

El ambiente como regulador del desarrollo de las plantas. Su efecto sobre el ajo (*Allium sativum* L.)

José Antonio Portela

E.E.A. La Consulta INTA. C.C. 8 (5567) La Consulta, Mendoza, Argentina.

Resumen

El ambiente, es el medio que permite y a su vez condiciona el desarrollo de los seres vivos. A las restricciones físicas (climáticas y edáficas) que impone, se suma una oferta limitada de los recursos esenciales para la vida (agua, energía y nutrientes), que es característica para cada ambiente. Así, de la habilidad de cada organismo para captar estos recursos en un medio determinado, dependerá su aptitud para prosperar exitosamente en ese medio.

Esta habilidad, que constituye la capacidad de adaptación del organismo, se presenta en las plantas como un mecanismo de crecimiento modular. En él, nuevas partes (hojas, raíces, flores) pueden ser constantemente agregadas a una superestructura compleja y de integración indefinida, en un proceso gobernado por el genotipo, pero que es regulado por el ambiente al inducir cambios en la ontogenia y limitar el espacio disponible para el desarrollo de cada individuo. Estas presiones y ajustes del medio externo generan efectos fenotípicos en las plantas, que pueden ser persistentes y transmitirse a una progenie clonal o hasta sexual, haciendo que módulos capacitados para crecer separados de la superestructura madre, desarrollen como

si continuaran bajo la presión ambiental que ésta sufría. El ajo (*Allium sativum* L.) presenta entre las hortalizas un caso extremo en este proceso de control del ambiente sobre la expresión genotípica. Su reproducción, casi exclusivamente por vía agámica, lo transforma en una especie plurianual en la cual, a las limitaciones impuestas por el ambiente actual, se suman los efectos ambientales anteriores acumulados en la «semilla». Así, quedan definidos para esta especie tres grandes condicionantes ambientales en cada nuevo ciclo de cultivo, que son el termo-fotoperíodo, la competencia intra e interespecífica, y el origen de la «semilla».

El presente trabajo de revisión, discute las evidencias experimentales a este respecto y plantea criterios de manejo, a la vez que deja abiertos nuevos interrogantes de importancia práctica para el cultivo. Por último, propone que los estudios sobre el ajo sean encarados desde un enfoque particular, en virtud del gran peso que poseen sobre el posterior cultivo las condiciones bajo las cuales las «semillas» son originadas.

Palabras Clave: Ambiente - Ajo - *Allium sativum* - Adaptación - Manejo.

The environment like plant development regulator. His effect on garlic (*Allium sativum* L.)

Summary

The environment allows and imposes conditions to living organisms. In addition to physical restrictions (climatic and edaphic restrictions) the environment offers a limited supply of the essential resources for life (water, energy and nutrients), being that supply specific for each site. Thus, the successfully settlement of each organism in any site will depend upon its aptitude to make use of those limited resources.

This ability, which constitutes the specific capacity of adaptation for a living organism, is present in plants as a modular growth mechanism. New elements (leaves, roots, flowers) are constantly added to a complex superstructure with an undefined integration, in a

process driven by the genotype and regulated by the environment. This last one induces changes in plant ontogeny and limits the available space for the development of each organism.

Those environmental pressures and fits promote phenotypic effects in plants, which may be durable and transmitted to a clonal or even sexual progeny. As a consequence, modules able to growth separated from the parental superstructure, develop such as they still were under the same environmental pressure.

Among vegetables, garlic (*Allium sativum* L.) is an extreme point of this process of environmental control over the genotypical expression. Its almost exclusively

agamie reproduction makes it a pluriannual specie, in which previous environmental effects accumulated in the seeds (cloves) are added to the conditions imposed from the ongoing environment. Thus, in every new cropping cycle, three large regulation factors of the environment are defined for this specie: the thermo-photoperiod, the intra and interespecific competence, and the seed origin.

The present review discusses experimental evidences with respect to this matter, and intends to establish a

crop management criteria. Furthermore, new questions of practical importance arises for a deep discussion. Finally, due to the great weight that the seed origin have over the next crop, the work proposes a particular point of view for the oncoming researches of garlic.

Key words: Environment - Garlic - *Allium sativum* - Adaptation - Management.

El ambiente. Una fuente de escasez.

Etimológicamente, el ambiente es «lo que nos rodea». Sin embargo, desde el punto de vista biológico, el ambiente es la suma de los factores bióticos y abióticos que permiten, y a su vez condicionan, el desarrollo de los seres vivos.

Como se desprende de la Figura 1, la latitud, la orografía y la altitud, elementos que establecen los parámetros climáticos locales, son los que determinan la **radiación solar** que recibe un punto dado en la superficie terrestre. Por otro lado, para este punto en la superficie, la proporción de carbono (estimadora del contenido de materia orgánica), junto con la estructura, la textura y la porosidad, elementos que conforman la matriz edáfica, son los que determinan la disponibilidad de **agua** y **nutrientes** para los seres vivos.

Estos recursos que ofrece el ambiente, es decir el agua, la energía y los nutrientes, son esenciales para la vida y no se encuentran disponibles en forma infinita. Muy por el contrario, cada combinación específica de los elementos que componen el ambiente se asocia a una determinada disponibilidad de estos recursos.

Por consiguiente, de la habilidad que tenga cada organismo para captarlos bajo determinadas condiciones, va a depender su aptitud para prosperar exitosamente. Esta habilidad, gobernada por el genotipo del individuo, no es más que su **capacidad de adaptación** a las presiones y ajustes del ambiente, donde a los límites físicos que éste impone (climáticos y edáficos) se suman la competencia intra e interespecífica por los escasos recursos.

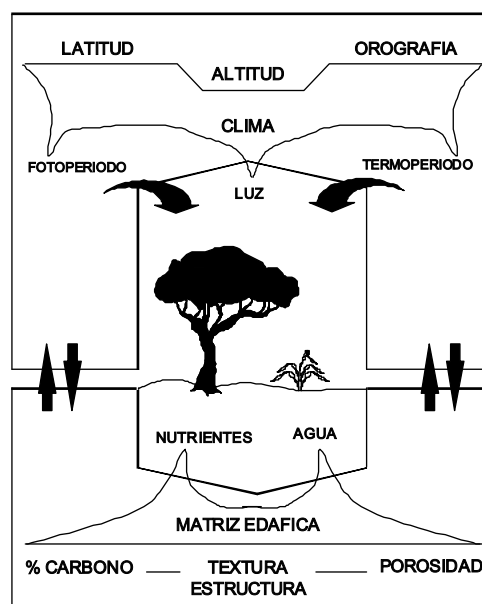


Figura 1. Componentes del ambiente

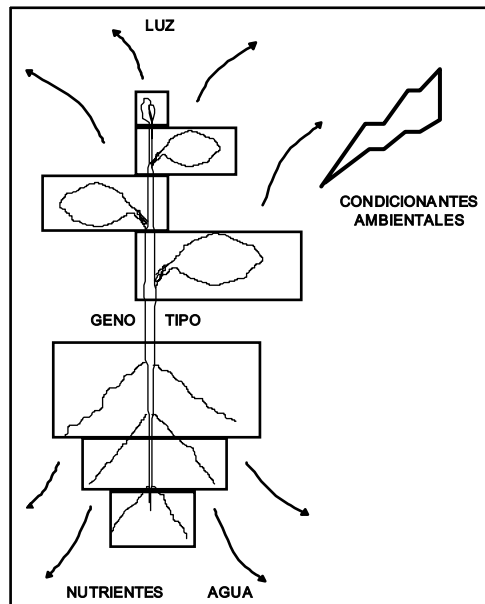


Figura 2. El crecimiento modular

Probablemente, sea sobre los pastizales donde la ecología más ha estudiado los procesos de regulación ambiental. VOISIN (53) cita numerosos ejemplos de la respuesta de los pastos frente a distintas presiones del ambiente. Desde un enfoque dinámico, considerando tanto los factores físicos como los bióticos (otros pastos más los herbívoros), ante nuevas modalidades de acción del ambiente cada individuo resulta con nuevas posibilidades de captar los recursos.

De esta forma, cambios en las presiones ambientales sobre el pastizal no solo pueden modificar la productividad de las especies vegetales que lo componen, sino hasta su posibilidad de persistir en el mismo. La clave está, entonces, en su capacidad para adaptarse y competir.

Los vegetales. La adaptación como nuevas copias de sí mismos.

Animales y vegetales presentan mecanismos de adaptación diferentes (46). En tanto los animales poseen su **comportamiento** - estudiado por la etología - los vegetales poseen su **crecimiento modular** - el que es estudiado por la ecofisiología.

Ante una escasez de nutrientes, por ejemplo, el animal se trasladará en busca de una variación en la distribución de los recursos. Los vegetales en cambio, logran explorar nuevas áreas mediante la emisión de nuevos módulos de sí mismos, en este caso raíces.

En el crecimiento modular, por lo tanto, nuevas partes pueden ser constantemente agregadas a un cuerpo, resultando en una superestructura compleja y de integración indefinida, equivalente a una población de estructuras menores (Figura 2).

El número de módulos que un vegetal pueda generar no será, empero, infinito. Es el ambiente con su oferta de recursos y sus condicionantes físicos y bióticos, el que regula la emisión de nuevas subestructuras por parte de la planta, ya sea induciendo cambios de estado en su ontogenia (floración, por ejemplo) o limitando el espacio que dispone para ello. De esta forma los vegetales logran su adaptación, generando durante su ciclo de vida tantos módulos como su potencial genético y las condiciones ambientales se los permitan.

Debido a esta organización abierta, las plantas poseen largas ontogenias que conducen a grandes variaciones fenotípicas. De acuerdo con SCHMID (46), como el crecimiento

modular expone continuamente nuevos meristemas a la influencia directa del ambiente, la ontogenia vegetal es un proceso flexible y de larga duración, donde los efectos genéticos son frecuentemente encubiertos por efectos ambientales.

Estos efectos fenotípicos inducidos, pueden ser persistentes y transmitirse a una progenie clonal o hasta sexual. SCHMID Y BAZZAZ (citados en 46) encontraron en *Solidago canadensis* (*Compositae*), una mayor variabilidad fenotípica entre y dentro de ambientes para familias de progenies clonales versus las sexuales, de seis genotipos. Esta mayor inestabilidad en la respuesta de las familias clonales se asoció a que, luego de separados de la planta madre, los clones no reiniciaron su desarrollo desde cero sino que lo hicieron como si continuaran siendo una prolongación de la planta original. Las familias sexuales en cambio, dado el corto período en que compartieron el ambiente materno (tan sólo la embriogénesis), habrían tenido mayores posibilidades de expresar su propio diseño genotípico por haber sido menor su historia común.

Estas evidencias refuerzan la importancia del ambiente en la regulación del desarrollo de las plantas. Aún ante la posibilidad de continuarlo en forma independiente, módulos capacitados para crecer separados de la planta

madre, desarrollan como si continuaran bajo la presión ambiental que sufría la «superestructura» original.

El ajo. Una hortaliza plurianual.

Entre las hortalizas, el ajo (*Allium sativum* L.) presenta un caso extremo en este proceso de control del ambiente sobre la expresión genotípica. Dado que su reproducción se realiza casi exclusivamente por la vía agámica (19), cada módulo multiplicativo es una copia fiel del individuo que le dio origen, y le permite perpetuarse a través del tiempo, y por consiguiente, a través de distintas modalidades de este proceso de control ambiental.

Desde este punto de vista, cada planta de ajo persiste y se multiplica a través de los años como un individuo con ciclo plurianual. Al momento de ser plantados por el hombre, los bulbillos representan clones del individuo que los originó, por lo que, siguiendo con los razonamientos expuestos en párrafos anteriores, su desarrollo posterior como nueva planta estará fuertemente supeditado a las condiciones ambientales en las que transcurrió su ontogenia.

Por otro lado, durante un normal desarrollo esta nueva planta pasará por etapas fisiológicas sucesivas (Figura 3), estrictamente ligadas al

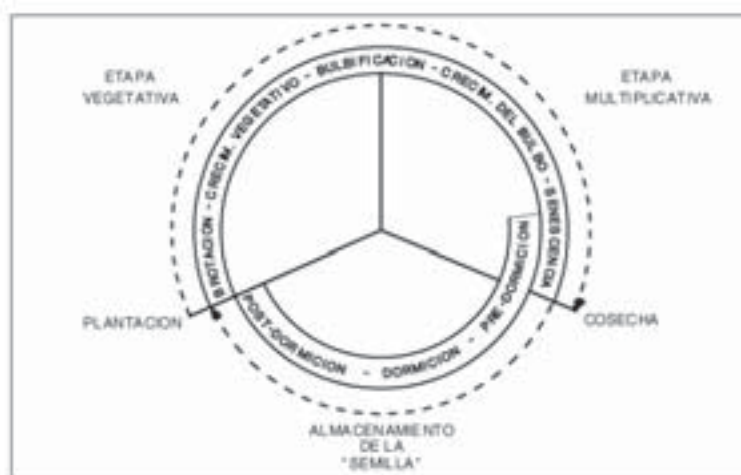


Figura 3. Ciclo del cultivo del ajo. Cronograma teórico de etapas fisiológicas y culturales. Adaptado de MAHOTIERE por BURBA (4)

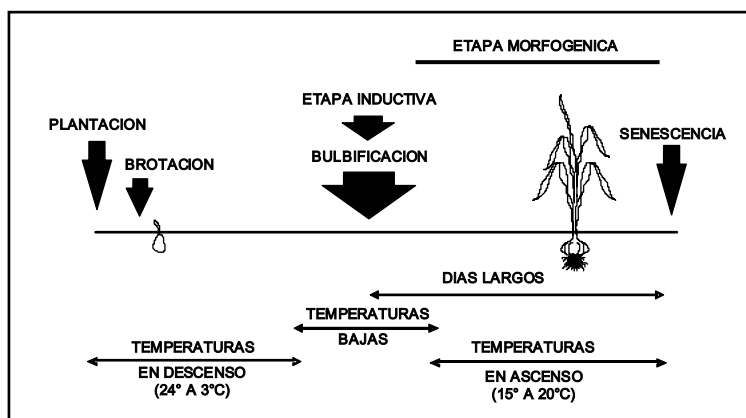


Figura 4. Requerimientos termo-fotoperiódicos a lo largo del ciclo de cultivo. Elaboración en base a 4.

nuevo ambiente imperante (4), por lo que, la posibilidad final para que esta planta prospere en el medio en el cual es colocada, va a estar dada por el efecto conjunto de todos los condicionantes ambientales, actuales y anteriores.

Entre ellos, el termo-fotoperíodo es el de mayor importancia. Para poder alcanzar la etapa de bulbificación, el ajo requiere la combinación de bajas temperaturas seguidas de días largos (27, 52) (Figura 4). De acuerdo con RACCA *et al.* (40), el bulbo se forma a partir de este estímulo termo-fotoperiódico atravesando dos etapas. En la primera, llamada «inductiva», el frío y los días largos son los factores determinantes del inicio del proceso, en tanto que en la segunda, denominada «morfogénica», las temperaturas en ascenso y el alargamiento de los días son capaces de

modificar tan solo la velocidad del proceso.

Entre ambos factores, termo y fotoperíodo, el primero es el de mayor importancia en la adaptación de la especie a un ambiente dado (7, 52). Distintos autores estudian este aspecto, y encuentran que si las horas de frío acumuladas durante la dormición y el período vegetativo fueron más de las necesarias, la planta bulbifica independientemente de la longitud del día (9, 40), mientras que si el frío acumulado no es suficiente, la bulbificación puede no producirse aún bajo fotoperíodo adecuado (27, 52).

Los requerimientos de frío y día largo en ajo, están fuertemente relacionados con la longitud de las etapas de dormición y de cultivo y permiten reunir los cultivares en al menos cuatro grupos ecofisiológicos (5) (Tabla 1). En la Argentina, estos grupos se localizan

Tabla 1. Agrupación de cultivares por aspectos agronómicos

GRUPO	REQUERIMIENTOS		DORMICIÓN	CICLO
	FRÍO	DÍAS LARGOS		
I (VIOLETAS O ASIÁTICOS)	+	+	MUY CORTA	CORTO
II (ROSADOS)	++	++	CORTA	MEDIO
III (BLANCOS)	+++	+++	MEDIA	MEDIO LARGO
IV (COLORADOS)	++++	++++	LARGA	LARGO

Fuente: elaboración en base a 7

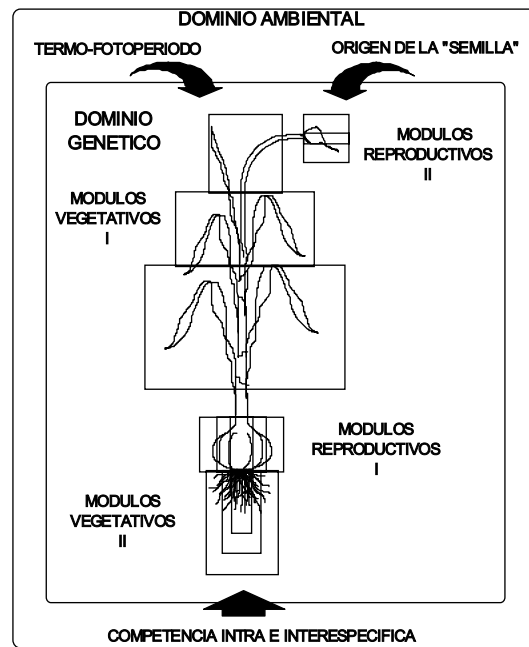


Figura 5. Dominios de expresión en ajo

entre los 25° y 41° de Latitud Sur (LS), limitándose el I y el II a los 25°-31° LS, por sus menores requerimientos de frío, y el III y el IV a los 31°-41° LS, por sus mayores exigencias en días largos.

Por lo tanto, termo y fotoperíodo constituyen un condicionante ambiental determinante de la adaptación de los cultivares de ajo al medio. Por otro lado según lo discutido hasta aquí, a estos factores físicos que actúan durante el cultivo se suman las condiciones en que los módulos multiplicativos transcurrieron su ontogenia - las que pueden sintetizarse como «el origen de las semillas». Un tercer elemento condicionante sería, finalmente, el resultante de la acción de los factores bióticos, es decir, la competencia por los recursos limitados, dentro de la especie y entre especies.

En la Figura 5, se resume que la expresión fenotípica de una planta de ajo va a depender de la manifestación de su crecimiento modular, el cual constituye un proceso bajo dominio genético, pero condicionado por las presiones de un dominio ambiental. En un ambiente dado, el número de módulos vegetativos primero, y de reproducción agámica después, dependerá entonces de la potencialidad del

genotipo y de las limitaciones impuestas por el termo-fotoperíodo, el origen de la “semilla” y la competencia intra e interespecífica.

El ambiente como regulador del desarrollo del ajo. *Antecedentes.*

1. El termo-fotoperíodo.

Este condicionante, sin duda el principal para la especie, presenta distintas manifestaciones de su efecto. En primer lugar, están los cambios que la misma ha sufrido, asociados a la dispersión del cultivo desde regiones templadas hacia los trópicos.

Originaria de latitudes alrededor de los 40° (19), en zonas con inviernos rigurosos y fotoperíodo primaveral largo, la especie fue llevada por el hombre hacia latitudes menores, con inviernos benignos y fotoperíodo primaveral más corto. El resultado de ello, es que los cultivares que lograron adaptarse a estos cambios muestran un aumento en la incidencia de malformaciones en los bulbos y una disminución del tamaño de los bulbillos, así como una menor pungencia y rendimientos más bajos (7).

Cuadro 2. Zonas de cultivo de ajo en Argentina. Grupos III y IV

ZONA	LATITUD SUR (grados)	ALTITUD (msnm)
* VALLE INFERIOR DEL RÍO NEGRO	40	50
* VALLE DE UCO (MENDOZA)	34	900
* AREA DE REGADÍO DEL RÍO MENDOZA	33	650
* PRECORDILLERA JUJEÑA	24	2300

Fuente: 6 y J.L. BURBA, comunicación personal

Esta menor productividad de los cultivares subtropicales, propias de un ciclo vegetativo más corto y menores horas de frío acumuladas, parece ser el «precio» que han debido «pagar» para poder prosperar bajo condiciones ambientales marginales para la especie.

Sin embargo, otra manifestación del efecto del termo-fotoperíodo se encuentra al trasladar estos cultivares adaptados en determinadas latitudes, hacia áreas con las condiciones opuestas. De acuerdo con BURBA (7), cuando cultivares subtropicales son llevados a regiones más frías y de fotoperíodos más largos, sus requerimientos termo-fotoperiódicos son más rápidamente cubiertos y por consiguiente, la bulbificación se induce tempranamente y los rendimientos disminuyen.

Esto indica el grado de adaptación que han sufrido estos cultivares, cuya respuesta empeora al ser expuestos a condiciones semejantes a las del ambiente original de la especie. Como efecto adicional, al reducirse el ciclo se alarga la etapa entre poscosecha y preplantación (Figura 3), aumentándose el riesgo de deterioro de la “semilla” en almacenamiento y comprometiendo aún más los rendimientos.

En la situación opuesta, cuando cultivares de altos requerimientos de frío y fotoperíodo largo son llevados a regiones subtropicales, demoran más en acumular las horas de frío necesarias, o pueden no llegar a hacerlo.

En el primer caso, el desplazamiento del período de dormición obligaría a plantar siempre tarde, comprometiendo los rendimientos

(7), en tanto que en el segundo caso la bulbificación no se produciría. Un ejemplo de esto último se presenta en COELHO *et al.* (14) y COELHO *et al.* (15), quienes encuentran que los cultivares “Roxo Pérola de Caçador” y “Chonan”, correspondientes al grupo IV, no llegan a bulbificar bajo condiciones de campo del estado de Minas Gerais, Brasil, a los 20°45' LS y 700 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Sin embargo, para estos cultivares con requerimientos de frío mayores a la oferta ambiental, existen alternativas para lograr su adaptación a las condiciones locales. Una de ellas es la exposición a frío artificial durante el período de conservación de la “semilla”. Numerosos autores, principalmente de regiones subtropicales (4, 20, 21, 23, 24, 27, 39, 42, 43, 47, 48, 49), han estudiado este aspecto en la búsqueda por adaptar cultivares de alta calidad a condiciones termo-fotoperiódicas marginales.

Otra alternativa de adaptación está en la combinación de bajas latitudes con grandes altitudes, en función de la disminución que sufre la temperatura con el aumento de la elevación sobre el nivel del mar. Según lo hallado por BURBA Y GÓMEZ RIERA (9) y RACCA *et al.* (40), y lo expuesto por BURBA (7), dado que el requerimiento fotoperiódico puede verse modificado por la cantidad de frío inductor recibido, cultivares provenientes de regiones frías pueden adaptarse a regiones subtropicales de altura. En la Tabla 2 y la Figura 6 puede verse este

efecto, para los grupos III y IV en cultivos no marginales y en distintas zonas de la Argentina. Se muestra cómo, aumentando la altura de la zona de cultivo, se hace posible la expansión de la frontera más allá del límite impuesto por los requerimientos fotoperiódicos - que para cultivares de estos grupos se encuentra alrededor de los 31° LS. La pendiente de la curva, si bien teórica, podría ser ajustada para lograr un índice latitudinal que permita caracterizar un sitio dado como apto, marginal o inapto para el cultivo. Esta tarea empero, requiere un relevamiento más amplio y una completa valoración de los sitios.

2. El origen de la “semilla”.

Una vez que en la planta se ha inducido la bulbificación y se presentan condiciones termo-fotoperiódicas adecuadas, comienzan a acumularse en yemas axilares del cortísimo tallo, las reservas que serán utilizadas para la brotación en el período de post-dormición (51, 52). En este proceso de transporte de

fotosintatos hacia el bulbo, son arrastrados los inhibidores que permitirán, mediante un delicado balance hormonal, superar la estación con condiciones climáticas adversas para la especie.

De esta forma, durante el “llenado” del bulbo comienza la etapa de pre-dormición (Figura 3), en la que además de capacitar a los bulbillos para iniciar un nuevo ciclo, según ARGÜELLO (3) los mismos son preparados para entrar en una fase de mínimos cambios metabólicos y morfo-fisiológicos hasta su madurez como órganos multiplicativos: la dormición. El autor encuentra que durante esta etapa, tiene lugar en la yema una activa división celular, acompañada por cambios bioquímicos concurrentes con la neoformación de primordios foliares y la diferenciación de elementos de vasos.

En consecuencia, durante la dormición la yema no detendría su crecimiento, sino que se pondrían en marcha una serie de procesos preparatorios para el estado de brotación. A la diferenciación de los primordios foliares se sumará luego la removilización de reservas

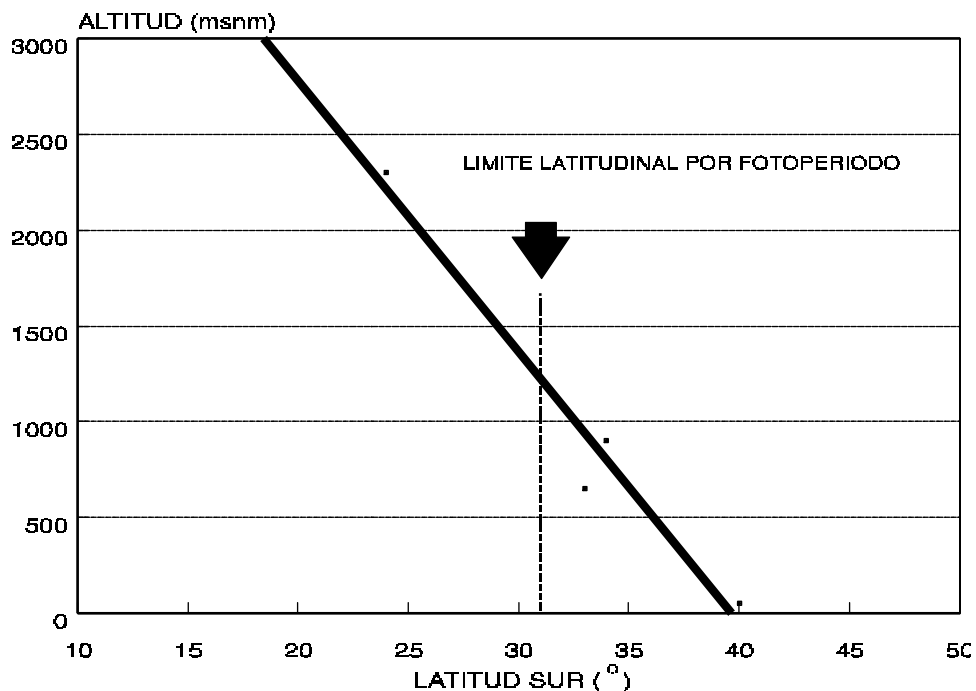


Figura 6. Límites agroecológicos para el ajo en función de la Latitud y Altitud. Grupos III y IV - República Argentina. Datos de la Tabla 2

desde la hoja reservante hacia la yema, posibilitando su expansión, y es recién en este momento en que el bulbillo manifestará el reinicio de un crecimiento medible a simple vista (52).

Esta secuencia de procesos hasta la obtención de una “semilla” de ajo, que se inicia en el campo durante el llenado del bulbo y culmina en la poscosecha al reasumir los bulbillos el crecimiento macroscópico, está por lo tanto sujeta por un largo período a la acción de dos ambientes marcadamente diferentes, como son la **bulbificación** y el **almacenamiento**. Cualquier combinación de factores que se produzca en un momento dado en estos entornos ambientales, tendrá su efecto en las etapas subsiguientes, y como se expusiera más arriba, también afectará al posterior ciclo de cultivo.

Es así cómo las condiciones en las que se origina una “semilla” de ajo, son determinantes de la expresión fenotípica de la planta que de ella se desarrolle, y establecen a su vez pautas básicas de cultivo, como son el momento y la densidad de plantación.

De acuerdo con diversos autores (1, 4, 28, 41, 51), la duración de la etapa de bulbificación es uno de los principales condicionantes en el origen de la “semilla”. Por una parte, todo factor que ocasione un acortamiento de este período, ya sea por defoliación, desecamiento, o por cosecha prematura, va a actuar negativamente sobre el almacenamiento, porque impedirá la máxima acumulación de reservas e inhibidores en los bulbillos, que aseguren un adecuado transcurso de la dormición (38, 41, 52).

Por otro lado, una “sobremaduración” o senescencia completa del follaje debida a un atraso en la cosecha, puede generar una importante pérdida en el campo de las hojas protectoras del bulbo (catáfilas) (1, 28). Esto tendrá su efecto durante el almacenamiento, ya que cuanto más se demore la cosecha mayores serán también las pérdidas de peso por deshidratación (32). Por lo tanto, al actuar

como barreras frente al medio externo, estas hojas juegan un rol esencial en la conservación de los bulbillos, y su ausencia completa o parcial comprometerá el buen estado de los mismos al momento de iniciar un nuevo cultivo.

Existen a su vez, dos factores adicionales que intervienen en la etapa de bulbificación, pero cuyo efecto se produce fundamentalmente durante la etapa siguiente. Por un lado, está la temperatura del suelo durante la maduración del bulbo, ya que existen evidencias de su capacidad para modificar la intensidad de la dormición (MANN Y LEWIS, citados en 4; 35). El otro factor es la incidencia de lluvias en el momento de cosecha, las que contribuirían a una más fácil superación de la dormición por una mayor dilución de los inhibidores en el bulbo (BLEASDALE, citado en 4). Sin embargo, ambos factores no tendrían como condicionantes la importancia que reviste la duración en sí del período de bulbificación.

Como se expusiera más arriba, el transcurso del almacenamiento es otro período con gran impacto sobre la conformación de las “semillas”. En principio, una vez cosechados los bulbos y más allá de las condiciones en que hayan transcurrido la etapa anterior, existen en los mismos diferencias entre sus bulbillos en función de su tamaño. En este sentido, se observa que los “dientes” (bulbillos) grandes poseen una dormición menos profunda que los pequeños (10). Este aspecto diferencial, que implica que los bulbillos grandes deberían ser plantados más tempranamente, puede sin embargo ser modificado por las condiciones de almacenamiento.

Respecto a esto, durante la dormición aparece la temperatura, primero, y la humedad ambiente después, como principales condicionantes de la evolución de los bulbillos (4), ejerciendo a su vez la primera una fuerte influencia sobre el posterior cultivo. Dado que se trata de una variable de relativa facilidad

de control, numerosos autores han estudiado el efecto de la exposición de los bulbos a diversos rangos de temperatura y combinaciones de los mismos, en la búsqueda por establecer las pautas de almacenamiento más adecuadas.

Las experiencias han demostrado que, en tanto el frío (temperaturas entre 5 °C y 12 °C) produce una superación más rápida de la dormición anulando el efecto del tamaño del «diente», con el consiguiente aumento en la uniformidad de brotación y hasta independencia respecto al fotoperíodo para bulbificar (SIMS *et al.*, citados en 4; 24; MANN Y MINGES, citados en 27; 29; 40), el calor (temperaturas mayores a 20 °C) en cambio, prolonga la post-dormición (29, 34, 40) y aumenta las pérdidas de peso, así como la susceptibilidad a patógenos durante el almacenaje (32, 37, 45).

Por lo tanto, cada rango de temperaturas presenta efectos positivos y negativos específicos. El tratamiento con frío, que como se expusiera en párrafos anteriores permite la adaptación de germoplasma de ajo a condiciones termo-fotoperiódicas locales marginales, se asocia sin embargo a un menor rendimiento por acortarse la etapa vegetativa, así como a una menor calidad comercial por una mayor incidencia de malformaciones en el bulbo.

Con respecto a esto último, se ha encontrado una fuerte correlación entre el tratamiento con frío y la ocurrencia de crecimiento secundario en las plantas, el que se manifiesta por la aparición de brotes axilares durante el cultivo y diversos grados de deformación de los bulbos a la cosecha (4, 20, 27, 34, 52). Por otra parte, el tratamiento con calor, que permitiría retrasar la brotación en genotipos con muy corto período de dormición, también se asocia finalmente a menores rendimientos, pues compromete el vigor y la sanidad de las «semillas», disminuyendo a su vez su conservación.

Otro factor que interviene durante el almacenamiento, juntamente con la temperatura, es el tiempo de exposición a ésta, existiendo un umbral teórico en días para que las consecuencias del tratamiento comiencen a ser desfavorables. En este sentido, cuanto mayores son los extremos térmicos a los que se exponen los bulbos, menor es este umbral (4). De esta forma, queda establecido en un rango de temperaturas intermedio, el mayor período de almacenamiento sin que se comprometa la conservación, donde además los efectos positivos del tratamiento térmico son máximos y el riesgo de malformaciones es mínimo.

Este rango, que va de los 14 a los 18 °C según el genotipo (4, 8)¹, combina un alto umbral de almacenaje con una rápida superación de la dormición, posibilitando plantaciones más tempranas y la formación de una biomasa mayor, lo que finalmente redundará en mayores rendimientos. Esto tiene consecuencias de gran importancia práctica, ya que mediante la combinación de temperaturas y tiempos de almacenaje es posible controlar la dormición en el ajo.

Por último, considerando en conjunto las etapas del proceso en el que se originan las “semillas”, a un determinado tamaño de bulbillito y una combinación de temperatura y tiempo de almacenaje, corresponderá una mayor o menor posibilidad de plantación temprana y una densidad más adecuada para la misma, a la vez que establecerá un grado de predisposición para la ocurrencia de crecimiento secundario. Este efecto, así como el proceso global de origen de los módulos multiplicativos en ajo, se resume en la Figura 7.

Así, por efecto del frío (temperaturas menores a los 12 °C), “dientes” grandes y pequeños podrían presentar iguales

¹ Es necesario mencionar que MESSIAEN *et al.* (34) citan mejores resultados en la superación de la dormición, almacenando los bulbos de ciertos cultivares a 7.5 °C en vez de hacerlo a 15 °C

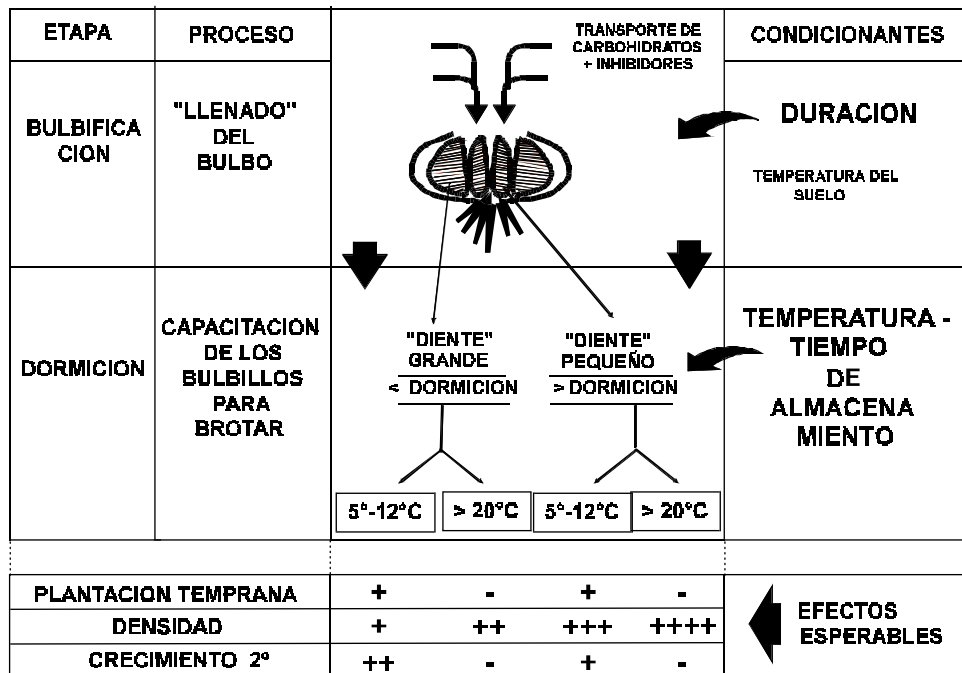


Figura 7. El origen de la "semilla" y su efecto sobre el cultivo

posibilidades de plantación temprana, al adelantarse y uniformarse la superación de la dormición. El efecto del calor (temperaturas mayores a los 20 °C) en cambio, prolongaría la dormición, a la vez que mantendría las diferencias en su intensidad entre tamaños de bulbillos, siendo por consiguiente menor la posibilidad de adelantar la plantación con los bulbillos pequeños que con los grandes.

En cuanto a la densidad de plantación, puede esperarse que el tratamiento con calor (al afectar el vigor de las "semillas" independientemente del tamaño de las mismas), haga necesario incrementar el número de plantas por unidad de superficie para alcanzar un mismo grado de aprovechamiento de los recursos. De esta forma, «dientes» grandes tratados con altas temperaturas admitirían una mayor densidad que los tratados con frío, y lo mismo ocurriría con los "dientes" pequeños, que a su vez admitirían por su menor tamaño mayores densidades que los grandes.

Finalmente, la ocurrencia del crecimiento secundario podrá seguir un patrón similar al de la posibilidad de plantación temprana, ya

que la predisposición en la planta sería mayor cuanto menor hubiera sido la intensidad de dormición de la "semilla" que le dio origen. Por lo tanto, en "dientes" grandes sería más probable que ocurriera que en los pequeños, y para los tratados con frío más que en los expuestos a altas temperaturas.

3. La competencia por los recursos.

Como fuera expuesto, dado que los recursos del ambiente están disponibles sólo en cantidades limitadas, de la habilidad de cada organismo para captarlos va a depender su aptitud para prosperar exitosamente en un medio determinado. Así, esta escasez de elementos esenciales para la vida, establece una de las interacciones entre seres vivos de mayor impacto evolutivo: la competencia (53).

Puesto que una especie, y más aún un conjunto de genotipos dentro de ella, presenta requerimientos y habilidades similares y marcadamente diferentes a los de otras especies, puede decirse que la competencia por los recursos se constituye en dos supraniveles: el intraespecífico y el

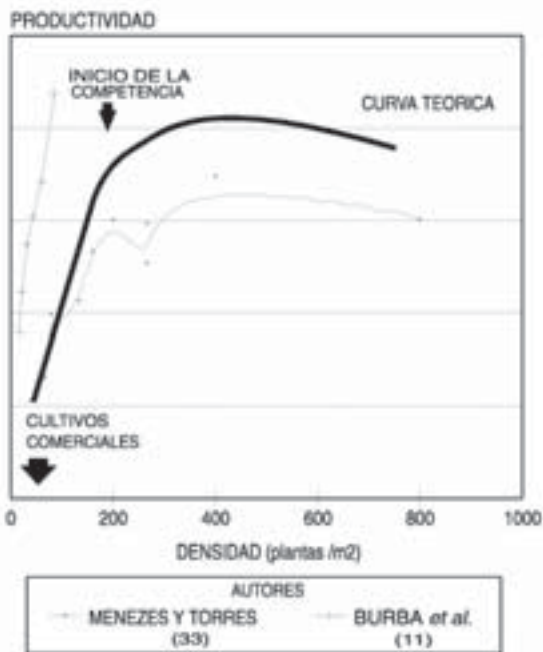


Figura 8.a. Rendimiento en función de la densidad

interespecífico. Estos a su vez, se manifiestan en dos dimensiones, espacial y temporal, de modo que el efecto de la competencia no sólo es determinado por el número de individuos por unidad de superficie, sino también por la etapa del ciclo de vida en que esos individuos interactúan.

En el caso del ajo, no parece haberse estudiado en particular la dimensión espacial de la competencia intraspecífica. Sin embargo, existen numerosos trabajos en densidad de plantación y arreglo espacial para cultivos comerciales, que presentan información de utilidad para el planteo de un modelo teórico (Figura 8.a).

De acuerdo con resultados de MENEZES SOBRINHO Y TORRES CORDEIRO (33), que probaron densidades hasta 20 veces mayores a los máximos empleados en cultivos comerciales en Argentina, el inicio de la competencia entre plantas (primer punto de inflexión de la curva) se establecería recién en densidades alrededor de las 200 plantas por metro cuadrado. Además, presenta luego un dilatado período de competencia máxima, que revela una gran plasticidad² de la especie en la

dimensión espacial, ya que es capaz de mantener altas productividades en un amplio rango de densidades (entre las 300 y 500 plantas·m⁻²).

BURBA *et al.* (11) por su parte, trabajando en el marco de cultivos comerciales de ajo, prueban un rango mucho menor de densidades, pero la tendencia de la curva de productividad que obtienen resulta equivalente a la de los autores anteriores, para los mismos números de plantas por metro cuadrado probadas (Figura 8.a). Otros autores (2, 16) también encuentran resultados similares.

Continuando con el trabajo de MENEZES SOBRINHO Y TORRES CORDEIRO (33), en la Figura 8.b puede verse que la plasticidad en la dimensión espacial para el rendimiento individual es equivalente entre tamaños de bulbillo, ya que todos presentan una similar tendencia decreciente a medida que aumenta la densidad. Así, los “dientes” grandes son los que siempre dan los mayores pesos individuales a cosecha.

En la Figura 8.c puede verse además, que los «dientes» grandes pueden mantener los incrementos de productividad a mayores densidades que los pequeños; esto indica el importante efecto determinante que posee el tamaño del bulbillo “semilla” sobre los rendimientos, expresión final del crecimiento modular.

Otro aspecto de relevancia que surge de estas curvas, tiene relación con las oscilaciones que se manifiestan a bajas densidades, debidas a variaciones en el arreglo espacial. En este sentido, puede verse cómo la forma en que se distribuyen las “semillas” en el espacio tiene también un gran impacto sobre la productividad. Si bien, como es lógico a medida que la densidad aumenta el arreglo espacial pierde importancia, los cultivos comerciales se establecen con los rangos más bajos de densidades, encontrándose en el punto

². La plasticidad aquí está tomada como la capacidad para mantener un resultado productivo similar bajo una amplia gama de condiciones.

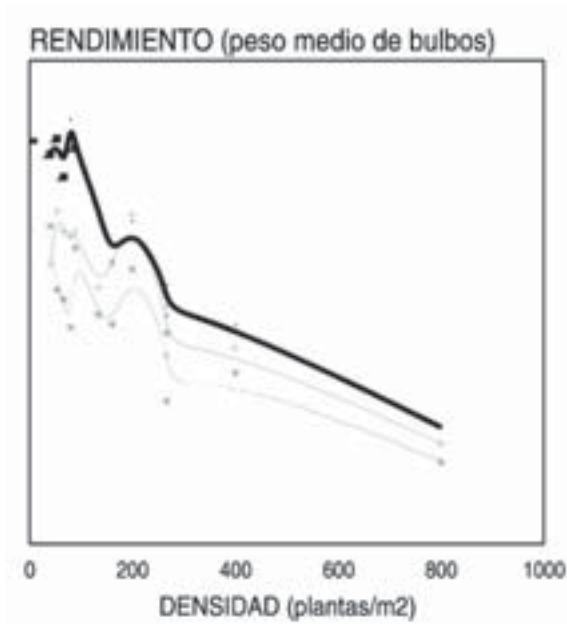


Figura 8.b. Efecto de densidad y tamaño de "diente" sobre el rendimiento individual. Tomado de 33

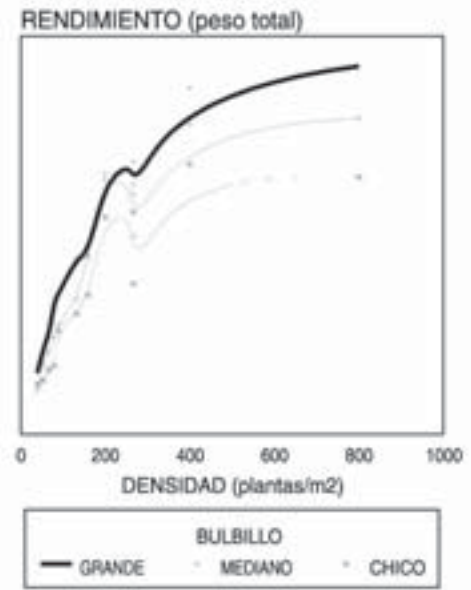


Figura 8.c. Efecto de densidad y tamaño de "diente" sobre el rendimiento total. Adaptado de 33

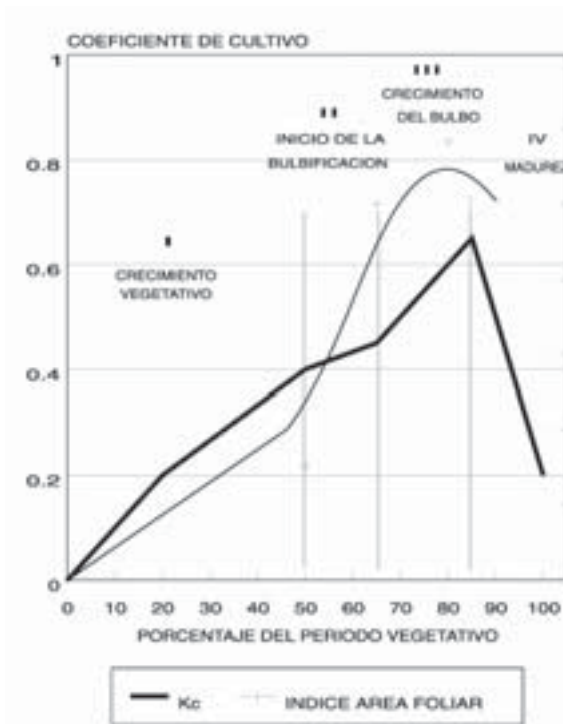


Figura 9. Variación del coeficiente de cultivo (Kc). Adaptado de FERREYRA *et al.*, citados en 36

de mayor influencia del factor en cuestión.

Con respecto a la dimensión temporal de la competencia intraespecífica, la misma puede ser analizada a partir de las curvas de requerimientos de agua y nutrientes a lo largo del cultivo. Si bien la escasez de recursos va a tener siempre un efecto detrimental sobre éste, el efecto será máximo en los momentos de mayor demanda, donde la disponibilidad se hace crítica para la expresión del potencial genético.

En la Figura 9 se presentan los resultados de un trabajo de FERREYRA *et al.* (citado en 36), donde se relacionan el Índice de Área Foliar (IAF) en ajo y un coeficiente de uso de agua por el cultivo (Kc). En el gráfico puede verse, que los requerimientos de agua tienen sus máximos incrementos durante la etapa de crecimiento del bulbo, la que coincide con el momento en que la planta alcanza el máximo IAF.

Así, en la Figura 10 se muestra el efecto de un déficit hídrico de distintas magnitudes, a partir del inicio de la bulbificación. Los

porcentajes representan la proporción de la evaporación en una bandeja clase A (EB), que es cubierta mediante el riego. Si bien para los tratamientos del 6, 42 y 130 % de EB los datos de IAF máximo son los únicos consignados en la referencia bibliográfica (FERREYRA *et al.*, citados en 36), a partir de ellos es posible plantear las curvas teóricas del IAF, las que dan una idea del efecto drástico que tiene la indisponibilidad de agua sobre esta variable, y por lo tanto, también sobre los rendimientos.

Un aspecto fundamental a tener en cuenta al momento de definir la disponibilidad de agua para el cultivo del ajo, es el hecho que posee un sistema radicular fasciculado y superficial, que se concentra principalmente en los 30 cm de profundidad, con una expansión lateral que puede alcanzar los 18 cm hacia ambos lados del eje de la planta (FERREYRA *et al.*, citados en 25; 36). Esto determina que el 70 % del agua absorbida sea extraída de los primeros 20 cm del perfil (FERREYRA *et al.*, citados en 25), que es dónde, por consiguiente, deberá estar disponible el agua en mayor cantidad.

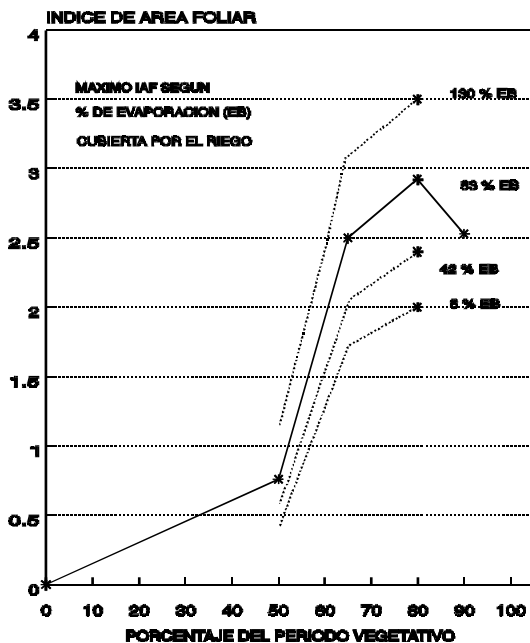


Figura 10. Variación del Índice de Área Foliar (IAF) para distintas condiciones hídricas. Adaptado de FERREYRA *et al.*, citados en 36

Lógicamente, el volumen de suelo explorado por las raíces también es de fundamental importancia al considerar la disponibilidad de nutrientes. Sus requerimientos por parte de la planta, tal como se presenta en la Figura 11, tienen sus máximos incrementos a partir del inicio de la bulbificación, estableciéndose desde ese momento una etapa crítica para su disponibilidad, la que se extiende hasta la mitad de la fase de crecimiento del bulbo (26, 44).

Existe un aspecto relevante adicional en cuanto a la absorción de nutrientes, el cual tiene que ver con la capacidad o no de emitir el tallo floral que presentan los distintos genotipos. En este sentido, aquellos cultivares que lo emiten presentan un patrón de absorción de nitrógeno dentro de la planta distinto al de los cultivares que no lo hacen (26).

Esto reviste importancia ya que el crecimiento modular presenta marcadas diferencias entre estos genotipos: en tanto en el segundo grupo el bulbo se mantiene hasta el final del ciclo como principal destino de los fotoasimilados sintetizados y removilizados, en el primer grupo el tallo floral se transforma en destino primario, relegando el «llenado» del bulbo a un segundo lugar en prioridad.

Sin embargo, se ha notado que este tipo de relación de dominancia interna de la planta sufre modificaciones en función de la disponibilidad que exista de nitrógeno. GAVIOLA DE HERAS *et al.* (26) encuentran que con adecuada provisión de este nutriente cubierta por fertilización, ajos del grupo IV (colorados), que normalmente emiten el tallo floral, presentan patrones de absorción del nutriente similares a los de ajos del grupo III (blancos), que comúnmente no lo emiten.

Esto indica la existencia en la especie, de sentidos del crecimiento modular alternativos de acuerdo con la disponibilidad de recursos que presente el ambiente, y sustenta nuevamente la idea de una gran plasticidad en sus mecanismos de adaptación. En este

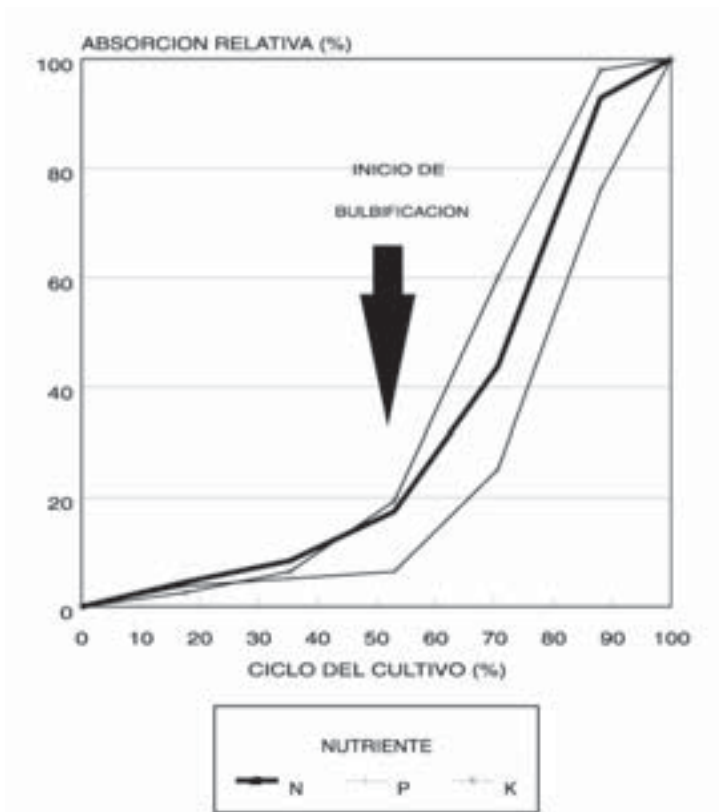


Figura 11. Absorción relativa de N-P-K en ajo (clon colorado). Adaptado de 26

sentido, la capacidad que ha demostrado el ajo para revertir la respuesta a una dada temperatura al ser expuesto a otros valores térmicos (27), lo que fácilmente ocurre a campo, no hace más que reforzar esta idea.

En cuanto al supranivel de competencia interespecífica, es importante destacar que se presentan a su vez dentro de él dos niveles de expresión. Por una parte, está la competencia que se establece con otras especies autótrofas, las que al hacer uso de los recursos en forma idéntica a la del cultivo generan una interacción de sentido horizontal - todas ellas buscan un máximo aprovechamiento de la energía solar y del agua y nutrientes del suelo.

Por el otro lado, la competencia con especies no autotróficas, al comprometer el crecimiento modular por eliminación de módulos y no por limitación en la generación de los

mismos - ya que plagas y patógenos toman los recursos directamente desde las plantas - establecen una interacción de sentido vertical, en la que los recursos fluyen hacia niveles tróficos superiores.

Así, las dimensiones espacial y temporal de la competencia con otros vegetales poseen las mismas magnitudes relativas - planta·m⁻², días desde plantación (12) -, mientras que para plagas y patógenos las magnitudes son distintas - número de larvas·bulbillo⁻¹, número de larvas·volumen⁻¹ de suelo (17); número de individuos·kg⁻¹ de bulbillo (18); número de individuos·planta⁻¹ (13); proporción de área foliar dañada (30); número de esclerosios·gramo de suelo⁻¹ (22).

Por consiguiente, la interacción con plagas y patógenos puede producirse en todo momento del ciclo de cultivo, tanto a campo

como en almacenamiento (según la especie), presentándose como presiones variables en oportunidad e intensidad sobre el cultivo, que se establecen como niveles de daño en el mismo. La interacción con otros vegetales (malezas), en cambio, ocurre sólo durante la etapa a campo y se manifiesta como una disminución de rendimiento respecto a un máximo determinado.

De esta forma, en el estudio de la competencia interespecífica es importante, en el primer caso, la existencia de mecanismos de resistencia en la planta, mientras que en el segundo, lo es la habilidad que ésta posea para captar los recursos bajo condiciones de cultivo. Asimismo, en tanto para las plagas el momento de máximo impacto de la competencia se establece en términos de **umbrales de daño**, para las malezas se conforma como un **período crítico** para el cultivo, a partir del cual el rendimiento puede caer por debajo de

un límite de tolerancia admitida respecto al potencial (usualmente el 95 %).

Diversos autores han estudiado este último concepto en ajo, encontrando resultados similares en ambientes marcadamente diferentes. CAMPEGLIA (12), bajo condiciones de cultivo en Mendoza, Argentina, establece el período crítico para la competencia con malezas entre la 10^a y 15^a semana desde la plantación (Figura 12). Durante ese lapso de alrededor de 35 días, el efecto negativo del establecimiento de malezas supera el nivel admitido (más del 5 % de disminución del rendimiento potencial).

Las razones de la caída en el rendimiento estarían en que, al consumirse completamente las reservas de la “semilla”, la planta comienza a independizarse con un lento ritmo de crecimiento, por lo que su habilidad competitiva durante este período es baja. Alrededor de la 15^a semana (habiéndose

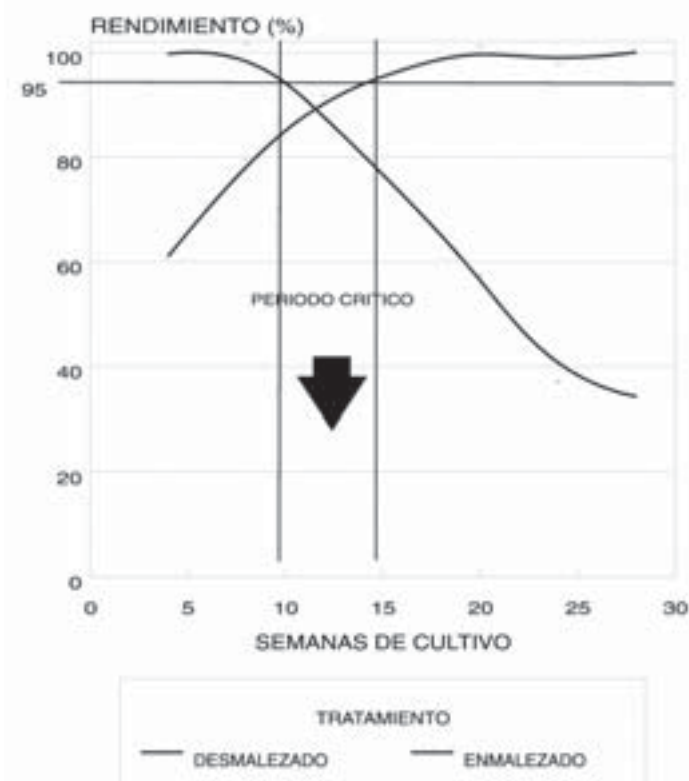


Figura 12. Determinación del Período Crítico de Enmalezamiento en ajo. Adaptado de 12

cumplido aproximadamente el 50 % del período de cultivo), ya la planta ingresa en una etapa de crecimiento exponencial, en la que es esperable una mayor capacidad para captar los recursos.

Souza *et al.* (50) obtienen resultados concordantes con este razonamiento. Estos autores estudian en particular la competencia del ajo con *Cyperus rotundus* (*Cyperaceae*), por tratarse de la maleza de mayor importancia en los cultivos de Minas Gerais, Brasil. Llevando los resultados de este trabajo y los de CAMPEGLIA (12) a porcentajes del período total de cultivo (Figura 13), se observa coincidencia en la proporción y momento de ocurrencia del período crítico.

Puesto que tanto las condiciones ambientales como los genotipos empleados en estos ensayos han de haber sido marcadamente diferentes, esta coincidencia estaría indicando para la especie la existencia de una fase fenológica característica, que se extendería desde la completa consumición de la hoja reservante de la "semilla" hasta el inicio del

crecimiento exponencial, y en la que la habilidad competitiva de la planta es baja.

Otros autores (31), si bien establecen un período crítico de competencia más amplio que los anteriores, incluyen completamente el lapso considerado hasta aquí, por lo que las diferencias en duración deben responder a una distinta tolerancia respecto a la pérdida de rendimiento potencial.

El manejo. La interacción entre el hombre y el ambiente.

Tal como se expusiera, el ajo es una especie fuertemente afectada en su desarrollo por el ambiente, presentando como contrapartida una gran plasticidad en su crecimiento modular, que le ha permitido adaptarse a muy distintos ambientes a pesar de carecer de la recombinación sexual como fuente de variabilidad.

De todas formas, aún cuando esa plasticidad ha posibilitado la expansión de su cultivo hacia latitudes mucho menores a las de su zona de

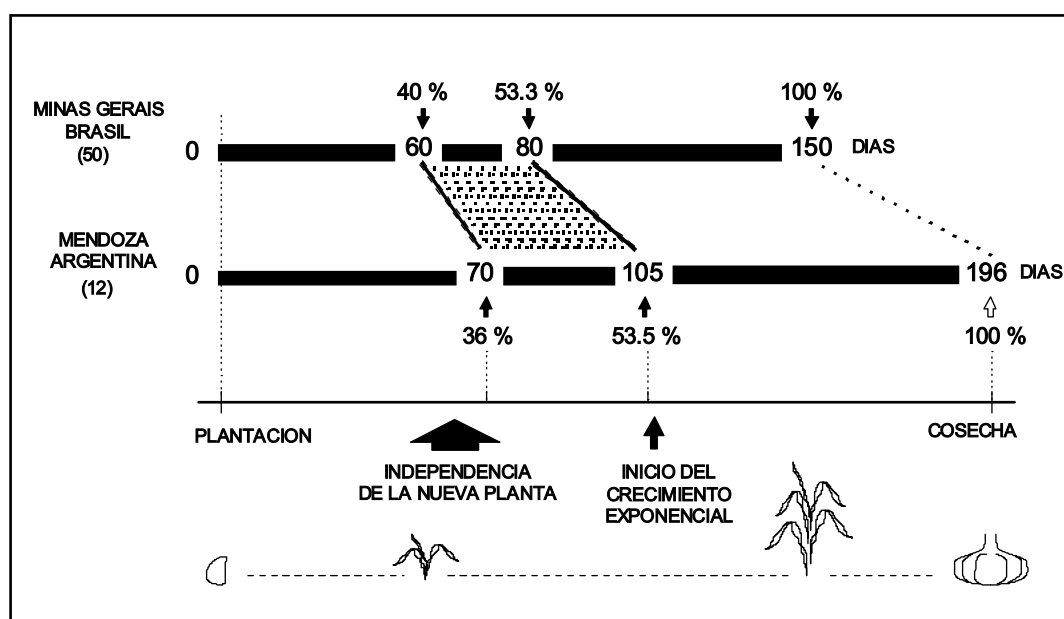


Figura 13. Ocurrencia del Período Crítico de Enmalezamiento en ajo, bajo distintas condiciones de cultivo. Expresión de la duración de las etapas en días y como porcentaje del total

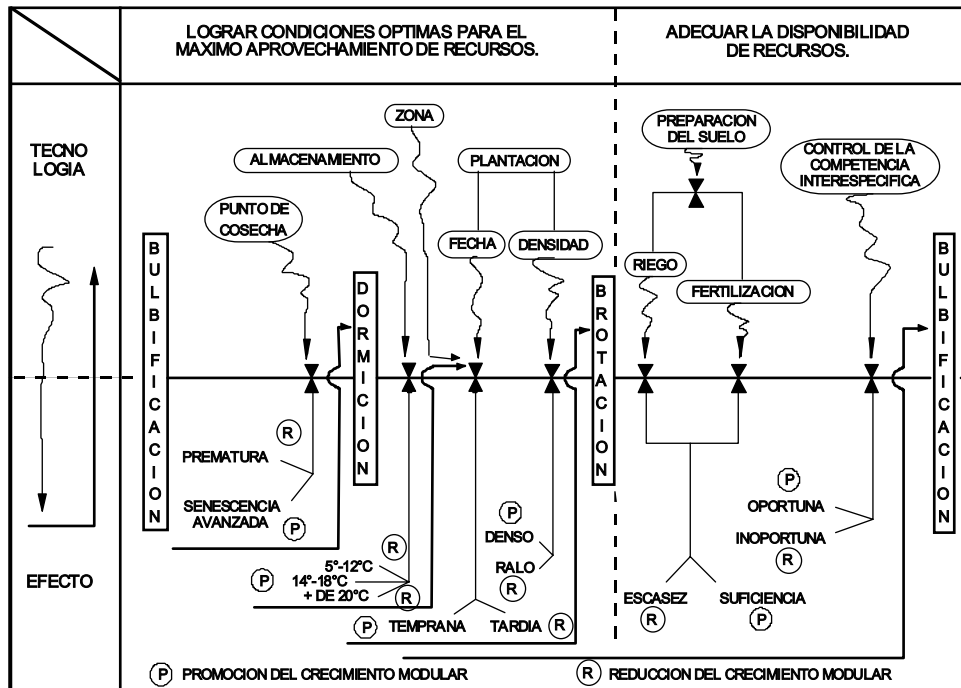


Figura 14. Modelo de manejo del cultivo de ajo. Efectos de la interacción entre el hombre y el ambiente

origen, la máxima productividad que puede lograrse en un sitio y año determinado depende de la presión que ejerzan los tres grandes condicionantes ambientales: el termofotoperíodo, el origen de la “semilla” y la competencia intra e interespecífica.

El hombre, al domesticar las especies vegetales y cultivarlas en su provecho, precisa intervenir sobre el ambiente de forma que éste ofrezca las mejores condiciones para la máxima productividad. Así, el manejo de cultivo no es más que el conjunto de conocimientos y técnicas de ellos derivadas, que hacen posible la interacción entre el hombre y el ambiente en función de un óptimo uso de los recursos durante todo el ciclo de vida del cultivo.

A modo de resumen, en la Figura 14 se propone un modelo del proceso de manejo del cultivo de ajo. En él puede verse cómo todos los factores ambientales que se han citado en el presente trabajo condicionando el desarrollo del ajo, pueden ser influidos por el hombre para generar un efecto determinado sobre el

cultivo. La clave está en que, mediante el manejo, el ambiente deje de ser “una fuente de escasez”.

El objetivo tendrá que ser entonces, en las etapas de bulbificación y dormición, el logro de condiciones óptimas para el máximo aprovechamiento de los recursos en el posterior cultivo, y en la etapa vegetativa, el adecuar la disponibilidad de esos recursos, buscando que su carácter limitante sea mínimo. Así, para el cumplimiento de estas premisas, el efecto que genere la tecnología aplicada deberá ser aquel que promueva el crecimiento modular.

Un aspecto adicional que surge de la Figura 14, coincidente con lo visto hasta aquí, es la gran importancia relativa que revisten las etapas de bulbificación y dormición en la regulación del posterior desarrollo del cultivo. Dado que el estado en que el mismo transcurrirá su período vegetativo y alcanzará el multiplicativo, depende de una serie de presiones reguladoras (reacciones de causa-efecto) que se producen durante la

bulbificación y dormición anteriores, un preciso y cuidado manejo durante estas dos etapas es decisivo para el logro del mejor resultado.

Todo esto, finalmente, plantea la necesidad de encarar los estudios sobre el ajo desde un enfoque particular, ya que su ciclo no se inicia con la brotación, sino en el momento en que la “semilla” comienza a ser formada. Aún cuando los resultados se midan en la siguiente cosecha, el ambiente habrá iniciado su acción reguladora sobre el ciclo un instante después que la planta madre ha sufrido la inducción.

Bibliografía

1. ALJARO URIBE, A. 1991. Cosecha y procesamiento de ajos. In: Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo, 2. La Consulta, Mendoza, EEA La Consulta INTA. p 137-144 (Agro de Cuyo. Jornadas 1).
2. ALJARO URIBE, A. 1991. Densidad de población y distribución de plantas en el cultivo de ajos. In: Curso-Taller de ajos, 1. Santiago, EE La Platina INIA. p 83-90 (Serie La Platina N° 28).
3. ARGÜELLO, J.A. 1989. Concepto de madurez fisiológica del “diente semilla” y de bulbificación en relación a la nutriente en ajo (*Allium sativum* L.) cv. “Rosado Paraguayo”. In: Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo, 1. La Consulta, Mendoza, EEA La Consulta INTA. p 11-13 (Agro de Cuyo. Jornadas 1).
4. BURBA, J.L. 1983. Efeitos do manejo de alho-semente (*Allium sativum* L.) sobre a dormencia, crescimento e produção do cultivar “Chonan”. Viçosa, UFV. 112 p. (Tesis MS).
5. BURBA, J.L. 1991. Caracterización de cultivares y tipos clonales de ajo obtenidos e introducidos en Argentina. In: Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo, 2. La Consulta, Mendoza, EEA La Consulta INTA. p 76-79 (Agro de Cuyo. Jornadas 1).
6. BURBA, J.L. 1992. Estado de la producción de ajo en la Argentina. In: Argentina Frutihortícola '92. Mendoza, ASAHO. p 37-45 (P. GÓMEZ RIERA ed.).
7. BURBA, J.L. 1994. Adaptación de cultivares de ajo. La Consulta, Mendoza. EEA La Consulta INTA. 17 p (PROAJÓ/INTA. DOCUMENTO 049/94).
8. BURBA, J.L. y R. BORGIO. 1993. Efecto de las condiciones de conservación de la “semilla” de ajo sobre la determinación de la época óptima de plantación y los rendimientos. In: Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo, 3. Mendoza, EEA La Consulta INTA. p 157-161.
9. BURBA, J.L. & P. GÓMEZ RIERA. 1994. Characterization, adaptation and selection of garlic germoplasm (*Allium sativum* L.) through the management of dormancy, in Mendoza, Argentina. In: International symposium on edible Alliaceae, 1. Marzo 1994. Mendoza, Argentina. Abstracts, p 24.
10. BURBA, J.L.; MÜLLER, J.J.V. & V.W.D. CASALI. 1983. Relaciones entre el Índice Visual de superación de Dormición (IVD) en ajo (*Allium sativum* L.) con el tamaño y posición de bulbillos. Revista de Ciencias Agropecuarias, 4: 99-102.
11. BURBA, J.L.; SALUZZO, J.A. y M.P. BLANCO. 1987. Propuesta de modificación del sistema de manejo cultural en ajo: I. Efecto de la densidad de plantación y el tamaño del bulbillo “semilla” sobre el rendimiento de ajo (*Allium sativum* L.) t.c. Rosado Paraguayo. Horticultura Argentina, 6 (12-14): 137-145.
12. CAMPEGLIA, O.G. 1993. Competencia de las malezas con el cultivo de ajo. In: Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo, 3. Mendoza, EEA La Consulta INTA. p 195-200.
13. CASTELLANOS, S.J.; DEL TORO, M.S. y M.A. HRASTE DE MANZUR. 1991. Control de trips en ajo. In: Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo, 2. La Consulta, Mendoza, EEA La Consulta INTA. p 93 (Agro de Cuyo. Jornadas 1).
14. COELHO, J.P.; DA ROCHA, D.M. & H. MARAGON. 1978. Competição de cultivares de alho (*Allium sativum* L.) visando maior produtividade. VI, Viçosa. In: Projeto olericultura; relatório 1978. Belo Horizonte, EPAMIG. p 52-53.
15. COELHO, J.P.; DA ROCHA, D.M. & H. MARAGON. 1979. Competição de cultivares de alho (*Allium sativum* L.) visando maior produtividade. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 19. Floreanópolis - SC, EMPASC. p 12-14.
16. DEL MONTE, R.F. 1993. Aspectos de la mecanización en el cultivo de ajo. In: Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo, 3. Mendoza, EEA La Consulta INTA. p 169-184.
17. DEL TORO, M.S. 1989. Nematodo del tallo, del cuello y de los bulbos *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev. In: Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización

- de ajo, 1. La Consulta, Mendoza, EEA La Consulta INTA. p 33-36 (Agro de Cuyo. Jornadas 1).
18. DEL TORO, M.S. y S.J. CASTELLANOS. 1991. Control de ácaros en ajo. In: Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo, 2. La Consulta, Mendoza, EEA La Consulta INTA. p 89-92 (Agro de Cuyo. Jornadas 1).
19. ETOH, T. 1985. Studies on the sterility in garlic, *Allium sativum* L. Mem. Fac. Agr. Kagoshima Univ., 21: 77-132.
20. FERREIRA, F.A.; CARDOSO, M.R. & J.F. FARIA. 1979. Efeito da baixa temperatura pré-plantio em alho *Allium sativum* L. cultivar "Chonan". In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 19. Floreanópolis - SC, EMPASC. p 133-134.
21. FERREIRA, F.A.; CASALI, V.W.D.; ALVARES, V.H. & G.M. de RESENDE. 1991. Desenvolvimento de alho cvs. "Chonan" e "Quiteria" após armazenamento refrigerado. Horticultura brasileira 9 (1): 8-10.
22. FERREIRA, F.A.; DE SOUZA, R.J.; GONÇALVES DE PADUA, J. & J.S. GOMIDE. 1982. Controle da ocorrência da podridão branca (*Sclerotium cepivorum* Berk.) do alho a través do manejo da época de plantio usando a cultivar «Chonan». In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 22. Vitória - ES, Secretaria de Estado da Agricultura/SOB. Resumos, p 200.
23. FERREIRA, F.A.; DE SOUZA, R.J.; GONÇALVES DE PADUA, J. & J.S. GOMIDE. 1982. Efeito de diferentes períodos de frigidificação e épocas de plantio sobre a produtividade e qualidade do alho cultivar "Chonan". In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 22. Vitória - ES, Secretaria de Estado da Agricultura/SOB. Resumos, p 130-132.
24. FERREIRA, F.A.; PEDROSA, J.F.; CHENG, S.S. & J.F. FARIA. 1977. Efeito da baixa temperatura pré-plantio em alho *Allium sativum* L. cultivares estrangeiros. In: Projeto Olericultura. Relatório anual 75/76. Belo Horizonte. p 19-24.
25. FERREYRA, R. & J.M. PERALTA. 1991. Riego en ajos. In: Curso-Taller de ajos, 1. Santiago, EE La Platina INIA. p 48 (Serie La Platina Nº 28).
26. GAVIOLA DE HERAS, S.; FILIPPINI, M.F. y V. LIPINSKI. 1993. Fertilización de ajo "colorado" y "blanco": efecto sobre la concentración y absorción de N-P-K durante el ciclo de cultivo. In: Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo, 3. Mendoza, EEA La Consulta INTA. p 221-234.
27. JONES, H.A. & L.K. MANN. 1963. Onions and their allies. London-New York, Leonard Hill-Interscience Publishers. Cap. 18, p 210-229 (World Crops Books; N. Polunin ed.)
28. LANZAVECHIA, S. 1993. Efecto de la oportunidad de cosecha en ajo sobre el rendimiento, la calidad y conservación de los bulbos. In: Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo, 3. Mendoza, EEA La Consulta INTA. p 319-331.
29. LEDESMA, A.; REALE, M.I.; RACCA, R.W. y J.L. BURBA. 1980. Efecto de bajas temperaturas diversas manifestaciones del crecimiento de ajo (*Allium sativum* L.) tipo clonal Rosado Paraguayo. Phytón, 39: 37-48.
30. MANDELLI, M.A. 1985. Determinação do nível de dano do tripses na cultura do alho. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 25. Blumenau - SC, SOB. Resumos 118 (Hort. bras. 3(1): 57-96).
31. MASCARENHAS, M.H.; PEREIRA, W. & J.F. RABELO LARA. 1982. Competição de plantas daninhas com a cultura do alho (*Allium sativum* L.). In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 22. Vitória - ES, Secretaria de Estado da Agricultura/SOB. Resumos, p 166-168.
32. MENEZES SOBRINHO, J.A. DE; SILVA, J.L.O. & R.F.A. LUENGO. 1994. Chochamento do alho «Amarante» durante o armazenamento em função da época de colheita. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 34. Aguas de Sao Pedro - SP, SOB. Resumos, 142 (Hort. bras. 12 (1): 64-107).
33. MENEZES SOBRINHO, J.A. DE & C.M. TORRES CORDEIRO. 1979. Efeito do espaçamento entre fileiras e plantas e do tamanho do alho planta sobre a produção de bulbos. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 19. Floreanópolis - SC, EMPASC. p 202-205.
34. MESSIAEN, C.M.; COHAT, J.; LEROUX, J.P.; PICHON, M. & A. BEYRIES. 1993. Les allium alimentaires, reproduits par voie vegetative. Paris, INRA. 240 p (INRA. Du labo au terrain, coll.).
35. METIVIER, J.R. 1979. Dormencia e germinação. In: Fisiologia Vegetal, 2. Sao Paulo, EPU, Ed. da Universidade de Sao Paulo. p 343-392 (M. GUIMARAES FERRI, coord.).
36. MORABITO, J.A.; AHUMADA, D. y A. PETERS. 1993. Caracterización del crecimiento del cultivo de ajo para la calibración de un modelo de riego. In: Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo, 3. Mendoza, EEA La Consulta INTA. p 289-309.
37. MOREIRA GARCIA, J.L. & J. CARNEIRO VIDIGAL. 1980. Armazenamento de variedades de alho (*Allium sativum* L.) mais comercializadas. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 20. Brasília, EMBRAPA/EMBRATER/SOB. Resumos, p 163.

38. MULLER, J.J.V.; CASALI, V.W.D.; BIASI, J.; CONDE, A.R. & J.M. VIEIRA. 1982. Efeitos do corte da parte aerea de alho "Chonan". In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 22. Vitória-ES, Secretaria de Estado da Agricultura/SOB. p 242-244.
39. NEVES, R.C. & L.C.P. ARAUJO. 1992. Comportamento de cultivares de alho submetidas a tratamento térmico pré-plantio. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 32. Aracaju - SE, SOB. Resumos, 95 (Hort. bras. 10 (1): 46-72).
40. RACCA, R.; LEDESMA, A.; REALE, M.I. & D. COLLINO. 1981. Efecto de bajas temperaturas en almacenaje de pre-plantación y condiciones termo-fotoperiódicas de cultivo en la bulbificación de ajo (*Allium sativum* L.) cultivar Rosado Paraguayo. *Phyton*, 41 (1/2): 77-82.
41. RAGHEB, M.S.; ATWA, A.A.; HAMOUDA, M.A.; RISK, N.A.M. & S.G. ORABY. 1972. Seasonal changes in garlic and its effect on bulb during storage. *Agricultural Research Review*, 50 (5): 159-165.
42. RAHIM, M.A. & R. FORDHAM. 1994. Control of bulbing in garlic. *Acta Horticulturae* 358: 369-374.
43. REGHIN, M.Y. 1990. Efeito do período de vernalização em alho em duas épocas de plantio. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 30. Campo Grande - MS, SOB. Resumos, 187 (Hort. bras. 8(1): 31-75).
44. RUIZ, R. 1991. Nutrición del ajo. In: Curso-Taller de ajos, 1. Santiago, EE La Platina INIA. p 15-27 (Serie La Platina N° 28).
45. SANTOS, R.F.A. & J.A. de MENEZES SOBRINHO. 1991. Perda de materia fresca e chochamento de alho cv. "Cateto Roxo". In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 31. Belo Horizonte - MG, Sob. Resumos, 165 (Hort. bras. 9(1): 29-62).
46. SCHMID, B. 1992. Phenotypic variation in plants. *Evolutionary trends in plants*, 6 (1): 45-60.
47. SENO, S.; CASTELLANE, P.D. & T. KIMOTO. 1990. Influencia do tempo de vernalização e da época de plantio na cultura do alho, cv. "Roxo Pérola de Caçador", na regio de Ilha Solteira - SP. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 30. Campo Grande - MS, SOB. Resumos, 207 (Hort. bras. 8 (1): 31-75).
48. SILVA, L.A. DA; MUNIZ, J.O.L.; GOMES, C.C. & J. BIASI. 1990. Estudo de períodos de frigorificação pré-plantio e cultivares de alho na regio de Baturité - CE. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 30. Campo Grande - MS, SOB. Resumos, 218 (Hort. bras. 8 (1): 31-75).
49. SILVA, N.F. & V.W.D. CASALI. 1985. Dormencia, crescimento e produção do alho cultivar "Peruano", submetido á frigorificação. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 25. Blumenau - SC, SOB. Resumos, 201 (Hort. bras. 3 (1): 57-96).
50. SOUZA, R.J. DE; MASCARENHAS, M.H.T.; SATURNINO, H.M.; FERREIRA, F.A. & J.F.R. LARA. 1979. Estudo de competição de Tiririca (*Cyperus rotundus* L.) com a cultura do alho (*Allium sativum* L.) na regio de Sete lagoas (MG). 1978. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 19. Floreanópolis-SC, EMPASC. p 135-136.
51. STAHLSCHMIDT, O. 1989. Manejo de la dormición/brotación. In: Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo, 1. La Consulta, Mendoza, EEA La Consulta INTA. p 6-11 (Agro de Cuyo. Jornadas 1).
52. TAKAGI, H. 1990. Garlic *Allium sativum* L. In: Onions and allied crops. Florida, CRC Press. Vol. 3, Cap. 6, p. 109-157 (H.D. Rabinowitch y J.L. Brewster eds.).
53. VOISIN, A. 1962. Dinámica de los pastos. Madrid, Tecnos. 443p.