo, si se coloca una manguera en el centro de una cama de 80 cm de surco a surco y los goteros están distanciados 30 cm, el caudal del gotero es de 0,9 L/h, eso significa que estamos aplicando 3,75 mm/h. Por lo tanto, si queremos aplicar 8 mm por riego debemos regar 2 horas y 8 minutos.

Hay que tener en cuenta que la eficiencia de riego en el mejor de los casos es del 95 %. Además debemos realizar un análisis del agua de riego para conocer por lo menos la conductividad eléctrica para calcular el requerimiento de lixiviación que se va a necesitar para mantener un adecuado balance salino.

$$RL = \frac{CE_r}{5CE_d - CE_r}$$

- **RL:** requerimiento de lixiviación.
- **CE_r:** conductividad eléctrica del agua de riego.
- **CE_d:** conductividad eléctrica del extracto de saturación sin disminución en los rendimientos, para ajo se establece 1100 μS cm⁻¹.

Por ejemplo, si el agua tiene una CE de 900 μS cm⁻¹, aplicando la fórmula, nos da un RL de 0,19 por lo tanto la lámina de reposición en vez de ser de 8 mm debería ser:

$$\text{Lámina bruta de riego} = \frac{8 \text{ mm}}{(1 - 0,19)} = 9,9 \text{ mm}$$

Por lo tanto el tiempo de riego sería 2 horas 38 minutos.

5.10. Manejo nutricional

Para la elaboración de un plan de fertilización es importante conocer la relación entre las curvas de crecimiento y absorción de nutrientes en función de la edad del cultivo. El ajo es muy exigente en N y K.

En las Figuras 31 y 32 se presentan curvas de absorción total de ajo (parte aérea más bulbo) de N, P y K (mg planta^{-1}) y hierro (Fe), cinc (Zn), manganeso (Mn) y cobre (Cu) ($\mu\text{g planta}^{-1}$) a lo largo del ciclo. Para un rendimiento de ajo colorado de 10 t ha^{-1} y una densidad de $17 \text{ plantas m}^{-2}$, se extraen 180 kg ha^{-1} de N, 20 kg ha^{-1} de P y 120 kg ha^{-1} de K, aproximadamente. Para rendimientos de 12 t ha^{-1} de ajo blanco, las cantidades extraídas son 160 kg ha^{-1} de N y cantidades similares de P y K, para la misma densidad de plantación antes citada.

Antes de iniciar un programa de fertilización de ajo hay que optimizar una serie de factores de manejo. Uno de ellos y muy importante es la fecha de plantación. Otro que tiene gran incidencia sobre el rendimiento es el nivel de humedad del suelo.

El ajo tiene un sistema radical poco profundo, poco denso y carece de pelos radiculares. Son plantas de mucha exigencia de agua y necesitan tener niveles de humedad cercanos a capacidad de campo prácticamente durante todo el ciclo para cubrir sus requerimientos evapotranspiratorios. Si bien son resistentes a la sequía, sus rendimientos se ven disminuidos en condiciones de estrés hídrico.

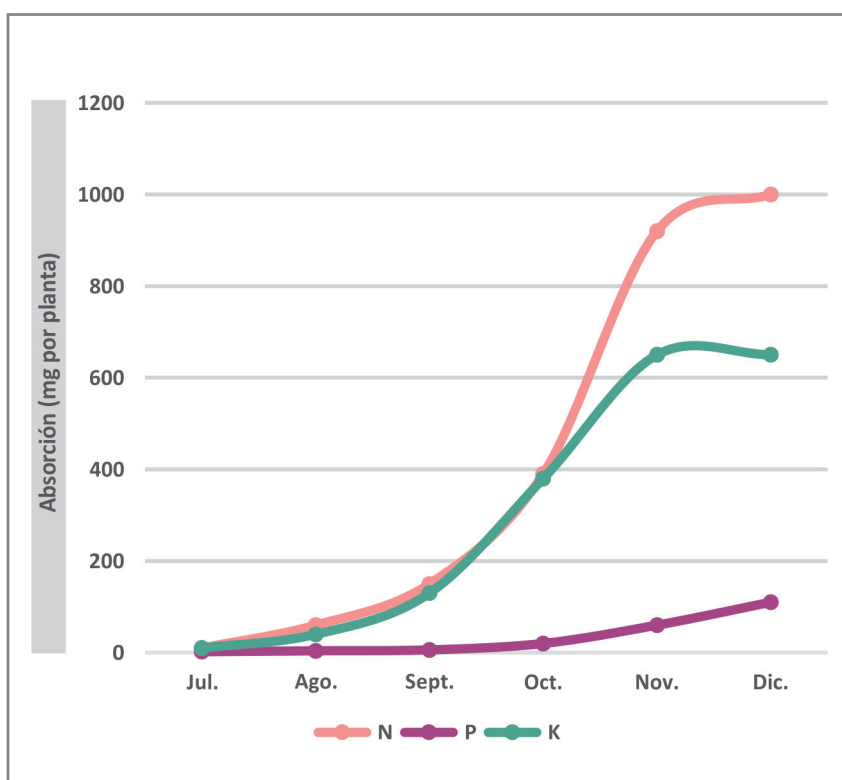


Figura 31

Patrón de absorción total de N, P y K del ajo colorado en la región de Cuyo.
Fuente: V.M. Lipinski y S. Gaviola.

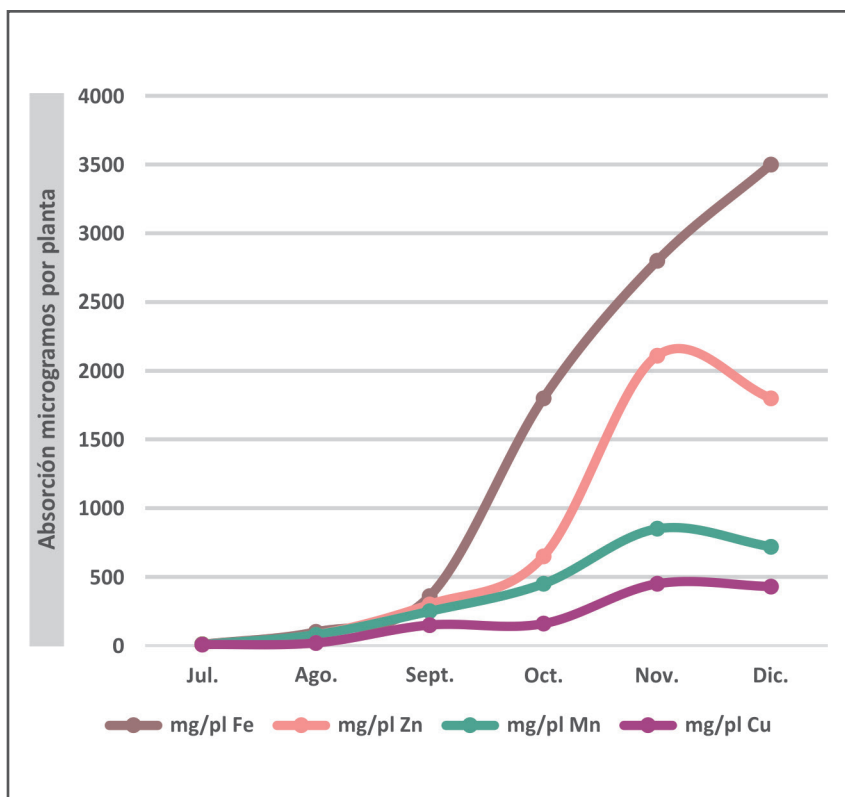


Figura 32

Patrón de absorción total de Fe, Zn, Mn, Cu en ajo colorado en la región de Cuyo. Fuente: V.M. Lipinski y S. Gaviola.

En cuanto a la salinidad, se encuentra entre los cultivos moderadamente sensibles (umbral de salinidad entre 1,1 a 3 dS/m), por lo que es muy importante el análisis de contenidos de sales del suelo previo a la plantación.

La deficiencia de N en ajo causa una falta de crecimiento y amarillamiento general de las hojas o clorosis, iniciándose en las hojas más viejas.

Para la aplicación de N es necesario conocer el ritmo de extracción de este durante el período de crecimiento y desarrollo. Como ya se vio, la tasa de absorción de N es muy lenta desde plantación (marzo o abril), hasta preformación de bulbo (mediados de agosto y septiembre) y durante ese período se absorbe solo el 20 % del N total.

Se establece que el período "óptimo" de fertilización nitrogenada en el cultivo de ajo está entre el 15 de julio y fines de agosto en ajo Blanco, y mediados de septiembre en ajo Colorado. Una aplicación temprana de fertilizantes nitrogenados solubles, es decir, antes de 15 de julio, podría llevar a pérdidas importantes de ese nutriente por lixiviación fuera de la zona radical.

A partir de septiembre se produce la etapa de crecimiento rápido de la parte aérea, alcanzando entre el 80 % y 90 % de la masa aérea total de la planta, hasta el momento en que inicia la senescencia.

Es decir que, si se suministran cantidades adecuadas de N en el período de fertilización aconsejado, la planta va a tener disponible este elemento para poder formar una gran

superficie foliar que le permitirá, mediante una actividad fotosintética intensa, la máxima producción de carbohidratos para trasladarlos posteriormente al bulbo.

Como norma, si el suelo fuera de textura más gruesa (franco arenoso, arenoso), sería ventajoso fraccionar la dosis de N en tres aplicaciones o más. El fraccionamiento de N es un recurso válido y necesario para hacer más eficiente su administración. Representa una herramienta estratégica para adaptarse a las demandas del cultivo e implica un aporte para alcanzar un mejor balance rendimiento - calidad sin adicionar riesgos ambientales, objetivos importantes en toda producción agrícola sustentable.

Aplicaciones de N posteriores al inicio de formación del bulbo son inconvenientes ya que, incrementa el riesgo de problemas que conducen a una mayor manifestación del "rebrote" o "ramaleo", al incentivar el crecimiento vegetativo tardío, con lo que pierden su valor comercial.

En la Figura 33 se observa la respuesta del ajo Blanco (cv. Nieve INTA) a las dosis de N para distintas densidades de plantación (20, 30 y 40 plantas m²), lográndose el máximo rendimiento con 190, 180 y 217 kg N ha⁻¹ respectivamente. El ensayo se realizó con riego por goteo y en suelo estaba medianamente provisto de N (650 mg kg⁻¹ de N total).

En todas las densidades se constató un efecto detrimental del rendimiento en la dosis de 300 kg ha⁻¹. Densidades mayores a 40 plantas m² solo se justifican si el destino de la producción es para industria. El uso de riego por goteo permite obtener excelentes rendimientos para industria con densidades de hasta 100 plantas m².

En ajo Colorado (cv. Fuego INTA) en alta densidad (410.000 plantas ha⁻¹) se alcanzó el máximo rendimiento con 300 kg de N ha⁻¹ aplicado como Sol-UAN. Sin embargo, la dosis óptima económica estaría entre los 150 y los 250 kg de N ha⁻¹.

La capacidad de respuesta a la fertilización nitrogenada depende en cierto modo del cultivar. En ajo Blanco (Lican INTA, Nieve INTA, Norteño INTA, Perla INTA y Unión) las dosis de N que maximizaron los rendimientos oscilaron entre 75 y 225 kg ha⁻¹ en un suelo que tenía contenidos de N total de 800 mg kg⁻¹ (Figura 34).

Para lograr la densidad de 40 plantas m², los dientes de ajo fueron plantados en camas de 0,82 m de fondo a fondo de surco, con cuatro hileras de plantas dispuestas en tres bolillos sobre el borde de 0,50 m, con la cinta de goteo con orificios a 30 cm colocada en el medio de este.

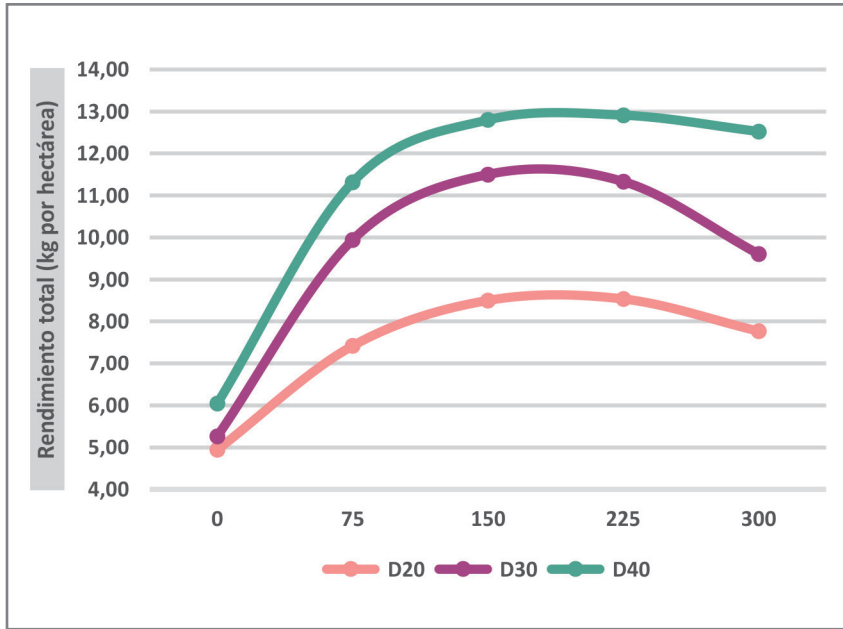


Figura 33

Rendimiento total (limpio y seco) en t ha⁻¹ de ajo Nieve INTA para tres densidades de siembra (D20, D30 y D40: 20, 30 y 40 plantas m⁻² respectivamente) y cinco tratamientos de N (0, 75, 150, 225 y 300 kg de N ha⁻¹). Letras diferentes indican diferencias significativas (Duncan, P<0,05). Fuente: V.M. Lipinski.

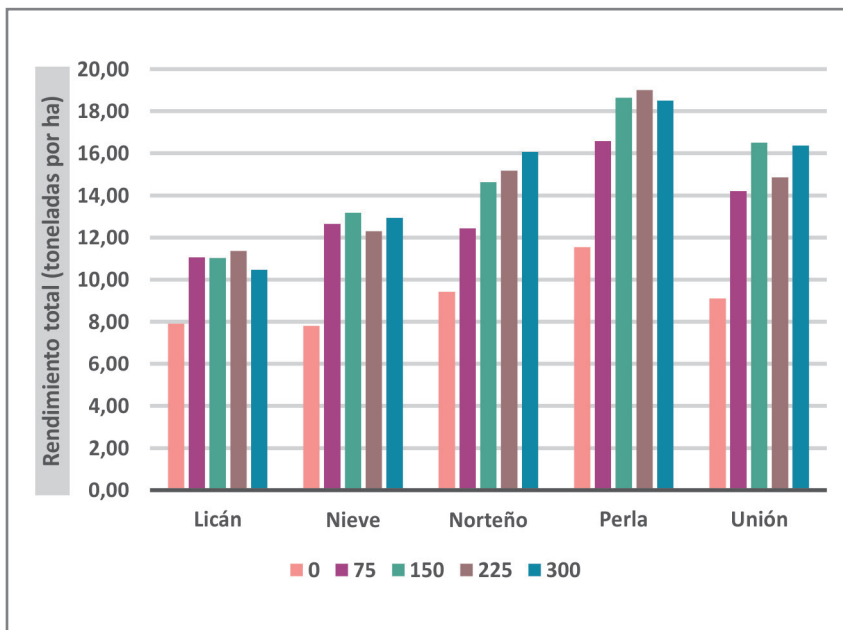


Figura 34

Respuesta de diferentes cultivares de ajo blanco a la fertilización nitrogenada (0, 75, 150, 225, y 300 kg N ha⁻¹). Fuente: V.M. Lipinski.

Respecto a diferentes fuentes nitrogenadas, diversos ensayos locales en los que se evaluó urea, sulfato de amonio, sulfonitrato de amonio y nitrato de amonio coinciden en que no hay diferencias significativas, entre estas, sobre el rendimiento de ajo.

En riego por surco, la forma más adecuada de aplicación del fertilizante nitrogenado es enterrándolo, próximo a la línea de plantas. Cuando no se dispone de maquinaria adecuada, el fertilizante se puede colocar en el surco inmediatamente después del riego de modo que se disuelva y se incorpore. En estas condiciones, el fertilizante (sobre todo la urea) está más expuesto a pérdidas por volatilización.

Como vimos, la tasa de absorción de P y K es baja en el período comprendido entre brotación y fines de septiembre, y a partir de esa fecha, y hasta la cosecha se absorbe el 93 % del P total a razón de 1,40 mg P día⁻¹ planta⁻¹ y el 81 % del K a razón de 6,6 mg K día⁻¹ planta⁻¹.

Existe amplia coincidencia entre las investigaciones realizadas que el ajo es una planta eficiente en cuanto a la absorción de P del suelo ya que en distintos ensayos realizados en la región cuyana, con niveles bajos de ese elemento en el suelo (3,5 mg kg⁻¹ en extracción carbónica 1:10), no obtuvieron respuesta a la aplicación de este elemento. En Chile se encontró respuesta solo moderada a baja en suelos francamente deficitarios (2 a 4 mg kg⁻¹ P-Olsen). La información mundial también indica una muy baja frecuencia de respuesta al P. Contrasta con esta información la obtenida en Costa Rica, en la cual se indican efectos positivos hasta dosis de 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Esta situación se explica porque los suelos tropicales derivados de cenizas volcánicas tienen una alta capacidad fijación de P.

En ajo, la deficiencia de P causa reducción del crecimiento y amarillamiento irregular de las hojas más viejas, progresando del ápice en dirección a la base, pudiendo ser confundida con síntomas de deficiencia de N. En estadios más avanzados de deficiencia las hojas pueden desarrollar colores púrpuras. En general, para ajo es aconsejable una fertilización fosfatada de restitución con dosis que no sobrepase los 20 kg de P ha⁻¹ en suelos medianamente provistos de P. La forma de aplicación debe realizarse en bandas en preplantación y 5 cm por debajo del diente semilla. Esto permite que el P esté más disponible, en el área de desarrollo radical, en la etapa temprana del cultivo para que pueda ser absorbido en un período corto. De esta forma se disminuyen las pérdidas relativas de P del fertilizante por fijación o retrogradación por parte del suelo.

El ajo es muy exigente en K; es el segundo nutriente más absorbido por la planta. Su deficiencia causa reducción del crecimiento y amarillamiento. De un modo general, en la bibliografía a nivel nacional e internacional y en las condiciones de suelos cuyanos, no hay antecedentes respecto a respuestas del ajo a la aplicación de K a pesar de que ese nutriente se requiere en cantidades apreciables. A nivel nacional es posible asegurar que actualmente no existen problemas relacionados con K, Ca, Mg y microelementos. De existir deficiencias de estos nutrientes, serían de baja envergadura frente al N ya que así lo demuestran indirectamente los buenos rendimientos de estos cultivos y la ausencia de síntomas de deficiencia de estos nutrientes.

El Ca se debería descartar *a priori* como deficitario, ya que este elemento es en general abundante en los suelos y agua de riego de Mendoza. Sin embargo, en otras zonas las aguas son de diferente calidad y podría tener problemas.

En cuanto a microelementos, es bien conocida su baja disponibilidad en suelos de pH alcalinos o calcáreos. Ante cualquier evidencia de problemas o síntomas de deficiencia, se recomienda tomar una muestra foliar y comparar el sector afectado con uno sano. Si se opera rápido, es factible la corrección por vía de aspersión foliar.

El ajo es más sensible que la cebolla a la concentración de boro (B) en el agua de riego, y contenidos superiores a 3 mg kg⁻¹ comienzan a provocar disminución de los rendimientos. Algunos autores determinaron una concentración de 4 mg kg⁻¹ como nivel crítico de B en

agua, pero el ensayo lo realizó en un sustrato de arena lavada y, por lo tanto, se puede suponer que en suelos el nivel crítico puede ser algo inferior. Los contenidos de B en hojas deben ser inferiores a 100 ppm para evitar riesgos de toxicidad en ajo.

5.11. Manejo de plagas y enfermedades

En realidad las plantas generalmente no se enferman. Cuando se maneja mal el ambiente agronómico se facilitan las condiciones predisponentes para el ataque de los patógenos. En la mayor parte de los casos el hombre contribuye a distribuir inóculos con los rastros, o generar fitotoxicidad en las plantas por mal uso de los agroquímicos, o dañar raíces y partes aéreas con labranzas exageradas y a veces innecesarias. Después de poner la atención en evitar las malas prácticas de manejo, entonces sí consideremos las plagas y las enfermedades:

Trips (*Thrips tabaci* y otros). Tanto adultos como larvas se encuentran apoyados sobre la lígula de las hojas, protegidos por las láminas más o menos cerradas, y desde allí se desplazan. Los síntomas de su presencia (Figura 35) son cambios de color de las hojas, que se tornan con un aspecto plateado como consecuencia de las cámaras subepidérmicas de aire dejadas cuando el insecto rae. Esta plaga solo compromete la producción cuando el ataque es muy temprano, por lo que generalmente se efectúa un único control al inicio del cultivo, siempre y cuando el número de insectos alcance el umbral de daño económico que es de 30 individuos por planta.

Eriófito de los bulbos (*Aceria tulipae*). Es una típica plaga de almacenamiento, dañando los bulbos por deshidratación y momificación de la hoja reservante particularmente en aquellos cultivares hipersensibles como Castaño INTA. En el cultivo es responsable de enrolamientos y cambio de color en las hojas con disminución del crecimiento de la planta (Figura 36). En almacenamiento la hoja reservante pierde brillo y se pueden localizar colonias del micro ácaro de color marrón claro. Se recomienda controlarlo con fumígenos casi obligatoriamente en los bulbos destinados a semilla, en lugar de hacerlo en condiciones de campo. El umbral de daños en cultivos para semilla es de 50 individuos por kilogramo de bulbo de ajo, mientras que para cultivos destinados al consumo es de 100 individuos por kilogramo de bulbo de ajo.

Nematodos de los bulbos (*Ditylenchus dipsaci*). Es la plaga más peligrosa de los cultivos de ajo, razón por la cual se deben realizar análisis de su presencia tanto en suelos como en semillas. Si el ataque es leve, no presenta síntomas muy visibles. Los ataques graves se manifiestan con plantas achaparradas, amarillentas, con hojas que aparentemente salen desde un mismo punto, que cuando se las arranca muestran destruido el disco (Figura 37). Estos ataques terminan matando a la planta. El umbral de daño indica en cultivos para "semilla": ningún individuo presente, tanto en bulbillos como en el suelo, mientras que en cultivos para consumo: hasta 20 individuos por cada kilogramo de suelo o 50 individuos por cada kilogramo de semilla.



Figura 35

Síntomas de ataque de trips. Fuente: J.L. Burba.



Figura 36

Síntomas de ataques de eriófidos. Fuente: J.L. Burba.

Podredumbre blanca (*Sclerotium cepivorum*). Es la enfermedad más importante de esta especie y su control es muy complejo y hasta imposible. En las plantas atacadas hay una abundante proliferación de micelio blanco sedoso y superficial. En él se forman rápidamente esclerocios negros como los descritos anteriormente (Figura 38). En condiciones de ataques severos, al marchitamiento le sobreviene la muerte de la planta. Si el ataque es próximo a la cosecha, la planta puede presentar áreas afectadas en el bulbo y pseudotallo. Los esclerocios pueden permanecer viables en el suelo durante 20 años o más.



Figura 37

Síntomas de ataques de nematodos.
Fuente: A.M. López.



Figura 38

Síntomas de ataques de podredumbre blanca. Fuente: R. Píccolo.

Mancha de herrumbre (*Fusarium oxysporum f.sp. cepae*, *Fusarium proliferatum* y *Fusarium oxysporum f.sp. cepae*). Provoca pérdidas considerables en cultivo y almacenamiento. La infección de plantas en el cultivo se manifiesta como un marchitamiento (Figura 39). Las hojas expresan clorosis y las puntas se secan hacia abajo. Se pueden observar raíces con la enfermedad las cuales se colorean de pardo claro al principio, perdiendo turgencia y luego mueren. En el bulbo es posible observar tanto en las hojas carnosas como en el disco pequeñas pústulas de color castaño rojizo o de tonalidad herrumbrosa.



Figura 39

Síntoma de fusariosis.
Fuente: R. Pícolo.

Mancha púrpura (*Stemphylium vesicarium*). Se manifiesta a través de lesiones aisladas son pequeñas, amarillas claras a violáceas o pardas, en forma de huso que se alargan pudiendo alcanzar las puntas de las hojas, pudiendo coalescer formando manchas más extendidas dando la apariencia del tizón en los cultivos afectados (Figura 40). Luego se transforman de color pardo claro con el centro de color más claro. Más tarde oscurecen, adquiriendo tonos violáceos, verde oliva o negro. Síntomas similares aparecen en la base del pseudotallo.

Roya (*Puccinia porri*). Los síntomas iniciales son pequeñas puntuaciones blancas sobre las hojas y pseudotallos. Posteriormente, estas lesiones maduran y se transforman en pústulas de color anaranjadas de 1-3 mm de forma circular a elongadas (Figura 41). Normalmente se distribuyen entre las nervaduras. Las hojas infectadas muy intensamente pueden transformarse en cloróticas, amarillentas y luego mueren. La enfermedad ocurre con mayor intensidad en condiciones de alta humedad relativa (HR) y baja frecuencia de lluvias. Temperaturas por debajo de 10 °C y por arriba de 24 °C inhiben la infección. La enfermedad se intensifica cuando las plantas están bajo estrés (baja o alta humedad o exceso de nitrógeno).

Moho verde (*Penicillium allii*). Produce el decaimiento de la semilla de ajo después de plantada. Los síntomas visibles son marchitamientos, clorosis y plantas con crecimiento pobre. El hongo puede penetrar dentro del tallo del diente y afectar el desarrollo y emisión de nuevas raíces. Las plantas infectadas crecen a un ritmo más lento y son muy débiles, por lo que pueden morir (Figura 42). La enfermedad también puede destruir a la semilla antes de brotar y a plántulas recién emergidas; estas son las principales causas de pérdidas.

Tristeza (*micoplasma*). Generalmente las plantas no llegan a bulbificar o lo hacen de manera muy irregular y en todos los casos mueren antes de llegar a cosecha. Las hojas

Figura 40



Síntomas de mancha púrpura.
Fuente: J.L. Burba.

Figura 41



Síntomas de roya.
Fuente: R. Pícolo.

Figura 42



Síntomas de moho verde.
Fuente: R. Pícolo.

presentan un marchitamiento y luego se secan. En ajo blanco, las plantas afectadas desarrollan un tono violáceo oscuro en el follaje. Por el contrario, ajos del grupo de los colorados, las plantas manifiestan un marchitamiento y las hojas se amarillean (Figura 43). Se presume que la transmisión se realiza a través de la semilla o de insectos picadores, como ciertas chicharritas.

Virosis. El cultivo de ajo por su naturaleza de propagación agámica es portador de una gran cantidad de virus que no llegan a producir la muerte de las plantas, pero que en ataques muy severos pueden ocasionar pérdidas de producción importantes. Potyvirus (transmitidos por áfidos) y Alexivirus (transmitidos por eriófidos) son los más importantes por su presencia y daños. En términos generales, la sintomatología de las virosis en ajo se manifiesta con mosaicos y decoloraciones en el follaje (Figura 44).



Figura 43

Síntomas de tristeza.
Fuente: J.L. Burba.



Figura 44

Síntomas de virosis.
Fuente: R. Pícolo.

A modo de síntesis, en los cuadros 7 y 8 se presentan los criterios para definir la necesidad de control químico sobre las principales plagas y enfermedades del ajo, respectivamente.

Cuadro 7

Plaga	Umbral de daño	Momento de control
Nemátodo del bulbo (<i>Ditylenchus dipsaci</i>)	<ul style="list-style-type: none"> En cultivos para semilla: ningún individuo presente, tanto en bulbillos como en el suelo. En cultivos para consumo: hasta 20 individuos por cada kilogramo de suelo o 50 individuos por cada kilogramo de semilla. 	Previo a la plantación, tratando el suelo y la semilla.
Trips (<i>Thrips tabaci</i>)	30 individuos por planta.	En el otoño, cuando las plantas de ajo son aún pequeñas; muy eventualmente también en primavera.
Eriófito del ajo (<i>Aceria tulipae</i>)	<ul style="list-style-type: none"> En cultivos para semilla: 50 individuos por kilogramo de bulbo de ajo. En cultivos para consumo: 100 individuos por kilogramo de bulbo de ajo. 	Preferentemente en almacenamiento poscosecha; eventualmente también al inicio de la primavera, durante la etapa de rápido crecimiento vegetativo del cultivo.
Ácaro de los bulbos (<i>Rhizoglyphus echinopus</i>)	25 individuos por kilogramo de bulbo de ajo.	Preferentemente en almacenamiento poscosecha con gases fumigantes.

Criterios para definir tareas de control químico sobre las principales plagas del ajo. Fuente: J.A. Portela.

Cuadro 8

Enfermedad	Momento de control	Condiciones que la predisponen
Podredumbre verde o moho azul (<i>Penicillium</i> spp.)	Tratamiento de la semilla antes de la plantación.	Heridas en el bulbillo y cualquier condición de estrés durante las etapas de brotación y crecimiento vegetativo inicial del cultivo.
Mancha de herrumbre (<i>Fusarium oxysporum</i>)	Tratamiento de la semilla antes de la plantación.	Condiciones de estrés durante las etapas de brotación y crecimiento vegetativo inicial del cultivo, primero, y durante la etapa de rápido crecimiento del bulbo, después.
Carbonilla (<i>Helminthosporium allii</i>)	Tratamiento de la semilla antes de la plantación.	Condiciones de estrés asociadas a excesos de humedad, tanto al inicio como al final del cultivo.

Enfermedad	Momento de control	Condiciones que la predisponen
Mancha púrpura (<i>Stemphyllium vesicarium</i>)	Durante la primavera temprana.	Sucesión de días frescos y con humedad relativa cercana al punto de rocío, sumada a cualquier condición de estrés del cultivo.
Roya (<i>Puccinia allii</i>)	En la primavera, durante las etapas de rápido crecimiento vegetativo y de rápido crecimiento del bulbo.	Sucesión de días cálidos, con temperatura media alrededor de 15 °C y humedad relativa mayor al 70 %.
Podredumbre blanca (<i>Sclerotium cepivorum</i>)	No tiene control curativo completamente efectivo; son esenciales los controles preventivos, fundamentalmente dirigidos al cuidado de la semilla.	Con elevada humedad del suelo y temperaturas entre 20 °C y 27 °C se favorece el crecimiento del hongo; temperaturas entre 14 °C y 18 °C favorecen su fructificación.

Crterios para definir tareas de control químico sobre las principales enfermedades en cultivos de ajo. Fuente: J.A. Portela.

5.12. Manejo de malezas

Para asegurar el adecuado crecimiento de las plantas se debe evitar la competencia que ejercen las malezas que se desarrollan en la línea de plantación. Para lograr este objetivo se recomienda tanto el laboreo mecánico como el uso de herbicidas sobre la línea de plantación.

El control de malezas se puede realizar por métodos mecánicos o químicos hasta la plantación, pero se recomiendan solo químicos luego de esta. Los suelos deberán mantenerse con menos de 4 malezas con más de 3 o 4 hojas por metro cuadrado hasta 10 días antes de la cosecha y libre de malezas de raíz pivotante hasta la cosecha.

Se controlan las malezas solo con herbicidas (Figura 45), con una aplicación en preemergencia de linuron, luego del primer riego después de la plantación, y a razón de 1,0 kg de producto por hectárea (entre 0,8 y 1,2, dependiendo de las características del suelo).

A la salida del invierno se realiza otra aplicación empleando esta vez pendimetalin a razón de 3,5 litros de producto por hectárea o aclonifen 0,40 l/ha; totril 0,4 l/ha si las malezas están en estado de primera hoja. Esta estrategia de control de malezas resultaría suficiente, dada la adecuada selección y manejo del terreno (riego y laboreo) que se efectuó antes de la plantación.

El laboreo interfilas solo estará justificado cuando existan limitantes en la eficiencia del riego y será con cuchillas de corte superficial.

Figura 45



*Aplicación de herbicidas de preemergencia.
Fuente: A.M. López.*

5.13. "Descanutado"

La vara floral (denominada popularmente como "canuto", "chifle" o "tola"), cuando emerge compite por fotoasimilados con el bulbo, por lo que en el caso de cultivares que la emitan se efectúa el "descanutado" por "pellizco" o tracción.

5.14. Aplicación de antibrotantes

Existen en el mercado diversas presentaciones de hidracida maleica, un regulador de crecimiento que puede aplicarse al cultivo entre 7 y 10 días antes de la cosecha en horas de la tarde o muy temprano de mañana a razón de 3 a 4 kg/ha de principio activo.

Asegurando el buen mojado de todas las hojas, que garantizan el traslado de producto, los bulbos cosechados no brotarán aun cuando hayan superado su normal período de reposo. Existen antecedentes de conservación por más de un año luego de la cosecha.

5.15 Manejo de la cosecha

El momento óptimo de cosecha (o “punto” de cosecha) no está dado por ningún parámetro en particular, pero sí por la combinación de varios de ellos. Entre los más utilizados están el número de hojas aún verdes y el espesor de las hojas envoltentes del bulbo. Cuando el follaje amarillea y las hojas envoltentes adelgazan el punto de cosecha está cerca.

Generalmente se pasa una cuchilla horizontal por debajo de los bulbos. Las plantas son retiradas manualmente y acordonadas por algunas horas o días (tapando los bulbos de unas con las hojas de otras).

Se deberán evitar los golpes entre bulbos para eliminar la tierra pegada a estos, la que será retirada por fricción con las manos. Durante el período de espera entre la cosecha y el traslado al lugar de curado o secado, los bulbos deben estar protegidos de las inclemencias del tiempo. No deben ser expuestos al sol por los riesgos de escaldaduras.

Las plantas, preclasificadas en el campo (eliminando los bulbos más pequeños o dañados), deberán atarse y llevar inmediatamente a un lugar seco, ventilado y sombreado.

Los rendimientos potenciales del ajo seco y cortado en Mendoza y San Juan pueden alcanzar en condiciones de ensayo hasta 30.000 kg/ha, en parcelas medianas hasta 21.000 kg/ha y en gran cultivo hasta 18.000 kg/ha.

Las máquinas cosechadoras integrales (arrancan, acordonan o atan, “destallan” y cargan a granel) han comenzado a difundirse en aquellas regiones donde la oportunidad de la labor se ve amenazada por la falta de mano de obra calificada.

Desde plantación hasta la cosecha las pérdidas “normales” de rendimientos son del orden del 8 % al 10 %, sin embargo a partir de este momento y hasta góndola las pérdidas son del orden del 20 % al 25 %, ya sea por defectos graves (podredumbres, vanos, verdeados), o por defectos leves (manchas, agrietados, incompletos). Por esta razón se deben tener en cuenta muchos cuidados.

Resulta complejo tomar decisiones sobre el momento oportuno de cosecha, ya que intervienen muchos factores. Por lo general el agricultor, que conoce su variedad, su suelo y su ambiente climático, toma decisiones acertadas, tal vez guiándose por aquel dicho “más vale dos días antes y no dos horas después”.

Las cosechas tempranas se caracterizan por plantas verdes, bulbo inmaduro, menor rendimiento total, catáfilas sueltas, susceptible a ataques de podredumbres, manchas herrumbres y carbonillas, dificultad para el curado y secado.

Las cosechas tardías se caracterizan por plantas muy secas, bulbos sobre maduros, con catáfilas muy secas que se desprenden fácilmente, o bulbos pelados, de poca firmeza, de fácil desgranado.

Las cosechas oportunas se caracterizan por bulbos de máximo calibre, catáfilas firmes, textura levemente húmeda, cuello de la planta cerrado con máxima capacidad de conservación.

Los equipos mecánicos de cosecha se pueden definir de la siguiente forma:

- Cosecha semimecánica a través de cuchilla laminar y recolección manual (Figura 46).
- Cosecha mecánica a través de:
 - arrancadora – hileradora (Figura 47);
 - arrancadora – atadora (Figura 48);
 - arrancadora – destalladora (Figura 49).

Figura 46



Arrancado con cuchilla laminar.

Figura 47



Arrancadora hileradora.

Figura 48



Arrancadora atadora.

Figura 49



Arrancadora destalladora.
Fuente: A.M. López.

Las partes componentes comunes de estos equipos de cosecha mecánica integral son para cada hilera: una cuchilla arrancadora y dos correas que toman, sacuden y elevan la planta.

Cada uno de estos modelos se adapta mejor a una determinada situación. Así la arrancadora destalladora, por el hecho que lesionan la planta por el corte, requieren de traslado inmediato (generalmente en bins o big-bag) y secado artificial con calventores para evitar fermentaciones y podredumbres en los contenedores de poscosecha.

La arrancadora hileradora deja el cordón imperfecto y necesariamente debe ser reacomodado por los operarios. La arrancadora atadora presenta con mucha frecuencia desperfectos en el atador.

En general la capacidad operativa de las cosechadoras es relativamente baja. Asumiendo que pueden cosechar 3 hectáreas por día, y que una determinada variedad debe ser cosechada en un período no mayor a 7 días, la superficie cosechada con una máquina en dichas condiciones es aproximadamente de 20 hectáreas en la temporada.

Una estrategia válida para aumentar la capacidad operativa anual, y por lo tanto mejorar los costos de amortización de esta, es utilizar variedades que tengan diferente fecha de cosecha y que por lo tanto permitan un escalonamiento de esta. Cuando el ajo está recién arrancado es el momento de máxima sensibilidad a los daños en los bulbos, y por lo tanto debe retirarse inmediatamente del campo evitando magulladuras, daños por lluvia y daños por sol.

La carga a granel de ajos frescos ("verde en rama") genera magulladuras tanto en el período de carga como en el de descarga; estas son mayores cuanto más larga es la distancia de traslado. Por lo general el ajo sale del sector a través de camiones volcadores o de acoplados convencionales generando daños por pisoteo y golpes, a lo que se deben sumar los riesgos de esguinces en los operarios y sobre pisoteo de suelo por parte de la unidad tractora.

Se han desarrollado acoplados autovolcadores cuyas ventajas son evitar los daños en los bulbos, abaratar los costos de traslado (por tiempo y recorrido) y mano de obra, evitar el sobrepisoteo de suelo, y bajar los riesgos de magulladuras de los operarios.

Para la operación de carga y traslado en campo, el conjunto (tractor + 3 acoplados en serie) debe circular en forma continua a menos de 2 km/hora entre los cordones de ajos atados, los que son cargados por 3 operarios/acoplado (2 cargan, 1 acomoda). Los operarios que cargan apoyan los atados de ajo sobre la planchada del acoplado (Figura 50), mientras que el operario que acomoda pisa la planchada (por un pasillo entre franjas de atados), sin afectar a los bulbos. Para el traslado el tractor se desplaza por los callejones de acceso al sector de secado entre 10 y 12 km/hora.

La eficiencia y funcionalidad en el campo muestran que estos autovolcadores pueden cargar 2.500 kg a 2.700 kg de ajo "verde en rama" en cada módulo, uniformemente distribuida. El conjunto de transporte (unidad tractiva 60 HP y tres módulos) puede des-

plazarse y frenar a velocidad de 15 km/hora sobre callejón consolidado. Los niveles de daños por magulladuras del acoplado convencional alcanzan valores superiores al 12 %, mientras que para los acoplados autovolcadores es inferior al 4 %.

Figura 50



Operación de carga y descarga de acoplados autovolcadores. Fuente: J.L. Burba

5.16. Manejo de poscosecha

Curado y secado

Las condiciones de los primeros días después de la cosecha son los más importantes para la conservación posterior. Las plantas deberán colocarse en lugares en los que se cumplan los siguientes requisitos: en ningún momento los bulbos deben recibir iluminación solar directa; no deben compartir el mismo ambiente que sus hojas (no debe haber contacto), y los bulbos deben estar permanentemente rodeados de aire hasta el perfecto secado de las hojas envolventes.

La estiba o almacenamiento de ajos “con rama” es recomendable realizarlo en microtúneles o secaderos verticales (Figura 51), que aseguran mejores condiciones de conservación para el ajo que los “caballetes” tradicionales.

Los bulbos no podrán ser descolados hasta el perfecto secado de las hojas (momento o “punto” de corte), indicado por la ausencia de exudaciones ante la presión manual a la altura del corte y la facilidad de pelado de las hojas envolventes. La Figura 52 muestra el efecto del momento de corte sobre la aparición posterior de defectos leves y graves.

Los bulbos se descolarán en finca bajo sombra cuando se trate de ajos para corte y se transportarán hasta el galpón de empaque en contenedores identificados ya sean cajas, cajas paletizadas, bins, bolsones (Figura 53).

Figura 51



Izquierda: microtúneles de secado.
Derecha: secaderos verticales Fuente: A.M. López.

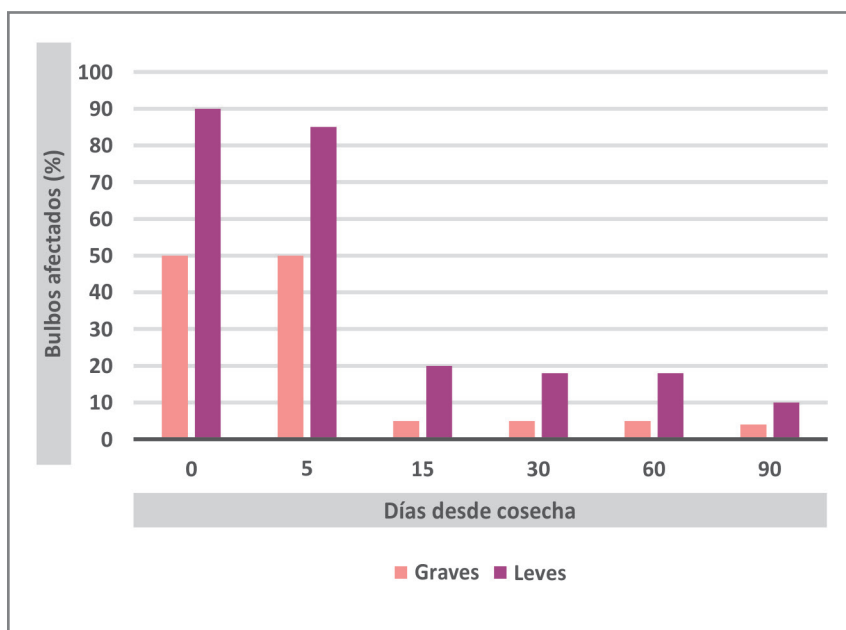


Figura 52

Efecto del momento de corte sobre la aparición de defectos leves y graves.
Fuente: A.M. López.



Figura 53

Estantería compacta en galpón con carga de bolsones y bolsas.
Fuente: J.L. Burba.

Conservación y almacenamiento

Una vez logrado el secado de los bulbos, la conservación de estos está fuertemente influenciada por la temperatura, y está condiciona la respuesta posterior en góndola. Aquellos ajos destinados al consumo podrán almacenarse por tiempos relativamente cortos a temperaturas ambientes superiores a 20 °C para demorar la brotación; sin embargo son las temperaturas próximas de 0 °C y HR del 70 % desde 30 días después de la cosecha las que obtienen los mejores resultados en el largo plazo.

El IVD del ajo en la cámara frigorífica evoluciona lentamente durante varios meses, llegando a los 7 meses solo a 50 %, mientras que, cuando se rompe la cadena de frío y la temperatura alcanza más de 25 °C, el IVD aumenta gran velocidad. En la práctica esto implica que el tiempo del que se dispone para comercializar un ajo frigoconservado cuando es llevado a góndola a temperatura ambiente, será tanto más corto cuando mayor sea el período de conservación. Por esta razón los mercados que disponen de cámaras frigoríficas regulan los stocks de salida a medida que la plaza lo demande.

Los ajos destinados a semilla podrán conservarse hasta el momento de su preparación entre 15 °C y 18 °C a los fines de lograr una adecuada salida del estado de reposo. Estas temperaturas permiten la brotación uniforme y relativamente rápida de las plantas sin efectos negativos sobre los rendimientos comerciales.

La vernalización, necesaria para el cultivo de ajos de mayores requerimientos de frío en regiones templadas o cálidas, se logra almacenando estos a temperaturas inferiores a 10 °C por períodos que oscilan entre 30 y 45 días, práctica habitual en Brasil o Australia.

Tipificación, empaque y comercialización

J.L. Burba y S. Lanzavechia

La Norma IRAM/INTA 155.002 es una herramienta protocolizada en la Argentina para tipificar y empaquetar ajos destinados al consumo directo, aunque el comercio internacional se mueve también por otras impuestas por los mercados demandantes. Esta no contempla presentaciones en ristras, mazos o coronas.

Las etapas del empaque son:

- Recepción
 - ajo en rama
 - ajo cortado
- Cortado
- Calibrado
- Pelado
- Selección
- Envasado
- Paletizado
- Despacho

Una vez secas las plantas de ajo están listas para iniciar el corte del falso tallo y las raíces, tarea que se efectúa de manera artesanal con tijera de punta roma (Figura 54). Los bulbos cortados se calibran mecánicamente en equipos "de golpes", "de mallas" o "de balanzas electrónicas" (Figura 55).



Figura 54

*Corte manual a tijera del falso tallo.
Fuente: J.L. Burba.*

La Norma IRAM/INTA 155.002 consigna que el ajo debe presentarse uniformemente ordenado de acuerdo al calibre (que representa el diámetro promedio en centímetros), con la variación consignada en el Cuadro 9, quedando estrictamente prohibido darle las mismas representaciones o denominaciones vulgares, ambiguas o de fantasía como suele ocurrir (p. ej.: extra, súper, jumbo, etc.).

Figura 55



Calibradoras de bulbos. Izquierda “de golpe”. Derecha “de malla”. Fuente: J.L. Burba.

Cuadro 9

Calibre	Representación	Diámetro mayor (mm)
3	26/35	$26 < d < 35$
4	36/45	$36 < d < 45$
5	46/55	$46 < d < 55$
6	56/65	$56 < d < 65$
7	66/75	$66 < d < 75$
8	76/85	$76 < d < 85$
9	86/95	$86 < d < 95$

Caracterización de los calibres de ajo.
Fuente: Normas IRAM-INTA 155.002.

Generalmente luego del calibrado los bulbos se pelan eliminando las hojas envolventes sucias o manchadas, y luego pasan por una cinta o bandas de selección (Figura 56), antes de ser empacados.

El ajo para consumo directo se suministrará en tres grados de selección denominados 1, 2 y 3 (1.a, 2.a, 3.a), dentro de cada uno de los cuales se clasificarán los bulbos de un mismo tipo comercial que cumpla con las aptitudes para el consumo exigidas (expresado en % de peso), y los niveles de tolerancia fijados en el Cuadro 10; queda estrictamente prohibido darle a los grados denominaciones vulgares, ambiguas o de fantasía. El ajo destinado a industria se considera como de grado 4. El lote que no cumpla con los requisitos de esta norma podrá ser reclasificado, reembalado o etiquetado para ajustarse a este.

Cuadro 10

Características de los bulbos	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4
Cuyo calibre no cumple con sus límites	5	10	15	-
Incompletos	0	0	5	-
Poco firmes	1	1	2	5
Deformados	1	5	10	-
Con enfermedades	0,5	0,5	1	2
Manchados	1	5	10	20
Lesionados	2	5	8	10
Brotados	1	2	3	
Total de defectos	5	10	15	25

Requisitos exigidos para los grados de calidad de ajo (% en peso).

Fuente: Norma IRAM/INTA 155.003



Figura 56

*Arriba: mesas de pelado manual.
Abajo: selección manual. Fuente:
J.L. Burba.*



Son condiciones mínimas para el ajo destinado al consumo ser del mismo tipo comercial, sano, limpio, entero, y firme, con las raíces cortadas contra la base y menos de 5 mm de longitud. Se considerarán defectos leves al ajo deformado ("ramaleado", "martillo", "dos pisos", etc.), lesionado o manchado. Se considerarán defectos graves al ajo sin firmeza, con plagas, con enfermedades, brotado y con olor extraño.

Los ajos serán empacados en envases nuevos, limpios, secos y que no transmitan olor o sabor extraño al producto. Para ajos sueltos en cajas de madera o cartón generalmente de 10 kg, que se paletizan para su transporte (Figura 57).



Figura 57

Paletizado y rotulado de las cajas. Fuente: J.L. Burba.

Producciones alternativas e industrialización

S. Lanzavechia y J.L. Burba

Las producciones alternativas de ajo como los ajos unibulbos, los ajos de verdeo y las varas florales comestibles no son frecuentes en la Argentina, sin embargo la demanda del mercado internacional es cada vez mayor.

Ajos unibulbos

Se denomina unibulbo a un bulbo simple, anormal, (sin diferenciación de dientes), denominado también en español "ajo perla", "ajas" o ajo "macho"; en portugués coquinho; en italiano aglio monobulbo; en inglés single bulb; en alemán solo-knoblauch, o en francés ail monobulbe.

Su producción es tan antigua como el propio cultivo, sin embargo en los últimos tiempos parecen cada vez con más frecuencia en los mercados (Figura 58) la línea de productos gourmet.



Figura 58

*Unibulbos de ajo.
Fuente: J.L. Burba.*

Se debe recordar que esta especie tiene dos requisitos para formar cabeza con dientes normales: tomar una determinada cantidad de horas de frío durante la etapa de crecimiento y esperar los días largos de primavera. Si estos no se cumplen, el bulbo se forma con dificultad o no se forma. Esto último es lo que ocurre cuando se llevan variedades de climas fríos a regiones cálidas.

Para lograr unibulbos las condiciones deben ser exactamente las contrarias: no deben tomar frío ya que este induciría a la formación de dientes. Para lograr unibulbos la planta debe "cargar" fotoasimilados y "descargar" lo máximo posible durante un tiempo corto, pero si este es demasiado corto se podrán formar, pero estos no alcanzarán el tamaño comercial exigido.

Para lograr unibulbos de tamaño comercial la semilla deberá ser mediana o grande y la época de plantación deberá ser lo más tardía posible (para que no tomen frío y no formen dientes), pero con semilla en las mejores condiciones posibles de conservación (deshidratación, brotación, sanidad).

Plantar en agosto y setiembre según la variedad. La densidad de plantación será de 400.000 plantas por hectárea; podrá ser realizada en líneas simples a 0,50 m de separación entre sí (20 plantas por metro lineal). Debido a las características particulares de cada variedad en cuanto a su conservación, el número final de bulbos a cosecha puede sufrir pérdidas del orden del 20 %. Para las plantaciones de julio el ciclo es aproximadamente de 150 días, para las de agosto 85 días y para las de septiembre 75 días. A medida que se retrasa la fecha de plantación aumenta la proporción de unibulbos, aunque en oportunidades no alcanzan el calibre comercial.

Una de las mejores combinaciones posibles es la utilización de los cultivares Norteño INTA y Unión (de muy buena conservación a temperatura ambiente), utilizando dientes medianos (más de 3 gramos) y grandes (más de 6 gramos).

Ajos de verdeo

Se denominan ajos de verdeo a los brotes tiernos (láminas y vainas) exigidos por el mercado gourmet (Figura 59). El sistema de producción de estos implica la combinación de cultivares y de fechas de plantación y cosecha a los fines de lograr brotes de ajo (baby garlic), Verdeo chico (green garlic) y Verdeo grande (fresh garlic).

Se definieron convencionalmente:

- **Brotes de ajo** (baby garlic): plantas de 30 cm de altura (entre 28 y 32), con 8 mm de diámetro de cuello (entre 7,0 y 9,0), y 5,5 g de peso fresco por planta (entre 4,0 y 7,0 g).
- **Verdeo chico** (green garlic): plantas de 37 cm de altura (entre 35 y 39), 10 mm de diámetro de cuello (entre 9,0 y 11,0), 10,0 g de peso fresco por planta (entre 8,0 y 12,0 g).

- **Verdeo grande** (fresh garlic): plantas de 45 cm de altura (entre 42 y 47), 12 mm de diámetro de cuello (entre 11,0 y 13,0), 18 g de peso fresco por planta (entre 15,0 y 21,0 g).

El Cuadro 11 y la Figura 60 muestran las alternativas de producción de ajos de verdeo en la región Andina Central. Se puede producir baby garlic a partir de cultivos de 108 días de ciclo, green garlic a partir de 125 días de ciclo y fresh garlic a partir de 145 días.



Figura 59

Ajos de verdeo. Izquierda: brotes de ajo. Centro: verdeo chico. Derecha: verdeo grande. Fuente: J.A. Portela.

Cuadro 11						
Orden	Variedad	Diente	Fecha Plantac.	Cosecha		
				Brotos baby	Chico green	Grande fresh
1.º	Morado	Grande	Marzo	03 de julio	23 de julio	10 de agosto
2.º		Chico		29 de julio	14 de agosto	03 de septiembre
3.º	Nieve	Grande	Marzo	28 de agosto	12 de septiembre	18 de septiembre
4.º		Chico		04 de septiembre	15 de septiembre	23 de septiembre

Secuencia de plantación para ser utilizada en el sistema de producción de ajos de verdeo. Fuente: S. Lanzavechia.

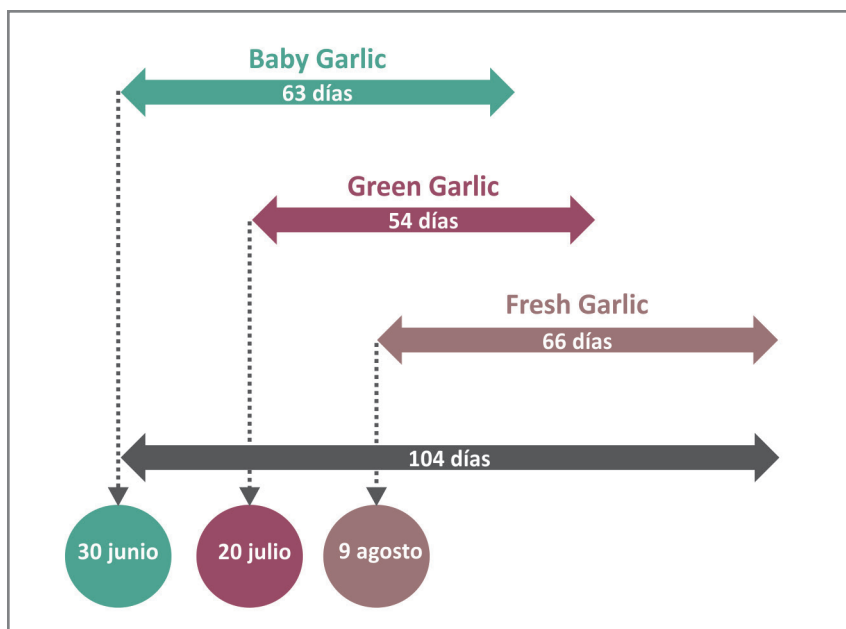


Figura 60

Período posible de abastecimiento (cosecha) de ajos de verdeo. Fuente: S. Lanzavechia.

Varas florales comestibles

Las varas florales de ajo (llamadas en la Argentina "canuto", "chifle", "chiflote", "gaita", "tola" o "virote"), como muestra la Figura 61, son utilizadas para el consumo humano desde hace milenios, y se les atribuye propiedades especiales.

Hoy, forman parte del mercado gourmet de occidente, sin embargo son parte de la dieta diaria de los países de Asia oriental.

En Argentina, particularmente en las provincias de San Juan y Mendoza, las afamadas "tortillas" forman parte de la gastronomía criolla desde hace cientos de años en el momento de la "descanutada". Algunas variedades de ajo de los Grupos III y IV son capaces de emitir varas florales de cierta longitud expuesta, siendo más valiosos los que emiten varas florales más largas y rectas.

La producción de varas depende de la variedad y la cantidad de frío tomado por las plantas durante el invierno. Mientras más frío toma más vigor tienen y más plantas las emiten.

No todas las variedades tienen la capacidad para emitir vara floral, y algunas, cuando lo hacen, no emergen del falso tallo por lo que no pueden visualizarse. Internacionalmente a las variedades que tienen la tendencia de producir una vara floral se los conoce como tipo bolting, stalking o hard neck (cuello duro).

Como ya se dijo la aptitud de floración del ajo está fuertemente influenciada por la variedad, interactuando con las temperaturas y la longitud del día, pudiendo ser modificada por algunos factores de manejo como el tamaño de "semilla", la temperatura de



Figura 61

*Varas florales
acondicionadas
para la venta.*

conservación de esta, la fertilización, la época de plantación, la densidad de plantación y los riegos. En Argentina, más precisamente en la región andina, los ajos de los tipos comerciales Morados, Colorados y Castaños (Norma IRAM/INTA 155.003) se diferencian de los otros cultivados en el país por la capacidad de emitir una vara floral que emerge del falso tallo.

La vara floral maciza, de sección circular a oval y remata en una inflorescencia protegida por una hoja modificada en forma de capuchón (espata).

La formación de la vara floral se produce inmediatamente antes o simultáneamente con los dientes a principios de la primavera; sin embargo, la aparición de la vara se produce bastante más tarde, cuando el bulbo se encuentra en pleno crecimiento.

En Argentina existen variedades inscriptas en el Registro de Cultivares del Instituto Nacional de Semillas (INASE), algunas de las cuales, del tipo "cuello duro" producen varas florales emergentes. Estas son aquellas del grupo ecofisiológico (GE) IIIa de la nueva denominación (Morado INTA, Killa INTA, Serrano y Pampeano), del GE IVa y IVb (Tempranillo, Peteco, Gostoso INTA, Fuego INTA, Sureño INTA, Rubí INTA, Gran Fuego INTA), y del Grupo IVc (Castaño INTA).

Existen diferencias entre las variedades respecto a la emisión de varas, así, por la fecha en que cada una alcanza el 80 % de floración se las puede clasificar:

- **Extratempрана:** Morado INTA
- **Temprana:** Castaño INTA, Fuego INTA y Gostoso INTA
- **Tardía:** Sureño INTA

En Castaño, Morado y Gostoso la floración es más concentrada alcanzando el 80 % de floración en solo una semana, mientras que en Fuego tarda 9 a 10 días y en Sureño 20 días. En casi todas estas variedades más del 80 % de las plantas emiten varas.

Uno de los factores que afecta la emisión de “canutos” en ajo es el tamaño del diente plantado. Cuando aumenta el peso de los dientes utilizados en la plantación (más de 5 g) aumenta significativamente el peso seco de la vara. Se pueden obtener buenas producciones de varas (aunque de menor peso) aun a partir de dientes pequeños (1,5 a 3 g), ya que al disminuir el peso de los bulbillos se afecta más la producción de bulbos subterráneos que de bulbillos aéreos.

Dientes chicos (1 a 3 g) solo son capaces de emitir vara floral cuando después de la inducción por bajas temperaturas durante el almacenamiento, el fotoperíodo se acorta (16 a 12 horas de luz) y aumenta el período de crecimiento vegetativo previo a la inducción por frío. Ensayos en Mendoza con tres tamaños de dientes, (1 a 2 g; 3 a 4 g y 5 a 5,5 g), con un ajo tipo Colorado “criollo”, demostraron que las plantas provenientes de los dientes chicos emiten un 10 % a 20 % más de varas por planta (aunque de menor peso), que las originadas de los dientes más grandes (Cuadro 12).

Cuadro 12

Tamaño de diente	Plantas con canuto (%)
Chico	89
Mediano	76
Grande	71

Efecto del tamaño de diente sobre el porcentaje final de plantas con canuto.

Alternativas industriales

La industrialización o procesamiento del ajo debe estar destinada a ampliar la oferta de productos, incluir valor agregado y contar con una nueva herramienta con la que los productores deben defender sus rentas: la diferenciación.

La diferenciación puede hacerse en forma tangible, mediante atributos mensurables (contenido de antioxidantes, valor nutritivo, color, textura), o intangibles, proporcionando información de interés, nombres reconocidos, características especiales, etc. Cada empresa, región, cadena agroalimentaria deben saber descubrir esos valores únicos que les posibilitan desarrollar estrategias exitosas a la hora de lograr la satisfacción de clientes y consumidores.

Cualquiera sea el producto que el industrial desea elaborar, debe partir de una materia prima de calidad, con sanidad, mínimos defectos, tamaño adecuado, etc.

Superada las primeras operaciones en la industrialización, el destino puede ser muy variado. En la Figura 62 se presenta un diagrama de flujo general de los productos posibles.

Resumiendo

- Existen cultivares con aptitudes específicas para diferentes presentaciones y se pueden utilizar durante todo el año.
- Se pueden conocer algunas propiedades y su adaptación para diferentes elaboraciones que permiten dar valor agregado a una materia prima básica.
- Sureño INTA se distingue por su aptitud para preparar diente pelado.
- Fuego INTA, Nieve INTA, Unión, Gostoso INTA y Sureño INTA son aptos para preparar ajo picado mínimamente procesado.
- Norteño INTA, Sureño INTA, Morado INTA y Castaño INTA son aptos para conservar como dientes enteros pelados y refrigerados por tiempos cuando se preparan con un IVD menor de 10 %.
- Es posible elaborar conservas de dientes preservadas químicamente, con probado control microbiológico, prolongada conservación (6 meses), pudiéndose realizar variantes del producto como ensaladas y condimentos.

Figura 62

Alternativas industriales para el ajo

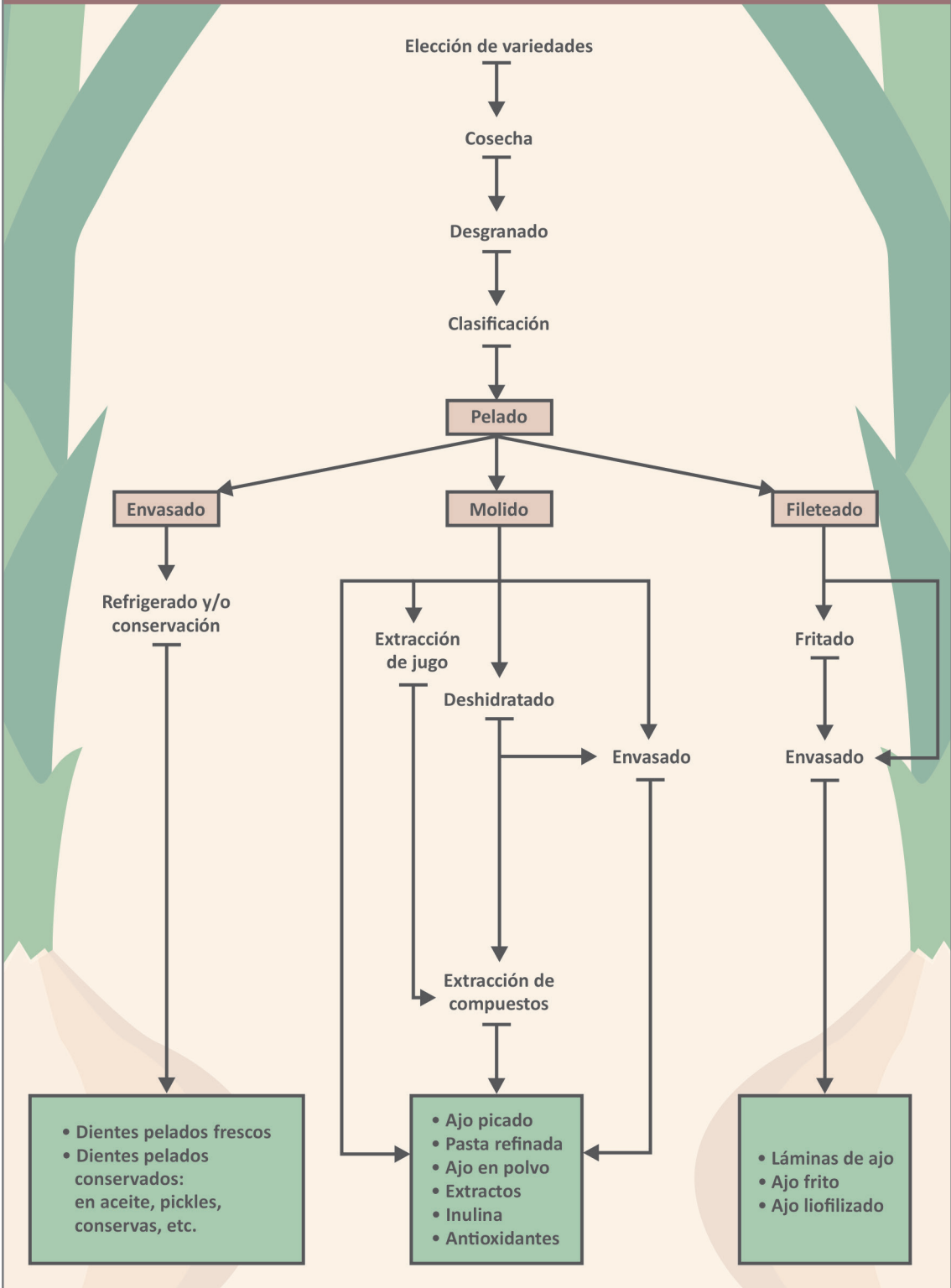


Diagrama de flujo de obtención de productos con ajo.
Fuente: L. Vignoni.

Bibliografía

- BURBA, J.L. 2013. Evolución histórica del cultivo de ajo en Argentina. En: 100 Temas sobre producción de ajo. Ed. J.L. Burba. Vol. 1: 8-17. Ediciones INTA. BURBA, J.L. 2013. Grupos Ecofisiológicos (GE), de ajos en la Argentina y su equivalencia internacional. En: 100 Temas sobre producción de ajo. Ed. J.L. Burba. Vol. 2: 8-16. Ediciones INTA.
- BURBA, J.L. 2015. Producción y comercialización de ajos diferenciados. PROAJO/INTA DOCUMENTO 113/15. EEA La Consulta, INTA. 18 p.
- BURBA, J.L.; S. LANZAVECHIA. 1990. Procedimiento para análisis del IVD (Índice Visual de Dormición), en "dientes" de ajo. PO 4.1.3 Revisión 2012. En: Manual de Procedimientos Operativos para la Producción, Empaque, Comercialización e Industrialización de Ajo. Ed. J.L. BURBA. 2013. EEA La Consulta, INTA. Mendoza, Argentina.
- BURBA, J.L.; S. LANZAVECHIA. 2013. Fichas de cultivares de ajos argentinos. En: 100 Temas sobre producción de ajo. Ed. J.L. Burba. Vol. 2: 56-84. Ediciones INTA.
- BURBA, J.L.; S. LANZAVECHIA. 2012. Tecnología para la producción de varas florales de ajo comestibles. PROAJO/INTA DOCUMENTO 109/13. EEA La Consulta. INTA. 18 p.
- BURBA, J.L.; A.M. LÓPEZ. 2007. Secaderos verticales de ajo. Principios de funcionamiento. PROAJO INTA. Documento 086. EEA La Consulta INTA, 6 p.
- BURBA, J.L.; L. RIVERO. 2013. Aspectos prácticos para la conservación frigorífica de ajos para consumo. En: 100 Temas sobre producción de ajo. Vol. 4: 166-175. Ediciones INTA.
- BURBA, J.L.; A.M. LÓPEZ; S. LANZAVECHIA. 2013. Sistema multimodal de empaque (SME/INTA), para exportaciones diferidas de ajos termoprottegidos a mercados del Hemisferio Norte. En: 100 Temas sobre producción de ajo. Vol. 4: 70-79. Ediciones INTA.
- BURBA, J.L.; J.A. PORTELA; S.B. LANZAVECHIA. 1996. Protocolo para la descripción de cultivares de ajo (*Allium sativum* L.). EEA La Consulta, INTA. 6 p.
- DEL MONTE, R.; J.L. BURBA; A.M. LÓPEZ; A. AMBROGETTI; G.E. LANZAVECHIA. 2010. Sistema de recolección y transporte de ajo (SRA/INTA), de acción rápida y minimización de pérdidas. EEA La Consulta. INTA. 15 p.
- GAVIOLA DE HERAS, S.; M.F. FILIPPINI; V.M. LIPINSKI. 1991. Ritmo de crecimiento y absorción de nutrimentos en ajo (*Allium sativum* L.). Efecto de la fertilización sobre componentes del rendimiento en los tipos blancos y colorados. I y II Curso Taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo. EEA La Consulta. INTA. Mendoza, Argentina. 105-112 pp.
- GAVIOLA DE HERAS, S.; M.F. FILIPPINI; V.M. LIPINSKI. 1993. Fertilización de ajo colorado y blanco: Efecto sobre la concentración y absorción de N-P y K durante el ciclo de Cultivo. III Curso Taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo. EEA La Consulta. INTA. Mendoza, Argentina. 221-234 pp.
- GAVIOLA, S.; V.M. LIPINSKI. 2002. Diagnóstico rápido de nitratos en ajo cv, Fuego INTA con riego por goteo. Ciencia Suelo, 20 (1):43-49.
- GAVIOLA, S.; V.M. LIPINSKI. 2004. Evaluación de rendimiento y nitratos en ajo cv. Nieve INTA con riego por goteo. Revista Agricultura Técnica (CHILE). 64 (2):172-181.
- GUIÑAZU, M.; E. GABRIEL; J.L. BURBA. 2013. Producción de semilla básica de ajo mediante el uso de bulbillos aéreos. Ediciones INTA. EEA La Consulta. INTA. 101 p.
- IRAMI/INTA. 2002. Norma 155.003. Hortalizas para consumo en fresco. Ajo. Parte 1 Definiciones. Parte 2 Requisitos. Anexo A Métodos de ensayos.
- LANZAVECHIA, S.; J.L. BURBA. 2013. Producciones alternativas de ajo: unibulbos y ajos de verdeo. En: 100 Temas sobre producción de ajo. Vol. 3: 108-120. Ediciones INTA.
- LANZAVECHIA, S.; J.L. BURBA. 2015. ¿Todos los ajos son iguales? Una propuesta para diferenciar productos. PROAJO INTA. Documento 118. EEA La Consulta INTA, 14 p.
- LANZAVECHIA, S.; J.L. BURBA. 2010. Efecto de la fecha de plantación y tamaño de semilla sobre la producción de ajos de verdeo. EEA La Consulta. INTA. 6 p.
- LANZAVECHIA, S.; J.L. BURBA. 2011. Sistema de producción de unibulbos de ajo. PROAJO INTA. Documento 102. EEA La Consulta INTA, 10 p.
- LEDESMA, A.; M.I. REALE; R. RACCA; J.L. BURBA. 1980. Efecto de bajas temperaturas y períodos de almacenaje de pre plantación sobre diversas manifestaciones del crecimiento en ajo (*Allium sativum* L.) tipo clonal Rosado Paraguayo. PHYTON 9 (39): 37-47.
- LÓPEZ, A.; J.L. BURBA. 2013. Sistema de conservación de ajo para largo tránsito (SCA/INTA). En: 100 Temas sobre producción de ajo. Ed. J.L. Burba. Vol. 4: 176-184. Ediciones INTA.
- LÓPEZ, A.M.; J.L. BURBA; S. LANZAVECHIA. 2012. Análisis sobre la mecanización en cultivos de ajo. EEA La Consulta. INTA. 40 p.
- LÓPEZ, A.M.; J.L. BURBA; G.E. LANZAVECHIA; S. LANZAVECHIA. 2012. Análisis sobre la mecanización del empaque de ajo. EEA La Consulta. INTA. 34 p.
- LOYOLA, P.; V. RODRIGUEZ. 2013. Una visión del perfil productivo del ajo en Argentina. En: 100 Temas sobre producción de ajo. Ed. J.L. Burba. Vol. 1: 18-26. Ediciones INTA.
- MARTINOTTI, M.; J.E. LARRIQUETA. 2013. Manejo de malezas en el cultivo de ajo. En: 100 Temas sobre producción de ajo. Ed. J.L. Burba. Vol. 3: 122-142. Ediciones INTA.
- MESSIAEN, C.M. 1996. Fisiología del ajo. Título original: Physiologie d'ail. En: L'AIL. COMPTE RENDU DES JOURNEES NATIONALES DE L'AIL. GNIS. Beaumont de Lomagne. Mai 1974. p.7-10. Traducción: J.L. Burba. EEA La Consulta. INTA. 9 p.

- PÍCCOLO, R.J. 2007. Descripción de enfermedades del ajo. PROAJO INTA. Documento 084. EEA La Consulta INTA, 28 p.
- PORTELA, J.A. 2007. Ajo argentino. Pautas de cultivo para la Región Andina Central argentina. EEA La Consulta. INTA. Ediciones INTA. 88 p.
- PORTELA, J.A. 2013. Crecimiento y desarrollo de la planta de ajo. En: 100 Temas sobre producción de ajo. Vol. 3: 8-35. Ediciones INTA.
- PORTELA, J.A.; C.C. LUCERO. 2013. Tecnologías "costo cero" para el cultivo de ajo. En: 100 Temas sobre producción de ajo. Vol. 3: 48-76. Ediciones INTA.
- SALUZZO, J.A. 2013. Ampliación de zonas de producción de ajo en la Argentina. En: 100 Temas sobre producción de ajo. Vol. 1: 68-84. Ediciones INTA.
- VIGNONI, L. 2013. Alternativas para la industrialización del ajo. En: 100 Temas sobre producción de ajo. Ed. J.L. Burba. Vol. 5: 150-163. Ediciones INTA.



La Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO), principal institución responsable de la promoción del conocimiento de las hortalizas, se ha propuesto elaborar una serie de fascículos bajo la denominación Colección Horticultura Argentina, destinados a la enseñanza de la especialidad en el país. A esta iniciativa se sumó el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), que, a través de un convenio específico con la ASAHO, hace posible la edición de esta colección.

La misma está compuesta por fascículos de **Horticultura General** y **Horticultura Especial**. Estos se proponen como base para el estudio de cada tema, y tienen como autores y responsables de edición a los principales profesionales de organismos públicos y empresas privadas o mixtas, con gran experiencia en la materia. Ellos han donado sus derechos de autor para contribuir con los estudiantes y técnicos en el desarrollo de la actividad.

ASAHO e INTA desean que estos fascículos formen parte de la biblioteca de consulta de todos aquellos que abracen esta disciplina.



ASAHO

Asociación
Argentina de
Horticultura



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina