

Manejo de semilla de ajo frigoinducida

Burba, J.L.

Estación Experimental Agropecuaria La Consulta
2007



MANEJO DE SEMILLA DE AJO FRIGOINDUCIDA

J.L. Burba
Coordinador Proyecto AJO/INTA
jburba@laconsulta.inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN

Existen tres grandes objetivos que involucran al uso del frío en ajos. A pesar que algunos principios de manejo son similares, son prácticas con fundamentos y destinos diferentes. Los diferentes objetivos que se persiguen son:

- **conservar ajos para consumo** en cámaras frigoríficas (a 0 °C con 65 % a 70 % de HR durante muchos meses), para prolongarle la vida útil,
- **conservar ajos para semilla** (entre 14 °C y 18 °C y 70 % HR durante pocos meses), para lograr brotación uniforme y evitar deshidrataciones,
- **inducir térmicamente ajo para semilla** (entre 4 °C y 10 °C y 70 % HR durante algunas semanas),

A este último proceso se lo denomina **frigoinducción** ("choque de frío", "golpe de frío" o "vernalización"). A la semilla tratada se la denomina **frigoinducida** y a las plantas logradas se las llama **frigoplantas**.

El ajo requiere para bulbificar o "encabezar" dos condiciones: tomar cierta cantidad de frío y crecer con días largos. Existen variedades que tienen escasos requerimientos de frío y longitud del día (como es el caso de los "rosados paraguayos"), y otras que tienen altos requerimientos como es el caso de los ajos "colorados".

Mientras más frío toma, los requerimientos de largo del día son menores. El aporte de frío artificial a la "semilla" que lo recibe "a cuenta" del frío invernal.

La frigoinducción se utiliza con diversos objetivos:

- Lograr precocidad en la cosecha de las mismas variedades utilizadas en la región
- Adaptar ajos de zonas frías a zonas tropicales
- Escalonar la cosecha.

Este tratamiento pre plantación con bajas temperaturas a la semilla de ajo es una práctica antigua, utilizada para aumentar la velocidad de emergencia y acortar el ciclo vegetativo de las plantas en búsqueda del objetivo comercial de lograr primicias, aunque esto siempre está asociado con la caída de rendimientos y la aparición de disturbios fisiológicos como el "rebrote".

La base teórica se estudió a fines de la década de los años '50, sin embargo, pasaron mas de 30 años para que se promoviera como alternativa práctica y mas de 50 años para que fuese utilizada como técnica de rutina.

A inicios de la década del 2000 todavía se presenta como una tecnología de uso restringido ya que a la enorme cantidad de factores agronómicos que inter actúan, se le agrega el mal manejo de las cámaras frigoríficas.

En muchas regiones productoras de ajo en el mundo se trata con frío la "semilla" (proceso denominado vulgarmente "vernalización"), simplemente para darle mayor precocidad a las variedades típicas de la zona. Esa precocidad casi siempre está acompañada por menores rendimientos y aumento de deformaciones.

En regiones tropicales de Brasil, donde sólo es factible cultivar ajos de poca calidad (por lo general pequeños, de muchos "dientes" y de escasa conservación), se utiliza el almacenamiento frigorífico de la "semilla" de variedades de mayor calidad, provenientes de regiones más frías (bulbos medianos a grandes, pocos "dientes" pero más grandes y buena conservación).

En algunas zonas de Australia, Egipto o Corea, se dispone de suficiente experiencia para brindarle a la "semilla" diferentes "dosis" de frío que producen bulbificación en distintos momentos, y de esa manera poder escalonar la cosecha, disponiendo de programas de computación que permiten aportar el frío "exacto" en función del clima de una determinada campaña agrícola.

En la Argentina los primeros antecedentes datan de mediados de la década del '70 en Córdoba sobre ajos del tipo "rosado paraguayo", sin embargo es una práctica que no se difundió. Consistía en tratamientos entre 5 °C durante 60 días, lo que permitía acortar el ciclo del cultivo de 210 días a 150 días.

Como ya quedó expresado, se debe distinguir al "choque" de frío (que por lo general es el tratamiento a temperaturas inferiores a los 10 °C), de las temperaturas de almacenamiento de "semillas", que ocurre entre 14 °C y 18 °C.

Estas últimas tienen ventajas como la mayor sanidad, el mejor estado de hidratación o la uniformidad de la brotación, y generalmente no poseen desventajas.

En Mendoza existen algunos antecedentes experimentales desde fines de los años '80 aunque no con "choque" de frío sino con temperaturas de conservación frigorífica de "semilla" (14 °C a 18 °C), tanto con ajos "blancos" como con "colorados", sin pretensiones de acortar el ciclo sino de mejorar la uniformidad de brotación, el *stand* de plantas y aumentar los rendimientos.

En las principales zonas productoras de Cuyo en Argentina (provincias de Mendoza y San Juan), se comenzó a inducir empíricamente "semilla" de ajos morados (mal llamados chinos), y blancos con el objetivo de obtener primicias, fundamentalmente para ristas del mercado interno, sin embargo los resultados obtenidos son erráticos debido a la falta de control de los tratamientos, ya sea de la "cuota" de frío aportada o de la fecha de plantación.

En términos generales los cultivos se presentan con una baja proporción de bulbos comerciales debidos principalmente a la presencia de "rebrote" y otras anomalías morfológicas.

Acortarle la vida al cultivo de ajo para obtener primicias mediante alguna técnica, implica por lo general pérdidas de rendimiento, aunque el mejor precio del mercado en ese momento puede compensarla ampliamente.

La frigioinducción permite al diente semilla "tomar frío a cuenta del invierno", sin embargo, y debido a las diferencias térmicas en dicha estación entre año y año, hace que muchas veces los resultados sean erráticos.

Por otra parte frigioinducir y plantar temprano no arroja los mismos resultados que realizar el tratamiento y plantar tarde, asimismo no todas las variedades de ajo reaccionan ante el estímulo de la misma manera.

ASPECTOS AGRONOMICOS

Fundamentos

El ajo requiere para bulbificar o "encabezar" dos condiciones: "tomar cierta cantidad de frío" y "crecer con días largos". Existen variedades que tienen escasos requerimientos de frío y longitud del día (como es el caso de los "rosados paraguayos"), y otras que tienen altos requerimientos como es el caso de los ajos "colorados".

Mientras más frío toma "se hace menos exigente al largo del día" (los requerimientos de largo del día son menores), y bulbifica o "encabeza" antes. Esta es una razón para aportarle frío artificial a la "semilla", que lo recibe "a cuenta" del frío invernal.

La "semilla" almacenada en frío produce varios resultados dependiendo de la temperatura, del tiempo de almacenamiento, de la variedad, del estado de dormición que tenga el brote, de la fecha de plantación, etc. Estos efectos no siempre son deseables y ese es el "precio" que se paga cuando se modifican artificialmente a las plantas.

Entre los efectos **deseables** se pueden mencionar la brotación rápida (ya que el frío en "semilla" rompe el estado de reposo), la formación prematura del bulbo (ya que el haber recibido frío la hace menos dependiente del largo del día), y como consecuencia de esto, la cosecha anticipada.

Entre los **indeseables** se encuentran los bajos rendimientos y la manifestación de deformaciones ("rebrotos"), que comprometen seriamente a la comercialización. Estos efectos negativos son tanto más graves cuanto más bajas sean las temperaturas de almacenamiento y más largo el período del mismo.

Existe para cada región **una y sólo una combinación exitosa** entre variedad, tiempo y temperatura de almacenamiento, momento en que se realiza el tratamiento y época de plantación, como representa la Figura 1.

A pesar de ello las cambiantes condiciones meteorológicas entre año y año modifican también esta combinación. Por esta razón solo en algunas regiones y después de muchas pruebas, se consigue la combinación perfecta.

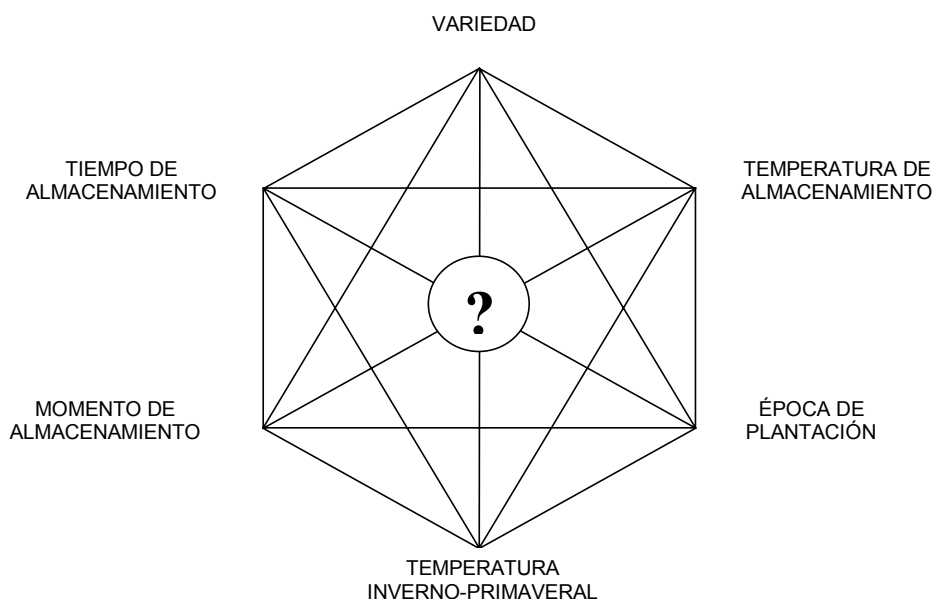


Figura 1 – Inter relaciones de los factores que afectan la producción de frigoplantitas

Requerimientos de frío

Como ya es conocido, los grandes grupos varietales de ajo tienen diferentes requerimientos de frío para bulbificar, por esta razón hoy existen variedades adaptadas a las diversas condiciones agroecológicas, desde regiones tropicales a nivel del mar hasta regiones frías a más 2.000 m s.n.m.

El Cuadro 1 muestra de manera sintética la relación entre los grandes grupos varietales y sus requerimientos de frío.

Cuadro 1 – Relación entre cultivares y requerimientos de frío

TIPO COMERCIAL	GRUPO FISIOLÓGICO	CULTIVARES	REQUERIMIENTOS DE FRÍO
Rosados	II	Alpa Suquía	Muy bajos
Morados	II	Morado INTA	Bajos
Violetas	III	Lican INTA	Medios
Blancos	III	Norteño INTA Nieve INTA Unión Perla INTA Plata INTA Cristal INTA	Medios
Colorados	IV a	Tempranillo Gostoso INTA Fuego INTA Sureño INTA Rubi INTA Gran Fuego INTA	Altos
Castaños	IV b	Castaño INTA	Muy altos

Algunos resultados locales

Si bien aún no se puede recomendar con exactitud el tratamiento de frío para cada variedad y cada región, algunos antecedentes pueden ser mencionados.

Durante los primeros años de la década del '90 se trató de ver el efecto de la conservación frigorífica de la "semilla" (y no el efecto del "choque" de frío), de ajos "blancos" y "colorados" para las condiciones del departamento San Carlos, Mendoza.

El almacenamiento frigorífico a 15 °C desde el momento de secado de los bulbos (30 días desde cosecha), hasta el momento de la plantación, se traduce en anticipo de la brotación y posibilidad de adelantar las fechas de plantación. Los rendimientos también son superiores en los ajos almacenados en frío, con predominancia de calibres 6 y 7.

En 1998 debido al interés creciente por lograr ajos frescos de buena calidad en los meses de setiembre u octubre se realizaron algunas pruebas exploratorias sobre la relación entre la temperatura y tiempo de almacenamiento de "semilla" de Morado INTA (Grupo Fisiológico II - Tipo Comercial Morado - Ecotipo Asiático - mal llamados "chinos"), y la época de plantación en La Consulta, Departamento San Carlos, Mendoza.

Los resultados preliminares se pueden resumir de la siguiente manera:

- Los tratamientos con 4 semanas de frío en semilla (10 °C), y plantaciones tardías serían las más recomendables a los fines de mejorar la calidad (en términos de compacidad), y cantidad de bulbos exportables de Morado INTA, sin embargo también aumentan las decoloraciones de las túnicas envolventes del bulbo con manchas oscuras, y las podredumbres (Figura 2 y 3).
- El rendimiento comercial expresado como "romaneo" de calibres se logra con 4 semanas de frío, que si bien no incrementa la producción en kilogramos respecto al testigo si lo hace respecto a los mayores calibres (79 % versus 68 %).
- Los tratamientos con frío mejoran la anomalía denominada "dientes huecos" (falta parcial o total de la hoja reservante). Los bulbos de mayor diámetro, son los más afectados. Al parecer todo factor que promueva un rápido "llenado" de bulbos favorece la compacidad del mismo, disminuyendo el defecto de "dientes huecos".

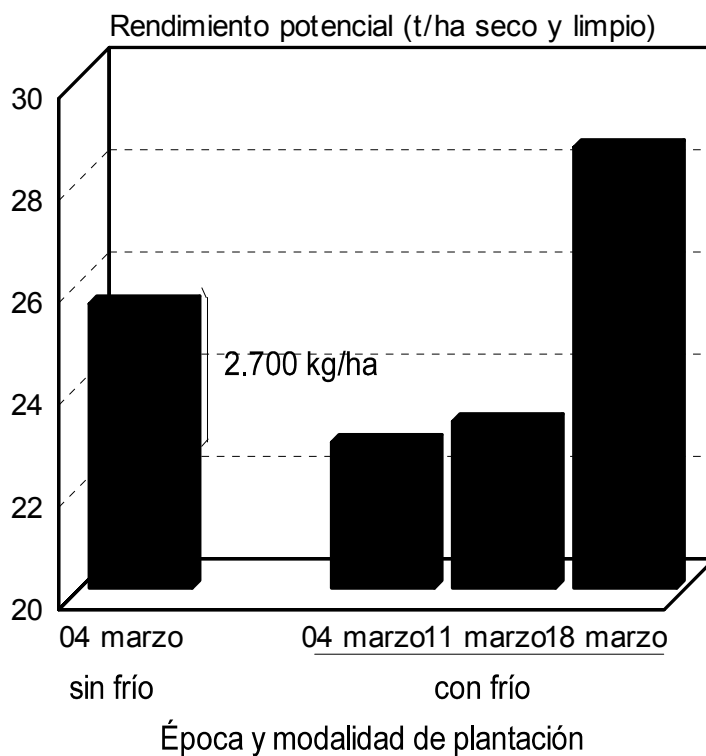


Figura 2. Rendimiento potencial de Morado INTA en función de los tratamientos de semilla y época de plantación

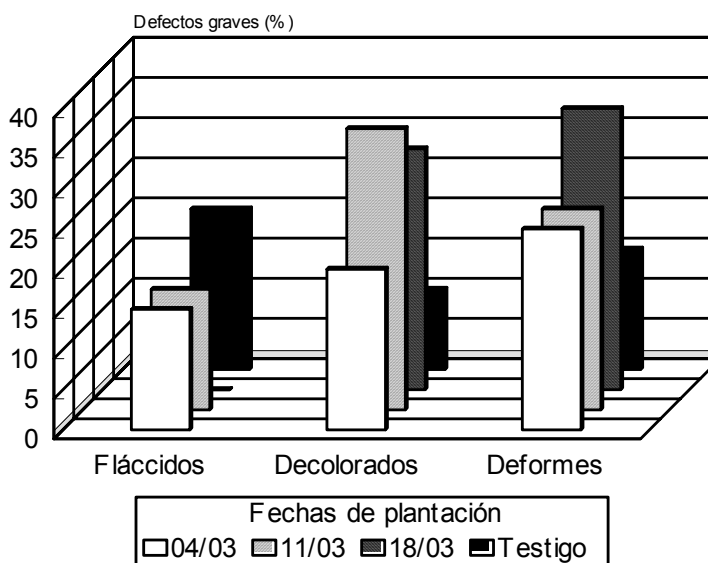


Figura 3. Defectos graves de Morado INTA en función de los tratamientos de semilla y época de plantación

Otros ensayos más recientes con la cultivar Morado INTA en cámara frigorífica a 7 °C durante diferentes tiempos hasta el momento de plantación trataron de establecer la **incidencia del frío** y la **incidencia de la época de plantación** sobre la precocidad, la producción comercial y la calidad.

Incidencia del frío

• Número de plantas logradas

Si bien la gran mayoría de los "dientes" brotan, cada tratamiento lo hizo a diferente velocidad. El testigo sin frío fue el único que a los 30 días no presentó plantas emergidas. Esto se explica por el conocido efecto que sobre la ruptura de dormición tiene el tratamiento con frío en el ajo "semilla".

A los 3 meses desde plantación, el tratamiento con 30 días de frigoinducción presentó mayor número de plantas que el resto, mientras que a los 6 meses desde plantación no se presentaron diferencias entre la semilla tratada con frío y el testigo.

La Figura 4 muestra la evolución de esta variable con relación a los tratamientos ensayados.

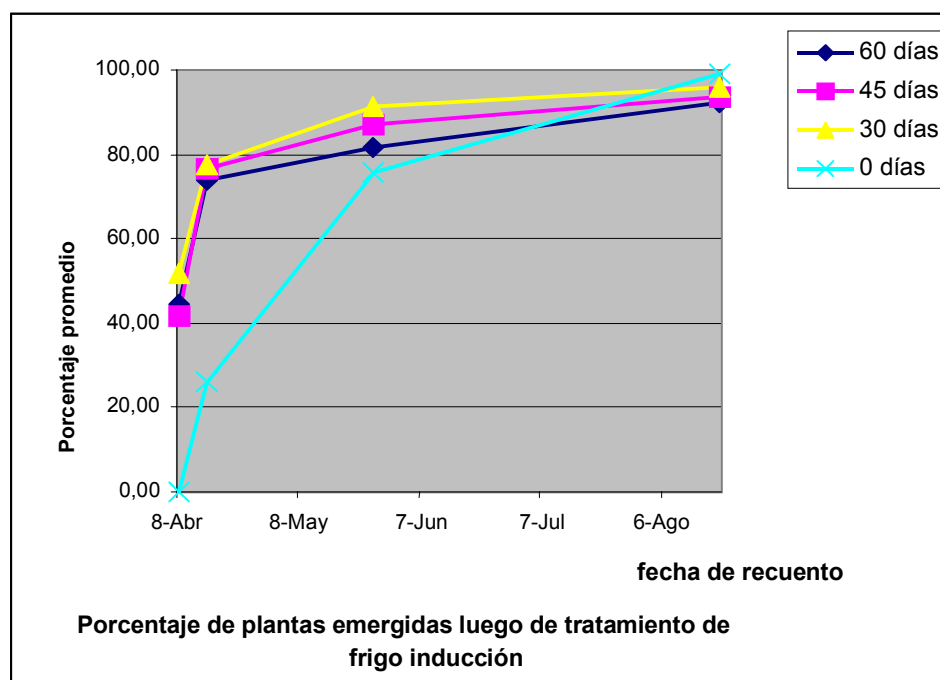


Figura 4. Efecto de la frigo inducción de "semilla" de ajo sobre la velocidad de brotación.

• Número de plantas "rebrotadas"

El testigo (sin tratamiento de frío) no presentó diferencias con el tratamiento con 30 días de frío, pero sí con los de 45 y 60 días de frío.

El "rebrote" comienza a manifestarse en la semilla frigorificada a partir del 20 de agosto, aumentando considerablemente a partir de principios de setiembre, tal como lo muestra la Figura 5.

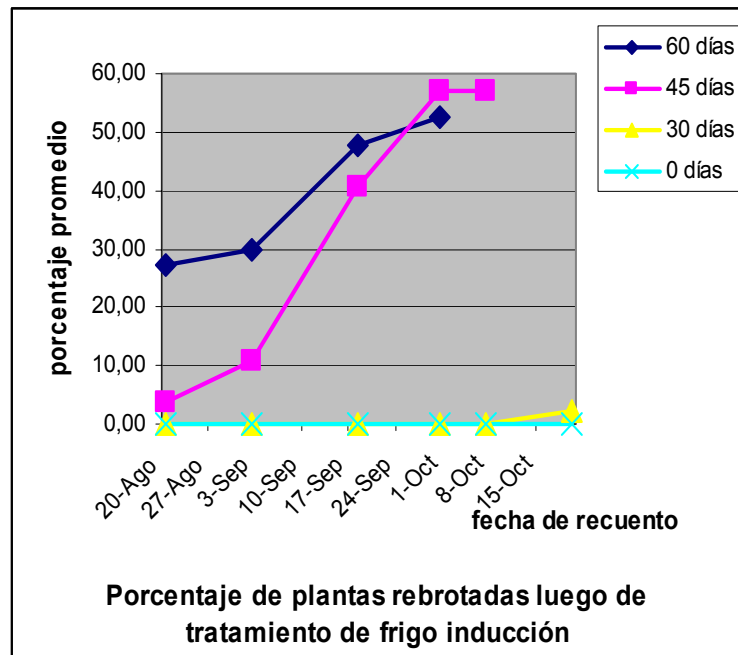


Figura 5. Efecto de la frigo inducción de "semilla" de ajo sobre la manifestación del "rebrote".

Estos resultados son coincidentes con la mayoría de los autores que afirman que los tratamientos de frío en semilla provocan mayores manifestaciones de "rebrote", tanto mas cuanto mayor sea el tiempo de exposición.

• Emisión de "canuto"

El mayor número de plantas con vara floral temprana (mediados a fines de setiembre), se presenta con la semilla tratada, tanto mas cuanto mas frío se le haya aportado.

Para mediados de octubre el tratamiento de 30 días supera al testigo, corroborando las necesidades de la planta de recibir frío (artificial o natural), para florecer, como lo muestra la Figura 6.

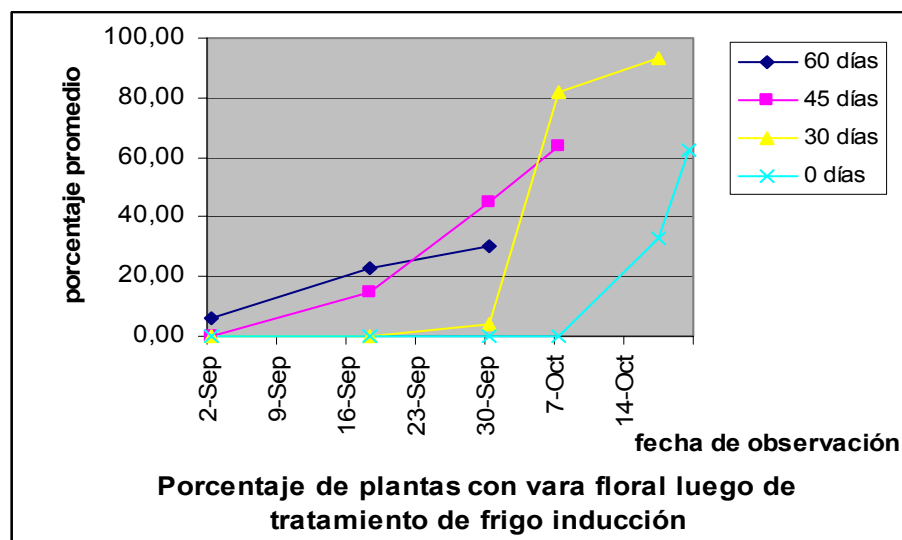


Figura 6. Efecto de la frigo inducción de "semilla" de ajo sobre la emergencia de la vara floral ("encanutado").

- **Sobrevivencia a cosecha**

No se observaron diferencias significativas para el número de bulbos a cosecha entre los tiempos de tratamiento frigorífico y el testigo, lo que indica que el frío en semilla no compromete el *stand* de plantas.

- **Peso de bulbos**

El peso de los bulbos disminuyó en los tratamientos frigorificados, tanto mas cuanto mayor sea el tiempo, resultando el testigo el de mayor peso. No se observaron diferencias entre 60 y 45 días, pero sí entre 45 y 30 días.

El análisis de la producción total (15,3 t/ha para el testigo y 6,0 t/ha para el tratamiento con 60 días de frío), demuestra que los tiempos prolongados de exposición de "semilla" arrojan una producción que representa apenas el 39 % de la que se logra sin frigo inducción.

- **Calibres**

Sólo el testigo resultó significativamente mayor respecto al diámetro de bulbos. No se presentaron diferencias en los diámetros de bulbos entre los diferentes tratamientos con frío.

- **Compacidad**

El PER (Peso Específico Relativo), osciló entre 1,163 para el testigo (bulbos pesados con escaso espacios "interdentales", y 0,644 para el tratamiento con mayor exposición al frío (bulbos livianos con grandes espacios "interdentales").

- **Precocidad**

El efecto de los tratamientos sobre la longitud del ciclo del cultivo se observa en el Cuadro 2, donde queda explícito que la cosecha de los mayores tiempos de exposición son 35 días mas precoces que el testigo sin frigorificar.

Cuadro 2. Efecto de la frigo inducción sobre la precocidad de la cosecha

TRATAMIENTO (días de frío)	DIAS HASTA COSECHA	DIFERENCIA RELATIVA (días)
60	217	- 35
45	220	- 32
30	234	- 18
0	252	0

- **Apariencia**

En la evaluación de la apariencia externa e interna sólo se presentaron diferencias entre los tratados con 60 y 45 días de frío pre plantación respecto a los de 30 días y el testigo. Los valores del testigo sin frigorificar fueron calificados con una nota de 8,75/10 y los del tratamiento de 60 días de exposición de 4,00/10.

Incidencia de la época de plantación

- **Sobrevivencia a cosecha**

El análisis de los datos sobre el **número de plantas logradas** muestra que los tiempos de observación interactúan con la fecha de plantación significativamente. Las parcelas correspondientes a las fechas de plantación más tardías son, obviamente, las que presentan el menor número de plantas en los primeros recuentos.

La evaluación del número de **plantas con vara floral** para el mes de setiembre, para cualquier fecha de plantación, no se presentaron diferencias significativas, tampoco para las últimas de octubre y cualquier fecha. Se presentaron diferencias significativas solo en las dos primeras fechas de plantación durante fines de setiembre.

No se observaron diferencias significativas para la variable transformada **número de bulbos** a cosecha para las tres fechas de plantación.

El mayor **peso y diámetro de bulbos** se obtuvo para la fecha intermedia (17 de marzo), presentando diferencias significativas sólo con la última (30 de marzo)

La **apariencia externa** entre fechas no presentó diferencias significativas, mientras que para la **apariencia interna** si existió, siendo la mejor la correspondiente a la fecha intermedia.

Bajo las condiciones en que se llevaron a cabo los ensayos se puede inferir que:

- Los tratamientos con frío en ajo "semilla" aceleran la velocidad de brotación sin afectar el *stand* final de plantas.
- Las proporciones de plantas "rebrotadas" y "encanutadas" en época temprana son función directa de la cantidad de frío recibido en pre plantación.
- La producción comercial es tanto menor cuanto mayor sea la cantidad de frío recibido en pre plantación.
- Las cosechas son tanto mas precoces cuanto mayor es el tiempo de exposición de la "semilla" al frío.
- La fecha de plantación de semilla frigo inducida afecta la producción comercial.

Recomendaciones

Se debe experimentar para cada situación la relación óptima entre variedad, temperatura, tiempo de almacenamiento y época de plantación, para asegurar resultados altamente confiables.

Bibliografía

- . BORGIO, R.; FERNANDEZ, O.S. de; CAVAGNARO, J.B. y BURBA, J.L. Incidencia de las fechas de plantación sobre el rendimiento de ajo (*Allium sativum* L.) tipo "colorado". En: CONGRESO ARGENTINO DE HORTICULTURA, 14º, Mar del Plata, ASAHO. 1991. Resúmenes p. 51.
- . BURBA, J.L. 1981. Manejo post cosecha de productos hortícolas. Capítulo 10. Notas de Aula. Cátedra de Olericultura. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Mimeografiado. 46 p.
- . BURBA, J.L. 1984. Aspectos generales de la producción de propágulos en especies hortícolas. Beneficio y almacenaje de propágulos hortícolas. Producción de propágulos hortícolas fiscalizados y certificados. IN: CURSO INTENSIVO DE CAPACITACION POSGRADO EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS, 8º, CIAT, Cali, Colombia. 1984. Carga horaria: 4 horas
- . BURBA, J.L. Cosecha, preparación y almacenamiento de ajo "semilla". En: CURSO/TALLER SOBRE PRODUCCION, COMERCIALIZACION E INDUSTRIALIZACION DE AJO, 1º, 1989. EEA La Consulta INTA, Agro de Cuyo, p. 25-27.
- . BURBA, J.L. Efeito do manejo de alho semente (*Allium sativum* L.) sobre a dormencia, crescimento e produção do cultivar "Chonan". Viçosa, UFV. Imprensa Universitaria, 1983. 112 p. (Tesis M.Sc.).
- . BURBA, J.L. Módulo I: Programa de producción y mantenimiento de ajo "semilla" por selección masal. Módulo II: Sistemas de plantación en cultivos de ajo. INIA, Estación Experimental Las Brujas, Canelones - Uruguay, 1991. Carga horaria: 8 horas.
- . BURBA, J.L. Producción de "semillas" de sanidad controlada en hortalizas de propagación agámica. En: CURSO/TALLER EN TECNOLOGIA DE PRODUCCION DE SEMILLAS HORTICOLAS PARA PEQUEÑOS AGRICULTORES. FAO-INTA. Mendoza, Argentina, 1990. Actas, p. 245-250.
- . BURBA, J.L. **Producción de Semilla de Ajo**. In: CRNKO, J. (Ed.). Manual de Producción de Semillas. INTA. Centro Regional Cuyo, Mendoza, Argentina. 1993. 136 p.
- . BURBA, J.L. **Producción, Propagación y Utilización del Ajo**. Cap. 3. In: IZQUIERDO, J.; PALTRINIERI, G. y ARIAS, C. (Ed.). Producción, Poscosecha, Procesamiento y Comercialización de Ajo, Cebolla y Tomate. FAO Chile. 1992. p. 63-133.
- . BURBA, J.L. Uso de frigoplantas en ajo como estrategia para aprovechar la segmentación de mercados. En: CURSO TALLER SOBRE PRODUCCION, COMERCIALIZACION E INDUSTRIALIZACION DE AJO, 6º, Mendoza, 1999. INTA La Consulta 1999. p 75-78.
- . BURBA, J.L.; BLANCO, M.P. Uso del período de dormición como parámetro para agrupar ecotipos de ajo (*Allium sativum* L.) en colecciones y bancos de germoplasma. En: REUNION NACIONAL DE LA SOCIEDAD ARGENTINA DE OLERICULTURA . 7º, San Pedro, 1984. Resúmenes, p. 13.
- . BURBA, J.L.; BORGIO, R. Efecto de las condiciones de conservación de la "semilla" de ajo, sobre la determinación de la época óptima de plantación y los rendimientos. En: CURSO/TALLER SOBRE PRODUCCION, COMERCIALIZACION E INDUSTRIALIZACION DE AJO, 3º, 1993. EEA La Consulta INTA, p. 157-161.

- . BURBA, J.L.; CASALI, V.W.D. ; ROSSO, R.A. y REIS, F.R. Efeito dos niveis de dormencia no manejo de alho-semente (*Allium sativum* L.). En: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 23º, Río de Janeiro, 1983, SOB, Resumos p. 13.
- . BURBA, J.L.; CASALI, V.W.D. Intensidade da dormencia como parametro fisiológico para o agrupamento de cultivares de alho (*Allium sativum* L.). En: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 22º, Vitoria, 1982, SOB, Resumos p. 137.
- . BURBA, J.L.; CASALI, V.W.D.; GIACOMETTI, V.C. y MEDINA, P.L. Efeitos do manejo de alho-semente sobre o crescimento e producao do cultivar Chonan. En: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 23º, Rio de Janeiro, 1983, SOB, Resumos p. 101.
- . BURBA, J.L.; GOMEZ RIERA, P. Characterization, adaptation, and selection of garlic germoplasm (*Allium sativum* L.) trough the management of dormancy, in Mendoza, Argentina. 1994. Proc. I Int.Symp.Edible Alliaceae. *Acta Horticulturae 433 ISHS 1997* p. 151-164
- . BURBA, J.L.; LANZAVECHIA, S, y VIGNONI, M.C. Validación de índices como referentes para determinar el momento óptimo de plantación de ajo (*Allium sativum* L.). En: CONGRESO ARGENTINO DE HORTICULTURA, 20º, Bahía Blanca, ASAHO, 1997. Resúmenes p. 78.
- . BURBA, J.L.; LANZAVECHIA, S. Efecto del "desgrane" anticipado de ajo "semilla" sobre la producción. En: CONGRESO ARGENTINO DE HORTICULTURA, 17º , Huerta Grande. ASAHO, 1994. Resúmenes p. 42.
- . BURBA, J.L.; MULLER, J.J.V. y CASALI, V.W.D. Relaciones entre el Indice Visual de Superación de Dormición (IVD) en ajo (*Allium sativum* L.) con el tamaño y posición de bulbillos. *Rev. Cs. Agropec.* 4: 99-102. 1983.
- . LANZAVECHIA, S. y BURBA, J.L. Acondicionamiento de "semilla" de ajo. En: 50 TEMAS SOBRE LA PRODUCCION DE AJO. 1997. Edit. J.L. Burba, La Consulta, Mendoza: INTA EEA La Consulta. Vol 3. p. 46-57.
- . LEDESMA, A.; REALE, M.I.; RACCA, R. y BURBA, J.L. 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. 1980.
- . PORTELA, J.A. ; BURBA, J.L.; LANZAVECHIA, S. y BLANCO, E. Effect of planting date on quality of garlic (*Allium sativum* L.) bulbs. En: International Symposium of Edible Alliaceae, 3º, Georgia, 2000. The University of Georgia. Abstract 135.
- . RENDON. M.C.; BALZARINI, M. y BURBA, J.L. Cloves storage method and plantig dates effects on yield of garlic (*Allium sativum* L.). . 1994. Proc. I Int.Symp.Edible Alliaceae. *Acta Horticulturae 433 ISHS 1997* p. 507-518.