

Producción de semillas hortícolas

Julio César Gaviola



Producción de semillas hortícolas

Julio César Gaviola



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina

Producción de semillas hortícolas

Julio César Gaviola

1ra. Edición

Ediciones INTA

Agosto de 2020

ISBN 978-987-8333-46-5

635.1/.8 Gaviola, Julio César
G24 Producción de semillas hortícolas / Julio César Gaviola. – 1ª. ed. –
Buenos Aires : Ediciones INTA, 2020.
98 p. : il. (en PDF)

ISBN 978-987-8333-46-5 (digital)

i. título

HORTICULTURA -- SEMILLAS -- PRODUCCION -- PRODUCCION DE SEMILLAS -- HORTALIZAS

DD-INTA

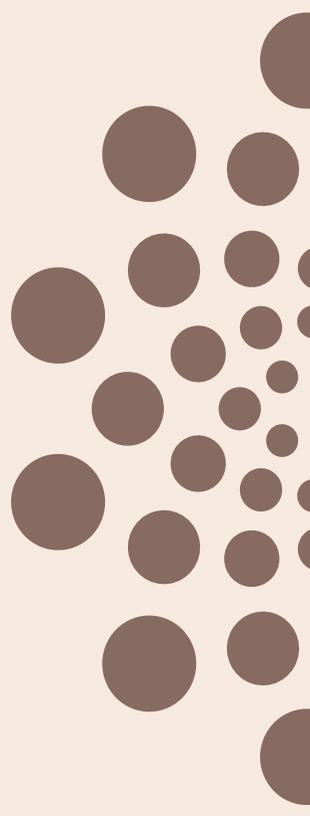
Este documento es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto, queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899.

Diseño:
Área de Comunicación Visual
Gerencia de Comunicación Institucional

*Este libro
cuenta con licencia:*



Julio Cesar Gaviola es Técnico Investigador del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), con base en la Estación Experimental Agropecuaria La Consulta (Mendoza – Argentina). Se desempeña como Director Técnico ante el Instituto Nacional de Semillas (INASE), del Semillero de la Asociación Cooperadora de la Estación Experimental Agropecuaria La Consulta (Mendoza – Argentina). Profesor en la Maestría en Horticultura de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo y Coordinador Proyecto Específico sobre Hortalizas Pesadas del INTA entre 2014 y 2018 ●





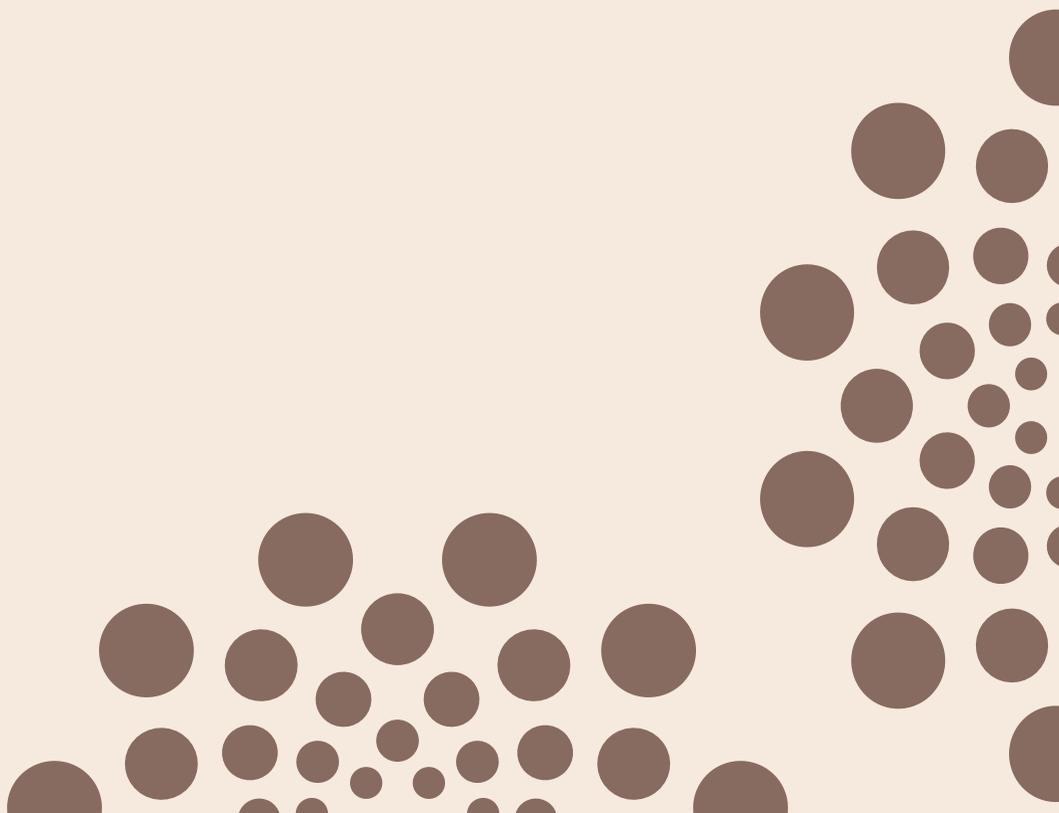
La **Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO)**, principal institución responsable de la promoción del conocimiento de las hortalizas, se ha propuesto elaborar una serie de fascículos bajo la denominación Colección Horticultura Argentina, destinados a la enseñanza de la especialidad en el país. A 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..... **8**
Generalidades

- 1.1. Introducción
- 1.2. Fisiología de la floración
- 1.3. Tipos florales
- 1.4. Semilla madre
- 1.5. Aislamientos
- 1.6. Rotaciones
- 1.7. Condiciones climáticas
- 1.8. Métodos de producción en especies bienales
- 1.9. Variantes de los métodos de producción
- 1.10. Manejo de cultivos para la producción de semilla
- 1.11. Maduración y cosecha de semillas
- 1.12. El mejoramiento y algunos efectos negativos sobre la producción de semillas
- 1.13. Semilla orgánica
- 1.14. Producción de semillas híbridas

Capítulo 2..... **28**
Producción de semilla de cebolla

- 2.1. Condiciones ambientales
- 2.2. Método de producción
- 2.3. Manejo de cultivo
- 2.4. Cosecha y manejo poscosecha de semillas
- 2.5. Rendimiento de semillas
- 2.6. Calidad de semillas

Capítulo 3..... **38**
Producción de semilla de lechuga

- 3.1. Condiciones ambientales
- 3.2. Manejo de cultivo
- 3.3. Cosecha y manejo poscosecha de semillas
- 3.4. Rendimiento de semillas
- 3.5. Calidad de semillas

Capítulo 4..... **47**
Producción de semilla de pimiento

- 4.1. Condiciones ambientales
- 4.2. Manejo de cultivo
- 4.3. Cosecha y manejo poscosecha de semillas
- 4.4. Rendimiento de semillas
- 4.5. Calidad de semillas
- 4.6. Producción de semilla híbrida

Capítulo 5..... **55**
Producción de semilla de tomate

- 5.1. Condiciones ambientales
- 5.2. Manejo de cultivo
- 5.3. Cosecha y manejo poscosecha de semillas
- 5.4. Rendimiento de semillas
- 5.5. Calidad de semillas
- 5.6. Producción de semilla híbrida

Capítulo 6..... **65**
Producción de semilla de zanahoria

- 6.1. Condiciones ambientales
- 6.2. Método de producción
- 6.3. Manejo de cultivo
- 6.4. Cosecha y manejo poscosecha de semillas
- 6.5. Rendimiento de semillas
- 6.6. Calidad de semillas

Capítulo 7..... **73**
Producción de semilla de zapallo

- 7.1. Condiciones ambientales
- 7.2. Manejo de cultivo
- 7.3. Cosecha y manejo poscosecha de semillas
- 7.4. Calidad de semillas
- 7.5. Rendimiento de semillas
- 7.6. Producción de semilla híbrida

Capítulo 8..... **82**
Procesamiento de semillas hortícolas

- 8.1. Planta de procesamiento de semillas
- 8.2. Trillado de semillas
- 8.3. Extracción de semillas de frutos pulposos
- 8.4. Limpieza y clasificación
- 8.5. Tratamiento sanitario de semillas
- 8.6. Acondicionamiento de semillas
- 8.7. Conservación y envasado de semillas
- 8.8. Control de calidad

Bibliografía..... **98**

Generalidades

1.1. Introducción

El mercado de semillas hortícolas es altamente globalizado y pocas empresas concentran las tareas de obtención y multiplicación de cultivares. No es común la autoproducción de semillas por parte de los productores hortícolas, especialmente en alógamias como brasicáceas (ex crucíferas), y cucurbitáceas. Este comportamiento está provocando la desaparición de variedades tradicionales y la consecuente concentración genética en determinados genotipos, con los riesgos aparejados que conlleva.

Una sombra que se expande sobre el incesante trabajo de mejoramiento con técnicas no tradicionales es la reacción que provoca en los sectores ecologistas el uso de organismos genéticamente modificados (OGM). El primer OGM comercializado en el mundo fue una variedad de tomate con larga vida poscosecha (Flavr-Savr), que se comercializó en el verano de 1994. Si bien esta variedad no tuvo mucho éxito en el mercado por sus características de sabor y sensibilidad a enfermedades, constituyó un hecho de gran importancia para el mejoramiento vegetal. Los OGM en hortalizas no se han difundido comercialmente.

Las importaciones o exportaciones de semillas hortícolas entre países se aproximan a los USD 3.500 millones. Según estos datos, Argentina posee una baja participación alcanzando a USD 33 millones, de ese total corresponden USD 15 millones a exportaciones y USD 18 millones a importaciones. Este balance negativo entre importaciones y exportaciones es una situación histórica para las semillas hortícolas en el país, aunque en los últimos diez años ha tendido a disminuir a consecuencia del aumento de las exportaciones especialmente de semilla de cebolla.

A continuación, se detallan algunos aspectos generales, muchos de ellos comunes a varias especies, cuyo conocimiento es necesario para abordar la producción de semillas de cada especie.

1.2. Fisiología de la floración

La inducción y diferenciación floral están relacionadas principalmente con el termo y fotoperíodo, existiendo interacción entre ambos factores ambientales. La inducción floral es la etapa donde las plantas son receptivas a los estímulos ambientales, es una fase no visible en la que ocurren cambios bioquímicos y hormonales. La diferenciación floral es cuando se observan los cambios morfológicos visibles que indican la floración. La mayoría de las hortalizas requieren días largos para florecer, reconociéndose como ejemplos de día corto solo algunos cultivares de batata y frutilla.

Las especies bienales necesitan frío para florecer, es el caso de cebolla, zanahoria, repollo. Las temperaturas óptimas para la vernalización oscilan entre 6 y 9 °C, dependiendo de la especie y del cultivar. Temperaturas cercanas a cero grados normalmente no son vernalizantes. Estas especies presentan estado juvenil, que es la etapa durante la que no son receptivas a la inducción por las bajas temperaturas. Existen variaciones en los requerimientos cuantitativos de frío entre especies y entre los diferentes tipos de una misma especie. Por ejemplo, entre cultivares de zanahoria las del tipo anual requieren menos frío que las bienales.

1.3. Tipos florales

El estudio de la flor importa en cuanto a las modificaciones morfológicas y fisiológicas que tienen lugar en las diferentes especies, estas influirán sobre el manejo de los cultivos para la producción de semillas. La flor individual según la sexualidad que presenta puede ser:

- **Hermafrodita o perfecta**
- **Estaminada o androica**
- **Pistilada o ginoica**

En función de cómo se distribuyen en un individuo, de los tres tipos de flores descriptos se tienen plantas:

- **Hermafroditas:** todas las flores son hermafroditas. Ejemplos: lechuga, cebolla, pimiento, repollo.
- **Monoicas:** poseen flores masculinas y femeninas en la misma planta. Ejemplos: maíz, zapallo.
- **Dioicas:** poseen flores masculinas o femeninas. Ejemplos: espinaca y espárrago.
- **Andromonoicas:** poseen flores hermafroditas y masculinas. Ejemplos: pepino y melón.
- **Ginomonocicas:** posee flores hermafroditas y femeninas. Es común en las cucurbitáceas.
- **Trimonoicas:** poseen los tres tipos de flor. También se presenta en las cucurbitáceas.

Por el origen preponderante del polen que fecunda las flores las especies vegetales se las divide en:

- **Autógamas:** el polen proviene de la propia flor. Ejemplos: lechuga, tomate.
- **Alógamas:** predomina el polen de otras flores. Ejemplos: cebolla, cucurbitáceas, crucíferas.

Por el vehículo transportador del polen:

- **Fecundación anemófila (viento):** acelga, espinaca, maíz.
- **Fecundación entomófila (insectos):** cebolla, repollo, zanahoria.

En las flores hermafroditas de acuerdo a la sincronización que existe entre la maduración del androceo y gineceo se distinguen:

- **Chasmógamas:** es la situación normal en que ambos ciclos maduran simultáneamente cuando se produce la antesis. Ejemplos: repollo y rabanito.
- **Cleistógamas:** también maduran en forma simultánea pero antes que se produzca la apertura de la flor. Ejemplos: lechuga, poroto.
- **Protandria:** las anteras maduran antes que el estigma esté receptivo. Ejemplos: cebolla y zanahoria.
- **Protoginia:** el estigma madura antes que las anteras vuelquen su polen. Ejemplos: remolacha, tomate y pimiento.

Hay casos en los que las flores hermafroditas presentan problemas de autocompatibilidad a causa de mecanismos genéticos, esta situación se presenta en varias crucíferas.

La partenocarpia, que consiste en el desarrollo de frutos sin que haya fecundación, se observa naturalmente bajo ciertas condiciones ambientales en especies con numerosos óvulos por flor. En hortalizas se ha detectado este proceso en tomate cultivado a altas temperaturas y en pimiento con bajas temperaturas nocturnas. También se ha observado en berenjena, zapallo, melón y pepino. La capacidad genética de producir frutos partenocárpicos se ha aprovechado en el fitomejoramiento del pepino y de la berenjena. Los cultivares con esta característica son de gran utilidad para la producción en invernaderos en ausencia de agentes polinizadores. Los Cuadros 1 y 2 muestran la lista de especies hortícolas según su morfología y biología floral.

| Cuadro 1 | | | |
|----------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|
| Especie | Modificaciones florales | Fisiología | Cruzamiento (%) |
| Lechuga | Parcial cleistógama | N o DL | 15 (moscas) |
| Poroto chaucha | | N o DC | 1-8 (abejas) |
| Arveja | | DL cuantitativa | hasta 25 |
| Pimiento | Casos de protoginia | DC o DL | 5-10 (abejas y trips) |
| Tomate | Casos de protoginia | N | 6-20(abejas y trips) |
| Berenjena | | N | 7 (insectos) |

Especies hortícolas autógamas (elaboración propia).

Referencias: DL= fotoperiodo día largo. DC= fotoperiodo día corto. N= fotoperiodo neutro.

Cuadro 2

| Especie | Expresión sexual | Fisiología | Modificaciones florales | Polinizador |
|-----------|------------------------------|------------|-------------------------|----------------|
| Remolacha | H | V + DLC | Protoginia C y Ai | Viento |
| Acelga | H | V + DLC | - | Viento |
| Espinaca | M F (diclina) H | DL | - | Viento |
| Repollo | H | V + DLC | Ai | Abejas |
| Rabanito | H | DL o V | Ai y C | Abejas |
| Sandía | M FH (andromonoica) | N | C | Abejas |
| Melón | M FH (andromonoica) | N | C | Abejas |
| Zapallo | M F (Monoica) | N | C | Abejas |
| Pepino | MFH (andro y ginomonoica) | N | C | Abejas |
| Cebolla | H | V + DLC | Protandria | Abejas |
| Puerro | H | V + DLC | Protandria | Abejas |
| Zanahoria | H y M (andromonoica) | V | Protandria | Abejas |
| Apio | H | V | Protandria | Abejas |
| Perejil | H | V | - | Abejas y otros |

Especies hortícolas alógamas (elaboración propia).

Referencias: M= flor masculina. F= flor femenina. H= flor hermafrodita. Ai= autoincompatible. C= compatible V= vernalización DLC= fotoperíodo largo cuantitativo.

1.4. Semilla madre

Es la piedra basal de la multiplicación de semillas. Su obtención se relaciona estrechamente con los fitomejoradores que trabajan en la especie a considerar. La categoría de semillas Básica u Original, dentro de la Clase Fiscalizada, establecida por la ley de semilla 20247/73 de Argentina, es la más empleada como semilla madre. Los lotes de esta categoría no deben superar el 1 ‰ de plantas fuera de tipo y la tolerancia es cero respecto de individuos de otro cultivar (disposición N 1 SENASA del 13 de enero de 1983). En ocasiones también se emplea la categoría Primera Multiplicación o Registrada que admite hasta un 10 ‰ de fuera de tipos y 1 ‰ de otros cultivares. Las especies hortícolas que se multiplican por semilla botánica y que se pueden fiscalizar en Argentina son arveja, cebolla, lechuga, pimiento, poroto y zapallito, siendo esta última de fiscalización obligatoria desde enero de 1998. Si se trata de cultivares híbridos la empresa semillera provee los padres o líneas al multiplicador.

1.5. Aislamiento

Tiene como objetivo impedir que los granos de polen de otros cultivares o especies emparentadas, capaces de cruzarse, lleguen al campo de multiplicación en el momento de floración. Para evitar esto se establecen distancias mínimas entre cultivos según la especie. La reglamentación para la fiscalización de semillas de cultivos hortícolas fija las distancias mínimas de aislamiento según la especie. Los factores a evaluar para evitar cruzamientos son los siguientes:

- Sincronización temporal entre los cultivos emisores (posibles contaminantes) y receptores (multiplicación).
- Dirección predominante del flujo de polen, muy importante en especies anemófilas.
- Cantidad de polen del receptor al momento de máxima receptividad del estigma.
- Tamaño del emisor, a mayor tamaño mayor probabilidad de contaminación.
- Tamaño del receptor, cuando este es mayor la contaminación se “diluye”.
- Atractividad del cultivo a los polinizadores (insectos, principalmente abejas).
- Comportamiento de los polinizadores.
- Alineación geográfica de los cultivos receptores y emisores.
- Posición de las plantas dentro del receptor.
- Herencia genética del carácter a considerar: homocigota – heterocigota – dominante – recesivo.

Los aislamientos mínimos constituyen un problema de difícil solución cuando se trata de áreas especializadas en la producción de semillas, que normalmente son regiones poco extensas y bajo riego. Esto ha obligado a los productores a organizarse para establecer la distribución de los cultivos en la región y de esta manera evitar cruzamientos indeseables. Un ejemplo es el sistema on-line para el registro de cultivos que se ha desarrollado en Yuma, Arizona, EE. UU., que permite a los productores, a través de Internet, consultar los cultivos de la zona e inscribir los propios según sea la distribución existente. En Chile la Asociación Nacional de Productores de Semillas (ANPROS) organiza los aislamientos entre multiplicadores. En la Argentina los productores de semilla de la provincia de San Juan han constituido la Asociación Sanjuanina de Productores de Semilla (ASPROSEM), que, entre otras actividades, ordena la ubicación de los cultivos, cuidando los aislamientos. También en Mendoza han existido intentos de organización para distribuir los cultivos, en especial de cebolla.

1.6. Rotaciones

La rotación del terreno disminuye el riesgo que plantas espontáneas de la misma especie contaminen el cultivo, estas plantas si luego no son detectadas con el *roguing* o depuración varietal, afectan negativamente la pureza genética del lote. El peligro de contaminación con plantas espontáneas provenientes de semilla de cultivos anteriores es mayor con las hortalizas que poseen frutos de fácil dehiscencia y que se siembran en forma directa, como suele ocurrir en lechuga, zanahoria y cebolla.

1.7. Condiciones climáticas

Las mejores zonas para la producción de semillas hortícolas son aquellas de climas templados, con escasas precipitaciones y baja humedad ambiental. La influencia del ambiente sobre la calidad de las semillas está ampliamente demostrada pudiendo manifestarse tanto en la cantidad como la calidad final del lote. Como se mencionó precedentemente el termoperíodo y el fotoperíodo son factores que promueven la inducción y diferenciación floral en muchas especies. Por ello la correcta elección de la zona según estas características influirá sobre el rendimiento del cultivo. El ambiente en que se desarrollan las plantas madres en algunos casos influye sobre las características fisiológicas de las semillas que se obtienen. En lechuga las semillas producidas a 30 °C – 20 °C de temperatura, diurna y nocturna respectivamente, presentan una mayor tolerancia a germinar con altas temperaturas (entre 27 °C – 36 °C) que las producidas a 20 – 10 °C.

Plantas de pimiento cultivadas con bajas temperaturas nocturnas (entre 10 °C y 12 °C) disminuyen el número de granos de polen y su capacidad de germinación respecto de las mantenidas con temperaturas nocturnas mayores (20 °C - 22 °C). Estas alteraciones del polen promueven frutos deformados y con baja cantidad de semillas. Los inconvenientes ocasionados por las bajas temperaturas en pimiento se relacionarían con una menor concentración de carbohidratos en el grano de polen. En cucurbitáceas monoicas es conocido el efecto de las temperaturas, la intensidad lumínica y el largo de día, sobre la estimulación para la formación de mayor cantidad de flores masculinas o femeninas. Este fenómeno tiene mucha importancia en el manejo de híbridos. Como se mencionó anteriormente el tomate tiende a originar frutos partenocárpicos con altas temperaturas, algo similar ocurre en pimiento. En ambas especies se realizan trabajos de mejoramiento con el objetivo de obtener cultivares resistentes al estrés provocado por las altas temperaturas. El momento en que se produce el estrés ambiental es importante. En pimiento tipo Chile se ha demostrado que el daño sobre el rendimiento y la calidad de semillas es superior cuando las flores se someten a altas temperaturas durante los 30 días posteriores a la antesis y no es importante con posterioridad a ese lapso.

1.8. Métodos de producción en especies bienales

Método raíz o bulbo-semilla

Este método requiere obtener primero las raíces o bulbos, luego se seleccionan y se plantan, para que finalmente broten y florezcan. La gran ventaja del método es que permite la selección de los bulbos o raíces. Otra ventaja del método es que en climas con escasa cantidad de frío, los bulbos o raíces se pueden vernalizar en cámaras antes de su plantación. La principal desventaja es que el ciclo necesario para la obtención de semillas es entre 18 y 20 meses, encareciendo el costo de producción.

Método semilla-semilla

Es una alternativa para abreviar el ciclo de producción de semillas de especies bienales, llevándolo a 12-13 meses. Una condición fundamental del método semilla-semilla es que la semilla madre provenga de un cultivo realizado por el método raíz o bulbo-semilla. El inconveniente del método es que no permite la selección de las raíces o bulbos. Las sucesivas multiplicaciones sin pasar por la selección de bulbos o raíces producen una desviación de las características varietales. Para tener éxito con el método semilla-semilla se necesitan condiciones ambientales adecuadas, principalmente temperaturas bajas para inducir la floración, sin embargo, un exceso de frío puede dañar las plantas ya que estas permanecen a campo en estado de crecimiento durante el invierno. La implantación del cultivo se hace a mediados o fines del verano para que las plantas superen el estado juvenil antes de finalizado el otoño y sean sensibles a la inducción por las bajas temperaturas durante el invierno. Los rendimientos potenciales de semillas de este método son semejantes al tradicional.

1.9. Variantes de los métodos de producción

Una alternativa para acortar el ciclo del método tradicional es el empleo de raíces (*steckling*) o bulbos (*onion set*) pequeños. Estos propágulos se obtienen en cultivos sembrados tardíamente y a alta densidad y luego se trasplantan al campo definitivo. Solo permiten una selección parcial sobre algunos caracteres. Otra variante se presenta en cebolla y consiste en la refluoración del cultivo. En esta especie se ha demostrado que un porcentaje de individuos son capaces de rebrotar y reflorecer luego de la primera cosecha de semillas, originando una segunda cosecha al año siguiente. El éxito de este sistema depende de la capacidad de producir yemas laterales de la cultivar y de la época de plantación de los bulbos. Normalmente la segunda cosecha es inferior a la primera.

1.10. Manejo de cultivos para la producción de semillas

Época de siembra o plantación

La época de siembra o trasplante influye sobre el crecimiento vegetativo de las plantas, manifestándose sobre la floración tanto en forma cualitativa como cuantitativa. En las especies bienales (cebolla – zanahoria – repollo) y con el método semilla-semilla, una época de siembra o trasplante tardía impide que las plantas superen el estado juvenil antes de que se produzcan las temperaturas adecuadas para la vernalización. Las especies que necesitan fotoperíodo alargándose, florecen en cuanto el día alcanza las horas de luz requeridas. Por ello si la plantación se realiza tardíamente el rendimiento de semillas disminuye a consecuencia de un menor crecimiento de las plantas y como consecuencia también menor floración, es el caso de lenteja, arveja, rabanito anual. En las áreas con ciclo libre de helada muy corto

el atraso de la siembra disminuye el rendimiento de semilla por las heladas tempranas, esto ocurre con cultivos sensibles a las heladas como tomate, zapallo, pimiento. Cuando se plantan órganos de multiplicación asexual, bulbos de cebolla o raíces de zanahoria, la plantación tardía afecta negativamente el rendimiento de semillas.

Densidad de plantación o siembra

La densidad del cultivo influye sobre el rendimiento, las características de las semillas que se obtienen y la arquitectura de las plantas. En términos generales y dentro de un rango de población determinado, a mayor densidad se logran rendimientos superiores por unidad de superficie, en tanto que disminuye por individuo.

En arveja cv Cobri el rendimiento de semilla por unidad de superficie crece linealmente en el rango de 100-200 kg de semilla por hectárea. En cebolla cv Valcatorce INTA y con el método bulbo-semilla, el rendimiento de semilla por unidad de superficie aumenta linealmente cuando el número de bulbos plantados se incrementa entre 15 y 36 por metro cuadrado, pero disminuye el rendimiento por bulbo. Con igual cultivar de cebolla, pero con el método semilla-semilla, la producción por unidad de superficie crece linealmente cuando se emplean densidades entre 15 y 100 plantas.m², sin embargo, el peso de mil semillas disminuye linealmente con el aumento de la densidad.

El pimiento presenta comportamientos dispares según la cultivar. Con la cv. Fyuco INTA (tipo cuatro cascós) al aumentar la densidad de plantas entre 2,5 y 21,3 plantas.m² el rendimiento de semilla por unidad de superficie no varía y el peso de 1000 semillas disminuye. Mientras que con la cv. Calatauco INTA (tipo morrón) el rendimiento de semilla disminuye linealmente con el aumento de la población entre 2,5-17,5 plantas.m². La densidad no modifica significativamente el rendimiento de semilla de repollo cv Succession cuando se transplanta a distancias de 0,05-0,35-0,65 m entre plantas y 0,80 m entre líneas. El peso de mil semillas disminuye a medida que se incrementa la población. El rendimiento total de semilla por unidad de superficie con el método semilla-semilla en zanahoria tipo Flakee, crece cuadráticamente en el rango de 12,5-40 plantas.m². La participación porcentual de las semillas provenientes de umbelas primarias se incrementa con las mayores poblaciones.

En melón y con las cvs Noy Yizre`el y Top Mark el máximo rendimiento de semillas se logra con 8-12 plantas.m² con la primera cultivar y entre 4 y 12 plantas.m² con la segunda, en ambos casos las densidades óptimas para semillas son superiores a las óptimas para producir frutos para el mercado fresco. Una respuesta anexa es que al incrementarse la densidad disminuye el tamaño medio del fruto y de las semillas, sin que se afecte la calidad de estas últimas. La distribución espacial de las plantas en el terreno es importante. Por una parte, en cultivos de zapallo de la especie *Cucurbita moschata*, con una densidad de 4.000 plantas.ha⁻¹, la siembra a hilera doble con un distanciamiento de 5 m entre surcos, rinde menos

semillas que la siembra a hilera simple con distancia entre surcos de 2,5 m. Por otra parte, con cebolla cv. Valcatorce INTA, usando el método semilla-semilla y una densidad de 16,7 plantas.m², el empleo de cepellones con distinto número de plantas (entre 1 y 5) para alcanzar la densidad citada, no afecta el rendimiento de semillas.

Fertilización y riego

No son muchas las investigaciones específicas respecto de la fertilización y el riego en la producción de semillas hortícolas. Algunos aspectos importantes a considerar son los siguientes.

- Las semillas son destinos/sumideros fuertes, por lo que en caso de problemas de fertilidad, riego o crecimiento en general, es común la translocación hacia ellas de minerales y sustancias orgánicas desde los otros órganos de la planta.
- El estrés hídrico normalmente repercute sobre el rendimiento más que sobre la calidad de las semillas.
- Existen períodos críticos de requerimiento de agua, en los que su escasez modifica la calidad y/o la cantidad de semillas.
- La germinación de las semillas dentro de los frutos (viviparidad) se relaciona en algunos casos con la falta de algún elemento en el suelo. Es el caso de pimiento cuando el suelo es pobre en potasio.
- Metales pesados como cobre y cadmio son fácilmente movilizados por las plantas. Estos metales pueden estar contaminando el suelo en concentraciones superiores a las normales y afectan negativamente el cuaje de la flor.

Polinización

La polinización en hortalizas alógamas se realiza principalmente con dos vectores: los insectos (entomófila) y el viento (anemófila). Dentro de las especies entomófilas se hallan las cucurbitáceas, cebolla, zanahoria y crucíferas; la abeja es el principal polinizador. Entre las anemófilas se cuenta el maíz, la acelga y la espinaca. Las abejas son los insectos más utilizados para promover la polinización en cultivos para semilla. Este insecto presenta particularidades en cuanto a su comportamiento que deben ser tenidos en cuenta. Las condiciones ambientales, en especial luminosidad y temperatura, ejercen un importante efecto sobre las visitas de abejas. Otros insectos se emplean comercialmente como polinizadores a escala muy reducida, son ejemplos el género *Bombus* en tomate para invernadero y moscas en cebolla. Es conveniente evaluar la presencia de fauna natural que actúe como polinizadora en los cultivos, aunque en la mayoría de los casos se recurre a incorporar abejas para asegurar un buen cuaje. Las colmenas de abejas se introducen en el cultivo en forma paulatina, comenzando con el inicio de la floración y se continúa hasta la plenitud de esta fase, momento en que se debe alcanzar el máximo de colmenas previstas. Es normal incorporar entre 4-10 colmenas por hectárea en cultivos de cebolla y zanahoria, pudiendo ser menor para cucurbitáceas.

Las líneas androestériles utilizadas para producir semillas híbridas son poco atractivas para las abejas, esto ocurre claramente en cebolla y también en zanahoria. En cebolla para superar este inconveniente se trata de incrementar las visitas de las abejas pulverizando las umbelas con productos atractivos (limoneno, extracto de semillas de zanahoria, geranio), o intercalando franjas de alguna especie que las abejas visiten con más facilidad, aunque en ambos casos los resultados han sido erráticos. Entre las especies hortícolas las crucíferas y la zanahoria son muy atractivas para las abejas, en el otro extremo se halla la cebolla que habitualmente es evitada por este insecto. En zapallo se ha comprobado que las semillas producidas bajo intensa competencia de polen (más granos de polen por estigma) son más vigorosas y poseen menos variación genética. En tomate cultivado en invernadero, se incrementa el número de semillas por fruto empleando abejorros (*Bombus dahlbomii*) para favorecer la polinización. Similares resultados se han encontrado empleando abejorros en cultivos de invernadero de pimientos dulces.

Uso de hormonas

Las hormonas juegan un rol fundamental en la floración y en la formación de las semillas. Sus funciones han sido intensamente estudiadas y sobre estos conocimientos se han desarrollado tecnologías de manejo con diferentes objetivos. En cebolla, lechuga y zanahoria el empleo de ácido giberélico ha permitido incrementar los rendimientos de semillas. Las aplicaciones de esta hormona deben hacerse antes de la floración y existe una gran diversidad de recomendaciones sobre dosis y momentos. En lechugas de cabeza y repollo se usa el ácido giberélico para evitar la formación de la cabeza y de esta manera facilitar la emergencia de la inflorescencia. El inconveniente de esta técnica es que provoca un aumento de la altura de planta. Por esta razón se ha ensayado combinar giberélico y chlorocholine chloride (CCC) para disminuir el tamaño de las plantas tratadas con giberélico e impedir que se vuelquen.

Las hormonas también se utilizan para alterar el hábito de crecimiento de las plantas. En cebolla se aplica etefón y paclobutrazol para disminuir el tamaño de los vástagos florales y así reducir el vuelco. El etefón se usa comercialmente en la producción de semilla híbrida de zapallo para provocar androesterilidad temporaria en las plantas. Las alteraciones en la morfología de las plantas por la aplicación de hormonas pueden impedir la correcta realización del *roguing*. Si esto sucede se debe partir de semilla madre de excelente calidad genética y la semilla obtenida no se tiene que emplear como semilla madre.

Enfermedades y plagas

Interesan por los daños que ocasionan en el cultivo y por la posibilidad de que se transmitan por medio de las semillas. El listado de plagas y enfermedades transmitidas por semillas es muy amplio y depende de cada hortaliza. Si se detecta en el cultivo una enfermedad o plaga que se transmite por las semillas, se debe proceder al tratamiento de estas, si existe, o, si no hay tratamiento fiable, se procede a la eliminación del lote. Se citan a continuación algunos ejemplos de plagas y enfermedades que se transmiten por semillas en hortaliza:

- **Cebolla:** nemátodos (*Ditylenchus dipsaci*).
- **Tomate:** cancro bacteriano (*Clavivacter michiganensis*).
- **Poroto:** gorgojo (*Bruchus sp.*).
- **Pimiento:** bacteriosis (*Xanthomonas sp.*).
- **Crucíferas:** podredumbre negra (*Xanthomonas campestris*).
- **Zanahoria:** tizón (*Alternaria dauci*).
- **Lechuga:** virus del mosaico de la lechuga (*LMV*).

Depuración varietal o roguing

Es una labor de campo específica de la producción de semillas. Consiste en eliminar plantas fuera de tipo, de otras variedades o portadoras de enfermedades transmisibles por semillas. En producción de híbridos con androesterilidad es de gran importancia para detectar individuos que producen polen entre las plantas madres. Las personas que realicen la depuración tienen que conocer muy bien el cultivar para seleccionar. La depuración se realiza recorriendo el cultivo surco por surco. En especies alógamas es muy importante eliminar las plantas fuera de tipo lo antes posible para evitar que disperse su polen. Para esto último se deben determinar los caracteres fenotípicos que se expresen tempranamente, lo que no es siempre posible. Tanto la interacción genotipo ambiente como la limitada cantidad de caracteres que se evalúan influyen negativamente sobre la eficiencia de esta labor.

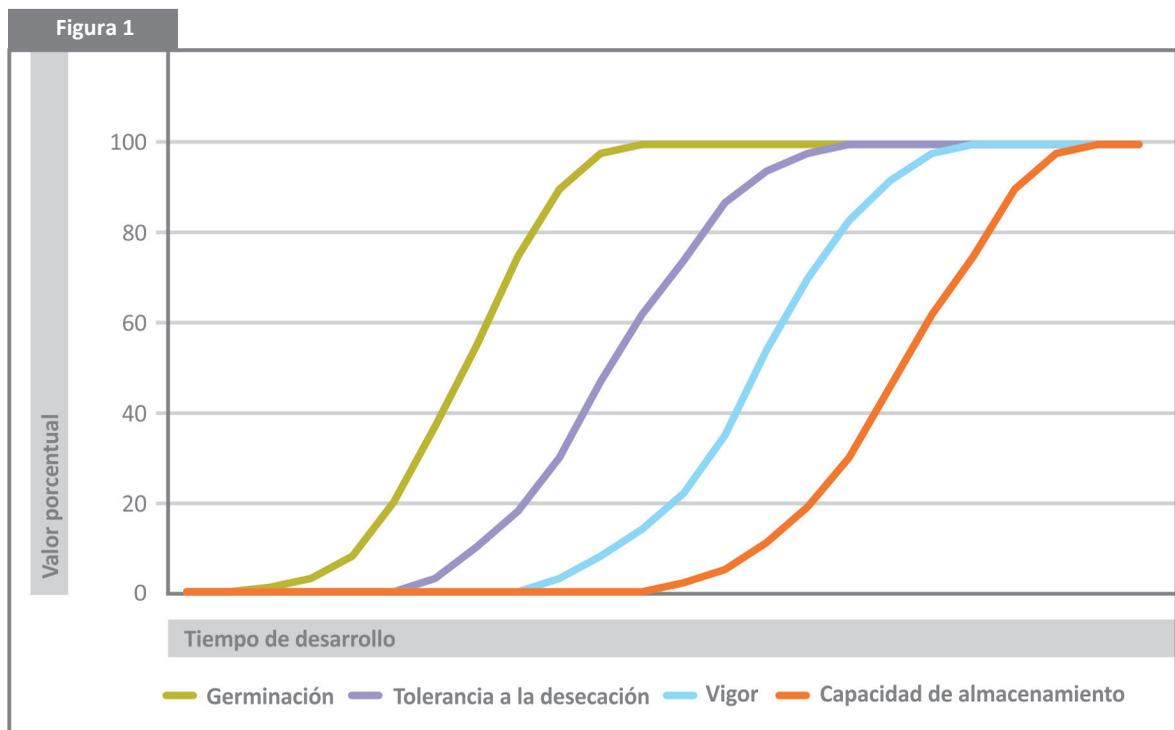
Existen dos maneras de hacer selección en cultivos, una positiva, que consiste en dejar solo las plantas que reúnen las mejores condiciones, y la otra denominada negativa en la que se eliminan las fuera de tipo. La primera manera de selección se emplea con los lotes élites o prebásicos y la otra para básicos y multiplicaciones. En general a mayor base genética y condiciones ambientales más variables, menor es la potencialidad de mantener la frecuencia génica original de una cultivar por medio del *roguing*. Esto obliga a realizar un riguroso manejo en las generaciones tempranas, aprovechando que las poblaciones son pequeñas. La idea es mantener un alto nivel de homogeneidad fenotípica en los lotes prebásicos y básicos para que la dispersión que se produzca en las siguientes multiplicaciones se minimice. Las causas de la aparición de plantas fuera de tipo pueden ser diversas, las más comunes son la contaminación mecánica de semillas durante el procesamiento y los cruzamientos indeseables en el campo. También se pueden presentar recombinaciones dentro del cultivar, segregaciones residuales y en menor medida mutaciones. Las especies de multiplicación clonal son las de mayor homogeneidad, le siguen las líneas puras de autógamias, los híbridos y por último las alógamas de libre cruzamiento. En resumen, el *roguing* contribuye a mantener la frecuencia de los alelos de la población original del cultivar y constituye una tarea complementaria al mantenimiento varietal que realizan los mejoradores.

Concepto de lote

El lote es el conjunto de semillas que provienen de una unidad homogénea de producción a campo. Es necesario realizar una perfecta trazabilidad de cada lote, por ello se debe identificar por su origen, especie y cultivar, peso, fecha de recepción y cosecha. Una vez ingresado a la planta de procesamiento se lo caracteriza con un número, una clave o un código. Nunca se debe mezclar lotes diferentes, aunque sean del mismo cultivar.

1.11. Maduración y cosecha de semillas

Desde la fecundación hasta la maduración de las semillas se produce un conjunto de procesos conocidos en sus cambios morfológicos, relativamente entendidos desde el punto de vista bioquímico, pero muy poco aclarados en cuanto a los aspectos moleculares y genéticos. Las investigaciones sugieren que la embriogénesis, que es la formación del embrión y los órganos nutricionales que suministrarán alimento durante la germinación, tiene una estructura modular y consiste en diferentes regiones que originan autónomamente las distintas partes de la semilla. En la semilla madura el embrión detiene su crecimiento, las sustancias de reserva alcanzan su máxima cantidad y las estructuras de protección están perfectamente desarrolladas. Desde el cuaje a la maduración, las semillas van adquiriendo distintas capacidades en tiempos diferentes. La primera que adquieren es la capacidad de germinar, luego la resistencia al secado, posteriormente el vigor, y por último la capacidad de almacenamiento (Figura 1).



Capacidades fisiológicas que adquieren las semillas durante su desarrollo (Tomado de Copeland y Mc Donald, 1995).

Un concepto generalizado es que la cosecha de semillas debe hacerse cuando estas alcanzan el máximo peso seco, ya que sería el momento de mayor calidad fisiológica. Aunque esta sea una norma aceptable en términos generales, existen numerosos casos en los que se ha comprobado que la máxima calidad fisiológica no coincide con el máximo peso seco. Por ejemplo, en repollo la abscisión del óvulo determina el final de la deposición de reservas en las semillas, sin embargo, existe una etapa de posabscisión durante la cual se completa la maduración fisiológica de las semillas. En melón cv Top Mark la mayor calidad de semillas se logra 10-15 días después del máximo peso. Por lo expresado y para evitar confusiones se prefiere denominar maduración masal cuando la semilla logra su máximo peso seco, lo que no significa necesariamente que tenga la máxima madurez fisiológica.

La calidad de las semillas de frutos pulposos puede ser afectada negativamente si permanece en el fruto luego de alcanzada la madurez fisiológica, esto se evidencia en algunos cultivares del melón. Otras especies de frutos similares, como pimiento y tomate, no muestran una declinación marcada de calidad por este motivo. En las especies de frutos secos la demora en la cosecha provoca mermas de rendimiento por la dehiscencia de las semillas, por ejemplo, lechuga, cebolla y zanahoria. En zapallo, pimiento y berenjena se ha demostrado que, si los frutos se cosechan tempranamente y la calidad de la semilla no es buena, se puede mejorar sustancialmente su calidad, dejando los frutos enteros en depósito durante 10-20 días. Este proceso es lo que algunos autores denominan posmaduración.

La maduración comercial es el momento de cosecha de un cultivo que debe corresponderse con la máxima calidad fisiológica del lote de semillas. Es un concepto poblacional y no individual en el que se tiene en cuenta aspectos como rendimiento, factibilidad práctica de efectuar la labor, dehiscencia, homogeneidad de la maduración e inclusive las características climáticas de la región donde está el cultivo. No existe una regla general para establecer el momento óptimo de cosecha en el conjunto de las hortalizas, se debe determinar para cada una de ellas, e incluso el punto puede modificarse de un cultivar a otro. La decisión de cosecha se toma en función de un valor de calidad promedio, por lo que existe variabilidad individual entre las semillas de un lote. Esta última situación es más marcada en hortalizas de floración indeterminada, es el caso de lechuga, zanahoria y crucíferas. Algunas recomendaciones sobre momento de cosecha de las principales hortalizas se mencionan a continuación:

- **Apio y zanahoria:** florecen en inflorescencias tipo umbela de diferentes órdenes, que aparecen en tiempos distintos, esto motiva variabilidad en la calidad entre las semillas. En apio las semillas de menor densidad son las más maduras.
- **Crucíferas:** la floración indeterminada origina gran variabilidad de calidad entre las semillas de una planta, normalmente la mejor calidad del lote se obtiene después de alcanzar el máximo peso seco. Presentan problemas de dehiscencia.
- **Cucurbitáceas:** el punto de cosecha es inmediatamente después de alcanzada la madurez comercial para mercado fresco, salvo los zapallitos que se consumen inmaduros. Pueden presentar germinación anticipada dentro del fruto (viviparidad) y heterogeneidad en la calidad del lote cuando se hace la cosecha en una pasada.
- **Tomate y pimiento:** se logra buena calidad de semilla a partir de que los frutos alcanzan color comercial en más del 75 % de la superficie externa. Algunos cultivares tienen problemas de viviparidad.

- **Cebolla y puerro:** se cosechan después de alcanzar el máximo peso seco, pero con elevado contenido de humedad (entre 50–60 %); si se espera el secado de las semillas, en la planta hay pérdidas importantes por dehiscencia.
- **Lechuga:** posee floración indeterminada, el momento de cosecha es cuando más del 50 % de las flores presentan el *papus* visible. En esta especie la dehiscencia de semillas es muy alta, pudiendo perderse gran parte de la cosecha por vientos o lluvias si ocurren próximos al momento de cosecha.

Las modalidades de cosecha de las semillas en las hortalizas son:

- Corte y trilla a campo: arveja y poroto.
- Secado químico, corte y trilla a campo: crucíferas y zanahoria.
- Corte mecánico de plantas, secado a campo y trilla en campo: zanahoria.
- Cosecha manual con alta humedad, secado bajo cobertura en depósito y trilla en playa: cebolla.
- Cosecha mecanizada por vibración en el campo: lechuga.
- Cosecha y molienda mecanizada en el campo: tomate y cucurbitáceas.
- Cosecha manual a campo y molienda en depósito: tomate y cucurbitáceas.
- Cosecha manual y extracción de semillas manual en depósito por rozamiento: pimiento.

Rendimiento de semillas

El rendimiento de semillas varía entre especies y cultivares de una misma especie. Los principales componentes del rendimiento son el número de frutos y de plantas por unidad de superficie, y en menor medida influyen la cantidad de semillas por fruto y el peso medio de las semillas. Una lista de rendimientos posibles se muestra en el Cuadro 3.

| Cuadro 3 | |
|---------------------------|------------------------------------|
| Especie | Rendimiento (kg.ha ⁻¹) |
| Acelga | 1.000 |
| Cebolla | 600-800 |
| Lechugas tipo criollas | 800 |
| Lechuga tipo Grand Rapids | 500 |
| Lechugas de cabeza | 200-300 |
| Pimiento 4 puntas | 80-100 |
| Pimiento calahorra | 250-200 |
| Poroto Chaucha | 1.000-1.200 |
| Tomate R. Grande | 120-130 |
| Zanahoria | 1.000 |

| Especie | Rendimiento (kg.ha ⁻¹) |
|-------------------|------------------------------------|
| Zapallo coreano | 150-250 |
| Zapallito redondo | 400-500 |
| Melón | 150 |
| Repollo | 1.500 |

Rendimientos de semilla de algunas especies hortícolas.

1.12. El mejoramiento y algunos efectos negativos sobre la producción de semillas

Los tecnólogos en semillas muchas veces se enfrentan ante la disyuntiva de cultivares con muy buenas características comerciales, pero con serios problemas para la obtención de semillas. Estos inconvenientes pueden ser bajos rendimientos y/o defectuosa calidad fisiológica de semillas. A continuación, se mencionan algunos ejemplos de problemas observados en la producción de semillas a consecuencia del mejoramiento genético.

En melón el trabajo de mejoramiento se ha focalizado en la búsqueda de frutos con cáscara más resistente para que no se agriete durante el transporte y la conservación, y con más azúcares para mejorar el sabor. Estos factores han contribuido a aumentar la anoxia y el potencial osmótico del jugo, por lo que las semillas se deterioran rápidamente dentro del fruto después de alcanzada la maduración fisiológica.

En cultivos de bienales como zanahoria y cebolla la selección ha llevado a la obtención de plantas con mayor resistencia a la floración, ya que este es un carácter no deseado para la obtención de raíces o bulbos. Como consecuencia, los cultivares adaptados a zonas frías que se siembran en otoño (*overwintering*) presentan dificultades para florecer.

Las sandías triploides, que producen frutos sin semillas, han ocupado una porción importante del mercado, pero sus semillas poseen una cubierta seminal gruesa, con una endostesta densa y un gran espacio libre entre el embrión y la cubierta seminal. Por esta causa la imbibición es muy rápida, quedando agua libre entre la testa y el embrión, esto produce una disminución de la concentración de oxígeno que afecta los procesos metabólicos de germinación. Una manera de aliviar este problema es la escarificación física de las semillas.

Los maíces dulces cultivados para choclo son de mucha difusión mundial por su excelente sabor. Esta cualidad es el resultado de un cambio de metabolismo durante la formación de las semillas. Los maíces que poseen la mutación conocida como *shrunken-2* (*sh2*) presenta bajo contenido de almidón (de 65 a 25 %) y alta concentración de sacarosa en el endosperma (de 1,4 a 16 %). Las semillas de estos cultivares presentan problemas de germinación y vigor a campo por tener el endosperma y el embrión de menor tamaño y por una mayor susceptibilidad a los patógenos. Similar situación se presenta en las arvejas con la mutación *wrinkled* (*r*) que poseen semillas arrugadas con alto contenido de disacáridos.

Los pepinos partenocárpicos son cultivares especialmente seleccionados por esta cualidad para su uso en invernaderos donde el manejo de polinizadores es difícil. Esta característica de partenocarpia no es absoluta y bajo determinadas condiciones ambientales hay polinización y fecundación y se obtienen frutos con semillas. Por lo que la producción de semillas de estos pepinos requiere de manejos especiales o la selección de zonas con las características necesarias para disminuir la partenocarpia.

Líneas de tomate seleccionadas por su alto contenido de licopeno producen semilla de germinación más lenta que originan plántulas pequeñas. Aparentemente habría un ligamiento entre alto contenido de licopeno y mala calidad de semillas y el problema se relacionaría con un incremento en el contenido de ABA en las semillas. También en tomate se han seleccionado líneas que producen frutos partenocárpicos y que se adaptan para la producción en los ambientes calurosos de invernaderos. Los frutos de estas líneas no poseen semillas o si están es en muy poca cantidad, lo cual es un inconveniente grave para su multiplicación. Los tomates partenocárpicos tienen una concentración elevada de auxinas en el ovario que inhiben la elongación del tubo polínico, por ello requieren del agregado de inhibidores de auxinas como el ácido cloro-fenoxi-isobutírico (PCIB) para aumentar la producción de semillas.

1.13. Semillas orgánicas

La agricultura orgánica ha manifestado una gran expansión en los últimos años especialmente en Europa. La reglamentación sobre estos cultivos establece que la semilla de la que se parte debe ser obtenida por métodos orgánicos. Por razones de existencia y de adaptación de la oferta a la demanda, en una primera fase se ha aceptado el uso de semillas multiplicadas fuera del esquema orgánico, pero sin tratamiento sanitario. La producción de semilla orgánica representa un desafío y una modalidad distinta para los semilleros. Seguramente se presentarán problemas tecnológicos que deberán ser solucionados dentro del esquema orgánico. Los principales desafíos se relacionan con dificultades sanitarias.

En lo referente a cultivares puede hacerse una selección de aquellos más adaptados a este sistema de producción. Además, a veces no se recomienda el uso de cultivares híbridos y se descartan los transgénicos. Las estimaciones que se hacen es que será difícil abastecer con semillas a este mercado para la totalidad de especies hortícolas, que seguramente serán las más cultivadas como orgánicas.

1.14. Producción de semillas híbridas

El uso de semillas híbridas en horticultura ha alcanzado una magnitud importante en algunas especies, es el caso de crucíferas, cucurbitáceas, cebolla, tomate y pimiento. Se trata de semillas de alto valor económico y con programas de desarrollo costosos. Los híbridos son una garantía en la defensa de la propiedad por parte de las empresas semilleras. La construcción de las líneas padres en cada especie presenta problemáticas diferentes, que se van superando con el uso de tecnologías sofisticadas que constituyen verdaderos secretos

industriales por parte de las empresas. El éxito de un híbrido depende principalmente de la ventaja que aporte al productor durante el manejo del cultivo y de las características distintivas que presenta al momento de la comercialización. Un aspecto destacable en los híbridos hortícolas es que no solamente corresponden a especies alógamas, donde es esperable el vigor híbrido, sino también a autógamias, como tomate o pimiento. Con este último grupo de especies la hibridación es un medio para incorporar caracteres cualitativos, gobernados por uno o dos genes, que son incorporados mediante el cruzamiento a la F1.

Los híbridos hortícolas pueden ser simples, de tres vías o dobles. El mayor vigor híbrido y homogeneidad se logra con los primeros, es decir, el cruzamiento de dos líneas con alto grado de homocigosis, sin embargo a veces se recurre a cruzamientos intermedios entre las líneas, para producir los híbridos dobles y de tres vías. Con este manejo se busca mayor vigor en las líneas padres y por ende más rendimiento de semillas. Muchos híbridos de cebolla son de tres vías, empleándose como androestéril una línea F1 para asegurar un mayor rendimiento de semillas.

El cruzamiento entre las líneas padres se puede hacer manualmente o con polinizadores, para esto último es necesario poseer líneas androestériles, plantas dioicas o línea autoincompatibles. Estas líneas se obtienen por técnicas tradicionales de mejoramiento, pero también se utilizan técnicas más sofisticadas. El cruzamiento manual es todavía muy utilizado en cucurbitáceas, tomate, pimiento, y se corresponde con las semillas de mayor precio por unidad en el mercado.

Híbridos de polinización manual

En las especies de flores hermafroditas es necesario hacer un cultivo de la línea madre, cuyas flores se emasculan manualmente, y otro de la línea padre, de la que se extrae el polen. Normalmente la última de las líneas mencionadas es más precoz para tener una buena provisión de polen cuando la línea femenina presenta el estigma receptivo. Después de la emasculación y la colecta de polen se procede a la polinización. Un inconveniente adicional en estas tareas es que algunas especies poseen cierto grado de cleistogamia, por lo que la emasculación debe hacerse antes de la antesis. Para lograr altos niveles de pureza es conveniente marcar diariamente las flores fecundadas y retirar las que no se fecundaron manualmente. De esta manera se obtienen las semillas híbridas de berenjena, pimiento y tomate.

Cuando se trata de plantas monoica, como la mayoría de las cucurbitáceas, la tarea es más sencilla que la mencionada precedentemente ya que no hay emasculación manual, simplemente se cubre la flor femenina el día antes de su apertura y luego se la fecunda. Una alternativa para evitar la polinización manual es hacer cultivos aislados manteniendo las plantas femeninas limpias de flores masculinas y emplear abejas para la polinización. Cualquiera sea la especie hibridada se requieren minuciosos controles de las personas que trabajan en las distintas operaciones, ya que los descuidos significan autofecundaciones y por ende semillas no híbridas. Las compañías que contratan la producción de semillas híbridas normalmente no aceptan más de un 3 % de autofecundaciones.

Uso de líneas androestériles

Es una alternativa muy utilizada y ha hecho posible la obtención de semillas híbridas en especies como cebolla y zanahoria, ya que fecundarlas en forma manual sería económicamente imposible. Se reconoce como androestériles a aquellas plantas que tienen naturalmente flores hermafroditas, pero por algún mecanismo se logra eliminar las anteras o la producción de polen. Los mecanismos de androesterilidad (AE) han sido objeto de muchos estudios moleculares y genéticos. Hasta el momento se ha podido determinar que cada ciclo floral desarrolla a partir de la interacción de genes homeóticos, conjunto de genes que dirigen la formación de un órgano, pero que la fertilidad de las anteras es gobernada por genes diferentes. Existe la esterilidad masculina de origen genético. Esta se la ha hallado, entre otras especies, en tomate, pimiento, melón, zapallo y sandía. En estas especies la AE es monogénica y se produce solo al estado recesivo (*ss*), es decir, que las combinaciones *Ss* y *SS* son fértiles. Para trabajar con este tipo de AE en hortalizas de fruto, la línea padre debe ser homocigota (*SS*) para que la F1 sea toda fértil.

La producción de semilla híbrida empleando AE genética-citoplasmática se usa comercialmente en zanahoria y cebolla. Requiere mayor trabajo en las estrategias para obtener los padres, pero una vez logrados dan una muy buena respuesta. En estos híbridos se necesita una línea macho estéril o línea A, otra fértil o línea B, con la condición de que ambas tengan homocigosis y buena aptitud combinatoria, ya que del cruzamiento A x B se obtiene la semilla híbrida, pero además es necesario una línea mantenedora C que esté emparentada con la A pero que sea fértil citoplasmáticamente, esta línea C sirve para multiplicar la A.

Otro tipo de AE es la citoplasmática (AEC), se hereda vía materna (citoplasma) y es causada por la variación en los genes mitocondriales. Se usa comercialmente en la producción de semilla híbrida de repollo (*Brassica oleracea*). La principal forma de AEC usada en crucíferas se la denomina "Ogura" y se encontró en rabanito (*Raphanis sativus*). Inicialmente esta AEC no se empleaba en crucíferas ya que provocaba clorosis en hojas durante los primeros estados de crecimiento de las plantas, especialmente con temperaturas bajas. En repollo este problema se resolvió mediante la técnica de fusión de protoplasma, sustituyendo los cloroplastos del repollo por los de rabanito.

El uso de AE evita la polinización manual y permite el empleo de abejas. Un inconveniente que se observa es que las líneas androestériles suelen ser menos atractivas para las abejas, repercutiendo negativamente sobre el rendimiento de semillas. En los campos de multiplicación de híbridos con AE se disponen franjas de líneas fértiles y androestériles, de estas últimas se obtiene la semilla híbrida. La relación entre las líneas es variable según la especie y el híbrido en particular (en cebolla es común relaciones 4:1 y 8:2 de estériles y fértiles respectivamente). Con plantas diclinas dioicas naturalmente se obtienen líneas masculinas y femeninas y estas se emplean para la producción de híbridos. Un ejemplo de esta situación es la espinaca cuya polinización es por medio del viento.

La ingeniería genética seguramente será uno de los caminos para conseguir líneas androes-
tériles. Desde que el primer sistema transgénico de AE fue descrito varias estrategias se han
reportado:

- AE ligada a un gen que tolera un herbicida.
- AE que se revierte por aplicación de exógena de algún metabolito.
- Plantas macho-fértiles que se vuelven AE por aplicación exógena de metabolitos.
- AE relacionada con determinadas condiciones ambientales (fotoperíodo, temperatura para tomate mutante ms 26 y ms 35).

Empleo de la autoincompatibilidad

Es el sistema utilizado principalmente en la producción de semillas de crucíferas. En estas líneas la esterilidad se origina en multialelos del locus S; existen alrededor de 70 genes S relacionados con autoincompatibilidad (AI). Básicamente se reconocen dos tipos de AI: la gametofítica y la esporofítica; en la primera el reconocimiento de compatibilidad se produce a lo largo del estilo, es decir, el grano de polen germina, pero no alcanza al óvulo; mientras que en la esporofítica el reconocimiento se produce en el estigma y por lo tanto no hay germinación del grano de polen, es el tipo de AI más usado en crucíferas. Para obtención de los híbridos con esta modalidad se necesita una línea femenina AI y otra que se usa como masculina, ambas deben ser intercompatibles y con buena aptitud combinatoria. El inconveniente principal en el uso de este sistema es que las líneas AI normalmente poseen cierto porcentaje de polinizaciones en la misma flor o entre flores de la misma planta (*self*) o entre flores de distintos individuos de las líneas (*sib*), aparentemente las condiciones ambientales influirían sobre este comportamiento. El repollo de Bruselas es la crucífera con mayor porcentaje de *sib* y *self* y es normal en crucíferas hallar valores de *self* y *sib* entre 5 y 10 %.

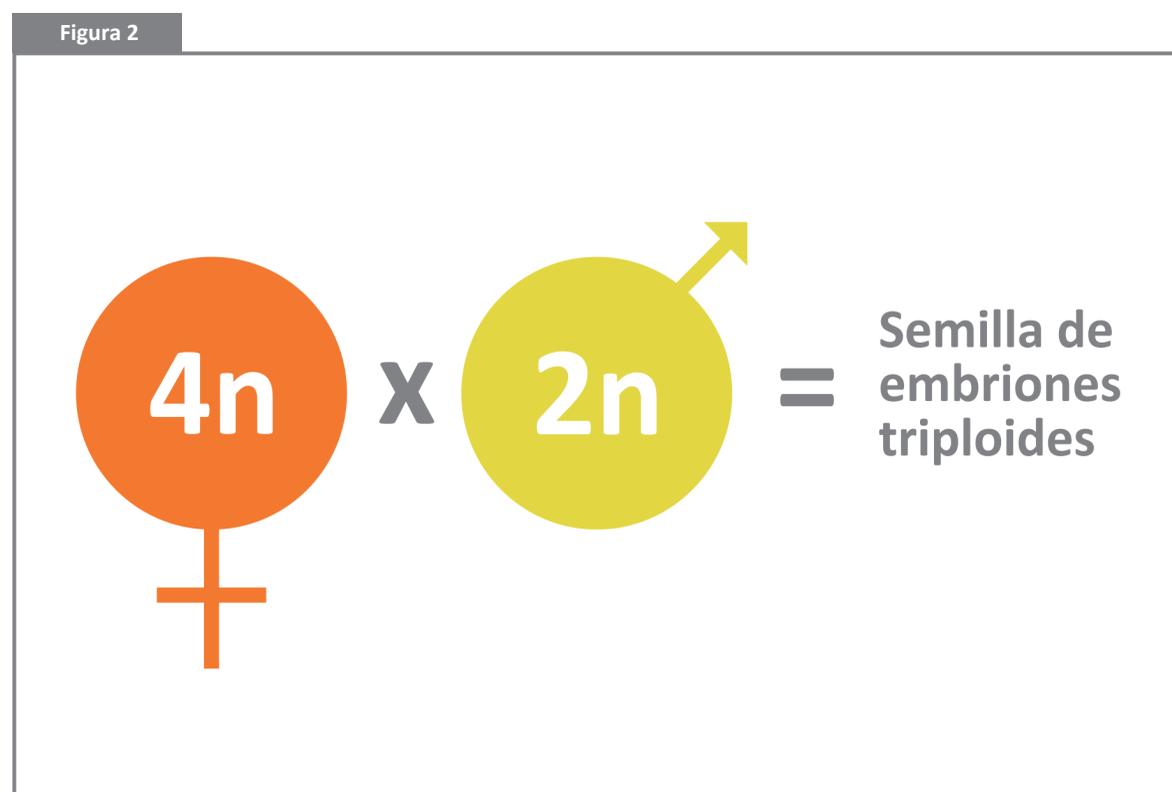
Uso de reguladores de crecimiento

El ácido-2-cloroetil fosfónico (etefón) estimula la expresión de flores pistiladas y previene el de las estaminadas en las especies de cucurbitáceas monoicas. Con este objetivo se lo emplea en la producción de híbridos en líneas madres de zapallo y pepino. Nunca la androesterilidad es completa con este sistema, por lo que se tiene que recorrer el cultivo y eliminar manualmente las flores estaminadas dentro de las líneas madres. La eficacia del etefón depende de la dosis, el momento de aplicación, las condiciones ambientales y los factores genéticos de las líneas. Una de las combinaciones exitosas para zapallo es una dosis de 250 ppm de etefón aplicados a la primera, tercera y quinta hoja verdadera. También se aconsejan dosis mayores, 400 o 600 ppm en una o dos aplicaciones. Bajo condiciones ambientales de altas temperaturas y fotoperíodo largo las cucurbitáceas tienden a producir mayor cantidad de flores masculinas, por lo que se deberían usar dosis mayores. Con este método una vez que la planta tiene 2-3 frutos en desarrollo conviene cortar el meristema apical de la guía para que no aparezcan más flores. El etefón puede provocar efectos negativos sobre las plantas, como disminución de tamaño y deformaciones.

Otra hormona empleada en producción de híbrido es el ácido giberélico. Este se lo empleó para el mantenimiento de líneas ginoicas de pepino ya que promueve la formación de flores masculinas. Como existen líneas ginoicas de esta especie que no responden a las aplicaciones de giberélico, se lo reemplazó por tiosulfato de plata (la plata inhibe la acción del etileno), y actualmente es el producto más empleado para este fin.

Híbridos de sandía sin semillas

La obtención de sandías sin semilla (Figura 2) fue posible mediante la utilización de líneas progenitoras de diferente ploidía. El cruzamiento consiste en una línea madre tetraploide y una línea padre diploide, de tal forma la F1 es triploide. La línea madre se obtiene mediante el uso de colchicina y se mantiene por sí misma, basta con multiplicarla en un campo aislado. Lo mismo se hace con la línea diploide. Otra manera de obtener frutos de sandía sin semilla es mediante la hibridación manual utilizando polen tratado con rayos X. Mediante esta técnica hay un incipiente desarrollo del embrión y del endosperma, pero a los 7–10 días estas estructuras abortan, sin que impidan el desarrollo normal del fruto (diploide) con posterioridad. Esta técnica se podría aplicar en las cultivares diploides existentes, aunque es altamente demandante de mano de obra.



Esquema de producción de semilla de variedades triploides sin semilla (elaboración propia).

Producción de semilla de cebolla

En Argentina el abastecimiento de semillas de cebolla es prácticamente a partir de la producción nacional. La necesidad estimada de esta semilla en el país es entre 120-150 t anuales. Las áreas productoras más importantes están en las provincias de San Juan y Mendoza. La producción de semillas para el mercado interno está concentrada en dos tipos de cebolla: las Valencianas (de día intermedio y largo), y las Valencianitas (de día corto). También se producen semillas bajo contrato con empresas internacionales para la exportación.

La cebolla es alógama (posee fecundación cruzada) y la polinización se realiza a través de insectos, en especial abejas. La flor individualmente no se autofecunda ya que presenta protandria.

La planta de cebolla emite el tallo floral al comienzo de la primavera, este es de rápido crecimiento y presenta un ensanchamiento en la mitad inferior, alcanza una altura entre 0,6 y 1,2 m. La inflorescencia posee entre 50 a 2.000 flores y asemejan una umbela. Las flores se abren en forma irregular durante un período que se prolonga entre dos y cuatro semanas. Una planta que produce varias inflorescencias puede abrir sus flores durante un mes o más. El fruto es una cápsula dehiscente con tres lóculos y puede contener hasta seis semillas. La semilla es negra en su madurez (existen mutaciones marrones), rugosa, aplanada en el límite con la otra semilla del mismo lóculo. El peso de mil semillas oscila entre 3,5-4,0 g.

2.1. Condiciones ambientales

Las condiciones de clima templado seco son las recomendadas en este cultivo. Para inducir la floración (vernalización) se necesitan temperaturas bajas (óptimas entre 6-9 °C). Las plantas son receptivas a las bajas temperaturas al estado de bulbo (ya sea en dormición o brotando) o después que alcanzan un determinado tamaño si proviene de semilla (aproximadamente 0,5 cm de diámetro del pseudotallo). Lluvias, baja luminosidad y altas temperaturas son condiciones que afectan negativamente la actividad de las abejas y por ello el rendimiento de semillas.

2.2. Métodos de producción

Método bulbo-semilla

Consiste en la obtención de los bulbos que luego se plantan para producir semillas. El ciclo total requiere entre 16 y 20 meses. Los bulbos cosechados en el primer ciclo se seleccionan de acuerdo a las características de la variedad en cuanto a forma, color, tamaño y sanidad. La conservación de bulbos puede ser a campo en las denominadas "ballenas" o en bines dentro de depósitos techado. Si la variedad es de guarda conviene mantener los bulbos en depósito durante 3-4 meses antes de la plantación, de esta manera se hace selección según la capacidad de conservación. Los bulbos se plantan en surcos, colocando uno al lado del otro (entre 8-10 bulbos por metro), cuidando posicionarlos con el tallo o disco hacia abajo, y luego se cubren con no más de 2-3 cm de tierra (Figura 3). En general con los bulbos más grandes y la plantación más temprana, se obtiene más rendimiento de semillas.

Figura 3



Plantación de bulbos de cebolla para producción de semillas. Foto: Santiago Centeno.

Método semilla-semilla

La semilla se obtiene en un ciclo productivo y demanda entre 12 y 13 meses. No se puede hacer selección por las características de los bulbos por lo que siempre la semilla madre debe provenir del método bulbo-semilla. Si la siembra se hace en almácigos se necesitan alrededor de 150 m² de cantero para una hectárea de cultivo y se requieren 1,5 kg de semillas. La época de siembra en almácigo es entre mediados de noviembre y mediados de diciembre en Mendoza. Conviene cubrir los almácigos con media sombra para evitar daños de las plántulas por insolación, entre 10 y 15 días antes del trasplante se quita esta protección (Figura 4). El trasplante se efectúa entre 70 y 80 días después de la siembra en el almácigo. El marco de plantación a campo es sobre líneas distanciadas entre 0,7 y 0,8 m colocando 15 a 20 plantas por metro. Se recomienda no menos de 180.000 plantas por hectárea. Con la siembra directa en el campo, se necesitan entre 2,5 y 3,0 kg.ha⁻¹ de semilla. Normalmente la implantación se hace en una línea de siembra, sobre camas distanciadas 80 cm. La época de siembra adecuada es a mediados del verano (enero).

Figura 4



*Almácigo de cebolla sin cobertura.
Foto: Julio Gaviola.*

*Almácigo de cebolla con cobertura de media sombra.
Foto: Julio Gaviola.*

El empleo de cepellones es otra alternativa para la implantación en el campo. Tiene la ventaja de ser segura y con bajo gasto de semilla. Las plantas se producen en bandejas de 288 o 425 celdas, dejando tres plantas por celda. Los cepellones se distancian a 20 cm en la línea y 80 cm entre líneas. Con esta distribución se necesitan alrededor de 62.500 cepellones por hectárea.

Con el método semilla-semilla cada planta produce una umbela, raramente dos o tres, mientras que con el bulbo-semilla una planta produce entre 1 y 7 umbelas, dependiendo de la variedad, del momento de plantación y del tamaño del bulbo. Cualquiera de los dos métodos puede alcanzar rendimientos potencialmente equivalentes siempre que el cultivo se realice en condiciones óptimas.

Semilla híbrida

Para este tipo de semilla se necesitan dos líneas progenitoras, una androestéril que se usa como planta madre y otra fértil que aporta el polen. En el campo de producción la relación de plantación entre líneas estériles y fértiles es variable, las más comunes son entre 1:1 y 4:1 según la variedad. La abeja es el medio de transporte del polen desde la línea fértil a la línea androestéril. Sobre esta última línea se cosecha la semilla híbrida.

Refloración

La refloración es la capacidad de florecer por segunda vez que tienen algunas plantas de cebolla. Esta característica no sería posible si fuera una especie estrictamente bienal. Desde el punto de vista económico lo importante es determinar el rendimiento de semillas que se puede alcanzar con esta segunda floración. La capacidad de rebrotar y reflorece se relaciona con la variedad y con el manejo del cultivo en la primera floración.

2.3. Manejo de cultivo

Es muy importante el aislamiento entre dos cultivares diferentes. Se aconseja que exista una separación mínima de 1.000 m e inclusive se habla de distancias superiores, más de 3.000 m, cuando se trata de tipos muy diferentes.

El cultivo debe estar libre de malezas entre la floración y la cosecha de las semillas, ya que las semillas de las malezas pueden mezclarse con las de cebolla por acción del viento o por los movimientos durante la cosecha (Figura 5). Las semillas de *Echinochloa* sp. constituyen las semillas extrañas más abundantes halladas en lotes de la zona de Cuyo. Al momento de trasplante se fertiliza con fósforo y nitrógeno. Luego a la salida del invierno y antes del comienzo de la emisión de los escapos, se fertiliza con nitrógeno. Un exceso de fertilización nitrogenada durante la etapa de vernalización disminuye la floración. El aporque de plantas

se efectúa cuando comienzan a emitir los escapos florales para impedir que se vuelquen. Otra manera de evitar el vuelco de plantas es realizar el tutorado con alambre o hilo plástico sostenidos por postes de madera. Es importante que el cultivo disponga de agua suficiente desde comienzo del período vegetativo hasta el llenado de la semilla. El alargamiento del escapo es un período de rápido crecimiento y muy demandante de agua. El riego se puede cortar definitivamente cuando las semillas adquieren su color negro. Para la polinización se colocan 4-6 colmenas por hectárea en dos etapas, la mitad al 10 % de flores abiertas y el resto al 50 %.

Figura 5

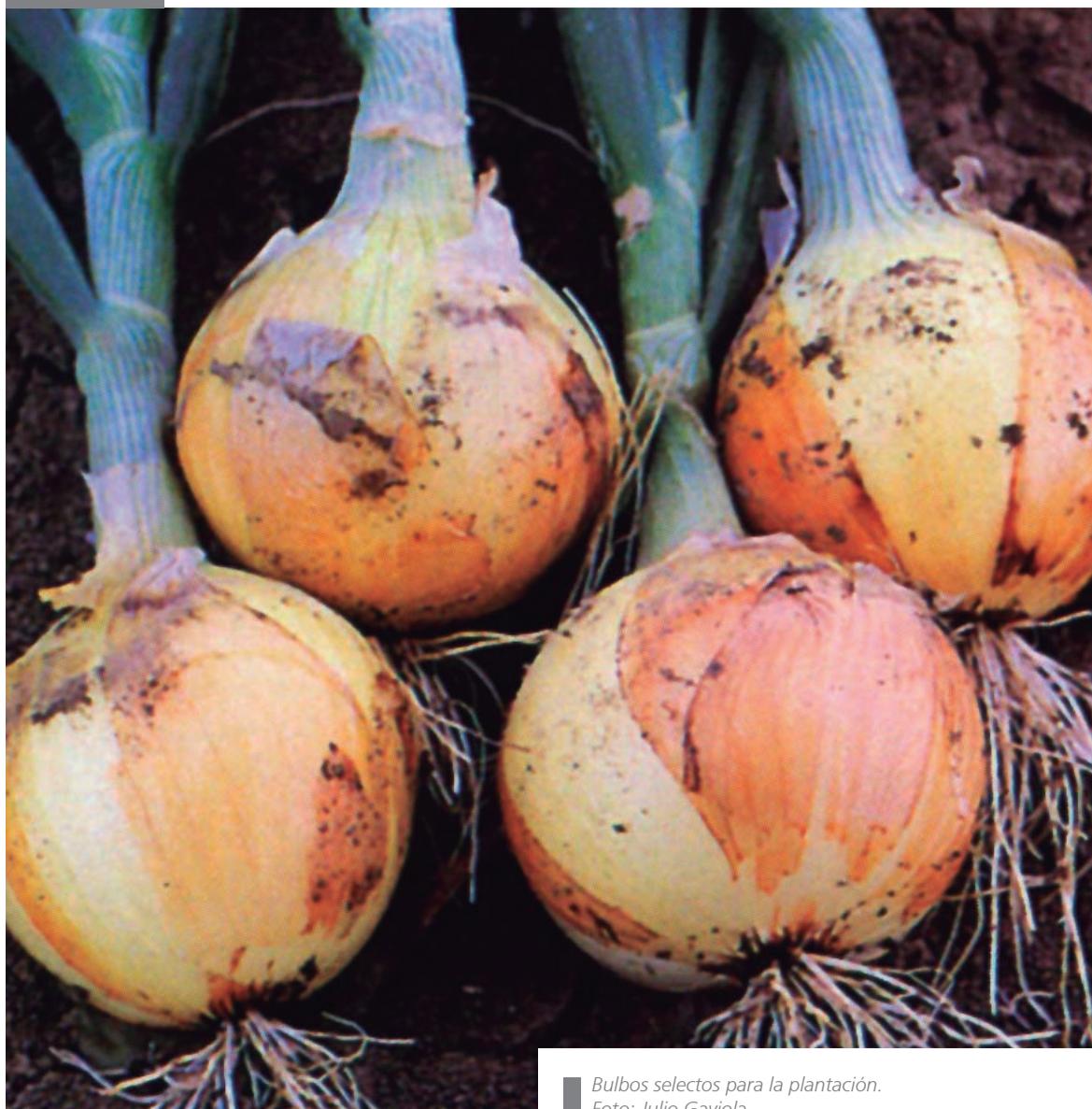


Cultivo para semilla contaminado con malezas al momento de cosecha. Foto: Santiago Centeno.

Depuración varietal (*Roguing*)

Esta labor consiste en eliminar las plantas fuera del tipo varietal o enfermas. La principal selección con el método bulbo-semilla se hace a través de los bulbos. En el campo de producción se eliminan las plantas enfermas, las de follaje diferente o las de floración muy prematura. Con el método semilla-semilla la depuración se hace en otoño y primavera, se eliminan las plantas que muestren características distintas a las de la variedad elegida respecto del color de follaje y de la base de pseudotallo (Figura 6). También se eliminan las plantas con floración prematura y con síntomas de enfermedades transmisibles por semillas.

Figura 6



Bulbos selectos para la plantación.
Foto: Julio Gaviola.

Plagas y enfermedades

Las principales plagas y enfermedades que se pueden transmitir por las semillas son:

- Nemátodos (*Ditylenchus dipsaci*).
- Podredumbre blanda (*Fusarium oxysporum f. cepae*).
- Botritis (*Botrytis alli*; *B. squamosa*; *B. cinerea*).
- Peronóspora (*Peronospra destructor*).
- *Stemphylium* sp.

2.4. Cosecha y manejo poscosecha de semillas

La cosecha comienza cuando entre el 5 % y 10 % de las umbelas presentan cápsulas abiertas y los escapos se tornan amarillentos (Figura 7). Se realiza manualmente, para ello se toma la umbela entre los dedos y con un movimiento de torsión se la separa, de esta manera no se deja resto de escapo. También se cosecha cortando con tijera. En ensayos efectuados con los cultivares Valcatorce INTA y Cobriza INTA, no se hallaron diferencias de calidad ni rendimiento de semillas si la cosecha se hace dejando 20 cm de tallo floral respecto del testigo sin restos de escapo.

Figura 7

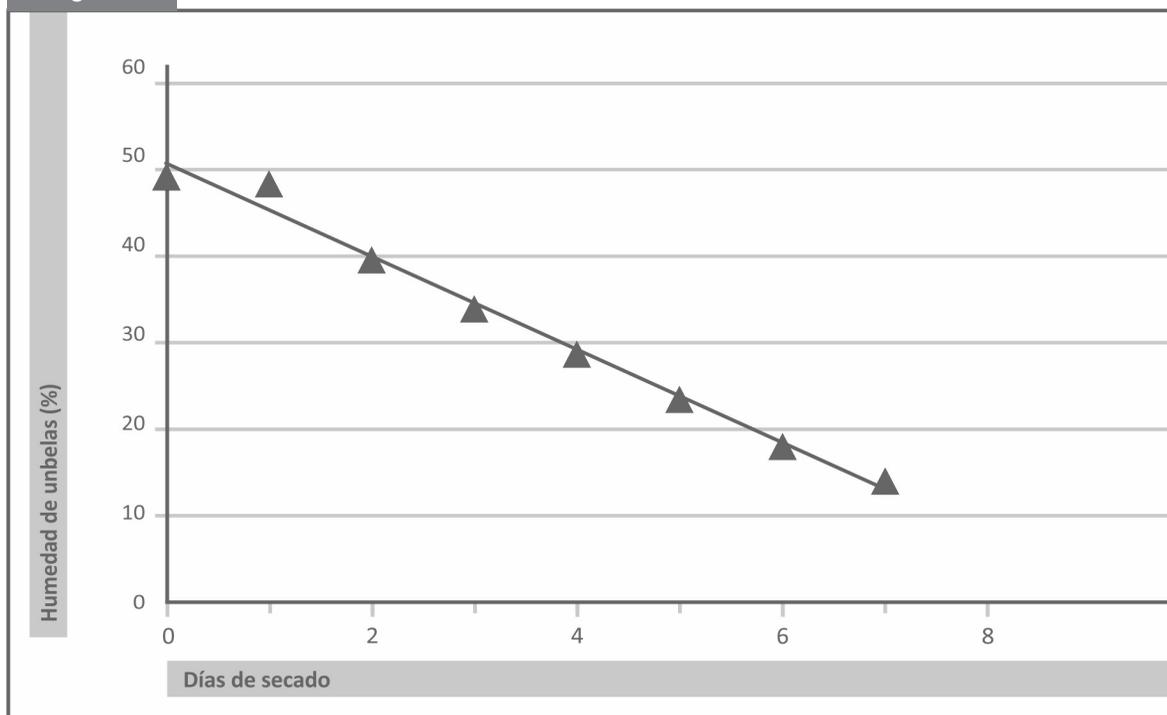


Cosecha manual de umbelas de cebolla.
Foto: Santiago Centeno.

Secado

El contenido de humedad de las umbelas al momento de la cosecha oscila entre 50 % y 60 %, por ello se deben secar inmediatamente. El secado conviene realizarlo a la sombra, resguardando las umbelas de lluvias ocasionales, y en un lugar bien ventilado. Durante esta labor se esparcen los frutos, con un espesor que no supere los 20 cm de altura, sobre un suelo firme (cemento). Para asegurar un secado parejo y evitar calentamientos por fermentación, hay que remover la masa de umbelas dos veces por día en los primeros cuatro días de secado, luego esta tarea se puede distanciar en el tiempo. En las condiciones del clima de Mendoza y San Juan se alcanza un 20 % de humedad al cabo de 10–12 días de secado y las semillas se equilibran con el ambiente a un contenido de humedad entre 9 y 11 %. También se pueden utilizar equipos que aportan aire seco (Figura 8).

Figura 8



Curva de secado de umbelas de cebolla en un equipo con aire forzado regulado a 20-22 °C y 45-55 % de humedad. Elaboración propia.

Trilla de frutos

Las umbelas se trillan con un contenido de humedad entre 9 % y 12 %. Para facilitar el desprendimiento de las semillas se recomienda exponerlas al sol tres a cuatro horas antes de la operación. El cilindro de la trilladora se regula a una velocidad entre 800 y 1.000 rpm, según el diámetro. Normalmente el material se trilla dos o tres veces para logra la máxima extracción de semillas (Figura 9). En esta etapa se pueden producir daños mecánicos que afecten negativamente la calidad de las semillas, por esto se recomienda tomar muestras y observarlas bajo lupa durante el transcurso del trillado. En la zona de Cuyo, la principal anomalía encontrada en los análisis de calidad es la ausencia de raíz primaria y la causa sería el daño mecánico durante la trilla.

Limpieza y conservación

Luego de la trilla los lotes contienen impurezas, principalmente tierra, restos de umbelas y semillas de malezas. Industrialmente la separación de impurezas se realiza con la máquina aire zaranda y la mesa gravimétrica. Para mejorar la pureza físico-botánica luego del empleo de las máquinas antes mencionadas, se usa la máquina separadora por color.

Figura 9



Trilla de umbelas de cebolla. Foto: Julio Gaviola.

Una forma simple de separar las impurezas livianas en lotes pequeños es sumergiendo las semillas en agua. Con este tratamiento las semillas deben secarse de inmediato sobre zarrandas expuestas al sol. Es importante señalar que esta labor tiene que realizarse en días de baja humedad relativa, caso contrario se necesitará algún equipo de secado artificial.

Las bolsas de fibra plástica con trama fina son las más utilizadas para envasar cantidades entre 5 kg y 30 kg. Otro tipo de envase común es el balde plástico de 5 kg o 10 kg. Estos envases requieren que el contenido de humedad de las semillas sea entre 8 y 10 %. Con los envases impermeables, hojalatas y trifoldo de aluminio es necesario disminuir la humedad de las semillas antes de envasarlas a no más de 6,5 %, de lo contrario en poco tiempo se daña su calidad. En climas templados y secos las semillas conservadas bajo condiciones ambientales favorables, mantienen buena germinación y vigor por dos años.

2.5. Rendimiento de semillas

Los componentes del rendimiento que más influyen son el número de umbelas por unidad de superficie, el número de flores por umbela y el porcentaje de cuaje. Una estimación de la relación que existe entre el peso de las umbelas en verde, el peso de las umbelas secas y el rendimiento de semillas, luego de la trilla y la limpieza, es la siguiente:

- **Peso de umbelas verdes:** 100 kg
- **Peso de umbelas secas:** 50-60 kg
- **Rendimiento de semillas luego de trilla y limpieza:** 12-8 kg

Esto indica que 100 kg de umbelas verdes cosechadas con un contenido de humedad entre 50 % y 60 % producen entre 12 y 18 kg de semillas limpias. Una escala valorativa de rendimientos para una variedad de cebolla no híbrida es la siguiente:

- **Malo:** menos de 300 kg.h⁻¹
- **Regular:** 300-500 kg.h⁻¹
- **Bueno:** 500-700 kg.h⁻¹
- **Muy bueno:** 700-1.000 kg.h⁻¹
- **Excelente:** más de 1.000 kg.h⁻¹

Si se multiplican híbridos, los rendimientos por unidad de superficie son sensiblemente menores.

2.6. Calidad de semillas

La legislación de semillas en Argentina permite producir semillas de cebolla clase fiscalizada o identificadas. Algunas de las normativas específicas de cebolla son las siguientes:

- **Poder germinativo mínimo:** 70 %
- **Semilla pura mínimo:** 98 %
- **Materia inerte máxima:** 1,5 %
- **Semillas extrañas máxima:** 0,5 %

Producción de semilla de lechuga

La lechuga es una planta de día largo cuantitativo y necesita vernalización. El estímulo de las bajas temperaturas lo puede recibir al estado de semilla. Las flores están agrupadas en inflorescencias (capítulos) que a su vez se agrupan en inflorescencias compuestas, constituyendo racimos. Las flores exteriores son liguladas y las interiores poseen la corola tubular.

La flor es hermafrodita y los cinco estambres forman un tubo que poliniza el estigma cuando este lo atraviesa. El cáliz es filamentososo y luego se transforma en el *papus* que sirve para la dispersión eólica y es un signo de la maduración de las semillas (Figura 10). Es una especie autógama. La fecundación cruzada es prácticamente imposible porque la dehiscencia de las anteras se produce antes que el alargamiento del estilo, de manera que cuando esto último sucede los pelos colectores del estilo y el estigma barren el polen de sus anteras.

Figura 10



Capitulos de lechuga con semillas maduras donde se aprecia el papus. Foto: Julio Gaviola.

La llamada semilla de lechuga es en realidad un fruto tipo aquenio. Tiene forma elíptica, achatada, con costillas en ambas caras, el color es una característica varietal y puede ser blanco, amarillo, negro o marrón. Es pequeña y 1.000 semillas pesan entre 0,9 y 1,5 g. El pericarpio es fino y envuelve a la cubierta seminal, el endosperma está poco desarrollado, posee entre 2 a 4 capas de células, y rodea al embrión. La mayor parte del volumen de la semilla está ocupada por el embrión.

3.1. Condiciones ambientales

Para la producción de semilla de lechuga se prefiere climas secos con ausencia de lluvias y vientos fuertes durante la maduración de las semillas. La temperatura óptima de germinación de la semilla de lechuga es alrededor de los 20 °C mientras que a los 30 °C este proceso prácticamente se paraliza en algunas cultivares. Existen variedades que presentan tolerancia a la germinación con temperaturas elevadas. Las semillas provenientes de plantas madres criadas a altas temperaturas germinan mejor cuando se colocan a germinar a temperaturas superiores a los 30 °C.

3.2. Manejo de cultivo

Aislamiento y rotación

Debido a la escasa posibilidad de cruzamiento entre plantas vecinas, el aislamiento entre cultivares es solo para evitar mezcla de semillas para cosecha. Este aspecto es importante ya que las semillas son muy dehiscentes. Una separación de 20 m entre cultivares es suficiente. La rotación del terreno es importante para evitar plantas espontáneas de cultivos anteriores, estas plantas, si luego no son detectadas con el *roguing*, afectan negativamente la pureza genética del lote.

Siembra, densidad y época

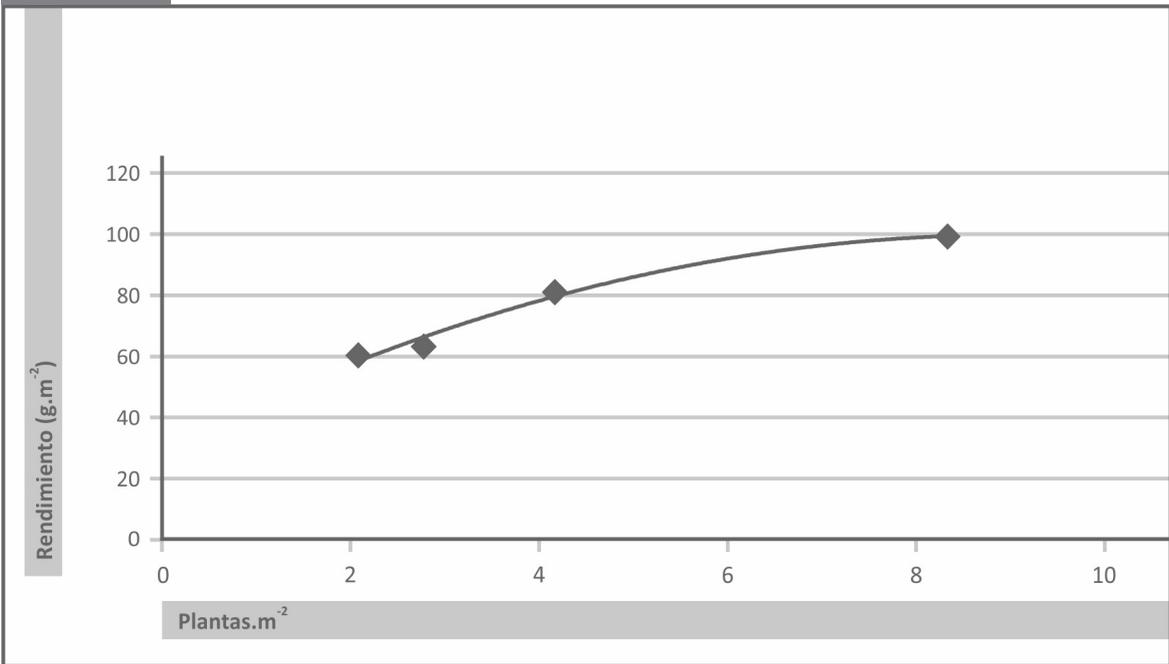
Las dos modalidades más utilizadas para la implantación del cultivo de lechuga para semilla son la siembra directa a campo y el trasplante con cepellón. La siembra directa consume más semilla y está sujeta a inconvenientes climáticos y las características particulares del suelo (Figura 11). Se requieren alrededor de 1,2 kg de semilla por hectárea separando las líneas de siembra a 0,80 m. En cultivos de siembra directa y con lechugas tipo romana, el mayor rendimiento de semillas se obtuvo con 24 plantas.m² y doble línea (5 cm de separación) por cara. Los cepellones constituyen la manera más racional de implantación del cultivo de lechuga para semilla. Existe amplia experiencia para la producción de cepellones de lechuga en invernaderos tanto en el país como el mundo. La densidad adecuada es alrededor de 10 cepellones por metro de línea transplantada (Figura 12).

Figura 11



Cultivo de lechuga para semilla. Foto: Julio Gaviola.

Figura 12



Rendimiento de semillas de lechuga cv Gallega INTA según densidad, en un cultivo implantado con cepellones sobre líneas distanciadas a 0,80 m. Elaboración propia.

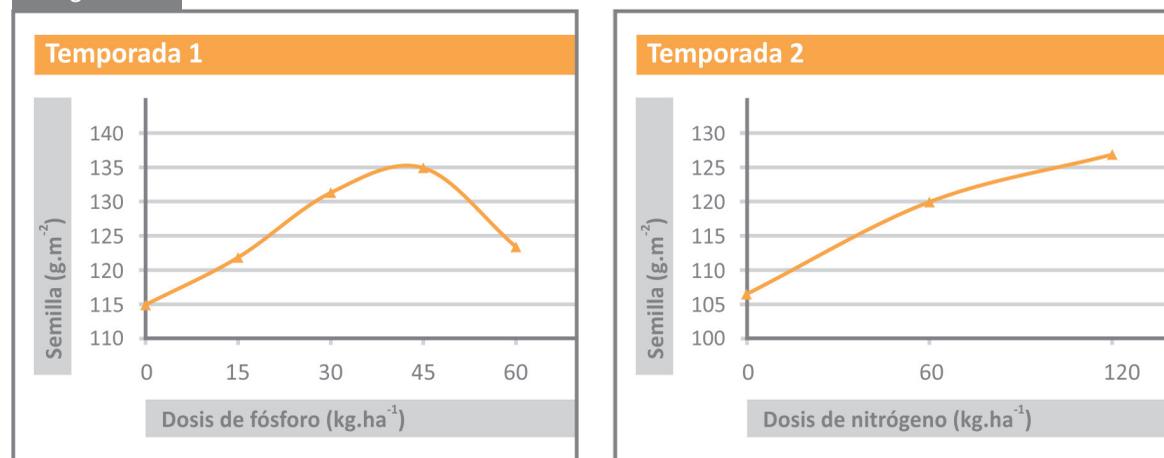
Por una parte, en general, los cultivos implantados con densidad alta no permiten una correcta depuración varietal. Con lechugas de cabeza las densidades altas impiden seleccionar por las características de la cabeza, ya que esta no se forma; por otra parte, esta respuesta facilita la emisión del tallo floral. La época de siembra utilizada en los valles del oeste de la Argentina es entre los meses de agosto y septiembre. Después de estas fechas los rendimientos disminuyen.

Fertilización y riego

La fertilización es una labor estrechamente relacionada con las condiciones del suelo. En la Figura 13 se detallan las respuestas obtenidas en dos temporadas con nitrógeno y fósforo. Niveles excesivos de nitrógeno provocan la pérdida de la forma típica de la cabeza en las lechugas de este tipo. Este hecho interfiere en la selección de plantas en el *roguing*. El déficit hídrico severo durante el cultivo provoca una merma importante de rendimiento sin afectar la calidad de semilla. Con un déficit hídrico suave (-0,8 bares) se logra buen rendimiento y calidad de semilla (Figura 14). La caída del rendimiento por déficit hídrico se correlaciona con la disminución del peso seco, el número de inflorescencias y de semillas por planta.

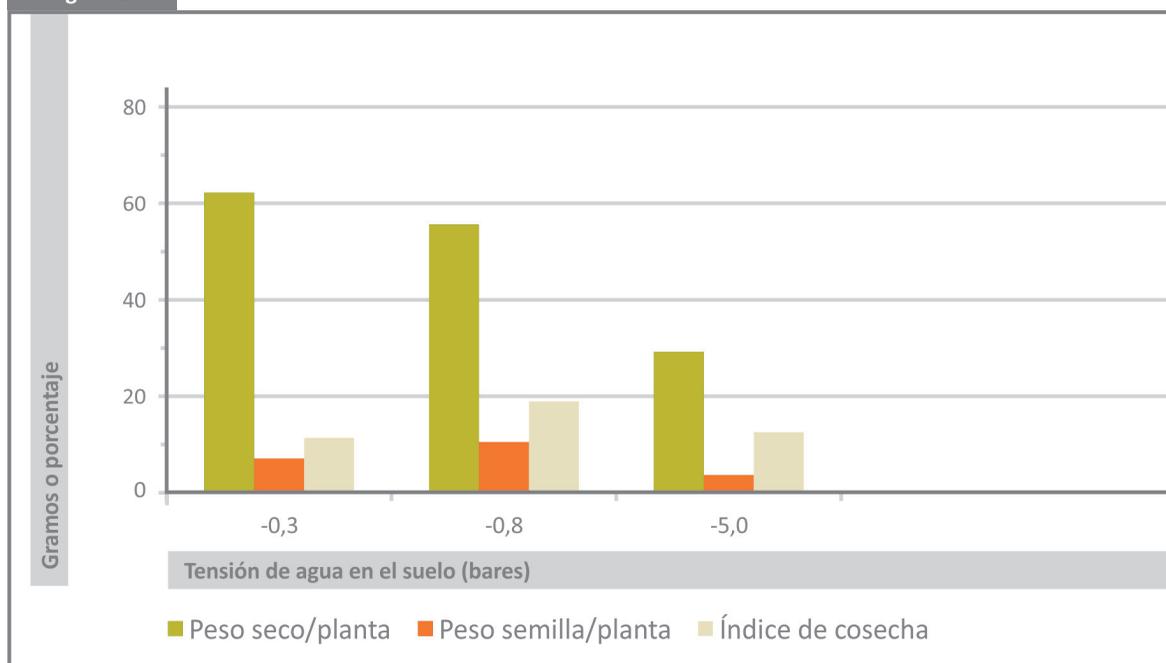
El índice de cosecha, es decir, la relación peso de semilla respecto del peso seco de la planta, tiende a aumentar cuando se provoca estrés hídrico en las plantas. También bajo estas últimas condiciones mejora la cantidad de semilla producida por unidad de volumen de agua.

Figura 13



Rendimiento de semilla con la lechuga cv. Crimor INTA en un suelo Torrifluvente típico (Lipinski, 1989).

Figura 14



Peso seco de planta (g), peso de semillas por planta (g) e índice de cosecha (%), según la tensión de agua mantenida en el suelo (Izzeldin et al., 1980).

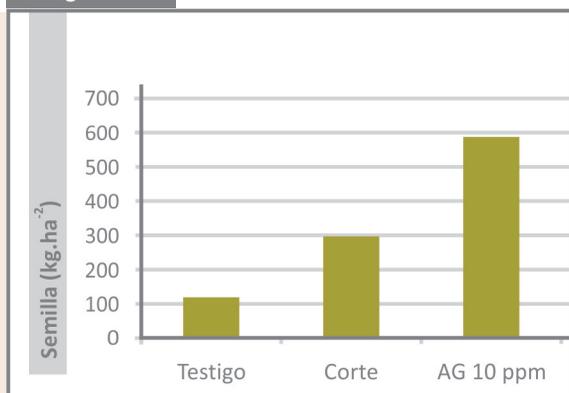
Control de malezas

El cultivo debe mantenerse limpio desde la siembra o el trasplante hasta la cosecha, sin embargo, cuando las plantas han completado su floración es prácticamente imposible realizar control alguno, por este motivo tiene que alcanzar la fase de floración sin malezas. Para el control de las malezas se recomienda laboreo mecánico entre las líneas de siembra y uso de herbicidas, seleccionados según las malezas y el momento de aplicación. La principal semilla contaminante encontrada en lotes de semilla de lechuga producidos en Cuyo es *Chenopodium* sp., presente en el 64,2 % de las muestras analizadas. En segundo lugar, se determinó a *Setaria* sp. que se encontró en el 35,0 % de las muestras.

Manejo de la floración en lechugas de cabeza

Los cultivares de cabeza forman con sus hojas una barrera difícil de atravesar para el tallo floral. Para evitar este problema se recurre fundamentalmente a dos técnicas, una es el corte de las cabezas y la otra el empleo de ácido giberélico. El corte consiste en hacer una incisión en forma de cruz en la cabeza de manera que se rompa la resistencia que forman las hojas entrecruzadas, se tiene que cuidar no dañar el ápice de la planta. También se puede cortar transversalmente el tercio superior de la cabeza. La ventaja del empleo de esta técnica es que permite seleccionar los individuos por las características de sus cabezas, los inconvenientes son la alta demanda de mano de obra y las heridas producidas que facilitan

Figura 15



Rendimiento de semillas en lechuga de cabeza cv. Great Lakes 659 según tratamientos: testigo (sin corte ni giberelina); tratamiento de corte de cabeza; tratamiento con ácido giberélico (AG) aplicado a 4.º y 8.º hoja con dosis 10 ppm y gasto total: 650 L de solución (Lona y Crnko, 1967).

la entrada de patógenos, principalmente hongos. Por esta última razón se aconseja realizar un tratamiento con fungicida inmediatamente después del corte.

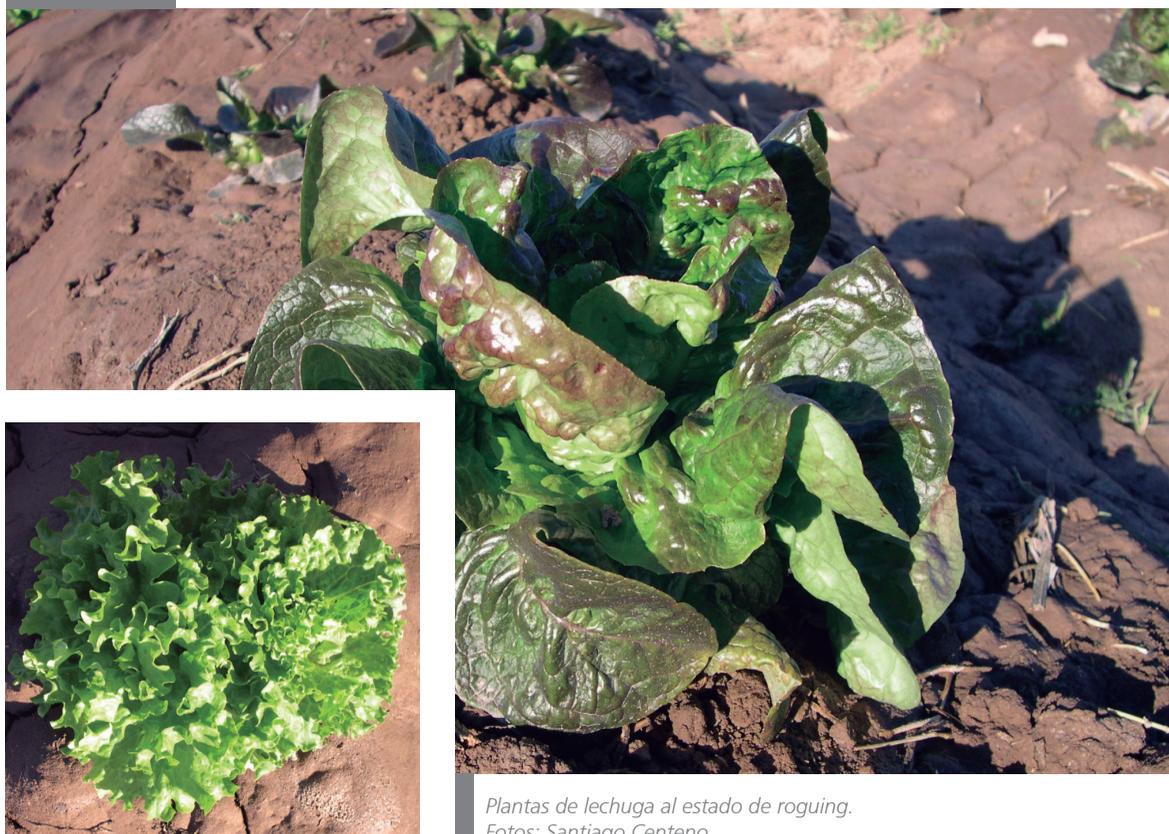
La aplicación de giberelina se realiza para incrementar el espacio entre nudos del tallo y así evitar que se forme la cabeza. Se tiene que establecer la dosis y los momentos de aplicación de la hormona, normalmente los tratamientos se inician en plantas pequeñas (Figura 15). Algunas consideraciones sobre el empleo de ácido giberélico son las siguientes:

- Aumenta la altura de las plantas por lo que facilita el vuelco.
- Provoca clorosis en hojas que dificultan la detección de virus
- No permite la selección según las características de la cabeza ya que esta no se forma.
- Puede aumentar el rendimiento de semillas.

Depuración varietal (*roguing*)

Es muy importante considerar los cultivos previos del lote ya que si hubo en los años anteriores lechugas que produjeron semilla, existe una probabilidad alta que aparezcan plantas espontáneas, aún luego de transcurridos 2 y 3 años. La densidad elevada del cultivo es un obstáculo para esta labor porque las plantas no pueden expresar correctamente sus características o porque las fuera de tipo quedan escondidas en el conjunto. El momento de la depuración (Figura 16) es cuando las plantas han alcanzado su tamaño comercial, posteriormente se repite para eliminar los individuos que florezcan prematuramente. Finalmente se arrancan las plantas con síntomas del virus del mosaico de la lechuga, las que se manifiestan nítidamente en floración.

Figura 16



Plantas de lechuga al estado de roguing.
Fotos: Santiago Centeno.

Enfermedades transmitidas por las semillas

Los principales patógenos que se menciona en la bibliografía se indican a continuación:

Virus

- Virus mosaico de la lechuga (*Lettuce mosaic potyvirus*, LMV): está ampliamente disperso, se transmite por pulgones (*Aphis gossypii*, *Macrosiphum euphorbiae*, *M. gei*, *Myzus persica*), por inoculación mecánica, por semilla (3-10 %); por polen a la semilla.
- Otros virus transmitidos por las semillas son: virus mosaico del pepino (*Cucumber mosaic virus*, CMV) y Virus del mosaico amarillo de la lechuga; *Tobacco ringspot virus*.

Bacterias

- *Pseudomonas cichorii*: los ataques severos de la enfermedad en lechuga conllevan a pérdidas del 100 % del cultivo. Plaga cuarentenaria para Argentina. Ausente en el país
- *Xanthomonas campestris* pv. *vitians* (Brown) Dye: es de distribución mundial. Un escaso número de semillas infectadas permiten enfermar a muchos trasplantes y puede causar una epidemia.

Hongos

- Antracnosis (*Marssonina panattoniana*).
- Podredumbre blanca (*Sclerotinia sclerotiorum*): puede contaminar el lote con sus esclerosios.
- Mancha de la hoja (*Septoria lactucae*).
- Mancha de la hoja (*Stemphylium botryosum*).

3.3. Cosecha y manejo poscosecha de semillas

La cosecha presenta dificultades ya que por un lado la dehiscencia natural de las semillas es alta y por otra parte es difícil determinar el momento de realizarla. El período de floración de una planta alcanza los 70 días, pero hay estudios que indican que el 90 % de la semilla que se obtiene de una planta proviene de los capítulos que se abren en los primeros 30 días. La presencia del *papus* se toma como un referente práctico de madurez. Se aconseja cosechar cuando aproximadamente el 50 % de las flores posean el *papus* visible. La labor presenta una dificultad anexa y es la presencia de látex en los tallos que ensucia las herramientas de trabajo. Para pequeñas extensiones se recomienda la cosecha manual por "ordeño" que consiste en recorrer el cultivo y sacudir las plantas dentro de una bolsa o morral. Otra alternativa para pequeñas extensiones es cortar la inflorescencia con machete y sacudirla sobre una carpa para provocar el desprendimiento de las semillas.

La mecanización total de la cosecha de semillas se ha logrado empleando equipos que trabajan por sacudimiento (Figura 17). Estos equipos golpean las plantas con bastones flexibles para provocar el desprendimiento de las semillas, las que caen en una canaleta desde donde se las conduce por medio de tornillos sin fin y cangilones a las bolsas receptoras. La hora



Equipo de cosecha de semilla de lechuga por sacudimiento. Foto: Julio Gaviola.

más propicia para efectuar este tipo de cosecha es a la tarde, cuando la humedad ambiental es baja. Una ventaja adicional del uso de estos equipos es que como no arrancan ni cortan las plantas, permiten que los capítulos más tardíos completen su maduración y se realice una segunda cosecha.

El secado se hace normalmente previo al ventilado. En condiciones ambientales de clima seco la semilla alcanza el equilibrio con tenores de humedad cercanos al 6,5 %. Para envasado hermético se aconseja disminuir el contenido de humedad de las semillas por debajo de 5,5 %.

3.4. Rendimiento de semillas

El rendimiento de semilla varía notablemente según el tipo varietal que se trate. El rango de rendimiento para los principales tipos de lechuga es el detallado a continuación:

- **Tipo latinas:** 600-1.000 kg.ha⁻¹
- **Tipo Grand Rapids:** 400-600 kg.ha⁻¹
- **Tipo de cabeza:** 200-400 kg.ha⁻¹

3.5. Calidad de la semilla

La legislación argentina permite la fiscalización optativa de esta especie. Los requisitos mínimos de calidad son:

- **Germinación mínima:** 80 %
- **Pureza físico botánica mínima:** 98 %
- **Materia inerte máxima:** 1,5 %
- **Semillas extrañas máximo:** 0,5 %

Producción de semilla de pimiento

El pimiento es una especie autógama, pero a los fines de multiplicación de semilla debe ser tratado con gran precaución. Las flores tienen néctar y por ello son atractivas a los polinizadores, aunque se ha demostrado que se incrementa el porcentaje de óvulos fecundados con el aumento de visitas de los polinizadores. El cruzamiento con otros individuos oscila entre el 7 % y 36 %, e inclusive se han comprobado valores superiores.

Las plantas de pimiento presentan la particularidad de abortar un gran número de flores o frutos recién cuajado. Factores ambientales, fisiológicos y de manejo se mencionan como las causas principales de este problema, tales como la temperatura, la densidad, el riego, la luminosidad y la competencia y/o dominancia entre las flores según la secuencia de aparición. Por una parte, una escasa cantidad de polen en el estigma puede reducir o no el cuaje de frutos, sin embargo, un incremento de granos de polen aumenta el número de semillas por fruto. Por otra parte, los frutos con elevado número de semillas tienen un efecto inhibitorio sobre aquellos con menor cantidad de semillas que cuajan con posterioridad. Distintas especies del género *Capsicum* se cruzan entre sí, los principales cruzamientos interespecíficos citados de *C. annuum* son:

- *Capsicum annuum* X *Capsicum frutescens*
- *Capsicum annuum* X *Capsicum baccatum*
- *Capsicum annuum* X *Capsicum galapagoense*
- *Capsicum annuum* X *Capsicum chacoense*

4.1. Condiciones ambientales

Para la producción de semilla de pimiento se prefieren las zonas con humedad ambiental baja y precipitaciones escasas, características que permiten una mejor sanidad del cultivo. El pimiento es una especie sensible al frío, requiere un período libre de heladas no menor de 150 días. Las temperaturas ejercen efectos importantes sobre la floración y el cuaje de los frutos. Temperaturas nocturnas entre 18 °C y 20 °C antes de la antesis, favorecen un mayor tamaño de frutos, con mejor forma y más semillas. Altas temperaturas nocturnas (28 °C - 30 °C), durante los 30 días posteriores al cuaje perjudican el rendimiento y la calidad de semillas. Las bajas temperaturas (10 °C) durante el cuaje inducen la formación de frutos deformes o partenocárpicos, ya que la producción de polen es menor en cantidad y de baja viabilidad.

Los suelos de textura franca, con buena profundidad y pH no inferior a seis son los más adecuados. Los suelos pesados y con difícil escurrimiento del agua predisponen al ataque de enfermedades de raíces. Los suelos salinos afectan con mayor intensidad la producción de frutos que la de hojas, tallos o raíces.

4.2. Manejo de cultivo

Aislamiento

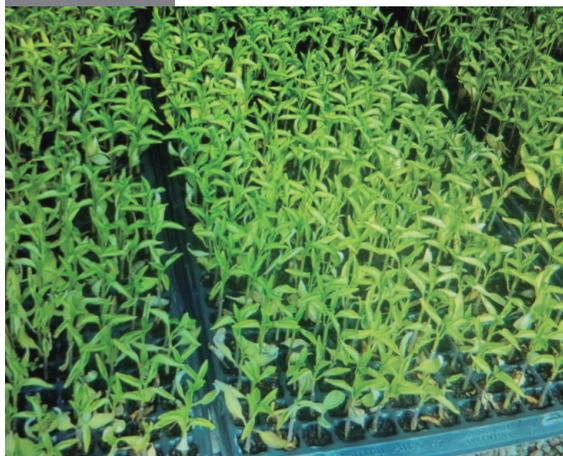
La legislación argentina fija un mínimo de 200 m entre cultivares. Cuando se trata de pimientos de diferentes tipos (dulces y pungentes o rojos y amarillos o cuatro cascos y calahorra) se recomienda una distancia mínima de 400 m.

Siembra y trasplante

Se recomienda la siembra en bandejas (Figura 18) por la menor necesidad de semilla madre. El trasplante de los cepellones a campo se realiza cuando ha pasado el peligro de heladas, sobre surco húmedo, regando inmediatamente después. Es común el trasplante dentro de invernaderos.

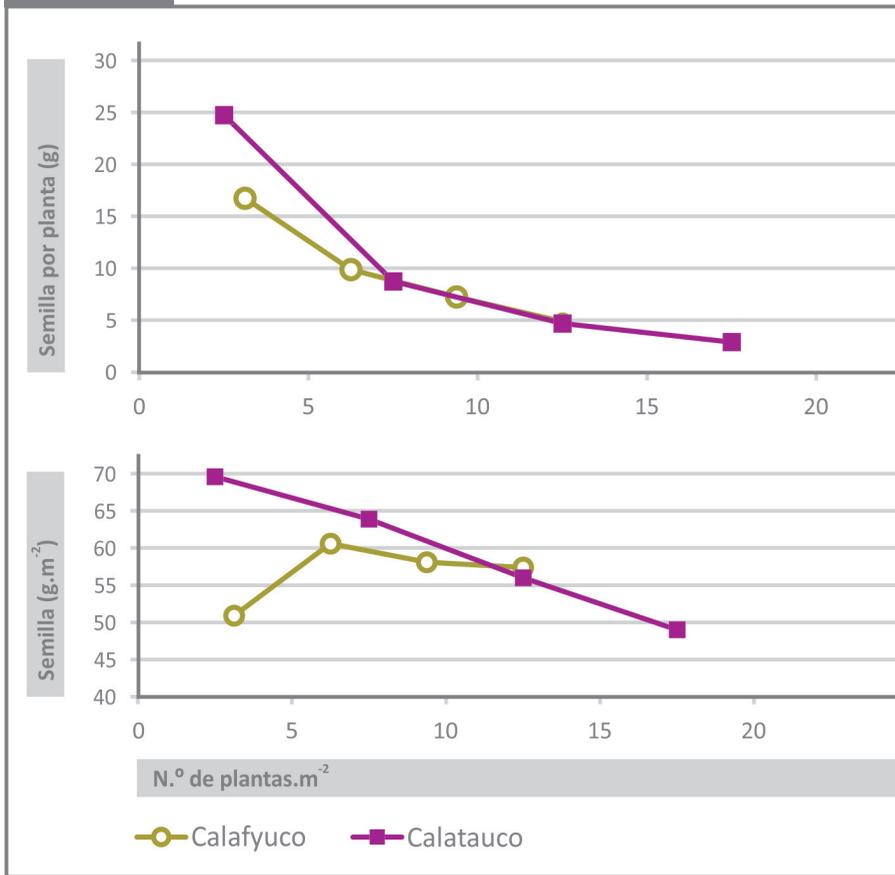
Para la producción de semilla se utilizan densidades similares a las empleadas en cultivos comerciales cuyo fin es la obtención de los frutos. Las densidades más empleadas oscilan entre 25.000-40.000 plantas por hectárea, con separación entre surcos entre 0,70-0,80 m. La densidad puede afectar de manera diferente a la producción de semillas por planta y por unidad de superficie según el cultivar (Figura 19).

Figura 18



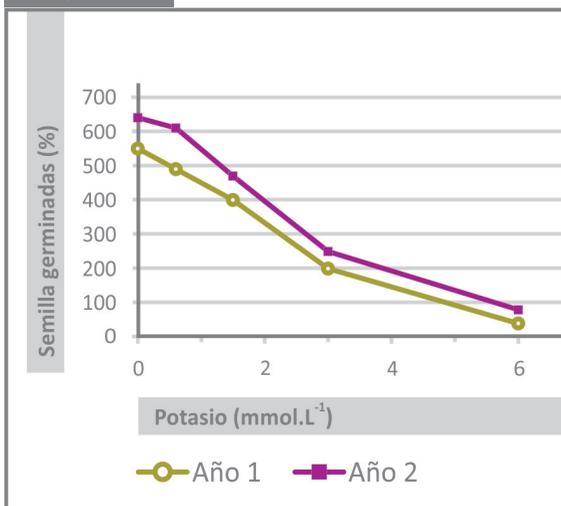
Almácigos de pimiento en bandejas obtenidos en invernadero. Foto: Julio Gaviola.

Figura 19



Rendimiento de semilla por planta y superficie según la densidad en dos cultivares de pimiento tipo calahorra (Gaviola, 1992).

Figura 20



Viviparidad en semillas de pimiento (cv California Wonder) por defecto de potasio (Marrush et al., 1998).

Fertilización y riego

Como recomendaciones generales se sugieren que en suelos con bajo contenido de materia orgánica se agregue estiércol, y que la dosis de nitrógeno estimada se agregue en el período comprendido entre el trasplante y el comienzo de la floración. Experimentalmente se ha determinado que plantas de la cv California Wonder que crecen con bajo contenido de potasio tienen una alta incidencia de viviparidad (Figura 20). Esta respuesta se asocia a una menor concentración de ABA (ácido absísico) en las semillas respecto del control fertilizado.

El sistema de irrigación más empleado en cultivos para semilla es por goteo, reali-

zándose riego y fertilización conjuntamente. Cuando se multiplican cultivares sensibles a hongos del suelo (*Phytophthora* o *Fusarium*) conviene limitar el riego para evitar las condiciones que predispongan la enfermedad. La falta de disponibilidad de agua provoca caídas de flores o de frutos a poco tiempo del cuaje.

Depuración o *roguing*

La posibilidad de la fecundación cruzada obliga a la eliminación de los individuos no deseados lo más temprano posible. Si las plantas fuera de tipo se detectan luego de la floración, existe la posibilidad que ya se hayan producido cruzamientos. Los momentos aconsejados para realizar la depuración son los siguientes:

- Antes de la floración. Normalmente es difícil, pero las plantas fuera de tipo, en ocasiones, se las diferencia por el hábito de crecimiento, el vigor o las características de las hojas.
- Durante el comienzo de la floración y el cuaje de los primeros frutos.
- Cuando los frutos están maduros. Es el momento más adecuado para diferenciar cultivares. Las características para observar en los frutos son la forma, el color y el tamaño. Otros aspectos del fruto como sabor (dulce o picante) o el grosor de la pulpa, se hacen en laboratorio y solo en los lotes prebásicos.
- Durante la extracción de semillas se tiene la última posibilidad de separar los frutos fuera de tipo. Para ello se los exponen sobre una cinta transportadora y se seleccionan antes de que ingresen al procesado.

Plagas y enfermedades transmitidas por las semillas

Existen enfermedades causadas por virus que se transmiten por medio de las semillas (Cuadro 4).

Cuadro 4

| Nombre español | Nombre inglés | Transmisión |
|----------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|
| Mosaico de la alfalfa | Alfalfa mosaic virus (AMV) | Semilla - Áfidos |
| Moteado suave del pimiento | Pepper mild mottle virus (PMMV) | Semilla - Mecánica |
| Virus S de la papa | Potato virus S (PVS) | Semilla - Mecánica |
| Mosaico verde suave del pimiento | Tobacco (Pepper) mild green mosaic virus (PMGMV) | Semilla - Mecánica |
| Mosaico del tabaco | Tobacco mosaic virus (TMV) | Semilla - Mecánica |
| Mancha anillada del tabaco | Tobacco ring spot virus (TRSV) | Semilla - Nemátodos - Mecánica |
| Mosaico del tomate | Tomato mosaic virus (ToMV) | Semilla - Mecánica |

Lista de virus que se transmiten por semilla en pimiento (Jorda, 2000).

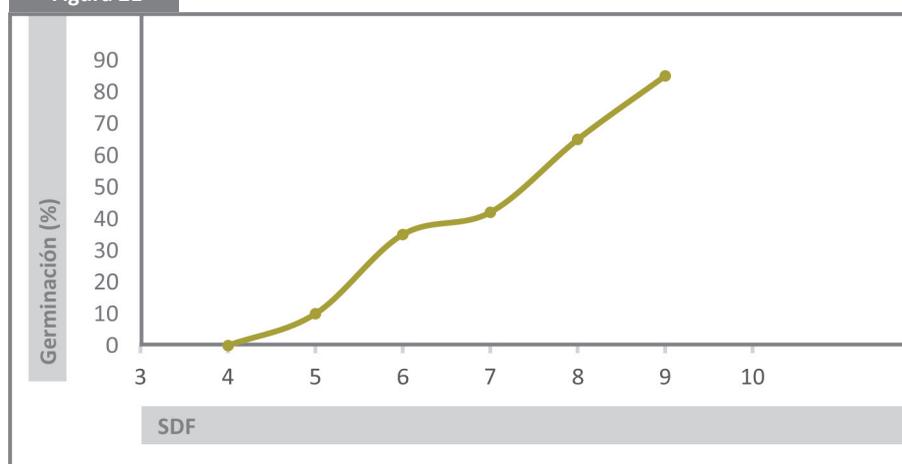
También hay enfermedades de hongos y bacterias que se transmiten por las semillas:

- Bacterias**
- *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria*
 - *Pseudomonas solanacearum*
- Hongos**
- *Colletotricum capsici* (Antracnosis)
 - *Alternaria tenuis* (Podredumbre negra)
 - *Fusarium moniliforme* (Marchitamiento por fusarium)
 - *Phytophthora capsici* (Marchitamiento)
 - *Rhizoctonia solani*
 - *Sclerotinia sclerotiorum*

4.3. Cosecha y manejo poscosecha de semillas

La cosecha se lleva a cabo cuando los frutos poseen al menos el 50 % - 60 % de la superficie exterior color rojo o amarillo, dependiendo del cultivar utilizado. La modalidad de cosecha es manual y por pasadas y el número de pasadas es variable, generalmente no mayor a tres. La maduración masal ocurre entre los 49 y 53 días después de la antesis, cuando la humedad de las semillas oscila entre 51 % y 53 %, sin embargo, otros atributos de calidad de las semillas, como el potencial de conservación y el peso de las plántulas que originan, mejoran hasta 20 días después de la maduración masal. Con los cultivares Calatauco INTA y Fyuco INTA se obtiene buena calidad de semilla a partir de los 60 y 65 días de antesis, respectivamente. A esa edad los frutos presentan entre el 60 % y 70 % de la superficie exterior roja y se corresponde con el máximo peso y poder germinativo de semillas (Figura 21). Por una parte, las semillas se deterioran si permanecen dentro del fruto por un tiempo prolongado una vez alcanzada la madurez. Por otra parte, si la cosecha se hace con frutos semimaduros, la calidad fisiológica de las semillas puede mejorar si permanecen dentro de los frutos entre 8 y 10 días.

Figura 21



Germinación de semillas de pimiento Fyuco INTA según el número de semanas desde floración (SDF) (Ruiz y Parera, 2003).

Extracción de semillas

Para cultivares de frutos pequeños que se momifican al secarse, se deja que los frutos se deshidraten en la planta, luego se completa el secado al sol o con equipos secadores (cuya temperatura no supere los 35 °C), y a continuación se los muele. Finalmente se separan las semillas de los restos de fruto con zarandas manuales o máquinas con sistemas de aire y zaranda. Para frutos destinados a mercado fresco, una alternativa de extracción consiste en romper los frutos con una moledora y posteriormente separar las semillas de la pulpa con agua por agitación y decantación. La extracción manual de semillas se hace separando la placenta con las semillas mediante un sacabocado, para luego desprender las semillas de la placenta. Esto último se logra colocando las placentas dentro de un cilindro giratorio, con paredes de malla de alambre cuadrículado de 0,8 cm, donde las semillas se desprendan por rozamiento, atraviesan la malla y caen en la bandeja receptora inferior (Figura 22). El manchado de las semillas dentro del fruto es bastante común en algunos cultivares, esto desmejora la presentación (Figura 23). Este problema se asocia, muy comúnmente, a la presencia de hongos saprofitos.



Equipo para la extracción de semillas de las placentas.
Foto: Julio Gaviola.

Secado y procesamiento

Luego de la extracción se realiza el secado de las semillas. En zonas de clima seco es posible realizarlo al sol sobre zarandas de tela metálica o plástica. Este secado demanda un tiempo variable, dependiendo de las condiciones atmosféricas, pero nunca menor a 6-7 días, alcanzándose tenores de humedad entre 8,5 % y 9,0 %. El secado artificial se hace con corrientes de aire forzada a 32 °C - 35 °C, temperatura que a medida que la humedad disminuye puede ser incrementada hasta 40 °C. La limpieza del lote se realiza con máquinas aire-zaranda y se completa el trabajo con mesa densimétrica. Las pérdidas de peso que se producen durante el procesamiento son variables, dependiendo del lote, y oscilan entre el 3 y 7 %. Con envases permeables la semilla puede envasarse a 8 % - 9 % de humedad, pero con envases herméticos se requiere que sea cercana a 4,5 %.

Figura 23



Semillas manchadas dentro del fruto por hongos saprofitos. Foto: Julio Gaviola.

4.4. Rendimiento de semilla

Los pimientos tipo “cuatro cascós” rinden entre 100-150 kg.ha⁻¹ de semilla, mientras que con el tipo calahorra se logran rendimientos de 300-400 kg.ha⁻¹. Los cultivares para pimentón rinden hasta 500 kg.ha⁻¹. Los rendimientos de semilla híbrida con polinización manual oscilan entre 0,5 y 1,3 g por fruto. Las zonas con ciclo libre de heladas más prolongado permiten un mayor número de pasadas y consecuentemente un mayor rendimiento de semilla. El peso de frutos necesarios para la obtención de un kilogramo de semilla es una característica de la cultivar. Para cv Fyuco INTA (cuatro cascós) se necesitan 70-80 kg de frutos, mientras que para la cv Calatauco INTA o Calafyuco INTA (calahorra) la cantidad disminuye a 40-45 kg.

4.5. Calidad de semillas

Normalmente la semilla de pimiento no presenta dificultades para cumplir las tolerancias máximas de impurezas (no mayor al 1 % en la legislación argentina). Las semillas mantienen una calidad comercial aceptable por un período de tres años. El poder germinativo mínimo según la legislación argentina es 80 %. El peso de mil semillas es alrededor de 7 g.

4.6. Producción de semilla híbrida

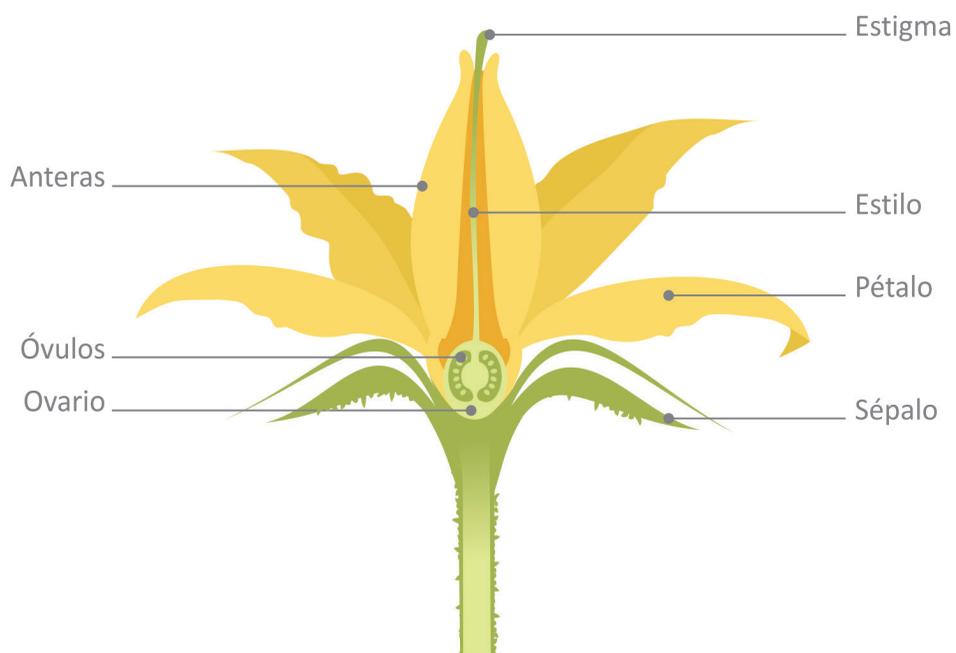
La semilla híbrida de pimiento está difundida en todo mundo, por lo que se puede afirmar que prácticamente la totalidad de los cultivos protegidos de esta especie se hacen con este tipo de cultivares. La esterilidad masculina genética o la esterilidad genética-citoplásmica se emplea buscando abaratar costos de producción de este tipo de semillas. Sin embargo, una proporción importante de la semilla híbrida de pimiento se hace a través de la emasculación de las líneas madres, con posterior polinización manual con polen recolectado de las líneas padres.

Producción de semilla de tomate

La semilla de tomate es la semilla hortícola más importante por su valor en Argentina. También es la especie con mayor cantidad de cultivares inscriptos en el Registro Nacional de Cultivares de Argentina, con un total de 848 híbridas y 141 no híbridas hasta enero del 2019.

El tomate posee racimos con 7-12 flores y comienza a florecer a partir de 5.º o 7.º nudo u hoja. Es una especie autógama en la que normalmente la fecundación se produce antes de la antesis (cleistógama). Las anteras forman un cono estaminal y la dehiscencia del polen ocurre internamente por aberturas longitudinales. El polen llega al estigma cuando este atraviesa el cono estaminal por alargamiento del estilo (Figura 24).

Figura 24



Esquema de la flor de tomate. Elaboración propia.

El ovario posee numerosos óvulos (entre 250 y 1.000), y el porcentaje de óvulos fecundados por fruto oscila entre 20 % y 50 %, con una proporción mayor cuando hay pocos frutos. El fruto de tomate puede tener entre 40 y 400 semillas, mientras mayor es la cantidad mejor forma tiene el fruto y las semillas tienden a ser de menor tamaño (Figura 25).

La semilla consta del tegumento piloso, el endosperma y el embrión. El endosperma rodea al embrión y constituye la fuente de energía inicial para la semilla. El peso de una semilla oscila entre 2,8 y 3,5 mg según cultivar y condiciones de manejo.

Figura 25



Corte de frutos de tomate donde se aprecia las semillas. Foto: Santiago Centeno.

5.1. Condiciones ambientales

El tomate es una especie sensible a las heladas. Las temperaturas óptimas durante el crecimiento vegetativo son entre 23 °C y 24 °C durante el día y 15 °C en la noche. Las flores que se diferencian en una planta pueden seguir diferentes caminos, uno es el normal que concluye con la formación de frutos con semillas, otro es que se originen frutos sin semillas (partenocárpicos) y la otra alternativa es que las flores aborten en un estado incipiente, antes que se formen los pétalos, o al estado de flor abierta.

En todas estas variantes los factores ambientales influyen notablemente. En general temperaturas elevadas durante el día (entre 32 °C y 35 °C), o nocturnas (entre 25 °C y 27 °C), desencadenan procesos que disminuyen y hasta suprimen la formación de frutos con semillas. Las temperaturas elevadas favorecen el crecimiento del estilo haciendo que el estigma quede expuesto fuera del tubo polínico. Esta situación es indeseable ya que por un lado produce fallas de cuaje por la pobre polinización y por el otro los estigmas expuestos pueden ser visitados por insectos polinizadores que porten polen de otro cultivar, provocando contaminación genética. Temperaturas frescas (15 °C – 16 °C) durante la diferenciación floral adelantan la floración y reducen el tamaño de la planta. Mientras que temperaturas menores (10 °C) ocasionan aborto de flores. La humedad relativa ambiental alta hace que los granos de polen se aglutinen dentro de la antera, dificultando la dehiscencia. Por el contrario, baja humedad ambiental produce inconvenientes para que el grano de polen se adhiera al estigma para germinar. Los valores óptimos de humedad se hallan alrededor del 70 %.

5.2. Manejo de cultivo

Aislamiento y rotación

El aislamiento mínimo que fija la legislación argentina entre lotes fiscalizados de tomate es 50 m. El tiempo de rotación aconsejado entre cultivos de tomate es de tres años como mínimo. En la evaluación de la rotación hay que contemplar otras solanáceas (papa, pimienta, berenjena) por las enfermedades y plagas que poseen en común. La contaminación del cultivo con plantas provenientes de semillas desprendidas de cultivos anteriores es poco probable en tomate por la forma de implantación.

Siembra y trasplante

La siembra de tomate para semilla se realiza en bandejas bajo invernaderos, ya que se ahorra semilla y se obtiene una implantación homogénea y rápida. Se trasplanta cuando ha pasado el peligro de heladas, sobre cama algo húmeda, regando inmediatamente después. Las distancias entre hilera y entre plantas en la hilera dependen del cultivar. Son valores comunes 1,20 m a 1,50 m entre hileras y 0,25 m a 0,30 m entre plantas. Las mayores distancias son para tomates de crecimiento indeterminado. Para esto es conveniente prever algún sistema de espaldero o sostén que permita el atado y poda de las plantas a medida que crezcan.

Fertilización y riego

Hay poca información sobre fertilización en la producción de semilla de tomate. Como recomendaciones generales se sugiere que en suelos con bajo contenido de materia orgánica se agregue estiércol. También para este fin se cultivan leguminosas o gramíneas que se

incorporan días antes de la plantación. Conviene fertilizar con fósforo debajo de la línea de trasplante o siembra. La aplicación se realiza 5 cm debajo de la línea con dosis de 20 kg.P.ha⁻¹. Esta fertilización ejerce un efecto “arrancador” importante. La dosis de nitrógeno estimada se aplica en dos o tres oportunidades, en el período comprendido entre la siembra o trasplante y el comienzo de la floración. La cantidad de agua necesaria para producir una hectárea de tomate oscila entre 450 y 650 mm, siendo superior para los cultivares de ciclo largo. El período crítico, es decir, aquel en que la planta es más sensible a la falta de agua en el suelo, es entre 15 días después del inicio de floración y los 30 días siguientes.

Depuración varietal o *roguing*

Los momentos aconsejados para realizar la depuración son los siguientes:

- Antes de la floración; en esta fase es difícil detectar las plantas fuera de tipo, en ocasiones, se las diferencia por el hábito de crecimiento, el vigor o las características de las hojas. También se puede hacer selección sanitaria.
- Durante el comienzo de la floración y el cuaje de los primeros frutos, aumenta la posibilidad del reconocimiento de distintos tipos de frutos.
- Cuando los frutos están maduros se pueden detectar con mayor exactitud los fuera de tipo. Las características para observar en los frutos son la forma, el color y el tamaño.
- Durante la extracción de las semillas se tiene una última posibilidad de separación de frutos fuera de tipo. Para ello se los expone sobre una cinta transportadora y se seleccionan antes de que ingresen a la moledora.

Enfermedades transmitidas por las semillas

Son numerosas las citas de enfermedades producidas por hongos, bacteria y virus que se transmiten por medio de las semillas en tomate. Un listado de estas se transcribe a continuación:

Virus

- *Alfalfa mosaic alfamovirus*
- *Cucumber mosaic virus (CMV)*- Mosaico del pepino
- *Potato spindle tuber viroid*
- *Potato virus Y (PVY)* - Virus Y de la papa
- *Tobacco mosaic virus (TMV)* - Mosaico del tabaco
- *Tobacco streak virus (TSV)*
- *Tomato mosaic virus (ToMV)* - Mosaico del tomate
- *Tomato ring spot virus (TRSV)*- Mancha anillada del tomate

- Bacterias**
- *Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis*
 - *Pseudomonas corrugata*
 - *Pseudomonas solanacearum*
 - *Pseudomonas syringae pv. tomato*
 - *Pseudomonas viridiflava*
 - *Xanthomonas campestris*
 - *Xanthomonas vesicatoria*
 - *Xanthomonas axonopodis pv. vitians*
- Hongos**
- *Alternaria alternata* (Tizón)
 - *Alternaria solani* (Marchitez temprana)
 - *Didymella lycopersici*
 - *Fulvia fulva* (moho de la hoja)
 - *Fusarium oxysporum* (Marcitamiento)
 - *Glomerella cingulata* (antracnosis)
 - *Phoma destructiva* (podredumbre del fruto y del tallo)
 - *Phytophthora paraditica*; *P. infestans* y *P. nicotianae*
 - *Rhizoctonia solani*
 - *Verticillium dahliae* (marchitez)

5.3. Cosecha y manejo poscosecha de semillas

Para asegurar la máxima calidad de semilla la cosecha se hace sobre frutos de color rojo y pulpa firme. El número de días que transcurren entre la apertura de la flor y el momento óptimo de cosecha es alrededor de 70 días. Las semillas alcanzan el máximo peso seco antes de adquirir la máxima calidad fisiológica. Por un lado, la cosecha prematura, frutos no totalmente rojos, afecta negativamente la calidad de las semillas. Por otro lado, los frutos sobre maduros también originan semillas de menor calidad. No se han hallado diferencias importantes en la calidad de las semillas según sea la posición del racimo en la planta o del fruto dentro del racimo.

Procesamiento de semilla

Abarca las tareas de extracción, fermentado, lavado, secado, “desaristado” o “despeluzado”, limpieza, tratamientos sanitarios y envasado. Comercialmente la extracción se realiza mediante molienda y tamizado. En la primera etapa los frutos se rompen mecánicamente y posteriormente se los hace pasar a través de un cilindro, con paredes de malla de alambre, para separar las semillas, jugo y restos pequeños de pulpa (Figura 26). Esta última masa se lleva a fermentar. La fermentación es un proceso natural que ocurre a partir de los microorganismos presentes en la mezcla de semilla, jugo y pulpa. Permite facilitar la limpieza de los mucílagos que recubren las semillas en el lavado.

Figura 26



Equipo extractor de semillas que consta de elevadores a cangilones, moledora y cilindro separador. Foto: Julio Gaviola.

Para la fermentación se coloca la masa de semillas y jugo en un recipiente de plástico y se la mantiene por 48-72 horas a temperatura ambiente, removiéndola cada seis horas. El rango de temperaturas diurnas-nocturna necesario para que la fermentación se produzca sin problemas es 30-20 °C. La fermentación es una técnica que puede mejorar la calidad sanitaria del lote ya que elimina algunas bacterias que se transmiten por semilla, por ejemplo, cancro bacteriano (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*). La calidad fisiológica de la semilla no se daña por este proceso siempre que se cuide el tiempo y la temperatura de exposición. Las semillas no deben germinar durante la fermentación.

Las digestiones químicas reemplazan la fermentación. El producto más empleado es el ácido clorhídrico. Se lo usa en dosis entre 600 y 2.000 mL de droga pura en 100 kg de material a tratar, durante 30 a 45 minutos. El ácido se agrega puro o en soluciones del 30-40 % sobre la masa para tratar y no a la inversa, ya que se producen reacciones exotérmicas peligrosas en este último caso. Terminado el tratamiento se lava inmediatamente. Este ácido ayuda al control de cancro bacteriano y también se ha demostrado que ejerce control sobre el virus del mosaico del tomate (ToMV). La semilla queda de buen color y con excelente aspecto. El carbonato de calcio es otro producto usado para la digestión química de los mucílagos. Se lo emplea en soluciones del 10 % en partes iguales con la masa para tratar, se deja actuar durante 18 a 24 horas para después lavar. El carbonato ayuda al control de ToMV en las semillas. Su desventaja es que oscurece el color de las semillas.

El lavado constituye la primera fase de la limpieza del lote. Una modalidad de lavado es empleando canaletas y compuertas. Las semillas fermentadas recorren por gravedad una canaleta con compuertas, a lo largo del recorrido las impurezas livianas sobrepasan las compuertas y las semillas van quedando retenidas por estas. Cuando por el extremo inferior de la canaleta sale el agua limpia, se sacan las compuertas y con un golpe de agua se arrastran las semillas limpias y se reciben en un recipiente de fondo perforado para permitir la salida del agua, pero no de las semillas. Otra forma de lavado es inyectando agua a presión dentro de un recipiente en el que se hallan las semillas con las impurezas. Esta operación produce la agitación de la masa para que luego de un reposo de dos o tres minutos las semillas decantan en el fondo. El proceso termina inclinando el recipiente para sacar el agua con las impurezas sobrenadantes (Figura 27 y 28). Estos pasos se repiten dos o tres veces. Las semillas lavadas se colocan en bolsas de algodón y se llevan a centrifugar para eliminar el agua libre (Figura 29). Con esta tarea se acorta el tiempo de secado.

El secado de las semillas en zonas de clima seco se puede hacer al sol sobre zarandas de tela metálica o plástica. Cuando se usa este método es importante cuidar que las semillas no se mojen a consecuencia de lluvias o tormentas ocasionales, por lo que se guardan durante la noche en un lugar techado. Es conveniente que las zarandas sean apilables, de esta manera se facilita su manipulación y se economiza espacio (Figura 30). Este secado demanda un tiempo variable, dependiendo de las condiciones atmosféricas, pero casi nunca menor a una semana, alcanzándose tenores de humedad en las semillas entre 7,0 % y 8,0 %. También se emplean equipos de secado con corriente de aire forzada con un rango de temperatura entre 32 °C y 40 °C (Figura 31). Este tipo de secado es más rápido, pero tiene la desventaja del mayor costo energético. Lo importante en esta labor es controlar en forma permanente la temperatura de trabajo ya que un exceso de calor daña la calidad fisiológica de las semillas. Con una corriente de aire de 3 m³.minuto⁻¹, a temperatura de 40 °C durante de 8 horas, se disminuye la humedad desde el 40 % al 9 %. En el Cuadro 5 se indican algunos valores referenciales de equilibrio para semillas de tomate, en ambientes a 25 °C y diferentes contenidos de humedad.

Figura 27



Tambores plásticos adaptados para el lavado de semilla con agua, por agitación. Foto: Julio Gaviola.

Figura 28



Lavado por agitación y decantación. Se muestra el momento en que se extrae el agua con las impurezas mediante la inclinación del recipiente. Foto: Julio Gaviola.

| Cuadro 5 | | | | |
|---------------------------|------|------|------|------|
| Humedad del aire a 25 °C | 20 % | 30 % | 45 % | 60 % |
| Humedad de la semilla (%) | 5,0 | 6,3 | 7,8 | 9,2 |

Puntos de equilibrio para semillas de tomate a 25 °C (George, 1999).

Figura 29



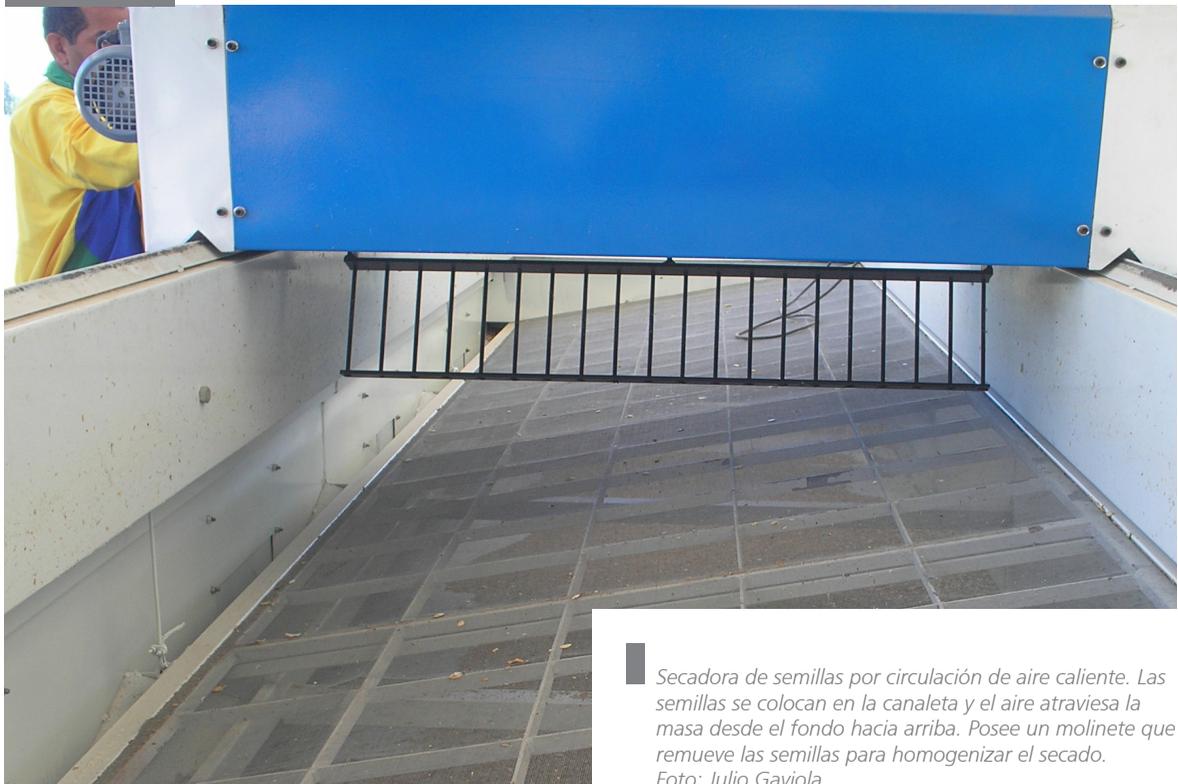
Centrifuga industrial cargada con una bolsa de algodón que tiene las semillas en su interior. Foto: Julio Gaviola.

Figura 30



Zarandas para el secado al sol de las semillas. Foto: Julio Gaviola.

Figura 31



Secadora de semillas por circulación de aire caliente. Las semillas se colocan en la canaleta y el aire atraviesa la masa desde el fondo hacia arriba. Posee un molinete que remueve las semillas para homogenizar el secado. Foto: Julio Gaviola.

El “despeluzado” se realiza para pulir las semillas eliminando los pelos de la testa. Con esta labor se facilitan las tareas de limpieza y tamañado en la planta de procesamiento como así también la siembra con las distintas sembradoras. El equipo que se usa consta de un cilindro en cuyo interior hay una superficie abrasiva, de esta manera la semilla ingresa al cilindro, que al girar, fuerza el roce de las semillas contra la cara interior del cilindro y provoca el despeluzado. Esta tarea permite reducir el volumen hectolítrico de las semillas hasta el 40 %, y el peso hasta un 10 %. Se debe hacer después del secado.

La limpieza tiene como objetivo eliminar las impurezas que acompañan a las semillas, ya sean restos de frutos, otras semillas o elementos extraños. Para esta tarea se emplean máquinas que trabajan por medio de zarandas y corrientes de aire reguladas. Las semillas de tomate se tratan con fungicidas para mejorar la conservación y el comportamiento a campo en los primeros días posteriores a la siembra. Entre los productos fungicidas más empleados se mencionan benomyl, captam, carbendazin y thiran.

Para el envasado final se utilizan contenedores de hojalata o de láminas de aluminio. Ambos posibilitan un cierre hermético y son impermeables a la humedad. Para estos envases el contenido de humedad de las semillas no debiera superar el 5,5 %.

El período de conservación de las semillas de tomate depende de las características iniciales del lote y el medioambiente en que son mantenidas. Si ambos factores son adecuados, las semillas mantienen una calidad aceptable por un lapso que puede superar los 5 años.

5.4. Rendimiento de semilla

El rendimiento de semilla por unidad de superficie está vinculado especialmente al número de frutos. También depende del cultivar, del sistema de producción y del ambiente. En general los rendimientos oscilan entre 80 y 300 kg.ha⁻¹. Los cultivares para industria de crecimiento determinado rinden menos semilla que los indeterminado para mercado.

Para las zonas irrigadas del oeste de la Argentina, los rendimientos promedios de las cultivares determinadas oscilan entre 80 y 150 kg.ha⁻¹ de semilla, mientras que con las indeterminadas se logran rendimientos entre 150 y 300 kg.ha⁻¹. El peso de frutos necesarios para la obtención de un kilo de semilla es una característica de la cultivar y oscila entre 150 y 300 kg.

5.5. Calidad de semilla

Para la reglamentación argentina el lote de semillas debe garantizar un mínimo del 99 % de pureza físico-botánica, ser libre de semillas de malezas y un poder germinativo mínimo del 80 %. Sin embargo, sería deseable que la semilla que se comercialice supere este valor de poder germinativo, ya que frecuentemente se logran porcentajes superiores al 90 %. El peso de 1.000 semillas oscila entre 2,8 y 3,5 g según cultivar y condiciones de manejo.

Figura 32



Emasculación de flores de tomate.
Foto: Guillermo Gallardo.

Figura 33



Flor castrada en el momento de polinización.
Foto: Guillermo Gallardo.

5.6. Producción de semilla híbrida

La producción de semilla híbrida en tomate se realiza mediante la emasculación y polinización manual. La emasculación o castración consiste en extraer los estambres de las flores de la línea madre. Para efectuarla los estambres deben poseer un color verde limón, de esa manera se evita que estén maduros y que algunos granos de polen caigan en el estigma. La extracción de los estambres se hace con ayuda de una pinza, para abrir la flor, y cuidando no dañar los pétalos (Figura 32). El rendimiento de una persona es de alrededor de 100-120 flores por hora. La cosecha de polen comienza antes de la hibridación. Para efectuarla se extraen las flores con pétalos abiertos y estambres amarillos, esta tarea conviene realizarla en las primeras horas de la mañana. Las flores se trasladan a un ambiente cerrado, donde se separan los estambres y se los coloca en recipientes de papel aluminio. Luego los estambres se deshidratan durante 16 a 18 horas y si es necesario acelerar el proceso se emplea una lámpara incandescente de 40 W.

La extracción del polen se realiza colocando los estambres en un tubo extractor y agitando. El polen obtenido se coloca luego en un recipiente de vidrio y se indica la

fecha. El almacenamiento del polen requiere temperaturas entre 6 °C y 10 °C y humedad entre 40 % y 60 %. Para el trabajo de polinización a campo el polen se deposita en un tubo de vidrio y cada 30 minutos (Figura 33). La polinización de las flores emasculadas se realiza con temperatura entre 18 °C y 30 °C. Las flores alcanzan madurez 48 horas después de la emasculación, cuando los pétalos son de color amarillo intenso. Después de la polinización como indicador de la hibridación se arranca un sépalo de la flor.

En tomate para industria se necesitan alrededor de 9.000 frutos para obtener un kilogramo de semilla, aproximadamente 650 kg de frutos. Se estima un gasto de 22 jornales por kilogramo de semilla híbrida de tomate en las tareas de castración y polinización.

Producción de semilla de zanahoria

La zanahoria es una especie bienal. En el primer año tiene crecimiento vegetativo y forma la raíz comercial y en el segundo florece. El tallo floral aparece al comienzo de la primavera, es de rápido crecimiento y presenta una gran ramificación que da origen a umbelas de primer, segundo, tercer y hasta cuarto orden. Este hábito de floración dificulta la cosecha y la homogeneidad del lote de semillas. En términos generales las semillas provenientes de umbelas primarias y secundarias son de mejor vigor.

Las flores se disponen en inflorescencias compuestas (umbelas de umbélulas), como muestra la Figura 34, son hermafrodita y constan de cinco sépalos, cinco pétalos y cinco anteras, el pistilo posee dos lóculos con un óvulo por lóculo. Potencialmente cada flor puede producir 2 semillas. También coexisten flores masculinas. Las umbelas de primer orden son la que tienen más flores.

Figura 34



Inflorescencia de zanahoria.
Foto: Julio Gaviola.

Figura 35



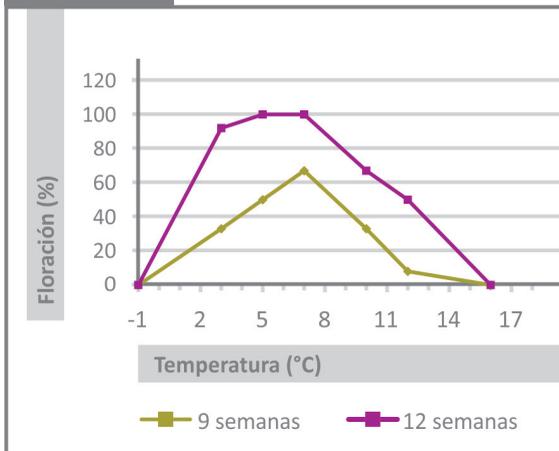
Semilla de zanahoria.
Foto: Jorge Valdéz.

Es una especie alógama y la polinización se realiza a través de insectos. La flor individualmente no se autofecunda ya que las anteras maduran y vuelcan el polen antes que el estigma esté receptivo (protandria). El aislamiento mínimo entre dos lotes de diferentes variedades no debe ser inferior a 1.000 m. Es común que las empresas contratantes exijan distancias superiores.

El fruto es un esquizocarpo formado por dos aquenios que se separan a la madurez, cada uno de estos aquenios es lo que comúnmente llamamos semilla. La semilla es acostillada, algo espinulescente, de color pardo y con un peso de mil semillas entre 0,9 y 2,0 g (Figura 35). Las variedades del tipo criolla poseen semillas más pesadas que las Flakeé y Chantenay.

6.1. Condiciones ambientales

Figura 36



Efecto de diferentes temperaturas constantes durante 9 o 12 semanas sobre la floración de zanahoria (Atherton et al.; 1990).

Los climas templados secos son los más adecuados para multiplicar esta especie. Lluvias durante la polinización dificultan este proceso por la baja actividad de los polinizadores.

La zanahoria necesita bajas temperaturas (óptimas entre 2 °C y 6 °C) para inducir la floración (vernalización) (Figura 36). Las plantas son receptivas a las bajas temperaturas solo después de haber alcanzado un determinado tamaño de crecimiento (ancho de raíz entre 0,5 y 1,0 cm o entre 6 y 8 hojas).

6.2. Métodos de producción

Método semilla-raíz-semilla

Sigue el ciclo bienal de la especie, primero se obtienen las raíces y posteriormente se cosecha, se seleccionan, se conservan y se plantan. El método requiere entre 14 y 17 meses, correspondiendo el tiempo menor para las zanahorias del tipo criollas. En el primer ciclo del método las épocas de siembra y cosecha coinciden con las que se emplean para la producción comercial de raíces.

Método semilla-semilla

El método reduce el tiempo necesario para obtener las semillas, pero no permite la selección de raíces. Se siembra a mediados del verano (enero) para llegar al invierno con plantas que tengan un tamaño adecuado para recibir el estímulo de las bajas temperaturas e inducirse. El ciclo demanda 12 meses. Con este método la semilla madre debe provenir necesariamente del método raíz-semilla.

Empleo de miniraíces

Figura 37



Miniraíces de la variedad Beatriz INTA obtenidas sembrando a principios de febrero y trasplantando a principios de agosto. Foto: Julio Gaviola.

Una variante intermedia respecto del tiempo de cultivo y las posibilidades de selección de raíces es el empleo de miniraíces (*steckling*). Estas son pequeñas raíces que se obtienen sembrando en canteros, tardíamente y con alta densidad. Una vez obtenidas, se cosechan y se trasplantan al campo definitivo de cultivo.

Las miniraíces respecto del método raíz-semilla ahorran tiempo. Respecto del método semilla-semilla facilitan la implantación de las variedades que poseen semillas poco vigorosas. Para la zona centro de Mendoza, y con la variedad Beatriz INTA, la mejor combinación para el manejo de las miniraíces fue la siembra a principios de febrero y el trasplante a principios de agosto con una densidad de 16,7 plantas.m².

Producción de semilla híbrida

Se necesitan dos líneas, una androestéril que se usa como planta madre y otra fértil que aporta el polen. Las semillas híbridas se cosechan de la línea androestéril y se polinizan con abejas. La relación de plantación entre estériles y fértiles es entre 2:1 y 4:1 según la variedad.

Selección de raíces, conservación y plantación

Cuando se emplea el método raíz-semilla se realiza la selección de las raíces luego de la cosecha y previo a la plantación. En una primera selección se eliminan las raíces que no tengan las características de la variedad que se multiplica. Se tiene en cuenta la forma, el color, el tamaño, la presencia de hombros verdes, rajaduras y la sanidad. La relación floema / xilema es una medida importante y para establecerla se tiene que hacer un corte transversal en la raíz, esta determinación se hace en lotes prebásicos o élites. Normalmente las raíces no se plantan de inmediato para evitar daños por frío en el campo (las plantas soportan hasta $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$) y el ataque de patógenos del suelo. Una correcta conservación de las raíces requiere temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y humedad cercana al 100 %. La época de plantación es a la salida del invierno, las raíces se plantan en surcos distanciadas entre 0,8 y 1,0 m colocando entre 4 y 6 raíces por metro, luego se cubren con tierra empleando una vertedera y tapándoles con 2 a 3 cm de tierra. Si las condiciones ambientales lo permiten se planta sobre suelo húmedo y no se riega hasta que aparezcan los primeros brotes.

6.3. Manejo de cultivo

La siembra para el método semilla-semilla se hace directamente en el terreno y se necesitan entre 1,0 y 1,5 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de semillas si se realiza a una cara en camas distanciadas a 80 cm entre sí. La época adecuada es el mes de enero, aunque las variedades criollas admiten un retraso de esta fecha, ya que necesitan menor cantidad de horas de frío para inducirse. La densidad final del cultivo no debería ser inferior a 20 plantas en el metro. Otra alternativa para la implantación del cultivo con el método semilla-semilla es por medio de plantas con cepellón obtenidas en bandejas (Figura 38). Se ha probado con éxito cepellones obtenidos en bandejas de 425 celdas con dos plantas por celda, distanciados 15 cm en la línea de trasplante. El aumento de la densidad del cultivo promueve una ramificación menor de las plantas y un rendimiento de semillas mayor. También se incrementa la participación porcentual de las semillas provenientes de los órdenes primarios y secundarios (Figura 39). Debido a la altura que alcanzan las plantas una vez florecidas, es muy importante aporcar cuando comienzan a emitir los escapos florales. Esta acción se puede reforzar colocando sostenes de madera con alambre.

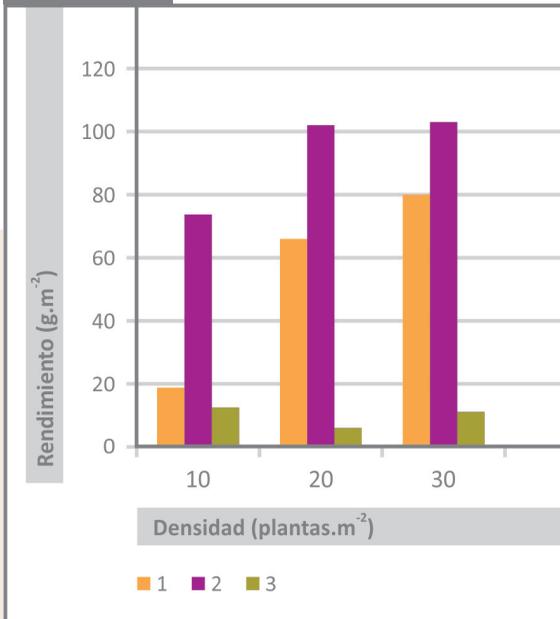
Durante la depuración varietal de primavera se eliminan las plantas con floración prematura y las que por su aspecto parezcan fuera de tipo o con problemas sanitarios. Esta depuración es un complemento de la selección de raíces cuando se emplea el método raíz-semilla y una

Figura 38



Plantas de zanahoria obtenidas en bandejas para su trasplante con cepellón. Foto: Julio Gaviola.

Figura 39



Rendimiento de semillas de umbelas primarias, secundarias y terciarias según la densidad del cultivo (método semilla-semilla), en zanahoria tipo Flakeé. Elaboración propia.

de las pocas selecciones posibles cuando se emplea el semilla-semilla. El riego se hace cuidando que no falte agua en las etapas vegetativas, de emisión y alargamiento del tallo floral y el llenado de las semillas. En zonas áridas se corta el riego cuando las semillas están próximas a cosecharse y con ello se logra una entrega más rápida.

Para facilitar la polinización se colocan 4-6 colmenas por hectárea en dos etapas, la mitad al 10 % de flores abiertas y el resto al 50 %. La zanahoria es una especie apetecida por las abejas. El control de las malezas es importante ya que contaminan el lote de semillas con sus propias semillas, afectando la calidad físico-botánica. Las semillas de malezas que con mayor frecuencia contaminan los lotes en la región cuyana son las de los géneros *Chenopodium* (yuyo blanco) y *Melilotus* (trébol). La tolerancia de semillas extrañas es hasta 0,5 % en peso.

Llama la atención la creciente presencia de semillas del género *Ammi*, apollo (*Ammi majus*) y perejilillo (*A. bisnaga*), en los lotes de semillas de zanahoria (Figura 40). La contaminación del cultivo con semillas de *Ammi* es grave ya que su control no es posible con ninguno de los herbicidas selectivos de zanahoria por tratarse de especies de la misma familia.

A continuación, se mencionan las principales plagas y enfermedades que se transmiten por semillas:

Figura 40



Inflorescencia con semillas maduras del género *Ammi* (izquierda) y zanahoria (derecha).
Foto: Ernesto Gabriel.

- Nemátodos** • *Ditylenchus dipsaci*
- Bacterias** • Tizón bacteriano (*Xanthomonas campestris pv carotae*)
- Hongos** • Tizón producido por hongos (*Alternaria alternata* y *A. dauci*)
• Tizón (*Cercospora carotae*)
• Podredumbre en raíces (*Alternaria radicina*; *Stemphylium sp.*)
• Fusariosis (*Fusarium sp.*)
• Oídio (*Erisiphe polygoni*)

6.4. Cosecha y manejo pos cosecha de semillas

Las semillas maduras presentan color pardo, en ese momento el contenido de humedad es cercano al 10 %. En cultivos de poca extensión las umbelas se cortan a medida que sus semillas están maduras. En cultivos comerciales una alternativa es cosechar a madurez de las umbelas secundarias. Operativamente las plantas se cortan o se arrancan, preferiblemente en la mañana temprano cuando la humedad ambiental es más alta, se secan en el campo durante 4 a 5 días y luego se trillan. Con este manipuleo puede haber pérdidas de semillas en el campo. Otra manera más tecnológica de hacer la cosecha es el empleo de corta-trilla, este tipo de cosecha se realiza en horas de la tarde cuando la temperatura es alta y la

humedad ambiental baja. Con esta modalidad es común acelerar el secado de las plantas empleando productos químicos desecantes, aplicados 48 horas antes del comienzo de la tarea. La trilladora debe regularse entre 800 y 1.000 rpm, según el diámetro del cilindro. Se debe cuidar no provocar daño mecánico, es común hallar en los análisis de laboratorio semillas partidas por causa de la trilla.

La limpieza de las semillas se realiza con la máquina aire-zaranda y la mesa densimétrica. Para mejorar el rendimiento de estos equipos conviene hacer un desaristado previo, que consiste en eliminar las espiniillas de las semillas mediante frotamiento sobre una superficie áspera (Figura 41). Las semillas deben mantenerse en un ambiente seco y fresco caso contrario pierden rápidamente su viabilidad. A medida que aumenta la temperatura y/o la humedad de las semillas la caída de la viabilidad es más pronunciada.

Figura 41



Equipo para desaristado de semillas de zanahoria.
Foto: Julio Gaviola.

6.5. Rendimiento de semillas

El rendimiento en semillas depende de muchos factores. Los que más influyen son el número de umbelas por unidad de superficie y el número de flores por umbela. El método semilla-semilla puede alcanzar mayores rendimientos que el raíz-semilla si se trabaja con altas densidades (más de 500.000 plantas por hectárea). Una escala valorativa de rendimientos para una variedad de zanahoria no híbrida es la siguiente:

- **Malo:** menos de 400 kg.ha⁻¹
- **Regular:** 400-600 kg.ha⁻¹
- **Bueno:** 600-800 kg.ha⁻¹
- **Muy bueno:** 800-1.000 kg.ha⁻¹
- **Excelente:** más de 1.000 kg.ha⁻¹

Si se multiplican híbridos los rendimientos por unidad de superficie son menores porque se cosechan sobre las líneas androestériles y porque estas líneas son menos atractivas para las abejas. En caso de multiplicar híbridos por contrato se debe indagar sobre el rendimiento potencial de este.

6.6. Calidad de semillas

La calidad de la semilla de zanahoria se puede definir solo para semilla de la Clase Identificada. El poder germinativo mínimo requerido es 70 %. La Pureza físico-botánica mínima es 97 % (materia inerte máxima: 2,5 %; semillas extrañas máxima: 0,5 %).

Producción de semillas de zapallo

La producción de semilla de zapallo de origen nacional se dirige principalmente a cultivares de las especies *Cucurbita maxima* y *C. moschata*, y en menor cantidad *C. pepo*. Entre estas especies existe un aumento importante de la oferta de cultivares híbridos, tanto de origen nacional como importado.

7.1. Condiciones ambientales

Las mejores zonas para la producción de semillas de zapallo son aquellas con clima templado, escasas precipitaciones, baja humedad ambiental y un período libre de heladas no inferior a 150 días. La influencia del ambiente sobre la calidad de las semillas está ampliamente demostrada, pudiendo manifestarse tanto en la cantidad como la calidad final del lote. Las temperaturas y la intensidad lumínica modifican la relación entre flores masculinas y femeninas, este fenómeno tiene mucha importancia en el manejo de la producción de semilla híbrida.

7.2. Manejo de cultivo

Aislamiento

Los zapallos son especies alógamas que necesitan de insectos para transportar el polen. Los diferentes tipos dentro de cada especie son compatibles entre sí (ejemplo entre zapallo del año y zapallito redondo del tronco) y también existen cruzamientos entre algunas especies de *Cucurbita*. Los cruzamientos con pepino, melón y sandía no ocurren. El aislamiento mínimo recomendado entre variedades o especies compatibles de zapallo es 1.000 m.

Implantación

Se siembra a campo pasado el peligro de las heladas tardías. El zapallo florece aunque la siembra se realice en épocas tardías, pero en áreas de ciclo libre de helada muy corto el rendimiento de frutos y semillas es menor.

Con los zapallos que producen guías del tipo Anco (Frontera INTA, Cuyano INTA), se recomiendan distancias entre hileras entre 2,0 y 2,5 m y entre plantas en la línea entre 0,75 y 1,0 m. El rendimiento de semillas es mayor con el uso de hilera simple. Con zapallos que no producen guías, del tipo zapallito redondo del tronco, las densidades aconsejadas son superiores. Comúnmente la separación entre hileras es de 1,0 m y entre plantas en la hilera de 0,5 m. Mientras mayor es la densidad en las variedades que forman guías, mayores son los inconvenientes para distinguir y arrancar las plantas fuera de tipo durante la labor de depuración varietal o *roguing*.

Fertilización y riego

El zapallo responde positivamente a las fertilizaciones fosfatadas y medianamente a las nitrogenadas, dependiendo del tipo de suelo, contenido de materia orgánica y de los cultivos anteriores. El fósforo conviene aplicarlo en presembrado, el nitrógeno, en cambio, se incorpora después de la emergencia y luego del inicio de la floración.

La semilla de zapallo necesita muy poca agua para germinar. En etapas posteriores el déficit hídrico se manifiesta en un primer momento con la pérdida de color de las hojas y posteriormente, en el rendimiento y calidad de frutos. El riego puede ser por surcos o goteo. El uso de este último tipo de riego con el complemento de coberturas de polietileno, mejora el rendimiento de frutos y semillas. El zapallo soporta cierto nivel de déficit hídrico en las distintas fases fenológicas sin que los rendimientos de semillas disminuyan significativamente. De todas maneras, el riego a plena demanda hídrica durante todo el ciclo del cultivo, asegura el mayor rendimiento de semillas.

Polinización

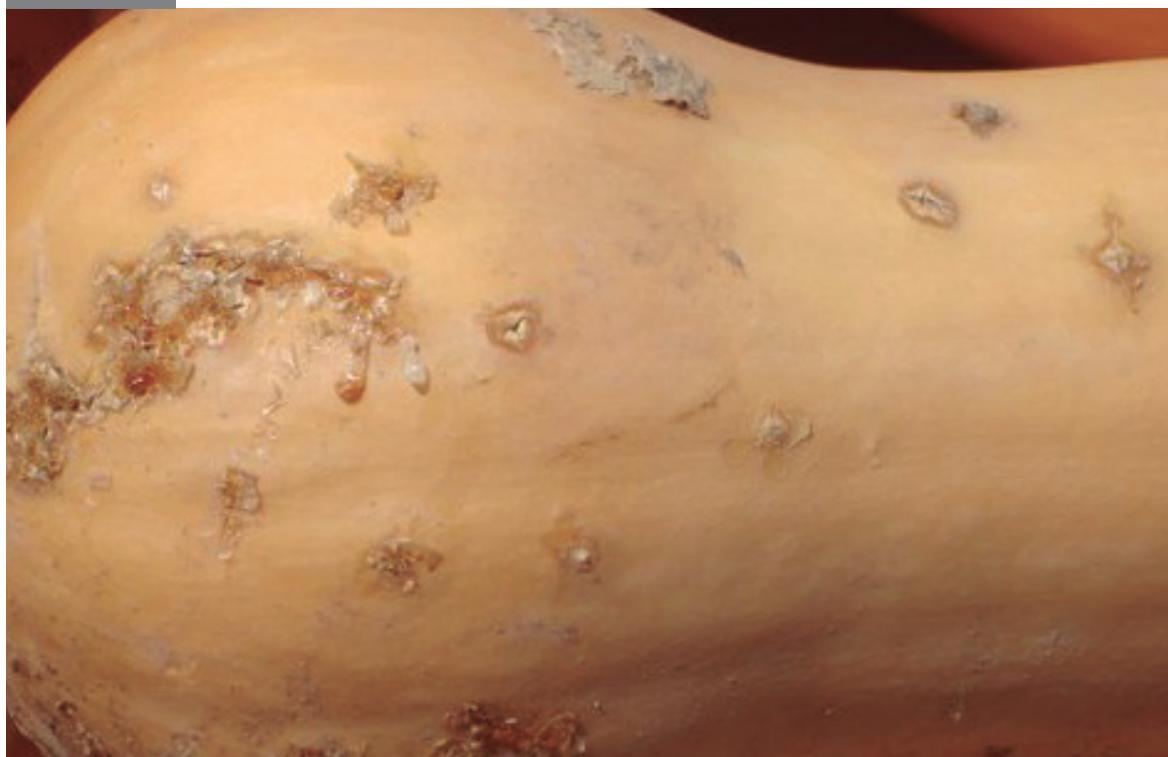
El ovario de las flores femeninas de los zapallos posee muchos óvulos por lo que potencialmente cada fruto puede producir un número importante de semillas. Como cada grano de polen puede fecundar un solo óvulo, se necesita una buena cantidad de granos de polen para fecundar la mayor cantidad posible de óvulos. Las flores sometidas a una intensa competencia de polen (más granos de polen por estigma) producen frutos mejor formados, con más semillas por fruto, e incluso las semillas son más vigorosas y poseen menor variación genética. La polinización se hace principalmente con abejas. Es normal colocar en el cultivo entre 4 y 6 colmenas por hectárea. Las abejas se introducen en forma paulatina, comenzando con el inicio de la floración hasta alcanzar el máximo de colmenas en la plenitud de esta fase.

Enfermedades transmitidas por las semillas

El listado de las principales enfermedades transmitidas por las semillas en zapallo es el siguiente:

- Hongos**
- Los hongos pueden estar presentes como cuerpos extraños: *Sclerotinia sclerotiorum*.
 - En los estudios sobre el estado sanitario de semillas de zapallo en el país predominan los hongos de poca o nula patogenicidad: *Epicoccum*, *Nigrospora*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Drechslera*, *Curvularia*.
 - También se encuentran presentes importantes patógenos: *Phoma-anamorfo*, *Didymella bryoniae*, *Colletotrichum orbiculare*, *Fusarium solani f. sp. cucurbitae*, *Cladosporium cucumerinum* (Sarna).
- Bacterias**
- *Acidovorax avenae ssp citrulli* (no se cita en la Argentina, pero en otros países es un serio problema para cucurbitáceas).
 - *Pseudomonas lacrymans* (mancha angular de la hoja).
 - *Xanthomonas campestris pv cucurbitae*.
- Virus**
- *Watermelon mosaic virus 2* (WMV 2).
 - *Papaya ringspot virus* antes *Watermelon mosaic virus 1* (WMV1).
 - Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV).
 - Virus mosaico del pepino (CMV).
 - Virus mosaico del zapallo (SMV).

Figura 42



Síntomas de bacteriosis en frutos.
Foto: Pedro Della Gaspera.

En la Región Cuyana se han detectado lotes de semilla de zapallo con bacterias del género *Xanthomonas* y *Pseudomonas*. En caso de presentarse la enfermedad a campo es necesario realizar análisis de sanidad de las semillas. Si el resultado es positivo, el lote se puede tratar con ácido clorhídrico a 1,25 % durante 30 minutos.

Depuración varietal o *roguing*

Las plantas fuera de tipo se eliminan lo antes posible para evitar que dispersen su polen. Para lograr esto es necesario determinar aquellas características varietales que se expresen tempranamente, lo que no es siempre posible. Hay que tener presente que cuando se encuentren plantas fuera de tipo en la etapa de frutos cuajados, sus flores ya dispersaron polen en el cultivo. El *roguing* según las características de los frutos se hace a campo cuando se alcanza la madurez, y se completa durante la extracción de semillas.

7.3. Cosecha y manejo poscosecha de semillas

El punto de cosecha de zapallo es inmediatamente después de alcanzada la madurez comercial, identificada porque los frutos toman su coloración característica (amarilla, crema u otro). Una excepción a lo mencionado son los zapallitos que se consumen inmaduros, en estos el punto de cosecha para semillas es posterior a la madurez comercial, cuando los frutos están fisiológicamente maduros. Para mejorar la homogeneidad conviene realizar al menos dos pasadas, de esta manera se recogen solo los frutos maduros (Figura 43). Existe la posibilidad de completar la maduración de las semillas de frutos inmaduros, dejándolas dentro de este una vez cosechados. En el cultivar Paquito INTA (*C. moschata*) se logra una mejora significativa de la calidad de semilla en los frutos inmaduros (frutos de 60 días medidos desde la apertura de la flor), dejándolos en galpón a temperatura ambiente durante 30 días. Una anomalía observada esporádicamente es la viviparidad, que consiste en la germinación anticipada de las semillas dentro del fruto (Figura 44).

Las modalidades de cosecha más empleadas son:

- **Cosecha y molienda mecanizada en el campo.** Se usan máquinas especialmente diseñada. Estas son autopropulsadas y recogen los frutos, los muelen y separan la pulpa de las semillas. La pulpa es esparcida en el campo y las semillas se guardan en un depósito para su posterior lavado y secado. Este sistema es apto para grandes superficies y tiene un alto rendimiento.
- **Cosecha y extracción de semillas manual con posterior fermentación.** Los frutos se cosechan manualmente. Posteriormente se corta su extremo distal, extrayendo una pequeña tapa para que deje libre la cavidad donde se hallan las semillas. Finalmente, con un sacabocado se extraen las semillas y se colocan en bidones de 200 L donde se las fermenta (Figura 45 y 46).

Figura 43



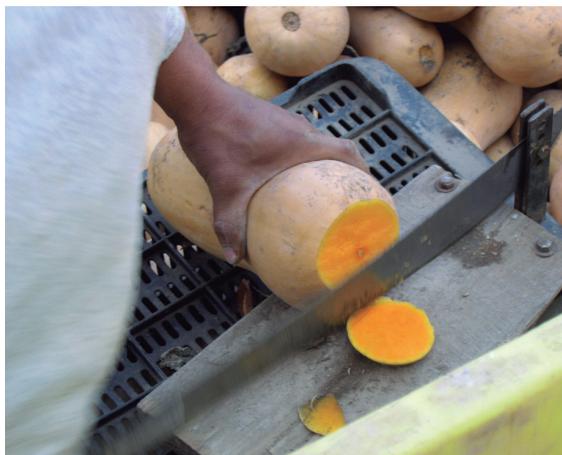
Recepción de frutos maduros a granel en la playa de extracción. Foto: Julio Gaviola.

Figura 44



Semillas de zapallo germinando dentro el fruto. Foto: Pedro Della Gaspera.

Figura 45



Corte de frutos para la extracción de semilla.
Fotos: Pedro Della Gaspera.

Figura 46



Frutos cortados y extracción de semilla.
Fotos: Julio Gaviola.

- **Cosecha manual y molienda mecánica.** Similar a la anterior hasta la extracción de las semillas del fruto. En este punto la masa de semillas y pulpa se lleva a un lugar, desde donde una cinta con cangilones la levanta haciéndola pasar por dos cilindros perforados y giratorios que separan las semillas. Las semillas extraídas de esta manera se lavan inmediatamente y no se fermentan (Figura 47).

Figura 47



Lagar cargado con la masa de pulpa y semillas extraídas manualmente. Se muestra también el elevador y la máquina extractora. Foto: Julio Gaviola.

Fermentación y lavado

La fermentación consiste en dejar la masa de semillas y pulpa en un recipiente a temperatura ambiente, durante 48-72 horas. Tiene como objetivo facilitar el lavado ya que durante este proceso la pulpa se ablanda y deja en libertad las semillas. Es una labor discutida y algunos semilleros sostienen que la calidad de las semillas se puede afectar negativamente, en especial si son semillas inmaduras. Luego de la fermentación se realiza el lavado mediante agitación y decantación.

Secado y envasado

El secado natural se hace colocando las semillas sobre zarandas al sol. Bajo estas condiciones el secado demanda entre 5 y 7 días y se alcanza un tenor de humedad entre 7 % y 8 % (Figura 48). La otra manera de realizar esta tarea es empleando equipos secadores que funcionan con una corriente forzada de aire que se regula entre 30 y 35 °C. De esta manera se acelera el proceso y en 12 horas se tiene la semilla seca (Figura 48). Los envases impermeables a la humedad requieren que las semillas no tengan una humedad superior al 7,0 %.

Figura 48



Secado de semillas en zarandas al sol (izquierda).
Máquina secadora de semillas de zapallo (derecha).
Fotos: Julio Gaviola.

7.4. Calidad de semillas

Los valores mínimos de poder germinativo y la pureza físico-botánica establecidos por la legislación argentina son del 80 % y 99 % respectivamente. El peso de 1000 semillas para zapallos tipo Anco varía entre 100 g y 150 g según cultivar. Algunos lotes pueden presentar dormición temporaria, esta normalmente desaparece luego de un período de conservación de 90-100 días.

7.5. Rendimiento de semillas

Como consecuencia de las distintas especies y tipos que abarcan los zapallos comestibles, existe una gran variabilidad en los rendimientos de semilla. El principal componente de rendimiento es el número de frutos y en segundo lugar el número de semillas por fruto. En general para la obtención de semillas son preferibles los frutos medianos a los grandes. Si se relaciona el rendimiento de semilla respecto del peso de frutos, los valores oscilan entre 0,7 y 2,0 % en peso. El rendimiento de semilla por hectárea en cultivares del tipo Anco oscila entre 150 y 200 kg; para zapallito redondo del tronco entre 500 y 600 kg y para el tipo criollo crespo entre 200 y 250 kg.

7.6. Producción de semilla híbrida

El uso de semillas híbridas de zapallo ha alcanzado en el mundo una extensión importante. Se trata de semillas de alto valor económico con costosos programas de desarrollo varietal. Para la producción de semilla híbrida de zapallo se utiliza la técnica del cruzamiento manual entre las líneas padre. Las plantas son monoicas y con flores grandes, características que facilitan esta técnica. Una alternativa que demanda menos mano de obra, y por ello, disminuye costos, es el empleo etefón (etileno) para provocar esterilidad masculina. Esta hormona se aplica sobre las hojas a campo; se citan numerosas combinaciones de dosis y momentos.

Procesamiento de semillas hortícolas

8.1. Planta de procesamiento de semillas

El procesamiento se realiza para preservar la calidad y el potencial de almacenamiento de los lotes de semillas. Se puede mejorar la calidad de un lote, pero no el de una semilla individual, por el contrario, esta última irá perdiendo calidad con el tiempo.

Los volúmenes de semillas que se trabajan en las plantas hortícolas son pequeños si se los compara con sus similares de granos. Existe gran diversidad de volúmenes entre las especies que se procesan, si bien algunas tienen semillas grandes como el poroto para chaucha, arveja y maíz para choclo; la mayoría como lechuga, cebolla, tomate, pimiento, repollo y zanahoria, son de poco volumen. Al momento de llegada los lotes se pesan, se identifican y se muestrean para hacer un análisis de calidad inicial. Si no se procesan de inmediato, hay que contemplar las siguientes recomendaciones:

- Evitar el exceso de humedad de los frutos y/o de las semillas en los momentos previos al secado.
- Evitar pudriciones de los frutos cosechados a granel.
- Eliminar restos de hojas, tallos u otros órganos de gran tamaño que aporten humedad a la masa de frutos y semillas.

Es imprescindible impedir las mezclas mecánicas entre lotes, especialmente cuando difieren respecto de la especie o el cultivar. Esta es la norma básica que se requiere tanto en los equipos de limpieza y clasificación como en los envases durante la conservación en depósito.

8.2. Trillado de semillas

La trilla se define como la separación de las semillas de los frutos secos. En hortalizas esta labor se efectúa en cebolla, zanahoria, crucíferas, arveja y poroto, entre las más comunes. La trilladora más adecuada se determina en función de la eficiencia y de la modalidad del trabajo. Una trilladora es eficiente cuando separa correctamente las semillas de los frutos, con un descarte mínimo de semillas buenas y un rendimiento adecuado. Existen numerosas marcas comerciales que proveen trilladoras, aunque su número se reduce considerablemente si se desean equipos con características específicas para una determinada semilla

de hortaliza, por lo que no siempre es fácil conseguir el modelo más adecuado a las necesidades de este grupo de especies. Según la modalidad de trabajo las trilladoras pueden ser corta-trilla a campo o estacionarias. La corta trilla, también conocida como combinada, se emplea directamente en el campo y se efectúa en forma conjunta el corte y la trilla. Se usan en cultivos de zanahoria, remolacha, rabanito, poroto y arveja. Para facilitar la corta-trilla a campo se pulveriza el cultivo con desecantes químicos (diquat, paraquat), de esta manera se uniformiza el secado de las plantas. En cultivos de rabanito y remolacha se logra disminuir la humedad de las semillas entre 20 y 25 % en 5 días, sin afectar la calidad, con el uso de desecantes. En zanahoria se emplea con éxito 0,6 L.ha⁻¹ de paraquat aplicado con el 50 % de las umbelas secundarias maduras. En las trilladoras estacionarias los frutos se cosechan, se secan y se llevan a la planta de semillas para su trillado. Esta manera de operar es común con cebolla y pequeños lotes de otras hortalizas. Para la puesta a punto de la trilladora se consideran las siguientes regulaciones:

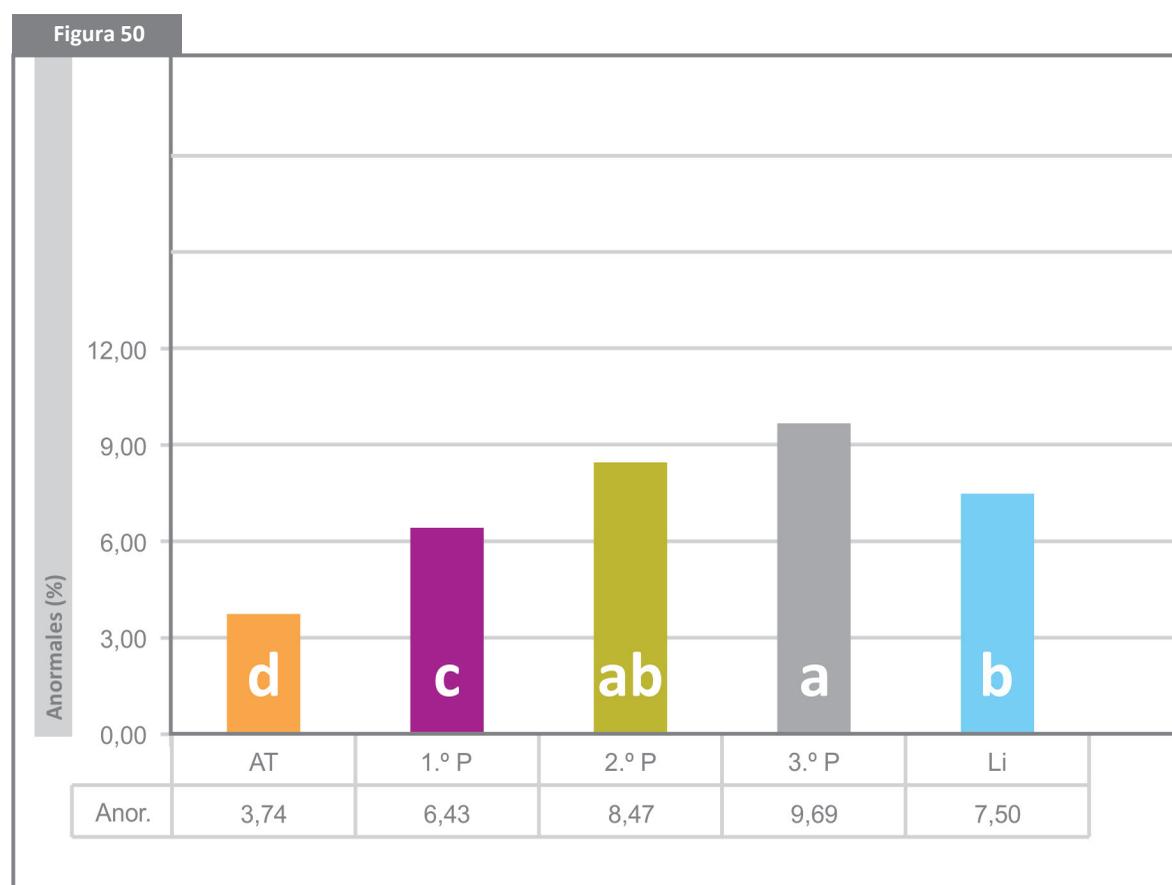
- **Velocidad del cilindro.** Se considera la velocidad tangencial del cilindro, la que depende del diámetro y de las revoluciones de este. Una misma velocidad tangencial se puede alcanzar con diferentes revoluciones si se modifica el diámetro del cilindro. En poroto se recomienda una velocidad tangencial de 4,5 m.s⁻¹, una velocidad mayor provoca daño mecánico. Para alfalfa se emplean velocidades cercanas a 25 m.s⁻¹, que corresponde a 950 rpm para un diámetro de 510 mm.
- **Separación entre el cilindro y el cóncavo.** En esta regulación normalmente hay dos medidas, una adelante y otra atrás, la primera es mayor que la segunda; ejemplo, para poroto se recomienda usar 29 mm y 19 mm respectivamente. Si la separación es mayor que la óptima no se realiza una buena trilla, por el contrario, si es menor, se incrementa el daño mecánico.
- **Zarandas.** La correcta elección facilita las tareas de limpieza posteriores. Se eligen según la forma y el tamaño de las semillas. En hortalizas predominan las zarandas con orificios circulares y oblongos.

Figura 49



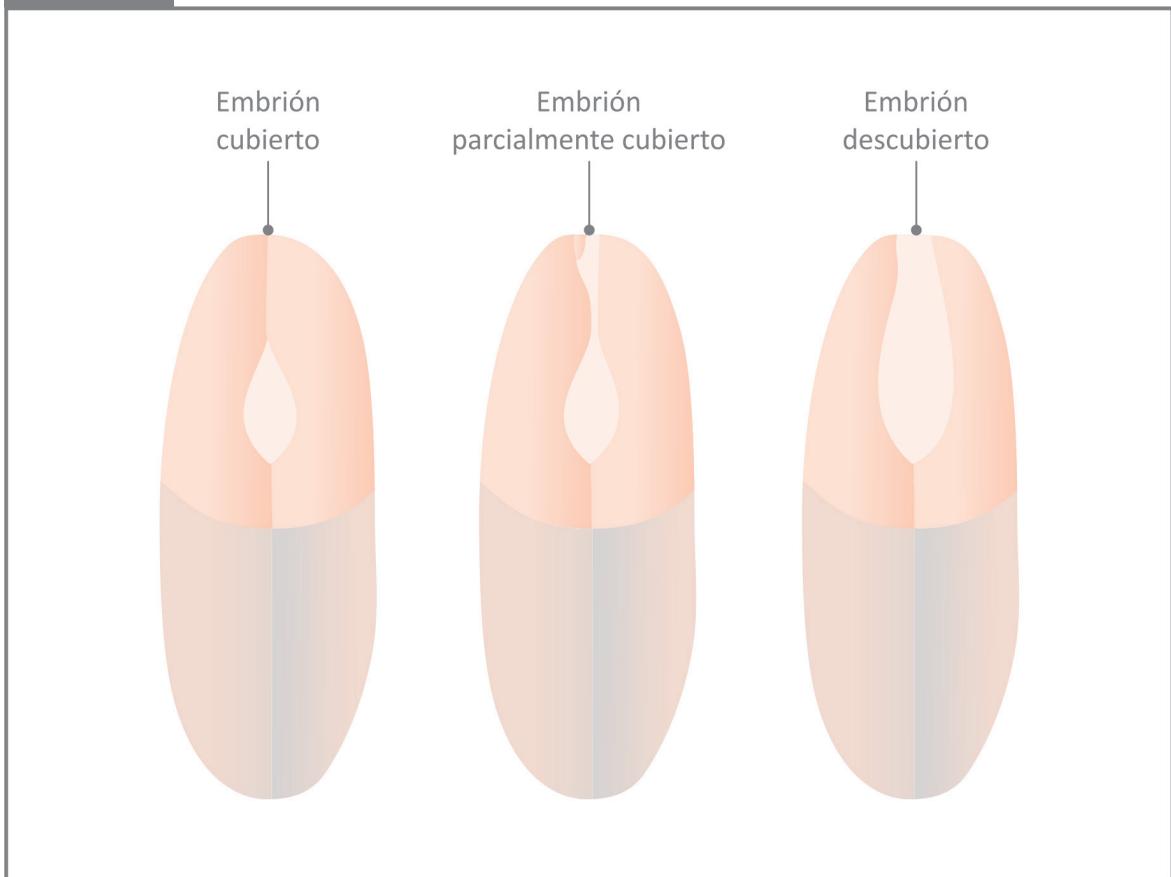
Trilladora de cebolla usada en playa de cemento (izquierda) para la trilla de umbelas acordonadas y secas (derecha).
Fotos: Julio Gaviola.

La trilla siempre provoca un cierto nivel de daño mecánico y que debe minimizarse. Las lesiones que se producen en las estructuras de protección de las semillas durante la trilla, a veces no son perceptibles a simple vista. Los daños en los tegumentos seminales afectan negativamente el poder germinativo de las semillas, ya sea porque se produce una imbibición rápida y/o por la liberación excesiva de sustancias orgánicas o minerales durante la referida etapa. En algunas ocasiones los daños son manifiestos y se observan por la presencia de semillas partidas. En cebolla es común la rotura de la radícula del embrión a consecuencia de la trilla (Figura 49). En esta especie se ha determinado un aumento del porcentaje de plántulas anormales de casi 6 % luego de tres pasadas por la trilladora (Figura 50). La principal anomalía hallada por efecto de la trilla es la falta de la raíz primaria en las plántulas. La gravedad del daño mecánico en semilla de poroto está en relación con el lugar de la semilla donde se produce, así el efecto negativo es mayor si ocurre en la zona de inserción del eje embrionario con los cotiledones; a su vez el daño está relacionado con el genotipo; los cultivares con hipocótilo más expuesto son los más susceptibles al daño durante la trilla (Figura 51).



Porcentaje de plántulas anormales en semillas de cebolla antes de la trilla (AT), luego de distinto número de pasadas (P) por la trilladora, y luego de mezclas y ventiladas las tres pasadas (Gaviola et al., 2000).

Figura 51



Semillas de poroto clasificadas de acuerdo a la exposición que presenta el hipocótilo (izquierda más expuesto, derecha menos). El tegumento seminal ha sido extraído de la parte superior para mostrar las diferentes coberturas del cotiledón sobre el eje embrionario (Bay et al., 1995).

8.3. Extracción de semillas de frutos pulposos

Los frutos pulposos son aquellos que al momento de madurez de las semillas presentan un elevado contenido de agua. Dentro de este grupo se destacan tomate, melón y zapallo.

Molienda

Los frutos pulposos se muelen con moledoras y posteriormente mediante un sistema de tamices se separan las semillas de los restos de frutos. A diferencia de la trilla es difícil que durante la molienda ocurra daño mecánico ya que los frutos poseen abundante agua o se agrega durante el proceso. El agua junto con los mucílagos que poseen algunas semillas, tal el caso de zapallo, tomate y melón, protegen al tegumento seminal contra el daño mecánico.

Fermentación

Las semillas se fermentan luego de la molienda. Los objetivos de esta tarea son:

- Favorecer el lavado y eliminar los mucílagos.
- Controlar algunas bacterias fitopatógenas transmitidas por las semillas, son los casos del cancro y la mancha bacteriana en tomate.

Durante la fermentación se controla el tiempo y la temperatura, ambos están relacionados inversamente. Para pepino se recomienda 4 a 6 días de fermentación a 18 °C y para tomate 24 a 48 horas a 26 °C. La fermentación es una práctica discutida y a veces no aconsejada. Si la fermentación es inadecuada, algunas semillas se dañan o pueden comenzar a germinar. En melón, pepino y sandía se ha observado que mejora la calidad de las semillas inmaduras y no afecta a las maduras.

Digestión química

Reemplaza a la fermentación microbiológica, es un proceso más rápido que esta última, pero como contrapartida requiere cuidados especiales en el manipuleo de los productos químicos. El producto más usado es el ácido clorhídrico. Otros son el ácido acético y el carbonato de sodio. En todos los casos hay que lavar las semillas inmediatamente después del tratamiento. En berenjena el tratamiento químico es negativo para la calidad de las semillas, afectándola en el mediano plazo.

Lavado de las semillas

Se realiza al concluir la fermentación para separar las semillas de las impurezas y de las semillas vanas. El agua permite una buena separación sobre la base del peso específico. Un efecto positivo complementario del lavado es que facilita la eliminación de algunos inhibidores de la germinación. Para mecanizar esta tarea se usan recipientes en serie donde las semillas y las impurezas se separan por agitaciones y decantaciones sucesivas. Otra manera es el empleo de canaletas con pendiente y obstáculos, que separan las semillas por decantación y las impurezas por sobrenadado. Finalizado el lavado, se realiza una centrifugación para eliminar el agua libre de las semillas.

Secado de semillas

El secado correcto es la base de la conservación de las semillas, por esta razón se tiene que controlar muy bien la ejecución de esta etapa. En condiciones naturales las semillas alcanzan

un contenido de humedad que está en equilibrio con el medio que las rodea. El valor en el que se produce dicho equilibrio depende de la humedad relativa y la temperatura del ambiente, y de la especie. Esto último se relaciona con la constitución química preponderante de las semillas, las aceitosas alcanzan un equilibrio a valores más bajos que las amiláceas (Figura 52).

| Figura 52 | | | | |
|------------------------------|-----|-----|-----|------|
| Humedad del aire a 25 °C (%) | | | | |
| Especie | 20 | 30 | 45 | 60 |
| Cebolla | 6,8 | 8,0 | 9,5 | 11,2 |
| Tomate | 5,0 | 6,3 | 7,8 | 9,2 |
| Sandía | 4,8 | 6,1 | 7,6 | 8,8 |
| Pepino | 4,5 | 5,6 | 7,1 | 8,4 |

Valor de equilibrio del contenido de humedad de semillas hortícolas a 25 °C y diferente humedad ambiental (Copeland y Donald, 1995).

El secado natural se realiza en zonas con climas secos y soleados. Es un secado agresivo que puede dañar la calidad del lote si se hace directamente al sol en época estival, esto se ha detectado con cebolla en Mendoza. Conviene secar las semillas sobre zarandas para que el aire circule y para movilizarlas y resguardarlas en caso de lluvias. Mediante el secado natural a la sombra, en las condiciones climáticas de Mendoza, las semillas de cebolla alcanzan alrededor del 9 % de humedad al cabo de 15 días.

El secado artificial se efectúa haciendo circular una corriente de aire a través de las semillas. Es recomendable que la temperatura de las semillas no supere los 35 °C durante el proceso; si la temperatura es mayor, se deteriora el poder germinativo o el vigor. En general una semilla con baja humedad resiste temperaturas mayores que otra con alta humedad. Los equipos más específicos secan a 15 °C ya que la premisa es deshumificar el aire y no calentarlo. El secado a bajas temperatura asegura un daño mínimo durante este proceso. Cuando el secado es muy rápido se producen daños por resquebrajamiento del tegumento seminal, esto se conoce como sobresecado. Si el secado es muy lento la calidad de las semillas se deteriora, especialmente si se parte de semillas con contenido de humedad intermedio; esto se ha observado en arveja con humedad entre 0,8 y 1,5 g agua.g⁻¹ de materia seca.

El secado en cámaras es el que más se asemeja a lo que ocurre en la naturaleza y el que provoca menores daños en las semillas. Consiste en colocar las semillas en recipientes permeables dentro de una cámara con temperatura y humedad controlada, al cabo de un cierto tiempo, semanas o meses, las semillas equilibran su humedad con el medio. Para este proceso es necesario que la humedad inicial de las semillas sea baja (menor al 12 %).

El envasado en recipientes herméticos requiere que las semillas tengan bajos tenores de humedad para evitar el rehumedecimiento. En general los valores de humedad recomendados son entre 4 y 6 % y estos tenores se logran con estufas o en cámaras.

Escarificación física

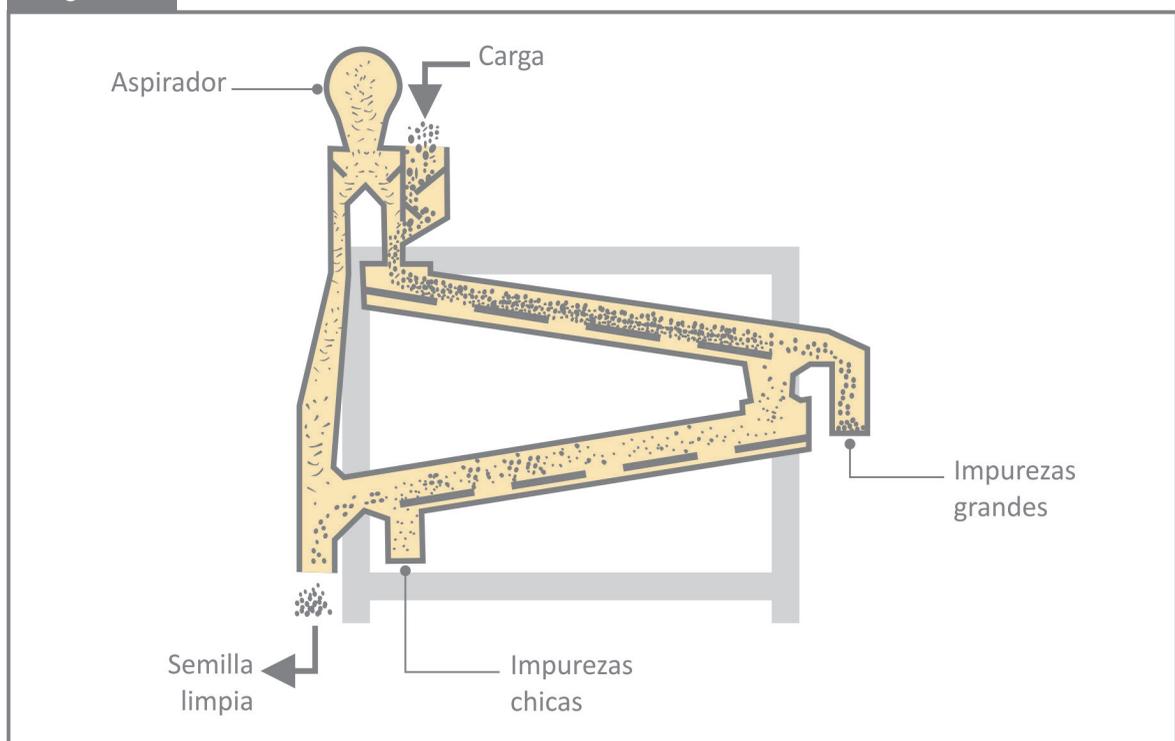
La escarificación física es la remoción parcial o total de las cubiertas de las semillas o los frutos usados como propágulos. Esta tarea consiste en eliminar pubescencias y/o asperezas de las semilla o frutos para facilitar el procesamiento posterior. También mejora le eficiencia de la siembra mecánica a campo. La escarificación se realiza con semillas secas. Las máquinas para el escarificado físico se las denomina desaristadoras. Ejemplos de semillas que se escarifican son zanahoria, espinaca y tomate. Las semillas de híbridos triploides de sandía se escarifican para mejorar la germinación.

8.4. Limpieza y clasificación

Los objetivos de la limpieza son separar las impurezas y las semillas vanas. La clasificación se hace en función del tamaño, color, peso específico, longitud, espesor, textura u otra propiedad física que diferencie las semillas de los contaminantes. De esta manera se mejora la calidad del lote. Los equipos más empleados son:

- **Prelimpiadoras:** separan las impurezas más gruesas. Efectúan un trabajo de alto rendimiento y baja eficacia.
- **Aire-zaranda:** es la máquina de limpieza básica, trabaja por la acción de corrientes de aire y zarandas que difieren en forma y tamaño (Figura 53).

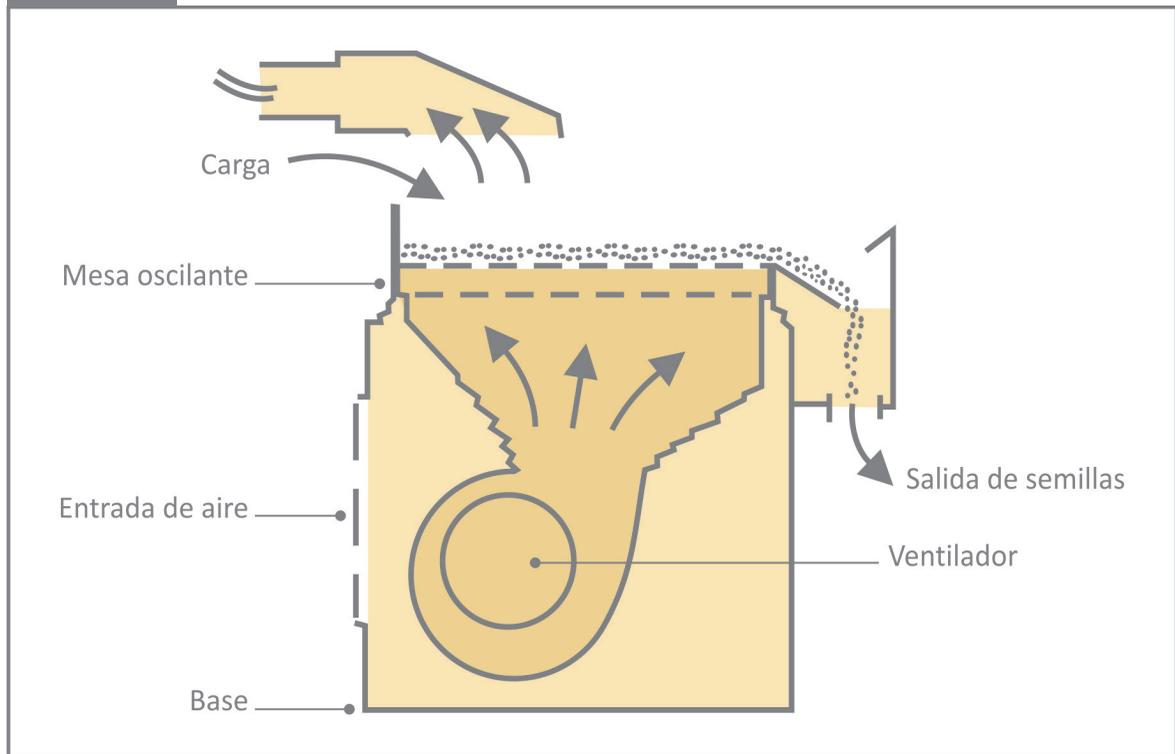
Figura 53



Esquema de una máquina aire-zaranda. Elaboración propia.

- **Mesa de gravedad:** separa en función del peso específico. Constituye también una de las piezas básicas de la planta de beneficio de semillas (Figura 54). En algunas especies las semillas de mayor peso específico tienen un mejor comportamiento a campo, es el caso de la zanahoria; por el contrario, las semillas más densas son las más inmaduras en apio y por ello las menos vigorosas. En otras hortalizas el peso específico es indiferente para el comportamiento posterior a campo, como en la cebolla y en el tomate.

Figura 54



Esquema de una mesa de gravedad. Elaboración propia.

Tamañadoras y separadoras por color, forma, textura, y afinidad a los líquidos, son alguno de los equipos usados para completar la clasificación de las semillas. Los equipos mencionados se regulan para lograr un trabajo eficiente, esta tarea es específica para cada tipo de máquina y cada especie que se trabaje. Siempre es necesario efectuar retoques en la calibración cuando se cambia de lote, aunque sean de la misma especie.

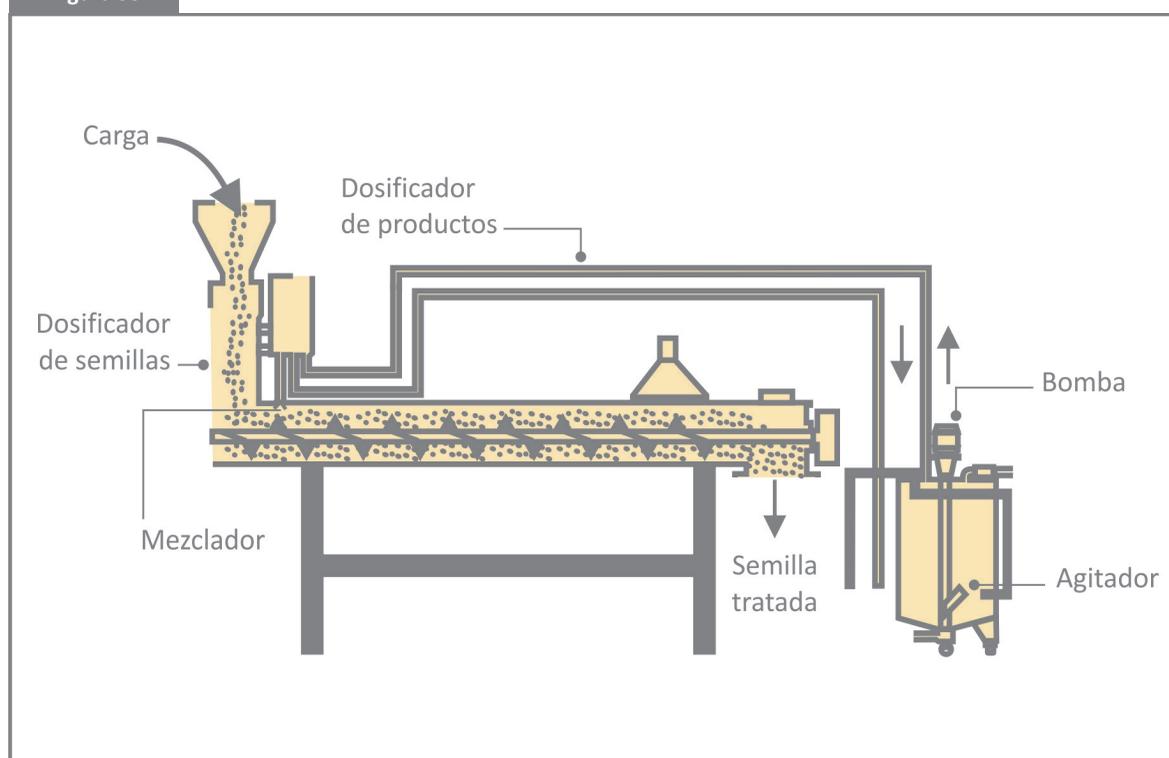
8.5. Tratamientos sanitarios

Se realizan para eliminar plagas, hongos, bacterias y virus que pudieran ser transportadas por las semillas.

Tratamientos sanitarios químicos

- **Inmersión:** es el menos adecuado por el mojado de las semillas, por ello se usa muy poco. La fermentación podría ser un tratamiento de este tipo.
- **Espolvoreo:** se aplican productos formulados en polvo. Es también un tratamiento poco empleado porque no es muy eficaz y además es insalubre para los operarios que lo realizan.
- **Embarrado (slurry):** el producto sanitario se disuelve en agua a una alta concentración y se agrega a las semillas. Debido a la baja cantidad de agua que se incorpora, 1 a 3 L por tonelada, no modifica la humedad de las semillas. Estas se pueden envasar inmediatamente después de tratadas (Figura 55). La desventaja de este sistema es que el producto no se aplica uniformemente y que se desprende durante el transporte y manipuleo de las semillas.

Figura 55



Esquema de una curadora tipo slurry. Elaboración propia.

- **Fumigación:** se usan productos que vaporizan bajo las presiones normales. Deben aplicarse en cámaras herméticas para que actúen durante un lapso determinado. Son muy empleadas para tratar semillas de poroto y arveja contra gorgojos. En general no dejan residuos luego de ventilados. El producto más usado en fumigaciones es el fosforo de aluminio.

Cuadro 6

| Tipo | Ingrediente activo |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fungicida | Benomyl – bitertanol – captam – carbendazin – carboxin – difenoconazole – diniconazole – fenpiclonil – iprodione – mancozeb – metalaxyl – metconazole – quintozone – pencycuron – tebuconazole – thiram – thiabendazole – triadimenol – triazoxide |
| Insecticidas | Acetamiprid – bentiocarb – benfuracarb – carbofuran – carbusulfan – chlorpirifos – imidacloprid – isofenphos – tefluthrin – fipronil |
| Bactericidas | Bronopol – hidróxido de cobre – kasugamycin – ácido oxolínico – estreptomicina – ácido clorhídrico |
| Nematicida | Fenitrothion – fenithion – cartap – benomyl |

Biocidas más utilizados en la desinfección de semillas.

Tendencia sobre el uso de plaguicidas

Existe una tendencia a no tratar las semillas con productos plaguicidas, sin embargo, se considera que es un medio adecuado y de bajo impacto ambiental para la lucha contra las enfermedades y plagas. En Europa las semillas de remolacha azucarera se peletizan y se tratan con imidacloprid en dosis de 90 g i.a cada 100.000 semillas, con este tratamiento se controlan bien algunos insectos como los trips. Si estos insectos se controlaran con aplicaciones convencionales en el campo, se emplearía entre 4,5 y 6,8 kg de producto para las 100.000 plantas. Algo similar ocurre con el empleo de cyromazine en semillas de cebolla peletizada para el control en el campo de la mosca (*Delia antiqua*). Este producto aplicado a las semillas conjuntamente con tratamientos de películas o de peletizado, consigue un alto porcentaje de control y un bajo impacto ambiental.

Tratamientos sanitarios físicos

La inmersión de semillas en agua caliente ha dado resultados positivos en el control de ciertos hongos, aunque la desventaja del método es el remojo del lote. Ejemplo es el tratamiento de semillas de zanahoria a 54 °C por 20 minutos para el control de *Alternaria dauci*. Otro tipo de tratamiento físico es el uso de calor seco mediante el empleo de estufas. Con este método se ha tenido éxito en el control de patógenos en semillas de cucurbitáceas, solanáceas y brasicáceas, además de lechuga, espinaca y zanahoria. Las semillas deben tener bajo contenido de humedad (menor al 4 %) antes de someterlas al calor y el tratamiento se hace en etapas con temperaturas crecientes, por ejemplo, 24 horas a 35 °C, luego 24 horas a 50 °C y finalmente 48 horas a 75 °C. Al final la temperatura debe bajarse lentamente y la humedad de las semillas se lleva al 6 %. Las semillas inmaduras son más proclives a dañarse a consecuencia de estos tratamientos físicos con calor.

Tratamientos sanitarios biológicos

Algunos microorganismos agregados a las semillas ejercen diferentes efectos beneficiosos sobre las semillas germinantes. A veces actúan antagónicamente contra las especies patógenas, otras compiten con estas últimas ya que crecen rápidamente alrededor de la plántula evitando la invasión, otra manera de actuar es favoreciendo el crecimiento de las plántulas por una acción simbiótica positiva. Los microorganismos que se emplean son principalmente hongos del género *Trichoderma* y bacterias de los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas*. Comercialmente hay un producto a base de *Trichoderma* que se agrega a las semillas de los maíces dulces híbridos, caracterizadas por el bajo vigor. Con este tratamiento se logra una emergencia mejor e inclusive, un mayor rendimiento final del cultivo. También se dispone comercialmente de formulaciones que poseen la bacteria *Bacillus subtilis*. Experimentalmente se ha utilizado *Pseudomonas aureofaciens* en tomate, conjuntamente con un tratamiento de *priming*, y ha dado resultado positivo en suelos infectados con *Pythium ultimum*, equiparando la emergencia a los tratamientos con metalaxyl. En repollo se ha probado *Bacillus polymyxa* agregado a las semillas, lo que resultó efectivo contra *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* y *Alternaria brassicicola*.

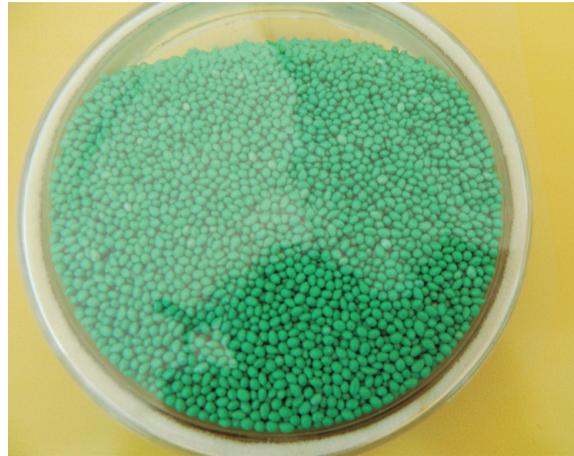
8.6. Acondicionamiento de semillas

Peletizado

Consiste en recubrir las semillas con una capa inerte para homogeneizar su forma y tamaño, en su construcción se usan polvos inertes y un cementante para que le dé rigidez. Las sustancias de relleno deben ser hidrófilas, no ofrecer resistencia al embrión cuando comienza a germinar, de granulometría homogénea, además deben permitir una buena cobertura e intercambio gaseoso y lógicamente no tienen que ser fitotóxicas. Se usan talcos, arcillas, arena fina, carbonato de calcio y derivados de la celulosa. Las semillas peletizadas mantienen su capacidad de conservación en forma similar a las semillas desnudas. Respecto del cemento se ha logrado buen resultado con acetato de polivinila (PVA), pero también se han probado azúcares, almidón, arcillas y goma arábiga. El peletizado se ha empleado con éxito en remolacha, cebolla, lechuga y semillas pequeñas. Operativamente facilita la siembra con sembradoras mecánicas ya que estas máquinas necesitan semillas grandes, pesadas y redondas (Figura 56).

Existen fórmulas de peletizados denominadas split porque se dividen o agrietan rápidamente para que las semillas no sufran anaerobiosis, es el más común y se usa en lechuga, pimiento y cebolla. Las semillas peletizadas aumentan su peso en forma considerable, aunque varía según el tratamiento. Los tratamientos minipill incrementan entre 6-25 veces el peso, los tratamientos standard pill entre 15-25 veces. Casos extremos son las semillas de tabaco y begonia en las que el peso se incrementa 100 veces.

Figura 56



Equipo para peletizado de semillas (izquierda) y semillas peletizadas (derecha). Fotos: Julio Gaviola.

El peletizado se puede combinar con insecticidas, fungicidas y reguladores de crecimiento. La incrustación es un sistema de recubrimiento de semillas similar al peletizado, se diferencia en que tienen menor carga inerte y por ello el peso de las semillas no se incrementa tanto (entre 50 y 200 %), además no pierden la forma original. Se lo emplea en maíces dulces.

Películas (*film coating*)

Es una capa o película protectora muy fina ($< 0,1$ mm) que se aplica sobre la superficie de las semillas, de esta manera mantienen su tamaño y forma natural (Figura 57). El sistema mejora la presentación y es un medio adecuado para proteger los fungicidas, insecticidas y microelementos que se pudieran combinar. Estas películas se desarrollan especialmente para semillas, se adquieren en latas en forma semejante a las pinturas comunes. Se aplican asperjando sobre las semillas y luego se dejan secar.

Figura 57



Semillas de zapallo recubiertas con película coloreada. Foto: Pedro Della Gaspera.

Los polímeros empleados pueden ser hidrofílicos o hidrofóbicos, los primeros mejoran la captación de agua; en tanto que los segundos reducen el movimiento de agua hacia la semilla disminuyendo los daños causados por la imbibición rápida. Estas películas se usan en cucurbitáceas, lechuga, cebolla y aumentan el peso de las semillas solo entre 3-20 %, por lo que se ahorra el flete respecto del peletizado. Las semillas con películas son ideales para sembradoras neumáticas ya que estas requieren semillas lisas, livianas y que no tengan polvo. El uso de colorantes en las películas permite visualizar mejor las semillas en el suelo y facilita la identificación de variedades si se emplean colores diferentes entre estas. Las películas pueden agregarse a una semilla peletizada en la etapa final de este proceso, así se logra una cobertura libre de polvo y más estable.

Se han desarrollado películas con permeabilidad selectiva al agua dependiente de la temperatura. Estas actúan como impermeables a bajas temperaturas, evitando la germinación y los daños por imbibición rápida en frío, y cuando la temperatura del suelo se incrementa aumenta su permeabilidad. Con este objetivo se han probado en semillas de poroto y maíz dulce.

Osmoacondicionamiento (*priming*)

El *priming* se lo define como una hidratación controlada de las semillas, necesaria para que provoque la actividad metabólica de la germinación sin que se produzca la emergencia de la radícula. También se lo denomina osmoacondicionamiento o vigorizado. Los lotes tratados con *priming* poseen una germinación más rápida y homogénea.

El tratamiento más simple consiste en sumergir las semillas en agua a una determinada temperatura y por un tiempo limitado. Se lo llama también *hidropriming*. Otra forma más precisa de realizar el *priming* es usando soluciones osmóticas o medios de alto potencial mátrico para producir una imbibición controlada. En cualquier caso, una vez efectuado el tratamiento las semillas se secan. Los factores que se regulan para obtener un correcto osmoacondicionamiento son el producto osmótico (sales o polietilén glicol), su concentración, tiempo de tratamiento, la temperatura de trabajo, la necesidad o no de aireación durante el proceso y la manera de efectuar el secado (temperatura y tiempo). Las semillas de cada especie o cultivar tienen una combinación óptima de estos factores y hay que determinarla prácticamente.

El *priming* comercialmente se lo emplea en lechuga, solanáceas, crucíferas y cucurbitáceas. En lechuga también se lo conoce como termocura porque permite que las semillas germinen a altas temperaturas (hasta 35 °C). Contrariamente, en cucurbitáceas y tomate facilita la germinación a bajas temperaturas. Semillas de melón osmoacondicionadas con CINa se adaptan mejor a los suelos salinos.

Las semillas con *priming* mantienen las ventajas del tratamiento durante un tiempo variable según la especie. Algunas referencias indican que para las solanáceas es de 18 meses, lechuga 12 meses, cebolla y zanahoria 6 meses y apio 3 meses. Un objetivo importante en la investigación sobre este tema es aumentar la vida útil del osmoacondicionamiento luego del secado.

El *priming* presenta algunos inconvenientes. El principal es que las semillas tratadas poseen menos capacidad de conservación que las no tratadas, en lechuga se demostró esto. También se menciona el agravamiento de problemas sanitarios, es el caso de semillas de zanahoria con alta o mediana contaminación con *Alternaria* sp., en las que se incrementa la incidencia de este patógeno por efecto del *priming*.

Pregerminación

Para lograr el máximo de germinación y uniformidad en las semillas se emplea la pregerminación. De esta manera se seleccionan solo aquellas semillas que germinan en un determinado tiempo y el resto se elimina. Como las semillas no son tolerantes a la desecación luego de la emisión de la radícula, este tipo de semillas deben ser sembradas en húmedo e inmediatamente después del tratamiento de pregerminado. Esto último constituye el principal inconveniente del método.

Tratamientos electromagnéticos

Los tratamientos electromagnéticos se realizan ubicando las semillas entre el ánodo y el cátodo para aplicarles un "flash" eléctrico de una fracción de microamperes. Luego se llevan a depósito y se las mantiene durante 30 días. De esta manera con zanahoria se logró una mejor emergencia, especialmente bajo condiciones de estrés. Los fundamentos teóricos de este proceso son desconocidos, pero se los asocia a la producción de antioxidantes. A nivel experimental se ha probado en espárrago, lográndose una imbibición y germinación más rápida y un mayor poder germinativo final. En arveja se lograron mejoras del tamaño y peso de las plántulas, cuando las semillas se colocaron en un campo magnético (125 mT o 250 mT) durante la imbibición y primeras etapas de la germinación. Con cebolla también se ha observado que la germinación, el crecimiento de plántulas y el rendimiento de bulbos son superiores si las semillas se someten a tratamiento electromagnético antes de la siembra.

Otros tratamientos

En tomate y cucurbitáceas se ha probado el paclobutrazol con el objetivo de disminuir el tamaño inicial de las plantas producidas en viveros. El tratamiento de semillas de tomate y zanahoria con antioxidantes naturales (β caroteno, ácido ascórbico, licopeno) o de síntesis (derivados de 5-hidroxibencimasoles), mejora el peso seco de las plántulas bajo condiciones de sequía. Semillas de lechuga inoculadas con *Azospirillum brasilense* Sp245 y colocadas en condiciones salinas de ClNa a 80 mol.m⁻³ germinan en mayor proporción que las no inoculadas. Además, las plantas inoculadas alcanzan mayor peso fresco y seco total, como así también destinan más metabolitos hacia la parte aérea que las no inoculadas.

Otro tratamiento que se emplea es la fluorescencia. La clorofila es una molécula altamente fluorescente y su presencia es indicador de inmadurez de las semillas. Por ello la magnitud de la señal de la fluorescencia de la clorofila en la semilla se relaciona inversamente con la calidad. Este tratamiento se ha utilizado con éxito para evaluar la madurez de las semillas de repollo, pimiento, achicoria, tomate. Existen equipamientos que se basan en esta propiedad física para mejorar la calidad de lotes pequeños de crucíferas.

8.7. Conservación y envasado de semillas

Principios del almacenamiento de semillas ortodoxas

- Las semillas no mejoran su calidad con el almacenamiento.
- La conservación depende de la humedad de la semilla, en primer lugar, y de la temperatura en segundo término.
- Cada 1 % que disminuye la humedad de las semillas se duplica el tiempo de conservación (en el rango de 4-14 %).
- Cada 5,5 °C que disminuye la temperatura se duplica la conservación (en el rango de 0-40 °C)
- Las condiciones frescas y secas son las mejores para la conservación de la viabilidad.
- Se debe mantener la higiene de los depósitos.
- El potencial de almacenamiento depende de la especie y el cultivar. La cebolla es una hortaliza con baja capacidad de conservación; por el contrario, la arveja, las cucurbitáceas y el tomate poseen una conservación prolongada.
- Los lotes de alta calidad tienen mayor potencial de conservación que los de baja calidad.
- Una regla práctica de conservación de semillas es que la suma del valor de la temperatura, expresada en °F, más el valor de la humedad relativa no supere el valor de 100.

Causas del deterioro

- Temperatura y humedad excesivas.
- Daños mecánicos durante el procesamiento.
- Secado inadecuado: esto es más trascendente con los envases herméticos.
- Presencia de compuestos tóxicos: el formaldehído que contienen las tintas de impresión es tóxico, la lechuga es especialmente sensible a este compuesto.
- Envejecimiento: es un proceso natural que ocurre en todos los seres vivos. Los radicales libres (RL) serían los principales causantes del deterioro celular.
- Deterioro del material génico: esto se ha estudiado en lechuga observándose que se originan plantas con deficiencias de cloroplastos, con enanismo y con hojas estrechas.

Conservación a largo plazo

Se emplea en los bancos de germoplasma. Los organismos internacionales aconsejan secar las semillas a contenidos de humedad entre 3 % y 4 % y mantenerlas en envases herméticos a -18 °C. Semillas de crucíferas mantenidas entre -5 °C y -10 °C con 1 % a 5 % de humedad se mantuvieron 25 años en buenas condiciones.

Tipos de envases

Básicamente se consideran dos tipos de envases según su permeabilidad al agua: permeables e impermeables.

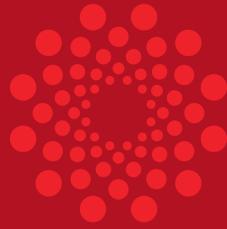
- **Envases permeables:** papel, algodón, yute y polietileno perforado. Son aptos para conservar durante corto tiempo y en áreas de baja humedad relativa.
- **Envases impermeables:** hojalata, aluminio y vidrio con cierre hermético. Permiten una conservación prolongada si se secan las semillas convenientemente. Para este último tipo de envase se han realizado pruebas con vacío o con el agregado de gases inertes (anhídrido carbónico o nitrógeno), sin embargo, en semillas de repollo, lechuga y cebolla no se mejoró la conservación.

8.8. Control de calidad

Se tiene que realizar a lo largo del proceso productivo de las semillas. Comienza con el control de campo para certificar la calidad genética y el aislamiento. Luego sigue en la recepción de los frutos o semillas, donde se verifica madurez o contenido de humedad según corresponda. Durante la trilla y el procesamiento se controla la humedad de las semillas, la limpieza de los equipos y la ocurrencia de daño mecánico. Finalmente, durante el almacenamiento hay que controlar las condiciones de temperatura y humedad del ambiente y periódicamente se hacen análisis de poder germinativo u otras pruebas que se consideren oportunas.

Bibliografía

- ACOSTA, A.; J.C. GAVIOLA; C.R. GALMARINI. 1994. *Manual de Producción de Semillas. Producción de semilla de cebolla*. Mendoza. Asociación Cooperadora EEA La Consulta, INTA. Reimpresión y actualización marzo de 1994. 83 p.
- ARGERICH, C.A.; J.C. GAVIOLA. 1995. *Producción de semilla de tomate*. 1.º Ed. La Consulta: Asociación Cooperadora de la EEA La Consulta. (Manual de Producción de Semillas Hortícolas; fasc 6/Crnko, J. Ed.). 163 p.
- ATHERTON, J.G.; J. CRAIGON; E.A. BASHER. 1990. Flowering and bolting in carrot: I. Juvenility, cardinal temperatures and thermal times for vernalitation. *Journal of Horticultural Science* 65(4):423-429.
- BAY, A.P.M.; A.G. TAYLOR; D.H. PAINE. 1995. Mechanical damage resistance of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds: protection of the embryonic axis by the cotyledon. *Plant Varieties and Seeds* 8: 151-159.
- COPELAND, L.O.; MCDONALD, M.B. 1995. *Seed Science and technology*, 3.º ed. Chapman & Hall, Nueva York.
- GAVIOLA, J.C. 1992. Efectos de la densidad sobre la producción de semilla en dos cultivares de pimiento tipo "Calahorra". *Horticultura Argentina* 8-12(18-32):19-27.
- GAVIOLA, J.C.; A. ORDOVINI; R. LEPEZ; M.A. MAKUCH. 2006. Evolución de la calidad de semillas de cebolla almacenadas en condiciones no controladas. *Agricultura Técnica Chile*, Vol. 66, N.º 1. 13-20 pp.
- GAVIOLA, J.C.; R.F. LEPEZ; A.F. ORDOVINI. 2000. Efectos de la trilla y la limpieza de semillas sobre la calidad de diferentes fracciones y del lote de semillas. *Horticultura Argentina* 18 (44-45): 24-27. Ene. Dic. 1999. Publicado en el año 2000.
- GEORGE, R.A. 1999. *Vegetables seed production*. 2nd Edition. Bath. Longman. 328 p.
- GRANVAL DE MILLÁN, N.; J.C. GAVIOLA. 1991. *Manual de Producción de semillas. Producción de semilla de lechuga*. Mendoza. Asociación Cooperadora EEA La Consulta, INTA. 82 p.
- HAWTHORN, L.R.; L.H. POLLARD. 1954. *Vegetable and flower seed production*. The Blakiston Groupe. Nueva York. 825 p.
- IZZELDIN, H.; L.F. LIPPERT; F.H. TAKATORI. 1980 An influence of water stress at different growth stages on yield and quality of lettuce seed. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105(1):68-71.
- JORDÁ, C. 2000. Enfermedades virales del pimiento. Capítulo 8. Disponible: <https://studylib.es/doc/5478715/enfermedades-virales-del-pimiento>
- LAVERACK, G.K.; M.R. TURNER. 1995. Roguing seed crops for genetic purity: a review. *Plant Varieties & Seeds* 8(1):17-28.
- LEPEZ, R.; A.F. ORDOVINI; J.C. GAVIOLA. 2004. Relación entre tipos de envase y calidad de semillas hortícolas. *Ruralis Año 1 Número 3*: 19-21.
- LIPINSKI, V.M. 1989. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosforada en la producción de semilla de lechuga. *Informes Anuales*. INTA EEA La Consulta. Mendoza. Argentina.
- LONA, J.L.; J. CRNKO. 1967. Producción de semilla por aplicación de ácido giberélico en variedades de lechuga de cabeza compacta. 1 Reunión Latinoamericana de Fisiología Vegetal. Mendoza. Argentina.
- MARRUSH, M.; M. YAMAGUCHI; M.E. SALTVEIT. 1998. Effect of potassium nutrition during bell pepper seed development on vivipary and endogenous levels of abscisic acid (ABA). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123(5):925-930.
- MOU, B.; R. SCORZA. (Eds.). 2011. *Transgenic Horticultural Crops - Challenges, Opportunities*. CRC Press (Taylor & Francis Group), Boca Raton, Florida, EUA. 364 p.
- NERSON, H. 2007. Seed production and germinability of cucurbit crops. *Seed Science and Biotechnology* 1(1), 1-10 ©2007 Global Science Books.
- PEÑALOZA, A.P. 2001. *Semillas de Hortalizas*. Ediciones Universidad de Valparaíso de la Universidad Católica de Valparaíso. Santiago, Chile. 161 p.
- QUAGLIOTTI, L. 1992. *Produzione delle sementi ortive*. Bologna, Italia. Edagricole. 737 p.
- RUIZ, M.; C. PARERA. 2003. Efecto del momento de cosecha sobre la calidad de la semilla en pimiento cuatro cascós. Disponible: <https://inta.gob.ar/sites/default/>



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.

ISBN 978-987-8333-46-5



9 789878 333465



ASAHO

Asociación
Argentina de
Horticultura



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina