

Cuadernos  
Técnicos

SEAE

Volumen I  
Producción Vegetal Ecológica



# PRODUCIR SEMILLAS en Agricultura Ecológica

*Red de Semillas "Resembrando e Intercambiando"*  
Antonio C. Perdomo y Josep Roselló i Oltra (coord.)



**Título:** PRODUCIR SEMILLAS EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

**Serie:** Cuadernos Técnicos SEAE - Volumen I - Producción Vegetal Ecológica

**Autores:** Red de Semillas “Resembrando e Intercambiando”  
Antonio C. Perdomo y Josep Roselló i Oltra (coord.)

**Edita:** Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)

**Coordinación:** Dra. Juana Labrador

**Consejo Editorial:** Dr. A Bello, Dr. JM Egea, Dra. C Fabeiro, Dr. M González, V González, Dra. MC Jaizme,  
Dra. MC Jordá, F Madaula, Dr. C Mata, Dr. JL Porcuna, Dr. JC Tello, Dr. J Vadell y Dr. XX Neira

**Diseño gráfico y maquetación:** Florence Maixent

**Fotografía:** Autores

**Año:** 2010

**ISBN:** 978-84-614-3965-2

**Depósito Legal:** V-67-2011

**Impresión:** Imag Impressions, s.l.



Impreso en papel reciclado

*“El texto de este Cuaderno Técnico ha sido elaborado con el apoyo económico del MARM  
quién sin embargo no asume los contenidos y posición contenidos en el mismo”*

# Índice

<b>ÍNDICE</b>	<b>3</b>
<b>PREÁMBULO</b>	<b>4</b>
<b>DEFINICIÓN, NORMATIVA Y CARACTERÍSTICAS DE LAS SEMILLAS EN AGRICULTURA ECOLÓGICA</b>	<b>5</b>
¿Qué entendemos por semillas ecológicas?	6
Normativa relacionada con el uso de las semillas en agricultura ecológica	7
Situación actual en España. Oferta y demanda	9
Uso y oferta de “semilla autorizada para cultivo ecológico” en Europa	11
¿Cómo deberían ser las semillas en la agricultura ecológica?	12
Las variedades tradicionales como potencial en la agricultura ecológica	14
<b>PRODUCCIÓN DE SEMILLA ECOLÓGICA</b>	<b>19</b>
Principios de la producción de semillas ecológicas	21
Recolección, procesamiento y almacenamiento de las semillas	33
Obtención de semillas de las principales familias hortícolas	39
Semilleros en horticultura ecológica. Substratos en viverismo ecológico	46
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>50</b>

## Preámbulo

*Obtener semillas en agricultura ecológica no tendría por qué ser diferente de obtener otro tipo de semillas, ni diferente a la actividad que los agricultores y agricultoras han desarrollado durante los últimos 10.000 años. En los últimos sesenta años, este “poder”, que siempre estuvo en manos de quienes se dedicaban a la agricultura, ha sido dejado en manos de las empresas productoras de semillas y los propios productores lo han percibido como una actividad que no tiene que ver con los campos y los cultivos, sino con los centros de investigación y las “batas blancas”.*

*Sin embargo, si reflexionamos sobre el hecho de producir semillas, nos damos cuenta que se trata de un proceso “natural”, puesto que no es más que la manera, o una de las maneras, que las plantas tienen para reproducirse. Por lo tanto no se trataría nada más, y nada menos, que dejar que los cultivos lleven a término su vida, final que generalmente se traduce en la producción de semillas al ser ésta una de las formas mediante la cual la naturaleza asegura la perpetuación de la especie. Recuperar este “poder” es tarea de la comunidad, especialmente del sector productivo, pero también de las autoridades administrativas y de los consumidores.*

*La semilla se sitúa en el comienzo de cualquier proceso productivo en la agricultura. La calidad de la misma es por tanto fundamental para obtener buenas cosechas. En el caso de la agricultura ecológica hemos de sumar, a los problemas de cualquier persona dedicada a la agricultura, el no disponer de una amplia oferta de productos y una normativa que tiende a reducir gravemente la biodiversidad que se ha mantenido en nuestros campos. El presente documento tiene como objetivo analizar la problemática del sector ecológico sobre la obtención de semillas; profundizar de manera práctica en la necesidad de fundamentar la agricultura ecológica en el uso de las variedades o cultivares tradicionales; e intentaremos, además, clarificar cuales son las técnicas de extracción, producción y conservación de semillas.*

## DEFINICIÓN, NORMATIVA Y CARACTERÍSTICAS DE LAS SEMILLAS EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

## ¿Qué entendemos por **semillas ecológicas**?

Partamos de la definición legal de la “semilla ecológica”, esta definición es fundamental para quienes se dediquen a la agricultura ecológica y deseen certificar su producción y, por lo tanto, están obligados a cumplir las normas recogidas en el Reglamento 834/2007 sobre producción y etiquetado de productos ecológicos y el Reglamento 889/2008. En estas normas la semilla ecológica se define como: *la semilla cuyo parental femenino procede de agricultura ecológica por lo menos durante una generación o, si se trata de cultivos perennes, durante dos temporadas de cultivo*. Es decir, en palabras menos complicadas, es la semilla cuya “madre” ha sido cultivada en las condiciones de Agricultura Ecológica (AE) durante un ciclo, o durante dos ciclos para los cultivos perennes. Además, se deben cumplir otros requisitos como no tener *contaminación, ni parentales relacionados con los Organismos Genéticamente Modificados – OGM*, es decir, con los transgénicos, lo cual no es una cuestión menor en el caso de España, ya que nuestro estado es el único país de la Unión Europea que permite su cultivo a gran escala.

Como vemos, una definición bastante básica. Sin embargo, pensamos que al igual que en su día el Reglamento comunitario estableció las especificaciones técnicas y los productos autorizados en agricultura ecológica, es necesario acordar un marco normativo que indique las directrices que debe cumplir la producción ecológica de semillas. No es fácil esta tarea; la semilla es una entidad compleja que se diferencia enormemente de otros insumos de carácter más simple. Las semillas poseen una naturaleza dual, siendo a la vez producto y recurso del sistema: granos y semillas. Además, las semillas tienen la capacidad biológica de replicación y reproducción y guardan en su seno una importantísima cantidad de información, que hace posible moldear el sistema productivo y la calidad y cantidad de los alimentos obtenidos según el manejo que realicen los agricultores y agricultoras (Red de Semillas, 2003).

Sólo el establecimiento de una reglamentación específica que regule todo lo relacionado con las semillas y el material de reproducción vegetativa en agricultura ecológica, puede garantizar a productores y consumidores ecológicos la disponibilidad de material vegetal que cumpla unas garantías mínimas en cuanto a los



requerimientos agronómicos y a la calidad de alimentos producidos. No obstante, el establecimiento de una normativa sobre semillas en producción ecológica debería ser objeto de una valoración y discusión especialmente cuidadosa por parte del sector (Soriano et al., 2002).

La inexistencia de este marco legal está propiciando que se genere confusión en la terminología que se aplica a la semilla utilizada. De hecho, en la actualidad la mayoría de las empresas denomina como semilla ecológica a semillas obtenidas a partir de variedades convencionales que han sido cultivadas sin utilizar productos químicos de síntesis. El término correcto para estas semillas no procedentes de variedades ecológicas, sería realmente “semillas autorizadas para cultivo ecológico”, ya que el término “semilla ecológica” debería quedar reservado a las semillas de variedades desarrolladas mediante mejora ecológica (Soriano y González, 2004).

Un control serio y fiable sobre el método de obtención de las variedades de las que se van a comercializar semillas ecológicas, sólo es posible si se establece una declaración obligatoria sobre la progenie y los métodos de multiplicación seguidos y se pone en marcha un sistema de control específico sobre el desarrollo de variedades para la agricultura ecológica en las empresas mejoradoras. Para ello, debería existir también un registro de empresas de mejora que, entre otras cosas, deberían tener, en su caso, instalaciones separadas para la mejora autorizada por la normativa ecológica y para la convencional (Soriano et al., 2002).

A pesar de la necesidad de contar con normativas para realizar la mejora genética de variedades vegetales de forma ecológica, ninguno de los reglamentos y legislación vigente de producción agraria ecológica contempla este tipo de regulación. La Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica (IFOAM) es la primera entidad privada que ha desarrollado recomendaciones para establecer una normativa y estándares para la generación y mejora genética de semillas de variedades de producción vegetal ecológica. La última propuesta de estándares de Mejora Genética Vegetal (IFOAM, 2007), recoge como principios generales que la mejora genética vegetal y el desarrollo de variedades debe ser sostenible, promover la diversidad genética y basarse en su capacidad de reproducción natural. Considera que el fitomejoramiento genético es un proceso holístico que ha de respetar las barreras naturales de cruzamiento y se debe basar en plantas fértiles que puedan establecer una relación viable con el suelo vivo, considerando que las variedades orgánicas deben ser obtenidas a través de un programa de fitomejoramiento genético ecológico. Por último recomienda que los métodos y los materiales empleados en el proceso de selección y mejora genética debieran minimizar la pérdida de recursos naturales.

## Normativa relacionada con el uso de las semillas en agricultura ecológica

La escasez de oferta de semillas presentadas por las empresas, tanto convencionales como autorizadas para cultivo ecológico, así como la falta de estímulos y apoyo por parte de la administración y la falta de trabajo por parte del propio sector de la agricultura ecológica, ha provocado moratorias en el uso de semillas no producidas por el método de producción ecológica para evitar el “colapso” del sector (Casas, 2003). Nos encontramos con la paradójica situación de continuar en un régimen excepcional después de más de diez años y, lo que es peor, sin que se perciba un cambio de tendencia.

El 1 de enero de 2004 entró en aplicación el Reglamento (CE) nº 1452/2003<sup>1</sup> en la que se mantenía y regulaba la excepción que supone la utilización de semillas y patatas de siembra que no se habían obtenido con arreglo al método de producción ecológica, de conformidad con una serie de supuestos y previa concesión de la respectiva autorización. Actualmente y desde del 1 de enero de 2009 se aplica el Reglamento (CE) nº 889/2008<sup>2</sup>, por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) nº 834/2007<sup>3</sup> de la producción ecológica. El primero, en su preámbulo<sup>4</sup>, ya recoge la escasa oferta de semillas y material de reproducción de procedencia ecológica que dispone el agricultor ecológico. Además el Reglamento (CE) nº 834/2007, recoge en su artículo 22, que se deben fijar las condiciones específicas respecto a la falta de disponibilidad de animales ecológicos, piensos, cera de abejas, semillas y patatas de siembra para este sector [*el subrayado es nuestro*].

En el Reglamento (CE) nº 889/2008 se recogen los preceptos legales relacionados con la utilización de semillas y material de reproducción vegetativa, regulándose el

<sup>1</sup> Reglamento (CE) nº 1452/2003 de la Comisión, de 14/08/2003, por el que se mantiene la excepción contemplada en la letra a) del apartado 3 del artículo 6 del Reg. (CEE) nº 2092/91 del Consejo con respecto a determinadas especies de semillas y material de reproducción vegetativa y se establecen normas de procedimiento y criterios aplicables a dicha excepción (DOUE L 206 de 15-08-2003).

<sup>2</sup> Reglamento (CE) nº 889/2008 de la Comisión de 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) nº 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control, respecto a la utilización de semillas o material de reproducción vegetativa que no se hayan obtenido por el método de producción ecológico (DOUE L 250 de 18-09-2008).

<sup>3</sup> Reglamento (CE) nº 834/2007 del Consejo de 28 de junio de 2007 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) nº 2092/91 (DOUE L 189 de 20-07-2007).

<sup>4</sup> Considerando número 29 del Reglamento (CE) nº 889/2008 de la Comisión de 5 de septiembre de 2008.

funcionamiento de la base de datos de semillas ecológicas y el registro de las autorizaciones concedidas por las autoridades competentes u organismos de control, aunque es bastante escueto en cuanto al material a emplear en producción ecológica:

- Podrán utilizarse semillas y material de reproducción vegetativa procedentes de una unidad de producción en fase de conversión a la agricultura ecológica.
- Cuando lo anterior no sea de aplicación, los Estados miembros podrán autorizar la utilización de semillas o material de reproducción vegetativa no ecológicos si no se dispone de los mismos procedentes de la producción ecológica.

Cada Estado miembro se encargará de que se cree una base de datos informatizada, en la que se recojan las variedades disponibles en su territorio, obtenidas mediante el método de producción ecológica. Estará administrada por la autoridad competente del Estado Miembro, o bien por la autoridad o bien un organismo designado por el Estado miembro. El gestor de ésta en España es la Subdirección General de Calidad Diferenciada y Agricultura Ecológica, adscrita a la Dirección General de Industria y Mercados Alimentarios del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM), órgano que tiene las competencias sobre la agricultura ecológica Española. Se puede consultar en:

[www.mapa.es/app/EcoSem/consultasemillas.aspx?id=es](http://www.mapa.es/app/EcoSem/consultasemillas.aspx?id=es)

La inscripción de las variedades en esta base de datos se produce a petición de las empresas suministradoras de semillas. Además, para proceder a la inscripción, el proveedor debe demostrar que está certificada por un organismo autorizado, que las semillas cumplen los requisitos generales aplicables a las semillas y al material de reproducción en el Estado miembro en el que se vayan a utilizar, y aportar una serie de datos para cada variedad (nombre científico de la especie y la denominación de la variedad, nombre y los datos para contactar al proveedor, zona de suministro, país o región en el que la variedad se haya sometido a pruebas, etc.).

En el Reglamento, se indica que se podrán utilizar semillas y patatas de siembra no ecológicas siempre que las mismas no se hayan tratado con productos fitosanitarios distintos de los autorizados en agricultura ecológica.

Además en el Reglamento citado recoge la existencia del anexo X donde se especifican las especies para las que se ha establecido que hay disponibilidad en suficientes cantidades, y para un número importante de variedades en todas las partes de la Comunidad Europea, de semillas o patatas de siembra producidas por el método ecológico. Para las especies enumeradas en el anexo es obligatorio el uso de uso de semillas y patatas de siembra ecológicas.

En el caso de las autorizaciones, los Estados miembros pueden delegar la facultad de concederlas a otra administración pública bajo su supervisión o a las autoridades u organismos de control, excepto para el caso del material de reproducción vegetativa. Por ello, en España las autorizaciones son concedidas por los organismos de control en las Comunidades Autónomas (CCAA) que cuentan con entidades privadas de certificación o por la Autoridad competente en el caso de CCAA con certificación pública.

Para el caso de las especies no recogidas en el anexo citado, los Estados miembros podrán autorizar el uso de semillas que no se hayan obtenido mediante el método de producción ecológica. Para el caso de las especies recogidas en el anexo, sólo se podrán conceder autorizaciones en las siguientes situaciones:

Si no está inscrita ninguna variedad de la especie que el usuario desea obtener.

Si ningún proveedor puede suministrar las semillas o patatas de siembra antes de sembrar en situaciones en las que el usuario las haya encargado con una antelación razonable.

Si la variedad que el usuario desea obtener no está inscrita en la base de datos y ninguna de las alternativas inscritas de la misma especie son adecuadas.

Si está justificado por motivos de investigación, ensayos en pruebas de campo a pequeña escala o para la conservación de variedades.

Estas autorizaciones serán concedidas antes de la siembra del cultivo y sólo se concederá a los usuarios individuales durante un periodo vegetativo (registrando el organismo o autoridad encargando de las autorizaciones las cantidades concedidas). Aunque la autoridad competente podrá conceder a todos los usuarios una autorización general para una especie o variedad concreta.

## Situación actual en España Oferta y demanda

La autoridad competente del Estado miembro recopila todos los informes antes del 31 de marzo de cada año y envía un resumen, que comprende todas las autorizaciones del Estado miembro del año civil anterior, a la Comisión y a los demás Estados miembros. La información se publica en la base de datos.

En España se vienen emitiendo estos informes anuales desde el año 2004. El último informe (MARM, 2009), fue publicado recientemente para el año 2009 y se puede consultar en:

[www.mapa.es/alimentacion/pags/ecosemillas/pdf/informe\\_anual\\_09.pdf](http://www.mapa.es/alimentacion/pags/ecosemillas/pdf/informe_anual_09.pdf)

Algunos cambios de criterio (como la adición de las categorías de semillas de aromáticas y ornamentales a mitad de la serie) y propio formato del informe, complían el análisis de la base de datos, aún así resulta interesante observar la evolución de algunos parámetros.

Durante el año 2009 la base de datos alcanzó la cifra de 413 registros (339 en 2008), repartidos en 66 especies, correspondientes en un 90% al grupo de variedades de hortalizas<sup>5</sup>, un 5% al de aromáticas-ornamentales, un 4% de cereales de paja y un 1% de leguminosas y gramíneas. Aunque la proporción entre especies es similar en los distintos años, hay que resaltar la gran bajada de registros en cereales de paja, del 11,5% en 2008 al 4% en 2009. Otros aspectos relevantes son el incremento de registros de aromáticas y ornamentales, que apunta a una mayor demanda en este grupo de cultivos que no se destina a la producción de alimentos, y la ausencia de patatas de siembra.

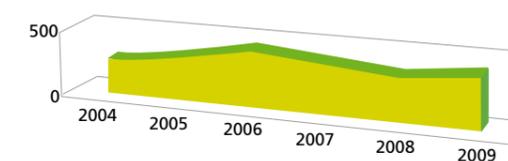
La evolución del número de registros en los últimos años (Gráfico 1) indica que la oferta inscrita en la base de datos se encuentra estancada desde hace años, siendo las oscilaciones mínimas.

Observando las autorizaciones concedidas y que han crecido desde las 5.562 (MARM, 2008) del año 2008 hasta las 7.667 del año 2009 (MARM, 2009), podemos llegar a la conclusión de que el uso de semillas convencionales ha aumentado. Si se observa el gráfico 2, se puede ver el constante incremento en el número de autorizaciones desde el 2005, lo que implica

que la excepción del uso de semilla convencional en vez de "semilla autorizada para cultivo ecológico" sigue siendo la norma en agricultura ecológica, e incluso se incrementa cada año, siendo necesario tomar en cuenta para matizar estos datos que la superficie cultivada en España en ecológico ha ido también progresivamente aumentando. Gran parte de las autorizaciones se han concedido en hortalizas (4.653), casi la mitad en el cultivo del tomate<sup>6</sup> (2.284). Ello indica una

Gráfico 1.

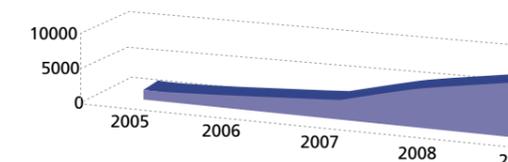
Evolución de la disponibilidad de variedades en la Base de Datos (2004-2009)



	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Entradas	271	335	444	402	339	413

Gráfico 2.

Evolución de las autorizaciones de material de siembra NO ecológico (2004-2009)



	2005	2006	2007	2008	2009
Autorizaciones	1336	1409	2287	5562	7667

Fuente: Informes del MARM de 2004 al 2009. Elaboración propia.

<sup>5</sup> En los últimos seis años siempre ha estado por encima del 83 %, alcanzándose este año 2009 el porcentaje más alto.

<sup>6</sup> Se ha pasado de las 145 solicitudes y ocupar el tercer lugar en el año 2005 a los 2.284 y el primer lugar en 2009.

## Uso y oferta de “semilla autorizada para cultivo ecológico” en Europa

fuerte tendencia a la producción de semillas de pocas especies comerciales, algo que sin duda puede poner en riesgo la disponibilidad de semillas para el agricultor ecológico.

Más de la mitad de grupos de especies contemplados en la base de datos, no tiene ningún registro de variedades en la base de datos.

Las autorizaciones se han concedido en la mayoría de los casos por no estar ninguna variedad de la especie que el usuario quería utilizar inscrita en la base de datos y porque ninguna de las alternativas inscritas de la misma especie eran las adecuadas.

En cuanto al material de reproducción vegetativa ecológica, la oferta es casi inexistente dado que no hay demanda. Algunos viveristas de plantas frutales que se dieron de alta en ecológico, ya han dejado de producir con esta certificación. No hay que olvidar que los cultivos permanentes, como el viñedo, tardan en obtener cosechas un periodo igual que el de su conversión a ecológico (dos a tres años), por lo que no requieren una certificación anticipada para comercializar su producción. Por ello este sector requiere de estímulos adicionales para su desarrollo.

Por otro lado, en un estudio encargado por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (Red Andaluza de Semillas, 2005) se señala

que los viveristas utilizan semilla autorizada para la producción ecológica siempre cuando la variedad está disponible (inscrita en la base de datos del MARM) pero los agricultores piden otras variedades. Así que, según sus estimaciones, se utilizan entre 1-5% de semilla ecológica para la producción de plantones.

Tal y como estamos observando, en España el uso de semilla autorizada para cultivo ecológico es aún deficiente. Para conocer las causas por las que los productores eligen las semillas es necesario recurrir al único estudio sobre la materia con que contamos, aunque se remonte al año 2004. En este informe del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA) se aportan datos esclarecedores sobre los motivos por lo que se cultivan ciertas variedades y no otras en la agricultura ecológica (Tabla 1). En cereales y leguminosas predominan las razones relacionadas con la tradición de la zona y en segundo lugar las características agronómicas, mientras que en hortalizas está última razón agronómica es la fundamental, seguida de las demandas de los compradores (MAPA, 2004).

En cuanto a sí producen su propia semilla en agricultura ecológica, el mismo informe destaca que más del 50% (tanto en cereales y leguminosas como en hortalizas) no lo hacen, debido principalmente a que los organismos de certificación exigen que la semilla sea certificada, seguido por la complejidad de la automultiplicación y por la baja calidad de la semilla resultante.

Tabla 1. Motivos por lo que se cultivan las variedades en agricultura ecológica

Razones	Cereales y leguminosas	Hortalizas
Es la que se siembra en la zona	25,08%	13,10%
Características agronómicas deseables	19,97%	22,02%
Es la que siempre cultivo	12,31%	10,12%
Es la que venden	11,11%	7,74%
Mayor calidad	6,76%	10,71%
Es la más productiva	6,16%	8,93%
Es ecológica	6,16%	8,93%
La piden los compradores	4,80%	14,29%
Obliga el Comité	2,55%	2,98%
Por la subvención	2,70%	-
Otros	7,81%	8,93%

FUENTE: MAPA, 2004

Aunque los datos recogidos por el estudio de Gaile se remontan al 2005, pueden ser esclarecedores de la situación, a nivel europeo, de la moratoria de uso de semilla convencional, al abordar de manera comparada cual es el estado de la cuestión en diversos países de la Unión. Algunos resultados se recogen en la Tabla 2, donde se observan diferencias significativas entre los distintos Estados en el uso las bases de datos y el número de autorizaciones concedidas.

En ese análisis de 2005, se manifiesta que el uso de semilla ecológica en Europa se caracteriza por:

- No hay semillas para todas las especies, ni variedades apropiadas para la agricultura ecológica.
- Problemática en la obtención de semilla ecológica, por ausencia de una normativa específica.
- Alto coste de la semilla ecológica respecto a la convencional.
- La autoproducción de semillas provoca problemas sanitarios.

En la tabla 3 se puede observar, de forma detallada, las características en el uso de semilla ecológica en algunos países de Europa, donde vuelve a comprobarse que la realidad dista mucho de ser semejante para todo el territorio europeo:

Tabla 2. Características de la moratoria matizada en Europa

	Base de datos	Autorizaciones concedidas
Reino Unido	DISPONIBLE EN PAPEL PARA FACILITAR EL ACCESO DE LOS AGRICULTORES	SIMILAR A ESPAÑA
Dinamarca	ELABORADA EN COLABORACIÓN CON AGRICULTORES	EXISTENCIA DE ANEXO NACIONAL
Finlandia	MUY USADA POR AGRICULTORES	SIMILAR A ESPAÑA
Alemania	MUY USADA POR AGRICULTORES	SIMILAR A ESPAÑA
Suecia	VARIEDADES DISPONIBLES EN PAPEL PARA FACILITAR EL ACCESO DE LOS AGRICULTORES	SIMILAR A ESPAÑA
Bélgica	MUY USADA POR AGRICULTORES, PERO NO PARA AUTORIZACIONES	SIMILAR A ESPAÑA
Holanda	SIN DATOS	1392 AUTORIZACIONES
Francia	SIN DATOS	INTENCIÓN DE EMPRESAS DE ANEXO NACIONAL

FUENTE: Gaile, 2005

Tabla 3. Características en el uso de semilla ecológica en Europa

	Características en el uso de semilla ecológica en Europa
Dinamarca	Escasa oferta de semillas de hortalizas. Necesidades de cereal cubiertas.
Finlandia	1,5 millones de Kg. de semilla ecológica (avena, cebada, trigo, etc.), pero sin oferta de hortalizas. Resto se importa.
Alemania	Oferta óptima de semillas de hortalizas (procedentes de Holanda).
Suecia	Mayor uso de semilla ecológica. Escasez en la oferta de variedades de patata. Abastecidos en triticale, habas, guisante, trigo, etc.
Francia	Problemas en el régimen de las semillas ecológicas. Grandes diferencias entre la disponibilidad de hortalizas y cereales. Insuficiente relación entre agricultor y proveedor.
Letonia	No hay semilla ecológica. Tiene que adoptar aún el R (CE) 1452/2003.
Suiza	Oferta exclusivamente para los principales cultivos del país (trigo, centeno, cebada, etc.). Resto se importa.
Noruega	Escasa oferta de semilla ecológica.

FUENTE: Elaborado a partir de Gaile, 2005 y Wilbois, 2005

## ¿Cómo deberían ser las semillas en la agricultura ecológica?

Partiendo de la base sobre qué tipo de agricultura queremos, la respuesta no puede ser ni definitiva ni cerrada, sino que debe evolucionar en la misma medida en que lo hace el sector ecológico (Soriano *et al.*, 2002). No obstante, sí podemos aventurar una respuesta adecuada para el momento y la situación actual, sobre la que pueda haber un nivel aceptable de consenso.

La propuesta se basa en la definición que propone la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE) que dice textualmente sobre los objetivos de la Agricultura Ecológica: *“la obtención de alimentos y materias primas de máxima calidad, respetando el medio ambiente y conservando la fertilidad de la tierra, mediante la utilización óptima de los recursos locales, potenciando las culturas rurales, los valores éticos del desarrollo social y la calidad de vida”*.

Por lo tanto, lo mínimo que habría que pedirle a cualquier normativa, incluida la de semillas, es que nos facilite el camino para alcanzar estos fines.

### Las semillas como garantía de obtención de alimentos y materias primas de calidad

Uno de los aspectos más importantes que preocupan a la ciudadanía y a los gobiernos es la seguridad alimentaria; es decir, el suministro de alimentos a la población en cantidades suficientes y saludables, que además estén acordes a las señas de identidad culturales de los pueblos. La contribución de la semilla ecológica en este sentido, vendría dada por:

- Asegurar la producción disminuyendo de forma razonable los riesgos de pérdidas masivas de cosechas.

- Correcto manejo de la diversidad mediante:
  - Uso de sistemas de cultivos múltiples, por lo que se debería garantizar que para un agroecosistema determinado existiera disponibilidad de semilla ecológica de todas las especies, ya que corremos el riesgo de simplificar los sistemas de cultivo, necesarias para las asociaciones y rotaciones.
  - Uso de mezclas varietales, ya que el monocultivo procedente de la agricultura convencional es extremadamente peligroso para la producción ecológica, por el riesgo de ataque de plagas y enfermedades y la consiguiente pérdida de cosechas.
  - Uso de variedades lo menos homogéneas posibles. Las poblaciones silvestres y las variedades locales tienen una estructura genética diferente a las variedades comerciales actuales. Éstas son poblaciones en las que es difícil encontrar dos individuos idénticos, heterogeneidad que les aporta una mayor estabilidad natural<sup>7</sup>.
- Productos y sistemas de producción, acordes con la impronta cultural.

Además de la producción de alimentos suficientes, los sistemas ecológicos deben velar por su calidad; de ahí la prohibición con carácter genérico de utilización de productos químicos y los organismos modificados genéticamente y sus derivados.

### Las semillas como garantía de respeto al medio ambiente

En la distribución, comercialización y producción de semillas en agricultura ecológica, se deben poner todos los medios necesarios para evitar el principal efecto sobre el medio ambiente que tienen en la actualidad los

mecanismos de producción de semilla convencional: la erosión genética. Ésta ha venido dada, principalmente, por la sustitución de las variedades locales por variedades mejoradas de producción industrial, y la falta de interés por parte de la administración en la protección del patrimonio genético y la biodiversidad agrícola.

Por lo tanto, en un problema tan complejo, la solución debe ir encaminada a crear un marco de competencia en el que se dé oportunidad a los agricultores y consumidores para elegir las variedades más apropiadas para los sistemas ecológicos de producción.

### Las semillas como instrumento para promover la utilización óptima de los recursos locales

Una perversión fácilmente previsible que puede acarrear un sistema de producción de semilla ecológica es la invasión de variedades (incluso de variedades locales) de un país a otro. La magnitud de los actuales desequilibrios internacionales en el desarrollo de las industrias de semillas es tan grande que puede tener efectos dramáticos en ausencia de mecanismos de control. El uso de material vegetal desarrollado en condiciones alejadas a las de su utilización puede agravar la problemática del sistema de producción de semilla ecológica, ya por sí complicado.

Para cumplir con el principio de uso óptimo de los recursos locales se deben contemplar exigencias en el desarrollo de variedades:

- Garantizar que la producción de semilla ecológica se realice con material vegetal en cuya mejora hayan participado los agricultores y los consumidores a los que va dirigido.
- Exigir a las empresas de mejora el desarrollo de protocolos participativos de trabajo con los agricultores y los consumidores ecológicos.

No existe ningún motivo para que los agricultores y agricultoras no puedan estar presentes en el desarrollo de las variedades y existen experiencias que así lo demuestran (Roselló *et al.*, 2000 y Guzmán *et al.*, 2000).

### Las semillas como respeto a los valores éticos

Con ello, nos referimos al uso indebido de las variedades desarrolladas por los agricultores y los abusos sobre los derechos de propiedad intelectual<sup>8</sup>.

Desde hace algunos años existe una ofensiva por parte de los países industrializados, y las multinacionales de las semillas, para que se cambie el actual marco normativo de protección de variedades mejoradas por un sistema similar al existente para las patentes industriales, y que se haría extensivo a las patentes de seres vivos o algunas de sus partes, incluidos los humanos. Este sistema se conoce como Derechos sobre la Propiedad Intelectual (DPI) y obligaría a cualquier empresa o agricultor que utilice algún material (vegetal o animal) en su finca a satisfacer algún tipo de «royalties» al propietario de la patente.

La admisión para la agricultura ecológica de semillas que contengan material patentado puede plantear problemas éticos similares a los producidos por los organismos modificados genéticamente, por lo que sería interesante la inclusión de algún tipo de artículo en la normativa vigente que restringiera, de forma severa, el uso de variedades, total o parcialmente, sujetas a algún régimen de patentes.

El segundo problema ético lo constituye la práctica de biopiratería, por lo que se debería exigir a la empresa de semilla ecológica, como requisito previo, una declaración donde se especifique que el material utilizado cumple con lo dispuesto en el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación<sup>9</sup>.

<sup>8</sup> Se refiere a derechos de autor y derechos conexos, derechos de marcas, derechos de patente, derechos de esquemas de trazado de circuitos integrados, derechos de secretos industriales o de negocios, derechos de los obtentores de vegetales, indicaciones geográficas y derechos de diseños industriales. Están regulados por el Acuerdo sobre Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el convenio ADPIC o TRIPS.

<sup>9</sup> El Tratado Internacional fue finalmente aceptado por la Conferencia de la FAO en noviembre de 2001, entrando en vigor el 29 de junio de 2004. España, uno de los países impulsores del mismo lo ratificó, junto a otros nueve Estados miembros de la Unión Europea, en marzo de 2004. El Tratado supuso un importante avance en materia de acceso a los recursos filogenéticos, aunque hasta la fecha no ha conseguido un reparto más justo de los beneficios ni en hacer efectivos los derechos de los agricultores.

<sup>7</sup> Estos aspectos se abordarán más adelante en mayor profundidad.

## Las variedades tradicionales como potencial en la agricultura ecológica

Sin lugar a dudas, las variedades tradicionales tienen mucho que decir en la producción ecológica, valga como ejemplo lo recogido en el último congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE) de 2008:

*"(...) Es necesario reconocer el papel de la biodiversidad, tanto cultural como agrícola, en la producción ecológica, potenciando el uso de semillas de variedades locales".*

*"(...) Es necesario reconocer, promover y estudiar las posibilidades de las variedades locales e impulsar las redes de resiembra e intercambio entre agricultores como forma de incrementar la biodiversidad en agricultura ecológica. Además conviene fomentar el desarrollo de estudios y acciones en recursos genéticos y sobre biodiversidad aplicada".*

*"(...) Es necesario reconocer el papel de la biodiversidad, tanto cultural como agrícola, en la producción ecológica. Se debe incrementar e impulsar los proyectos y colaboraciones para la conservación, caracterización y evaluación e intercambio y uso de las variedades locales en AE".*

Para la producción agrícola siempre se ha mantenido que es necesario la participación de tres medios de producción: tierra, trabajo y capital; no sería descabellado que ampliásemos esta terna con un cuarto elemento, el material vegetal de reproducción, ya que sería imposible producir alimentos sin contar con la participación de este último elemento; y este elemento no puede existir sin los recursos fitogenéticos, puesto que la humanidad es incapaz de crear nuevos genes, lo único que puede hacer es recombinar los existentes en la Naturaleza.

Nuestros antepasados domesticaron y modificaron las especies vegetales susceptibles de ser cultivadas. A



medida que el hombre emigraba, las plantas viajaban con él. Los agricultores han observado y aprovechado las mutaciones de los cultivos, seleccionándolos tanto para nuevos ambientes como para nuevas necesidades y gustos. Las plantas han compartido historia y cultura con las poblaciones que las "crearon", y gracias a estos hombres y mujeres, ha llegado hasta hoy un gran número de variedades locales. El calificativo de local, primitiva, antiguo, tradicional, vernacular o autóctono define una íntima relación con el entorno, implica un elevado grado de adaptación a las condiciones ambientales de la zona y también una demanda de la población donde se encuentra (Fernández, 1999). Así, podemos definir las variedades locales como "poblaciones diferenciadas, tanto geográficas como ecológicamente, que son visiblemente diferentes en su composición genética con las demás poblaciones y dentro de ellas, y son producto de una selección por parte de los agricultores, resultado de los cambios para la adaptación, constantes experimentos e intercambios" (FAO, 1996).

Estas variedades no son algo estático, sino que son dinámicas, modificando sus caracteres por la presión de los seres humanos y de la naturaleza, han ido evolucionando en el tiempo, y así seguirán en el futuro. Posiblemente

los altos niveles de heterogeneidad que presentan sean consecuencia de los procesos de selección a los que fueron sometidos, basados principalmente en la selección masal (Cleveland *et al.*, 1994).

En el marco de la producción de semillas ecológicas, es necesario que nos preguntemos qué pueden aportar las variedades locales al agricultor ecológico. El interés de las variedades locales para la agricultura ecológica (AE se resume en los siguientes motivos (Roselló *et al.*, 2000)):

- Contribuyen a aumentar la diversidad biológica del agrosistema. La biodiversidad es una de las componentes más destacables de la agricultura ecológica, ya que representa funciones deseables de incremento de la estabilidad, reciclado de nutrientes, control biológico de plagas y enfermedades, etc.
- Tienen mayor capacidad de superar situaciones desfavorables o factores limitantes, lo que se conoce como resiliencia.
- Muestran una mayor adaptación a las condiciones de cultivo de la agricultura ecológica, ya que seleccionadas en la agricultura tradicional comparten un tipo de agricultura

de bajos insumos, con adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la comarca y con resistencias naturales a los patógenos. No olvidemos que las variedades comerciales ecológicas son seleccionadas y desarrolladas en condiciones convencionales, aunque luego se cultiven un ciclo en ecológico para poder comercializarse como tales.

- No han sido seleccionadas buscando solo la productividad, como las semillas convencionales, sino usos y calidades específicas. Se ha buscado ajustarse a las exigencias del agrosistema y diversificar la base alimentaria de las sociedades tradicionales.

- Suponen una herencia cultural de gran importancia que no debe desaparecer, al igual que las culturas y saberes tradicionales a las que van ligadas, ya que son fruto de una coevolución con la naturaleza.

- Dentro de modelos sostenibles, las variedades locales devuelven la autonomía a los agricultores que recuperan el control de una parte de sus cultivos, recuperando ese "poder" perdido, y logrando su implicación en el mantenimiento de saberes agrarios que han mostrado su sostenibilidad.

Extendámonos un poco más en las dos primeras cuestiones que son tan interesantes para la agricultura ecológica: la heterogeneidad y la capacidad de resiliencia.

Respecto a la primera cuestión hemos de indicar que las variedades locales, al contrario que las híbridas, presentan un alto grado de heterogeneidad genética, con esto no queremos decir que todas las plantas sean completamente diferentes, o tan siquiera perceptiblemente diferentes, sino que son genéticamente distintas cada una de ellas, desde la primera a la última. Se trata de una verdadera "variedad", lo que en el marco de la mejora genética se conoce como una "variedad población". Respecto al término variedad, habría que explicar que aunque la mejora genética utiliza el término "variedad" y "variedad híbrida", no se nos puede esconder que su producto, la semilla híbrida comercial patentada, está constituida por plantas genéticamente idénticas, por verdaderos clones, ya que el proceso de obtención de estos clones se ha basado, desde el siglo XIX, en reducir la variabilidad presente en las variedades tradicionales hasta lograr lo que se llamaba en la genética tradicional "líneas puras", que serán la base, ya en el siglo XX, de las semillas "híbridas". Es decir, que en verdad se trata de lo menos "variable" que puede existir en cuanto a material reproductivo.

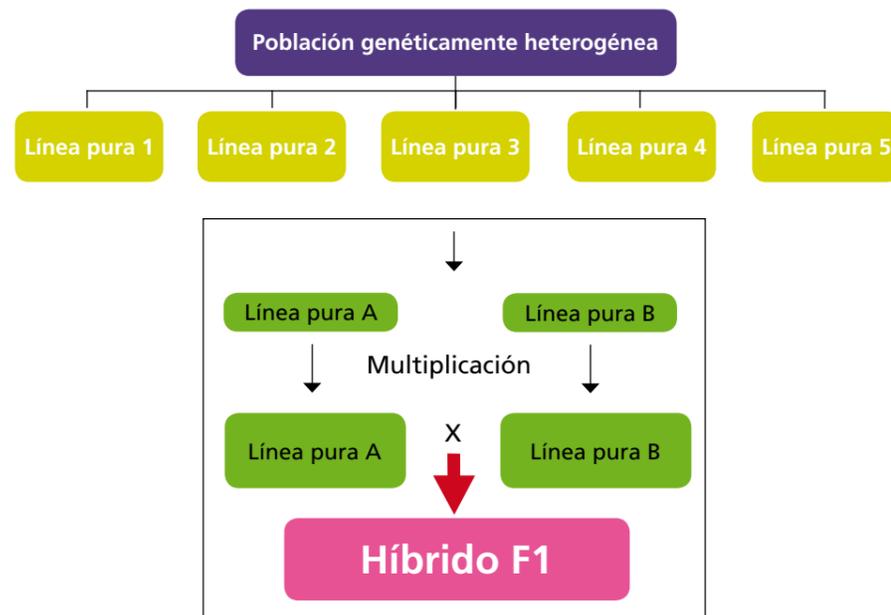
Frente a esta homogeneidad está la heterogeneidad de la semilla local, tan interesante para la AE, donde el material reproductivo se obtiene de un cruce sexual, de la unión de los dos gametos (masculino y femenino), por lo cual la descendencia no es idéntica a su progenitores, ni idéntica entre sí, como nuestros hijos son diferentes entre ellos y diferentes a sus padres.

En la mejora clásica, para la obtención de los híbridos se parte de una variedad tradicional conservada por los campesinos, esta variedad local en principio es una población absolutamente heterogénea, a partir de ella, y por autofecundación durante 5 a 8 generaciones, se van seleccionando las líneas que el investigador desea según el carácter que quiere perpetuar (color, producción, resistencia...), hasta obtener las dos líneas puras que se van a convertir en los parentales de la variedad híbrida F1. De manera esquemática tendríamos (ver gráfico 3):

Si quisiéramos reproducir un híbrido nos encontraríamos con que la siguiente generación segregaría hacia sus parentales, con lo cual se obtendría una descendencia no uniforme y de características indeseables. Es esta la razón que impide que los productores puedan reproducir sus cultivos obteniendo semillas desde las variedades híbridas. Además existe, como hemos indicado, la protección que le otorgan las patentes.

La heterogeneidad es una riqueza para la agricultura ecológica. La capacidad de adaptación a las condiciones cambiantes de una variedad tradicional es mucho mayor que una variedad comercial. Como gráficamente explican los campesinos "si el año viene malo, no viene malo para todas". Según Soriano (2001) el hecho de ser poblaciones heterogéneas les confiere una mayor estabilidad frente a las perturbaciones. Esta estabilidad se basa en dos propiedades: la primera es la respuesta diferenciada de los individuos a la perturbación. En los sistemas

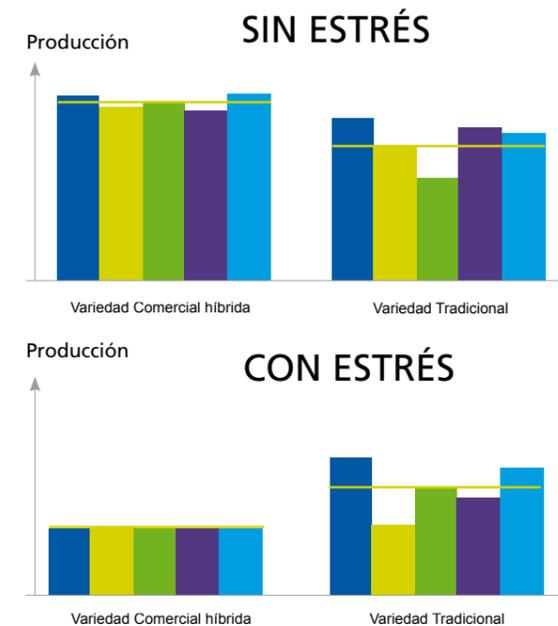
Gráfico 3.



agrícolas homogéneos todos los individuos reaccionan de un modo semejante frente a las perturbaciones y, en el caso de que sean especialmente vulnerables a una perturbación determinada, puede llegar a producirse una auténtica catástrofe alimentaria. Esta heterogeneidad es la que proporciona al cultivo la estabilidad en su producción frente a la vulnerabilidad que sufren las variedades comerciales.

El siguiente gráfico permite entender mejor lo expuesto:

Gráfico 4.



La segunda cuestión es su capacidad de resiliencia, es decir, la capacidad de superar situaciones adversas. Ante cualquier problema, plaga, enfermedad, condiciones meteorológicas..., una variedad local tiene mayor capacidad de superar el stress causado que otro tipo de variedad, lo que proporciona igualmente estabilidad al sistema por la capacidad de recuperación frente a la perturbación. Las poblaciones heterogéneas también suelen recuperarse con mayor rapidez tras cesar esta perturbación.

Por último, porque presentan una excelente calidad, no sólo a nivel analítico, sino también porque aportan

al consumidor diversidad en un mercado predominantemente uniforme y poco variado, aportando variedad de formas, colores y sabores. Es decir, además de ser un patrimonio que no podemos permitirnos el lujo de perder, las variedades tradicionales pueden ser base para las estrategias de desarrollo local. No son escasos los ejemplos de acciones de desarrollo de un lugar o una comarca basados en las peculiaridades de un producto local. En este último aspecto, para ligar las políticas de desarrollo rural con los recursos fitogenéticos, es necesario que la política de conservación cuide de recoger, junto al recurso fitogenético, los conocimientos campesinos asociados, de tal forma que obtengamos del conjunto el conocimiento necesario para interpretar el funcionamiento de los agrosistemas en su totalidad y, lo que es más importante, para mantenerlos en cultivo, la que sin duda es la mejor forma de conservación. Sin esos conocimientos, difícilmente podremos "vender" nuestros productos basados en los cultivares tradicionales, ya que para competir con otro tipo de producciones es necesario contar con un valor añadido, justamente el que le daría su entroncamiento con nuestra cultura tradicional.

En este aspecto, conocer en profundidad las variedades locales, y los sistemas de cultivo tradicionales que dieron origen a los mismos, es una necesidad para la AE. En los agrosistemas tradicionales los problemas se abordan desde la perspectiva de su complejidad, lejos de la simplificación y linealidad de la agricultura convencional, tal y como se pretende lograr desde la Agroecología. Además, la Agroecología busca crear agrosistemas sostenibles, y la agricultura tradicional ha demostrado su sustentabilidad frente a la convencional durante 10.000 años, mientras que la convencional está dando muestras de su insostenibilidad, desde el punto de vista de sus impactos y de la necesidad de energía, en un mundo cada vez menos capaz de aceptar agresiones medioambientales y cada vez más necesitado de energía.

En resumen, la Agroecología como ciencia, la investigación, los técnicos y técnicas dedicados a asesoramiento en agricultura ecológica, y las personas dedicadas a la producción en este sector, coinciden en considerar a las variedades tradicionales como las mejor adaptadas al cultivo ecológico. Sin embargo, cuando se analiza la presencia de las variedades locales en los ensayos que se publican en los Congresos de Agricultura Ecológica, se observa que la realidad es otra bien distinta. Los resultados de un análisis sobre las investigaciones presentadas a los diferentes congresos de la Sociedad Española de

Agricultura Ecológica (SEAE), dan como resultado tan sólo un tercio de los mismos (30,3%) incorporan variedades locales en la investigación, lo que manifiesta una discordancia con el discurso predominante (Reyes y Perdomo, 2010).

A pesar de las características anteriores, en la actualidad el marco normativo de semilla ecológica pone freno al uso sostenible y a la conservación de las variedades locales en la agricultura ecológica, debido principalmente a (Soriano y González, 2006):

- Los distintos reglamentos que regulan la AE no reflejan el uso igualitario de las variedades locales.
- No se hace seguimiento de las repercusiones sobre la biodiversidad agrícola de la puesta en práctica del nuevo sistema de moratoria de semilla ecológica.
- No se permite la inscripción de las variedades locales en la base de datos de semilla ecológica.
- No se han sacado del armario aquellas variedades de interés para la agricultura ecológica que reposan olvidadas en los bancos de germoplasma.
- No hay control y certificación de las semillas producidas por el agricultor en su propia explotación.
- No hay control y certificación de semillas intercambiadas por los agricultores.
- Hay que mejorar el acceso de los agricultores a la información sobre oferta de semilla ecológica.
- Hay que ampliar el debate sobre semilla ecológica al conjunto del sector.
- Hay que mejorar el conocimiento sobre la demanda de semillas ecológicas.
- No se facilita el acceso de los hortelanos al plantel ecológico.

Para terminar, este apartado recoge el texto que, en junio de 2005, consensaron más de 40 de organizaciones para ser enviada al Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPyA), se trataba de una Propuesta de Bases para la producción y alimentación ecológicas en España. En el apartado tercero y relacionado con el uso de las semillas declaraban: *"Es completamente necesario avanzar en las normas que permitan establecer una oferta adecuada, estable y suficiente de material de reproducción (semillas y material de reproducción vegetativa) para la agricultura ecológica, desarrollando mecanismos que apoyen tanto la mejora de variedades, como su distribución y comercialización, lo que incluye su registro y especificaciones técnicas de cultivo teniendo en cuenta la normativa de producción ecológica."*

Antes de dar algunas indicaciones sobre el proceso de obtención y conservación de semillas es conveniente

que nos planteemos cuáles son las variedades más apropiadas para ser usadas en AE. Ya hemos comentado en otros apartados que las variedades locales tienen un papel importante que jugar en el campo de la AE, ahora queremos introducir la problemática del uso de variedades convencionales. Son muchos los expertos que estiman que las variedades a usar en AE deben haber sido desarrolladas en condiciones de AE, es decir, que si los procesos de selección y mejora está encaminados a la obtención de una variedad para la agricultura comercial, es seguro que han primado otros objetivos distintos a los de AE y, por lo tanto, el resultado de esos procesos no sería todo lo recomendable para otro tipo de agricultura.

Como hemos indicado, en la actualidad las variedades comerciales de AE que nos ofertan la mayoría de las casas comerciales son las mismas variedades que han seleccionado para el cultivo comercial, pero obtenidas, durante una generación, en las condiciones de AE. Es por tanto este un campo de investigación y trabajo donde prácticamente todo estaría por realizar. Podríamos decir que no disponemos de semillas ecológicas en el sentido estricto, sino de semillas convencionales que han sido cultivadas en condiciones de agricultura ecológica. La mejora y selección de material vegetal con criterios ecológicos es una tarea por desarrollar, a la cual las grandes casas obtentoras no han dedicado esfuerzos por lo relativamente pequeño del mercado. Se trataría de desarrollar programas de mejora genética para el desarrollo de variedades para producción en AE, que deberían ser elaborados con la participación de todos los sectores implicados, productores tradicionales, ecológicos, consumidores, técnicos..., dentro de un programa que se ha venido a llamar de "mejora participativa". Al respecto se están desarrollando algunas iniciativas en este sentido a nivel europeo, en el marco del Consorcio europeo para la Mejora de Plantas Ecológicas (ECO-PB). Una iniciativa puesta en marcha en abril de 2001 y que tiene su sede en Driebergen (Holanda).

## PRODUCCIÓN DE SEMILLA ECOLÓGICA



## Principios de la producción de semillas ecológicas

Para realizar mejor el trabajo de obtención de semillas es importante conocer los factores que intervienen en la fisiología y la conducción de los cultivos, de esta forma situaremos a nuestras plantas en las condiciones óptimas de producción de semillas fértiles y viables. Distinguiremos entre dos tipos de factores, los botánicos y los agronómicos.

### Multiplicación sexual y multiplicación vegetativa

La reproducción sexual es aquella en la que la perpetuación de la especie corre a cargo de células especiales formadas en los órganos reproductores. Estas células reproductoras se llaman gametos. Los gametos pueden ser masculinos o femeninos. Los gametos masculinos se engendran en los granos de polen que producen los estambres de la flor. Los gametos femeninos (óvulos) se forman en el pistilo de la flor. El resultado de la unión de los dos gametos es un óvulo fecundado que se desarrolla y madura dando lugar a la semilla.

Para obtener frutos y semillas de calidad se ha de producir con normalidad la floración, polinización, fecundación y fructificación de nuestras plantas; estas son las fases de la reproducción sexual de las plantas; por último las semillas han de estar bien formadas y deben tener un buen vigor y alta capacidad germinativa para dar buenas plantas en semillero y en campo. Por esto es conveniente conocer estas funciones con más atención.

Otro método de multiplicación de plantas, muy utilizado por los agricultores, es la multiplicación o propagación vegetativa. Este no precisa de semillas para obtener una nueva planta, se trata de aprovechar la propiedad que presentan algunos vegetales de que una parte de la planta puede separarse y desarrollar una nueva planta independiente.

A diferencia de la reproducción sexual lo que obtenemos ahora son clones, es decir individuos idénticos a la planta madre, ya que son fracciones de aquella y no han tenido ninguna modificación en su sistema genético. Es un método fácil de multiplicación pero al ser todas las plantas iguales genéticamente no hay variabilidad genética, falta capacidad de adaptación y podemos arrastrar las enfermedades víricas y fúngicas de la planta originaria. Por tanto, aunque la multiplicación vegetativa es un método muy efectivo y rápido, es conveniente que cada 3 ó 4 años efectuemos una

plantación de semilla, para eliminar los problemas antes mencionados.

Podemos multiplicar vegetativamente plantas a partir de tubérculos, rizomas, bulbos, estolones, hijuelos, estacas o estaquillas. Se pueden definir cada una de ellas como sigue:

- **Tubérculo:** es una porción de tallo subterráneo que contiene sustancias de reserva. Las yemas de estos tallos originan brotes que salen al exterior. Ejemplos: la patata (*Solanum tuberosum* L.)

- **Rizoma:** es un tallo que crece horizontalmente bajo la superficie del terreno. Las yemas de este tallo subterráneo originan brotes que salen al exterior y se cubren de hojas. Ejemplo: el espárrago (*Asparagus officinalis* L.). Esta forma de reproducción del espárrago es ocasional, siendo la reproducción sexual (por semilla) la forma normal de reproducirlo.

- **Estolón:** es un tallo aéreo rastrero que se desarrolla horizontalmente, como ocurre con algunos tallos del fresal (*Fragaria vesca* L.). Estos tallos, al contacto con la tierra echan raíces adventicias y desarrollan una nueva planta.

- **Bulbo:** es un tallo muy corto, que lleva unas raíces fibrosas en la parte inferior y una yema en la parte superior. Esta yema está protegida por unas hojas carnosas que almacenan sustancias de reserva. Ejemplo: el ajo (*Allium sativum* L.).

- **Hijuelos:** son brotaciones de yemas del pie de la planta, como la alcachofa (*Cynara scolymus* L.).

- **Estaca o estaquilla:** es un trozo de tallo joven provisto de yemas, uno de cuyos extremos se introduce en la tierra para que arraigue. Ejemplo: el boniato (*Ipomea batatas* L.). Estas ramas han de tener un par de hojas para que la rama no pierda excesiva humedad. Este método es muy utilizado también en plantas leñosas y arbustivas. En algunas plantas se pueden hacer estacas de un trozo de raíz (provisto de una yema adventicia) o de un trozo de hoja. El esqueje es una estaquilla de planta herbácea.

Respecto a la reproducción sexual es necesario que conozcamos algo más de la fisiología de la flor. La flor perfecta está formada, en un primer nivel, por los sépalos que están formados por las hojas que rodean los

pétalos. Pueden ser de color verde o del mismo color que los pétalos.

En un segundo nivel encontramos los pétalos que son las hojas, con más o menos color, que cubren directamente el aparato reproductor propiamente dicho. En un tercer nivel están los estambres, que son la estructura sexual masculina en la que se encuentra el polen dentro de las anteras. Finalmente en un cuarto nivel encontramos el ovario, que es la estructura sexual femenina, dentro de la cual se encuentra el óvulo.

En la naturaleza podemos encontrar:

- Flores perfectas o completas: aquellas que tienen órganos masculinos y femeninos en la misma flor, por ejemplo las judías.
- Flores imperfectas: las que presentan órganos masculinos y femeninos en distintas flores
  - Si están en la misma planta, se denominan monoicas: por ejemplo la calabaza
  - Si están en distintas plantas, se denominan dioicas: por ejemplo el espárrago.

### Polinización

Respecto al origen del polen que produce la fecundación existen plantas con:

- Autopolinización, es decir que polen y ovulo proceden de la misma planta. En este caso tendríamos un grupo de plantas que son fecundadas por su propio polen (autógamas) como: el tomate (*Solanum lycopersicum* L.), la lechuga (*Lactuca sativa* L.), la judía (*Phaseolus vulgaris* L.), el guisante (*Pisum sativum* L.); y otras que incluso lo hacen antes de que la flor abra, con lo cual se asegura la autopolinización, por ejemplo la judía o el guisante.
- Polinización cruzada, cuando el polen proviene de otra flor (alógamas). En este caso podemos encontrar, según el medio de transporte del polen:
  - viento (anemógamas): maíz (*Zea mays* L.), espinacas (*Spinacea oleracea* L.), acelga (*Beta vulgaris* L. var. *cicla* L.)...
  - insectos (entomógamas): (*Allium cepa* L.), las coles (*Brassica oleracea* L.) y la zanahoria (*Daucus carota* L.)

En la naturaleza la mayoría de las plantas autógamas tienen un cierto grado de alogamia, es decir no todas las flores de la planta son fecundadas con su propio



polen; por éste motivo en la producción de semillas, según queramos conservar los caracteres de la variedad y mantenerlas más o menos «puras», conviene evitar las polinizaciones cruzadas, por lo que separaremos las distintas líneas de la misma especie o las cultivaremos aisladas. En este aspecto los productores tradicionales no se preocupan tanto por las hibridaciones naturales, en su caso tienen claro cuál es el "ideotipo" que persiguen y eliminan las plantas que difieren de esa idea, dejando las que respondan a su ideotipo, o seleccionando aquella línea espontánea que les parezca interesante.

La polinización por insectos tiene una función muy importante en la producción de semillas. Los órdenes más importantes de insectos polinizadores son los Himenópteros (hormigas, abejas y avispas), y los Dípteros (moscas). En muchos casos la cantidad de semilla producida depende exclusivamente de la polinización natural de los insectos; así en zonas rodeadas de agricultura química, con frecuentes aplicaciones de pesticidas, la cantidad de insectos es mínima y esto influye en la semilla que se obtiene. Un resumen de las características de las principales especies aparece en la tabla 4.

### Fecundación y Fructificación

Conseguida la polinización, el grano de polen germina sobre el estigma, y un tubo polínico baja por el estilo a buscar el ovario, allí fecunda el óvulo, produciéndose

una nueva combinación del material genético, dando lugar a una célula que mezcla las características de los dos parentales.

Cuando el óvulo es fecundado, se inicia la división celular y la formación del fruto. Finalizada la división

celular el fruto entra en la etapa de crecimiento celular, es decir de acumulación de agua y nutrientes en las células, así aumentan de tamaño. Dentro del fruto se desarrolla la semilla o las semillas, dependiendo de si la flor tiene un solo óvulo o más de uno.

Tabla 4. Características de la reproducción de las principales plantas hortalizas

Especie	Ciclo	Reproducción	Polinización	Tiempo medio conservación (años)
Alcachofa	Anual/perenne	Polinización/vegetativa	Insectos	5
Acelga	Bianual	Polinización	Viento	10
Judías	Anual/perenne	Polinización	--	3
Berenjena	Anual	Autopolinización/Polinización	Insectos	5
Calabaza	Anual	Polinización	Insectos	3-10
Cebolla	Bianual	Polinización	Insectos	2
Coliflor	Bianual	Polinización	Insectos	4
Espinaca N. Z,	Anual	Polinización/vegetativa	Insectos	6
Espinaca	Anual	Polinización	Viento	5
Guisantes	Anual	Autopolinización	--	3
Habas	Anual	Autopolinización/Polinización	Insectos	4
Judías Verdes	Anual	Autopolinización	--	3
Lechuga	Anual	Autopolinización	--	5
Maíz	Anual	Polinización	Viento/Insectos	2-10
Pepino	Anual	Polinización	Insectos	4-10
Pimiento	Anual	Autopolinización/Polinización	Insectos	5
Puerro	Bianual /perenne	Polinización/vegetativa	Insectos	3
Rabanito	Anual/Bianual	Polinización	Insectos	4
Remolacha	Bianual	Polinización	Viento/Insectos	5
Tomate	Anual	Autopolinización	--	4
Zanahoria	Bianual	Polinización	Insectos	3

Fuente: Red de Semillas de Euskadi (1999), basado en Jeremy Cherfas "Guía para el recolector de semillas". Elaboración propia.



Cherchio Duato

La **semilla** es la estructura formada por el embrión, las reservas y las cubiertas que los resguardan. Es una estructura viva en estado de reposo mientras las condiciones ambientales no sean las adecuadas para su desarrollo. Es la fase de la vida de las plantas mejor adaptada para resistir condiciones ambientales adversas, ya que tiene como función dispersar y reproducir la especie en el espacio y el tiempo.

La madurez adecuada de las semillas ha de ser tanto **morfológica** como funcional, la madurez morfológica corresponde con el desarrollo completo de las estructuras que forman la semilla, generalmente la madurez morfológica se alcanza en el mismo vegetal y supone que la planta pase por todas las fases de su ciclo biológico correctamente, incluida la desecación. Pero una semilla completa puede ser incapaz de germinar porque necesita una serie de cambios fisiológicos, debe alcanzar la madurez **fisiológica**, que aunque no suponen ningún cambio morfológico, incluyen la pérdida de sustancias inhibitoras o la acumulación de sustancias promotoras de la germinación, que la ponen a punto para la germinación.

La semilla, como encargada de propagar la especie en la naturaleza, ha de ser capaz de mantenerse periodos largos de tiempo en estado de latencia, a la espera de las condiciones adecuadas para germinar, en ese estado las funciones vitales se reducen al mínimo, pero

puede llegar un momento en el que pierda la capacidad de germinar; al tiempo durante el cual es viable, se le llama **longevidad** de la semilla y depende de cada especie y de las condiciones de conservación.

Las plantas hortícolas se pueden distinguir también en tres grupos según florezcan el primer año de plantación (plantas anuales), el segundo año (bianuales) o sean plurianuales, es decir duren diversos años y florezcan más de una vez. Las plantas anuales florecen al final del ciclo vegetativo, principalmente en verano. Mientras que las plantas bianuales tienen un período de reposo invernal y florecen en la primavera siguiente.

### Germinación, vernalización y latencia

• **Germinación:** es el proceso por el cual la semilla pasa del estado de reposo o letargo a un estado de actividad y crecimiento que la convierte en plántula. Son diversos los factores que condicionan la germinación, entre ellos el poder germinativo de las semillas, la interrupción del letargo, y las condiciones ambientales adecuadas de humedad, luz, temperatura y aireación.

Ligados a la germinación aparecen dos nuevos conceptos de gran interés agronómico, el **vigor** (propiedad de la semilla que determina la capacidad y el nivel de actividad en la germinación), y la **viabilidad** (capacidad de las semillas de convertirse en plántulas aceptables en

el campo). Todos estos conceptos: germinación, vigor y viabilidad, están relacionados y en la práctica condicionan el éxito del semillero.

En ocasiones la buena germinación de las semillas se ve comprometida por las siguientes causas:

- Estado deficiente de la maquinaria bioquímica de las semillas: semillas recogidas inmaduras o que han sufrido una conducción agronómica defectuosa con carencias nutritivas o estrés; también puede ser semilla envejecida.
- Pocas reservas en el endospermo o los cotiledones.
- Daños físicos, en la manipulación y almacenaje, o problemas sanitarios originados por plagas o enfermedades.
- Cuestiones genéticas propias de la especie.

• **Vernalización:** algunas plantas hortícolas no inician la floración hasta que han recibido el estímulo de las temperaturas bajas, estas plantas suelen ser bianuales, y florecerán a la primavera o en el verano del año siguiente, después de acumular frío en el invierno.

• **Latencia, dormición:** en muchos casos se observa como las semillas no tienen capacidad de germinar inmediatamente después de ser recogidas, por el contrario ha de transcurrir un tiempo hasta que puedan germinar. Esto es debido a diferentes factores fisiológicos protectores como: la dureza de la cobertura de la semilla, presencia de sustancias inhibitoras, influencia de los factores climáticos sobre las hormonas vegetales...

En algunos casos el tratamiento de las semillas con temperaturas bajas durante un período de tiempo de 48 h. puede eliminar la latencia. Pero el método más sencillo es guardar el tiempo requerido por cada semilla antes de plantarla.

Muchas plantas necesitan la interacción entre vernalización y duración del día para florecer, así la remolacha y las coles necesitan vernalización y días de más de 12 horas de luz para florecer, también las plantas han de tener un tamaño mínimo para responder al estímulo. La duración del día es muy importante en la formación del bulbo y del tallo floral de la cebolla.

### Agronomía de la producción de semillas

En general son válidos los mismos principios y prácticas de cultivo ecológico que utilizamos en la producción de hortalizas para el mercado, pero como la finalidad

es producir semilla, hemos de recordar que en general el cultivo será más largo, en ocasiones mucho más largo, hasta llegar a la madurez fisiológica del fruto y la semilla.

La precocidad no es un objetivo de la producción de semillas, sino que debemos buscar que la planta cubra bien todas las fases fisiológicas para llegar preparada a la fase de maduración de las semillas, por lo que el ciclo de estación más adecuado, es ni precoz ni tardío. Si se considera conveniente deben aplicarse sistemas de poda y conducción para mejorar la producción o la sanidad de la planta.

Es importante dar a cada especie el cultivo típico de la zona para que la variedad exprese todas sus cualidades y así poderlas evaluar. Adaptaremos el marco de plantación a nuestro nuevo objetivo, necesitaremos algo más de espacio por tener una menor densidad de plantación debido a que las plantas que llegan a flor son generalmente más grandes; las necesidades de escarda serán mayores con marcos de plantación amplios, y no debemos olvidar el asegurar la disponibilidad de agua y las atenciones culturales y sanitarias hasta el final del cultivo.

Para el cultivo de hortícolas el clima es muy importante, su influencia depende de la forma de manifestarse los diversos componentes climáticos, tendremos que conocerlos para situar a nuestras plantas en las mejores condiciones agronómicas y poder obtener buenas cosechas. Cuando se estudia la producción de semilla nos encontramos que se presentan puntos críticos en la apertura de las flores, polinización, fecundación, y en la madurez de los frutos y de las semillas; la falta de agua en estos momentos reduce la producción y la calidad de la semilla.

La lluvia en la producción de semilla es un factor muy importante a tener en cuenta. Durante la floración y la polinización las lluvias pueden producir la falta de fecundación, ya que los insectos no vuelan durante las lluvias y el polen en suspensión en el aire es lavado con la lluvia y cae a tierra.

La orientación de los cultivos debe ser lo más soleada posible, ya que el sol favorece la formación de semillas. Las exposiciones al norte resultan menos favorables, sobre todo en invierno con el problema de las heladas. Por el mismo motivo, la acción del sol y el aire, se recomienda cultivar semillas en sitios altos, de



montaña si es posible, ya que de alguna manera regeneran las semillas.

En plantas bianuales son necesarios inviernos suaves para asegurar las mínimas pérdidas de plantas, pero al mismo tiempo con temperaturas suficientemente bajas para asegurar una vernalización satisfactoria.

El viento es un factor importante para la obtención de semillas en las variedades alógamas anemófilas, es decir aquellas que necesitan el viento para ser polinizadas. En otros casos resulta perjudicial, por producir fecundaciones y cruzamientos no deseados, y en el caso de ser un viento frío o seco puede producir alteraciones fisiológicas en los órganos reproductores, que son muy sensibles.

Es importante en la producción de semillas tener veranos y otoños relativamente secos, con viento y agua de riego suficiente para que las semillas maduren bien y para que las tareas de recolección se realicen con pérdidas mínimas. En concreto es muy importante que las plantas estén suficientemente secas en la recolección. La presencia de lluvias en las fases finales del cultivo aumenta las enfermedades fúngicas y compromete la sanidad del cultivo.

La correlación entre fertilidad, crecimiento del fruto y de la semilla es evidente. La nutrición de las plantas en el caso de obtención de semilla es un factor de importancia, ya que evidentemente una nutrición adecuada incrementa la cantidad de producción de fruto y el tamaño de estos, así como de las semillas.

Hay que tener en cuenta, también en cultivo ecológico, que con altas concentraciones de nitrógeno disponible para las plantas se retrasa la floración, mientras que las concentraciones bajas la adelantan, pero a costa de menor producción; el fósforo por su cuenta aumenta el número de flores. Las carencias nutricionales también afectan a la producción de semillas, podremos corregirlas, en caso necesario, con los productos autorizados por el Reglamento de la Agricultura Ecológica.

En la producción de semillas buscaremos una fertilidad equilibrada en un suelo vivo y fértil, como es la propia de la agricultura ecológica, en el que la planta muestre sus características típicas, alcance en las mejores condiciones la fase de la reproducción sexual, ésta es la mejor garantía para obtener semilla de calidad. No se deben realizar fertilizaciones "extras" a las parcelas que van a producir semillas, tampoco se elegirá ni el mejor suelo ni el peor, queremos que las plantas

"expresen" sus potencialidades en un suelo medio, y si hay diferencias seleccionaremos las más adecuadas.

### Prácticas agrícolas

Las prácticas agrícolas pueden influir mucho en la producción final y en la calidad de las semillas obtenidas. Las principales prácticas agrícolas características de la producción de semillas son: cortavientos, protecciones, tutores y embolsados.

#### Cortavientos

En cualquier zona de producción de semilla se pueden mejorar las condiciones microclimáticas del cultivo para semilla estableciendo un cortavientos, seto o cerramiento. Es una de las técnicas más utilizadas en la producción de semillas.

Los setos o cortavientos protegen del viento la zona contraria a la dirección del mismo. En esta zona protegida se reducen las pérdidas de humedad por transpiración de las plantas o evaporación del suelo, disminuyen los daños mecánicos en las hojas y mantienen intacta su capa de cera. Además los setos son refugio

de seres vivos que actúan como auxiliares en el control biológico, entre ellos muchos insectos que actúan como polinizadores. En zonas costeras reducen las quemaduras del viento cargado con sal marina, y evitan la deriva fitosanitaria desde parcelas convencionales.

Todas estas mejoras afectan a la floración, mejorando la fecundación por un incremento de insectos polinizadores y por una disminución de daños en la flor. Otro efecto deseable es la reducción de fecundaciones cruzadas por la barrera física que supone el seto a la llegada de polen ajeno, lo que se completa con la desviación del viento que lo lleva fuera del cultivo. La presencia de cortavientos reduce considerablemente las distancias necesarias para evitar las polinizaciones cruzadas no deseables entre variedades.

#### Protecciones

Los elementos utilizados como protección de los cultivos son los jaulones, invernaderos u otras estructuras que tienen como finalidad aislar el cultivo de los insectos polinizadores no deseados, el material de protección puede ser plástico o mallas antinsecto. Una vez aislado el cultivo habrá que asegurar su polinización, bien haciéndola manualmente o introduciendo polinizadores, a no ser que el cultivo sea autopolinizante. Con esta técnica aumentamos la protección frente a enfermedades viróticas transmitidas por insectos vectores.

Cuando utilizemos estas estructuras hay que tener en cuenta las condiciones climáticas, para no tener problemas con las enfermedades fúngicas por excesos de humedad, así como las desecaciones en las plantas o de las flores por temperaturas demasiado altas. Es conveniente mantener la circulación de aire dentro de estas protecciones y un manejo climático correcto.

#### Tutores

Los tutores son elementos que nos permiten guiar la planta y sostenerla en una posición vertical, con el objeto de que los frutos y/o semillas no caigan al suelo y así facilitar su manipulación y asegurar su calidad. Hay que recordar que algunas plantas hortícolas tienen estructuras florales que pueden llegar a ser muy grandes, y en días de viento o lluvia hay un peligro real de caer al suelo, con la consiguiente pérdida o deterioro de la semilla. También tienen la finalidad de disminuir el espacio de suelo ocupado por la planta, permitiéndonos incrementar la densidad de plantación.



Los tutores suelen ser elementos muertos, aunque también podemos entutorar con plantas de porte erecto, asociadas al cultivo para semilla, en las cuales nuestra variedad trepa y se beneficia. Los elementos muertos pueden ser cañas, estructuras con cañas y cuerdas, que forman una espaldera, o en el caso de cultivo bajo de invernadero pueden ser hilos que cuelgan del techo.

#### Embolsados

Los embolsados podrían incluirse dentro de las estructuras de protección, pero a diferencia de ellas no protegen la planta, tan solo protegen la flor para evitar los cruzamientos no deseados, en un primer momento, y las pérdidas por desgranado, por pájaros y por roedores, más adelante.

Como su nombre indica son bolsas, de papel o tela antinsecto, que cubren la flor individual o toda la estructura floral. El momento adecuado de embolsar es un poco antes de la apertura de las flores, con ello evitamos las polinizaciones no deseadas en las plantas, y mantendremos el embolsado hasta que el fruto inicia su desarrollo o hasta el final del ciclo de cultivo. La polinización de las flores, en el caso de no ser autógamas, habrá de realizarse manualmente, retirando la bolsa en el momento de la polinización y volviendo a colocarla inmediatamente después de finalizar la tarea. Es conveniente repetir la polinización varias veces para obtener un resultado seguro.

Si el embolsado tiene por objetivo evitar los roedores, los pájaros o el desgranado, se embolsará cuando comiencen a haber semillas maduras que pueden desgranarse o ser comidas.

#### Otras técnicas

Para evitar cruzamientos indeseados, especialmente con las plantas de polinización cruzada, los productores de semilla deben adoptar medidas de aislamiento, estas de manera resumida pueden ser:

Aislamiento en el espacio, es decir, manteniendo una distancia de seguridad entre las plantas que deseamos dejar para semilla y otras de la misma especie. Esta distancia puede ser variable según la especie, por ejemplo, 1- 2 metros en la mayoría de la autógamas, como el trigo; y hasta 500-1.000 metros en las plantas de polinización cruzada, por ejemplo el maíz. Al

tratar las distancias de separación entre variedades hay que recordar que las distancias que recogen los Reglamentos técnicos de producción de semilla comercial se refieren a semilla certificada, tipo que no existe comercialmente en horticultura; se estipulan además para campo abierto, si existen obstáculos o setos, las distancias pueden reducirse. En general cuanto más deseemos mantener los caracteres puros más atención prestaremos a las separaciones.

Aislamiento en el tiempo, se trataría de plantar variedades diferentes, con posibilidades de cruzamiento, en distinto momento, para que florezcan en diferentes fechas y, por lo tanto, no pueda existir cruzamiento al producirse el polen en momentos diferentes.

#### La sanidad en la producción de semillas

Nuestro objetivo, como en todo cultivo ecológico, será mantener un estado sanitario adecuado en la parcela en su conjunto, que permitirá a las plantas expresar sus características. Lo conseguiremos utilizando la visión global de la sanidad que tiene la agricultura ecológica, así como las técnicas permitidas por el Reglamento de la Producción Ecológica.

La sanidad de las semillas depende fundamentalmente de la sanidad general del cultivo, debemos dedicar pues nuestro esfuerzo principal al mantenimiento de la salud general del agroecosistema; pero debemos conocer que, además, se pueden encontrar plagas y enfermedades específicas de las semillas en campo, y también plagas y enfermedades de almacenamiento, así como que las semillas pueden ser un elemento de transmisión de enfermedades entre generaciones, por lo que debemos ser cuidadosos en estos temas.

#### Plagas del almacenamiento

Las plagas del almacén son muy peligrosas porque allí se reproducen rápidamente pues las condiciones de conservación son las óptimas. Entre las plagas más importantes tenemos: los gorgojos de las legumbres, del arroz, del trigo y de la harina, y diversas polillas que atacan granos, harinas y frutos secos. Se distingue el ataque de unos y otros en que cuando hay ataque de polillas, los granos aparecen unidos por hilos, como de araña, cosa que no ocurre cuando el ataque es de gorgojos.

#### Los gorgojos



Gorgojos en granos de habas

- De los cereales: Las dos especies frecuentes en nuestros graneros son *Sitophilus granarius* y *Sitophilus oryzae*.

- De las leguminosas: Son numerosas especies y no siempre fáciles de identificar, pertenecen a dos géneros: *Bruchus* y *Acanthoscelides*, suelen ser específicos de cada leguminosa.

#### Las polillas

Son cuatro las polillas que podemos encontrar en los graneros, con formas y costumbres diferentes, por lo que conviene diferenciarlas: La polilla o palomilla, *Sitotroga cerealella*. Vive en los graneros pero se reproduce en los sembrados, con lo que los granos llegan ya apolillados, continuando después la multiplicación en el almacén. La falsa polilla, *Tinea granella*, es algo mayor que la polilla verdadera y su color es gris plateado, vive exclusivamente en el almacén, devora el embrión de los granos y produce numerosos hilos de seda. La polilla gris, *Ephestia kuehniella*, es de mayor tamaño, mide de 20 a 25 mm, y es de color gris, abunda en los almacenes donde deja numerosas telas, como de araña. La polilla bandeada, *Plodia interpunctella*, tiene un franja blanca en la base de las alas que es característico, es más frecuente en los frutos secos, pero también ataca las harinas.

#### Control de gorgojos y polillas

No se debe utilizar semilla con gorgojo en las siembras, con ello les llevamos a parcelas donde no existía, se debe modificar la rotación evitando las leguminosas o especies sensibles, para romper el ciclo biológico de los gorgojos en campo. Se pueden controlar los gorgojos, en las primeras fases del ataque a la semilla, colocando las semillas en el congelador del frigorífico por unos días (2-3), estas temperaturas no dañan la semilla y sí afectan a los gorgojos y sus puestas.

Colocar telas metálicas tupidas en las ventanas para evitar la salida de adultos, de gorgojos y polillas, en primavera que se dirigirán al campo. El Reglamento de la producción Ecológica recoge formulados para el control sanitario de granos destinados a la siembra.

#### Transmisión de enfermedades por las semillas

##### Virus

El riesgo de transmisión de enfermedades víricas por las semillas nos obliga a ser cautos y evitar el guardar semillas de plantas viróticas en cualquier grado.

En el caso de multiplicación vegetativa de una planta hortícola, si ésta está afectada por un virus, la transmisión es segura, así cualquier tipo de material vegetal: tubérculos, bulbos, rizoma, esquejes, dan lugar a plantaciones contaminadas; por lo que las plantas madres (de las que se extraerán las plantas comerciales) deben tener un cuidado especial. Puede ser conveniente cultivarlas en recintos protegidos contra vectores y realizar continuas observaciones visuales para detectar los síntomas de enfermedades víricas.

Diversos son los virus conocidos que se pueden transmitir por las semillas así:

- **El virus del mosaico del tabaco (TMV)** puede transmitirse, en tomate, por la semilla. Se encuentra principalmente en las envolturas de la semilla, por lo que si ésta no se separa por un proceso de fermentación, el peligro de transmisión es alto. A pesar de ello, en semillas muy contaminadas, aún pueden quedar virus en los tegumentos y en el albumen de la semilla tras la fermentación, por lo que es necesaria una esterilización por medio de calor seco, (80°C, 24 horas).

- **Virus del mosaico de las calabazas (SMV).** Se transmite por semilla en una proporción elevada.

- **Virus del mosaico común de la judía (BCMV).** Puede ser transmitido por semilla en proporción muy elevada, hay variedades más sensibles que otras, la enfermedad se propaga entre plantas por pulgones vectores, generalmente *Acyrtosiphon pisum* (pulgón verde del guisante), pero también por *Myzus persicae* y *Aphis fabae*.



Pulgones en hoja de tomate

Cuando se conoce que una especie tiene una probabilidad elevada de transmitir un virus por su semilla, es necesario realizar un programa de selección sanitaria que debe incluir todas o varias de las actuaciones siguientes:

- Elección de un emplazamiento con una climatología poco favorable a las infecciones.

- Ajustar los métodos agronómicos (fertilización, riego, labores, etc...) para evitar los vectores y las situaciones que favorezcan a los patógenos.

- Aplicar adecuadamente la depuración, método muy efectivo realizado a tiempo, consiste en observar atentamente la presencia de síntomas y eliminar rápidamente las plantas afectadas.

- Cultivar bajo estructuras de protección, invernaderos, jaulones con mallas antinsecto, etc., consiste en establecer barreras físicas a los vectores de los virus.

#### Bacterias

Algunas bacterias fitopatógenas pueden transmitirse por semillas contaminando tanto los tegumentos como los mismos cotiledones.

Es conocido el caso del Chancro bacteriano del tomate (*Corynebacterium michiganensis*) y otras bacteriosis foliares que se transmiten a través de las semillas de tomate, en estos casos el criterio es no guardar semilla si la planta presenta síntomas, en caso de duda es conveniente realizar una extracción de semilla por fermentación.

En la familia de las leguminosas es de gran importancia la enfermedad transmitida por las semillas conocida como grasa bacteriana, que realmente son dos especies: la *Pseudomonas syringae* pv. *Phaseolicola*, y la *Xantomonas campestris* pv. *Phaseoli*; que presentan como síntoma característico unas manchas en hoja rodeadas de un halo si la temperatura es la adecuada.

La producción de semilla de leguminosas exenta de grasas bacterianas descansa en la aplicación de medidas profilácticas y el control riguroso de los lotes obtenidos. Se busca, para la producción de semillas, parcelas situadas en climas áridos y con un sistema de riego de pie, ya que se ha comprobado que la bacteria se propaga más con los riegos por aspersión.

#### Hongos

Diversos hongos pueden transmitirse a través de las semillas, generalmente adheridos a los tegumentos; los hongos llegan a la semilla cuando una pudrición invade el fruto, como es el caso de *Fusarium solani* f.sp. *cucurbitae*, hongo no especializado que ataca los frutos de calabazas, melones y pepinos, llegando al interior y contaminando

las semillas, que se convierten en el principal método de difusión de la enfermedad.

En la familia de las leguminosas una peligrosa enfermedad transmitida por las semillas es la antracnosis, producida por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum*, que se disemina entre plantas principalmente por la lluvia y los riegos por aspersión. Para la producción de semillas libres de antracnosis se evitan los climas excesivamente húmedos y se realizará un seguimiento detallado del estado sanitario.

El mildiu del guisante (*Peronospora pisum*), puede transmitirse con las semillas si las oosporas del hongo, tras invadir la vaina, han quedado sobre la superficie de los guisantes secos utilizados para la siembra.

En el cultivo del apio y del perejil, la *Cercospora* spp, y la *Septoria* spp, son enfermedades foliares que provocan manchas, lo que deprecian comercialmente las hortalizas; los dos hongos se transmiten por semilla, por lo que habrá que evitar las plantas afectadas para guardar semilla. La semilla de la zanahoria también puede transmitir *Cercospora* y *Septoria*, y otros hongos patógenos como *Alternaria*, *Phomopsis*, etc..., por lo que habrá que cuidar la rotación de las parcelas y el estado sanitario del cultivo para evitar las transmisiones por semilla.

Disponemos de dos métodos para evitar la propagación a través de las semillas de enfermedades, uno es preventivo: la extracción por fermentación, el otro curativo: los tratamientos de desinfección de semillas.

**1- La extracción de semillas por fermentación**, de la masa gelatinosa en la que se encuentran, no es suficiente para eliminar todos los gérmenes patógenos que puede contener una semilla que ha tenido problemas sanitarios en el campo, pero es un tratamiento siempre recomendable, que, después, en caso de duda, puede completarse con un tratamiento de desinfección.

**2- Los tratamientos de desinfección de semillas** tienen por objetivo impedir el desarrollo, en el momento de la germinación de las semillas, de los parásitos que se puedan encontrar en la superficie o en las capas más profundas de las semillas u otros órganos de multiplicación.

Los autorizados por el Reglamento de la Producción Ecológica se limitan a la aplicación de calor y al uso

de los productos autorizados, de forma general, para mantener la sanidad de los cultivos.

Las técnicas de desinfección por calor normalmente quedan fuera del alcance de los agricultores, ya que son de aplicación compleja si no se dispone del instrumental necesario, en cualquier caso es necesario realizar ensayos previos con pequeños lotes, seguidos de controles de germinación, ya que las tolerancias de cada especie, variedad y lote de semillas son variables.

Existen dos tipos básicos: Desinfección con agua caliente, el agua es el vehículo del calor, normalmente se aplican 50 °C durante una hora. Es efectivo contra hongos, bacterias y nematodos, tanto en semillas como en bulbos y tubérculos. Desinfección por calor seco, en el aire es el vehículo del calor, las temperaturas aplicadas son más altas cuando se pretende eliminar virus, por lo que los tiempos de exposición deben ser precisos para evitar que la semilla quede afectada.



# Recolección, procesamiento y almacenamiento de las semillas

## Cuidados generales

Para la obtención de semillas de calidad es necesario tener en cuenta algunas cuestiones relacionadas con la sanidad, vigor y número de plantas elegidas para dejar semilla.

En primer lugar, es imprescindible que nos libere-mos de todas aquellas plantas no deseadas en el pro-pio campo, que no las dejemos florecer próximas a las que queremos dejar para la obtención de semillas. Nos estamos refiriendo a aquellas plantas que aparecen fuera de tipo; y también, principalmente, a aquellas que presentan síntomas de enfermedades, especial-mente de virus.

Es decir, buscaremos siempre plantas sanas, bien for-madas, perfectamente desarrolladas y con clara adapta-ción a nuestras condiciones de cultivo. Para elegir-las es conveniente marcar en campo las plantas elegidas, de manera que en la recolección no las cortemos y poda-mos dejarlas acabar su ciclo. Igualmente elegiremos los frutos que mejor aspecto presenten y no muestren nin-guna enfermedad o virosis. Es importante controlar la aparición de vectores de virus y enfermedades durante el cultivo, tales como: pulgones, trips, mosca blanca...

Respecto al número de plantas a dejar para semilla, debemos indicar que éste es un criterio muy importante, pues nos garantizará que guardamos, para siguientes cosechas, todo el potencial genético de nuestra varie-dad local. El criterio depende de cómo es la especie en cuanto a su fecundación, si alógama o autógama. Para las del primer caso (col, cebolla, puerro...), hay que de-jar un mayor número de ejemplares, como mínimo 20 plantas (en maíz o millo deberíamos dejar más de 50); para las segundas (lechuga, tomate, pimiento...) es su-ficiente con dejar 3 o 4 plantas.

Cualquier persona cultivadora de plantas puede ha-cer mejora en sus semillas, de hecho es esto lo que ha realizado el campesinado de manera tradicional a lo largo de la historia de la agricultura. Se trataría de de-jar semillas de aquellas plantas que muestran un carác-ter deseado: precocidad, tamaño, producción, color, forma... La selección empleada se ha venido a denomi-nar como selección masal, esta puede ser:

- Selección positiva: se seleccionan de nuestro cultivo aquellas que presentan el carácter deseado para ser reproducidas.

- Selección negativa: eliminamos de nuestra parcela para obtención de semillas todas aquellas plantas que muestren un carácter indeseado o que simplemente no sean acordes a la línea deseada.

Llegado el cultivo a sus últimas fases, comienzan las tareas específicas de recolección que influyen de gran manera en la producción y calidad de las semillas.

## Pérdidas antes de la recolección

En primer lugar hemos de saber que se pueden pro-ducir pérdidas en algunas especies de plantas que tie-nen una floración muy dilatada en el tiempo, ya que continuamente están apareciendo botones florales junto a flores abiertas o frutos ya maduros que van desprendiéndose, normalmente estos órganos están reunidos en inflorescencias de maduración escalonada, la mejor solución es embolsar la inflorescencia, lo que también es útil por impedir que los pájaros o ratones incrementen las pérdidas.

Otro problema es la tendencia de algunas especies a la maduración adelantada de las semillas y a su desprendimiento o desgranado, la lechuga y las coles tie-nen esta característica, también se soluciona este pro-blema con el embolsado.

## Momento de la recolección

En general respecto a la recolección de los frutos para semilla hemos de indicar que lo procedente es dejar que las plantas completen su ciclo, cuestión que en algunas especies no estamos acostumbrados, así, el fruto del pepino que consumimos es un fruto verde inmaduro, completar el ciclo es dejarlo hasta que se vuelve amarillo, lo mismo pasa con la berenjena, que cambiará su color, del morado que presenta en el pun-to de madurez de consumo al amarillo.

El momento de decidir cuándo proceder a la reco-lección de los frutos depende fundamentalmente de la especie que se trate, podemos clasificar las especies según el fruto que producen en:

- Especies de frutos carnosos húmedos (melones, san-día, tomates...),
- Especies de frutos carnosos secos (pimientos, calaba-zas, calabacines o bubangos...),



Pepino, de color amarillo, que ha cumplido su ciclo para su recolección para semilla.

- Especies de frutos secos (lechugas, puerros, cebollas, cereales...)

Respecto a la recolección, los frutos carnosos húmedos se recogerán bien maduros, por ejemplo, en un tomate cuando alcance su coloración roja intensa y presente una consistencia más blanda de la comercial.

Para los frutos carnosos secos, bastará con cogerlos cuando estén bien secos, eligiendo los frutos procedentes de las primeras flores. Luego se dejarán en un lugar soleado y seco en el almacén o en casa, hasta que se extraigan las semillas.

Por último los frutos secos, se dejarán acabar el ciclo y se recogerán con sus vainas, espigas o capsulas enteras. Hay que tener cuidado de no perder la cosecha de semillas en aquellas especies que presenten un marcado carácter dehiscente, es decir, que sus frutos se abren de manera natural esparciendo las semillas (suele ser típico de algunas leguminosas, por ejemplo los altramuces...), en estos casos conviene no retrasar la recolección y hacerla en las primeras horas de la mañana cuando las vainas conservan cierta humedad de la noche.

La fermentación es una técnica para separar la semilla del mucílago o capa gelatinosa que la envuelve, consiguiendo también eliminar gérmenes patógenos y evitando la transmisión de algunas enfermedades como hongos o bacterias. Solo se deben fermentar las semillas de tomate y pepino.

Básicamente consiste en dejar la semilla con agua de maceración, o preferentemente con el zumo del fruto, para que la flora presente, principalmente bacterias lácticas y levaduras, arranquen la fermentación de los azúcares que existen en el zumo, consiguiendo indirectamente separar la semilla del mucílago. Es aconsejable no añadir agua a la fermentación para no diluir o ralentizar el proceso o provocar una germinación prematura. La duración del proceso depende de la temperatura ambiente, será de dos a tres días con temperaturas de 20 a 30 °C. No conviene alargar el tiempo ya que puede producir una germinación prematura.

Para aumentar la eficacia sanitaria y reducir el tiempo, se puede realizar una extracción ácida añadiendo ácido clorhídrico (1%), o ácido acético (0,6%), durante 10 a 12 horas. Con este proceso las semillas viables tienden a precipitar ya que son más densas mientras que las semillas de una calidad más pobre flotan y se pueden decantar. La fase final de la fermentación, y de la extracción ácida, es un lavado abundante y cuidadoso para eliminar los restos del proceso que puedan afectar a la germinación.

### Técnicas de extracción y procesamiento

En cuanto a la extracción de las semillas haremos la misma diferenciación en cuanto al tipo de fruto:

- Especies de frutos carnosos húmedos (melones, sandía, tomates...), en muchas de las especies basta con una limpieza de las semillas una vez abiertos los frutos. Las que presentan sus semillas recubiertas por una cierta capa mucilaginosa (tomate), conviene, como hemos dicho, por motivos sanitarios efectuar un fermentación previa. Para este proceso (detallado

en el la nota de texto) es muy útil colocarlas en una malla o colador. Terminadas estas labores conviene secarlas inmediatamente, ya que corremos el riesgo de que la elevada humedad provoque que la semilla germine. Para esto, podemos colocar las semillas en mallas que se cuelgan, colocarlas los recipientes con orificios, o extenderlas al sol.

- Especies de frutos carnosos secos (pimientos, calabazas, calabacines...), el proceso de extracción consistirá en el trocear el fruto y separar las semillas, lo que se realiza con facilidad, para luego dejarlas secándose en un lugar seco y, en este caso, no expuesto al sol. Los pequeños trozos de la carne de fruto que permanezcan adheridos a la semilla se separarán cuando esté bien seca, mediante cribado y aventado de las mismas.

- Especies de frutos secos (lechugas, puerros, cebollas, cereales...), para estas especies, una vez cortados los frutos secos, o segados los cereales, es necesario proceder al trillado, proceso que consiste en separar las semillas de las vainas y otras estructuras del fruto por presión y fricción. Luego se cribarán, para lo cual es muy eficaz contar con tamices de diferentes tamaños, que nos permiten separar las semillas de los trozos de fruto más grandes o más pequeños que las semillas; las

pajas y otras suciedades o semillas de hierbas adventicias más grandes o pequeñas. Por último, se procederá al aventado, que consiste en hacer pasar las semillas vertiéndolas ante un chorro de aire, éste desplazará, según el peso, la suciedad y otras semillas fuera del lugar donde recogemos las que nos interesan; para esta operación es muy útil contar con un buen ventilador.

Un último método empleado para separar semillas de restos indeseados es la decantación, se suele emplear con pequeños volúmenes o con algunas especies (cebolla, puerro), consiste en sumergir las semillas en agua, de manera que por diferencia de densidades, quedarán flotando los materiales indeseados: pajas, cascarillas, semillas dañadas o afectadas por insectos...

Para prolongar el periodo de uso de las semillas es conveniente conservarlas adecuadamente, según sean las condiciones ambientales el poder germinativo de las semillas durará más o menos tiempo.

Las diferentes especies hortícolas tienen una longevidad propia de sus semillas que hemos de conocer, así hay semillas de vida corta como las cebollas y los puerros, otras son intermedias como el maíz y las leguminosas, y otras son de larga vida como los cereales. En

Tabla 5. Duración medida, en años, de la capacidad germinativa normal de semillas almacenadas en buenas condiciones

ESPECIE	AÑOS	ESPECIE	AÑOS
ACELGA	4	JUDÍA	3
APIO	5	LECHUGA	3
BERENJENA	5	MAÍZ	2
BROCOLI	4	MELÓN	5
CALABAZA	5	NABO	4
CARDO	5	PEPINO	5
CEBOLLA	1	PEREJIL	2
COL DE BRUSELAS	4	PIMIENTO	3
COL DE MILÁN	4	RÁBANO	4
COLIFLOR	4	REMOLACHA	4
ESCAROLA	3	REPOLLO	4
ESPINACA	4	SANDÍA	5
GUISANTE	3	TOMATE	3
HABAS	4	ZANAHORIA	3

Adaptado de Besnier (1965).



caso extremo lo representa la refrigeración donde se pueden conservar por largos periodos las semillas en perfectas condiciones.

Como regla general puede utilizarse el siguiente cálculo para asegurar una conservación en condiciones adecuadas: la temperatura, multiplicada por 1.8, sumada la humedad no deberá ser mayor de 68:

$$(1.8 \times ^\circ\text{C}) + H \leq 68$$

Se puede admitir una pérdida mínima de vigor en la conservación cuando las semillas se secan hasta el 8% de humedad. Una manera de comprobar de forma rápida este nivel de humedad consiste en doblar las semillas, cuando se rompen en lugar de doblarse la humedad es menor o igual al 8%.

La **temperatura** es el otro factor fundamental que regula la actividad de las semillas, como ya hemos visto influye en la cantidad de agua presente, también cuando la temperatura aumenta se incrementa la tasa respiratoria de las semillas, este proceso fisiológico es necesario para la germinación en el campo, pero si queremos guardar semillas es un problema que disminuye si reducimos la temperatura de conservación. Las temperaturas óptimas de conservación son diferentes para cada especie, cuando conservemos diversas especies juntas una temperatura media de 4-5 °C va bien para la mayoría.

Basándose en el principio de disminuir la humedad y la temperatura, Harrington enunció la conocida como "*Ley de Harrington*", que desarrolló este autor a partir de los resultados obtenidos con múltiples especies, obteniendo que por cada 1% que reduzcamos el contenido de humedad de la semilla, o por cada 5°C que rebajemos su temperatura, conseguiremos duplicar su longevidad.

Otros factores que también influyen en la conservación de las semillas, ya que están relacionadas con sus necesidades para germinar, son la luz y la cantidad de oxígeno presente, por tanto reduciendo estos parámetros aumentaremos el tiempo de conservación.

### Sistemas de conservación

El sistema tradicional de conservación consiste en guardar las semillas en materiales porosos, ya que las semillas respiraran mejor, buscando lugares frescos,

secos y poco iluminados como almacén, sin embargo, no siempre es posible contar con almacenes de estas características, por lo que resulta eficaz la alternativa del empleo de contenedores herméticos.

La **conservación en envases** o botes a prueba de humedad conservados a **temperaturas bajas**, es una de las prácticas más usuales, dado que de este modo es fácil conseguir una humedad baja en las semillas y, al tratarse de cantidades pequeñas de semillas, envasándolas en botes herméticos, conseguimos que como máximo el contenido de humedad de las semillas se iguale con el aire del interior del bote, pero no más. Los botes de vidrio con anillos de goma en el tapón son bastante herméticos y se cierran bien. Estos botes no ocupan mucho espacio y en una nevera convencional podemos guardar cantidades importantes de semillas hortícolas.

Se pueden conseguir una **humedad** más baja todavía introduciendo dentro del recipiente una sustancia higroscópica, como el gel de sílice, que absorbe humedad ambiental (tomando un color rosado o verde). El gel de sílice puede reactivarse indefinidamente volviéndolo a secar en un horno, con lo que tomará el color azul oscuro o ámbar, según marca. La cantidad de gel será la equivalente al peso de las semillas.

Otra forma de conservación, más delicada pero más prolongada, sería someter los botes herméticos de semillas a **temperaturas de congelación**, teniendo unas medidas de precaución: abrir los botes de semillas cuando hayan alcanzado la temperatura ambiente, para evitar que la humedad se condense en las semillas frías y se rehidraten; limitar el número de veces que se sacan los botes del congelador, ya que las fluctuaciones de temperatura reducen gradualmente la viabilidad; dejar al aire unos días las semillas antes de sembrarlas, si han estado secas, hasta niveles bajos de humedad, para que se rehidraten lentamente, en lugar de pasar rápidamente de una humedad baja a una muy alta.

Por último, otro método es la conservación en **envases con yeso o tiza**. Este producto tiene grandes propiedades higroscópicas; cuando se somete a temperaturas de 160 °C durante 24 horas, por ejemplo en un horno doméstico, el mineral se seca y queda con una gran avidéz por el agua, lo cual nos permite utilizarlo como deshidratante, alcanzando en las semillas porcentajes de humedad inferiores al 10 %. Hay que colocarlo en caliente dentro del bote, por lo que conviene separarlo de las semillas mediante un papel o algodón. Además

contiene azufre y calcio que tienen propiedades anti-sépticas que favorecen la conservación de las semillas en periodos largos de conservación.

### Test de germinación

El test doméstico de germinación se puede aplicar antes de guardar las semillas o bien antes de hacerlas germinar. En el primer caso servirá para no guardar material inservible y, en el segundo caso, para calcular el poder germinativo y la densidad de siembra; también es útil para conocer el estado de nuestras semillas guardadas.

Se suelen usar de 10 a 100 semillas, dependiendo del grado de exactitud que se desee. Las semillas se colocan en varias capas de papel húmedo, se enrolla y se coloca a 20-25°C durante una semana. Hay que tener asegurada la disponibilidad de oxígeno de las semillas. También hay que evitar que el papel esté demasiado mojado para evitar que se pudran fácilmente. Conviene revisar las semillas cada día y humedecerlas con agua tibia si es necesario.

Tras una semana se cuentan todas las semillas y se observa la proporción de germinación: 45 semillas germinadas de 50 representan el 90% de viabilidad. Una proporción menor del 60% indica una pobre fertilidad. Puede realizarse un segundo conteo una semana más tarde del primero, sumando los dos recuentos antes de calcular el porcentaje de germinación. Si se decide seguir este procedimiento una vez realizado el primer conteo se eliminan las semillas que hayan germinado.

Es importante durante el proceso mantener una temperatura constante pero no demasiado alta. Para la mayoría de las semillas de plantas hortícolas una temperatura mínima constante de 24°C es suficiente para la germinación. Pero algunas especies no germinan si la temperatura es ligeramente más alta o más bajas, las berenjenas y los pimientos germinan mejor a 27°C, mientras que las lechugas no germinan si la temperatura excede de este nivel.

El test de germinación también puede realizarse en tierra. Esto nos dará una información mucho más valiosa porque las semillas que germinan en papel húmedo puede que no tengan suficiente fuerza para empujar a través de una capa de suelo.

la siguiente tabla se recogen unos valores medios de duración de las semillas con buen poder germinativo.

Son numerosos los factores agronómicos que afectan a la longevidad de la semilla en la fase de cultivo que van a condicionar su futura conservación: la conducción agronómica, si han tenido alguna carencia de macro o micronutrientes, de agua o una climatología adversa; y la existencia de daños en la fase de recolección, procesamiento o desecación.

Una vez la planta ha pasado esta historia agronómica, la semilla tiene una determinada longevidad, su conservación a partir de ahora depende de los parámetros ambientales.

Los **parámetros ambientales** de conservación que más influyen sobre la semilla sana son fundamentalmente dos: la humedad y la temperatura.

En cuanto a la **humedad** distinguiremos entre la humedad de la semilla y la humedad del ambiente. La semilla se conserva bien con una humedad propia inferior al 10% de su peso, en este estado su metabolismo es muy bajo, pero también es muy higroscópica y absorbe la humedad del ambiente hasta igualarse con él; por tanto la humedad relativa del almacén deberá ser regulada para conseguir un equilibrio adecuado entre semilla y ambiente que facilite la conservación, si no se hace, deberemos guardarlas en envases cerrados.

La humedad relativa del ambiente es función de la temperatura, es decir para la misma humedad relativa, un volumen de aire contiene más vapor de agua cuando más elevada es la temperatura, de manera que además de regular la cantidad total de agua en el ambiente deberemos controlar la temperatura. Otra ventaja añadida es que cuanto más baja es la temperatura más se ralentiza el metabolismo de la semilla, y esto nos interesa. El

## Obtención de semillas de las principales familias hortícolas

### Cucurbitáceas

En este grupo se encontrarían la sandía (*Citrullus lanatus*); melón (*Cucumis melo*); calabaza y calabacín (*Cucurbita spp.*); y el pepino (*Cucumis sativus*).

La mayoría de las cucurbitáceas tienen flores unisexuales, macho y hembra, sobre el mismo pie, es decir son monoicas. Las flores masculinas nacen en un tallo largo y pueden aparecer antes que las femeninas, por lo que los diferentes pólenes tienen más oportunidades de alcanzar flores femeninas y por eso se conserva una mayor diversidad genética. Las flores femeninas salen de un tallo corto y tienen un engrosamiento en la base de la flor (ovario) que dará el fruto. Las flores solamente viven uno o dos días, se abren completamente y se marchitan a lo largo de un ese día o el siguiente. Las altas temperaturas hacen que haya una predominancia de flores masculinas y también pueden provocar el aborto de flores hembras polinizadas por estrés térmico.

La polinización es entomófila, por tanto precisamos de abejas para obtener una buena producción de semilla.

La extracción de la semilla se hace por maceración y después se limpian con agua y se secan inmediatamente después. No se aconseja la fermentación, ya que disminuye el poder germinativo de la semilla, excepto en el pepino cuyas semillas se pueden fermentar durante 24 h con el jugo, antes de cribarlas y lavarlas.

Un problema a tener en cuenta es la elevada fecundación cruzada entre variedades incluso entre algunas especies. Por lo que son aconsejables aislamientos importantes, hasta de 1.000 m., entre las distintas variedades para evitar cruzamientos.

La viabilidad de las semillas es variable, entre 4 y 10 años dependiendo de especie y variedad.

### Leguminosas

Familia muy numerosa distribuida por las zonas templadas del mundo, las plantas interesantes para nosotros pertenecen a las papilionáceas o fabáceas, y tienen como característica las hojas pinnado-compuestas, la corola característica de la flor, con un dorsal alzado (estándar), dos laterales (alas) y dos ventrales más

o menos soldados por el borde formando una quilla, por último destacan por la posibilidad de presentar nódulos radicales de bacterias simbióticas capaces de fijar nitrógeno atmosférico.

Las principales especies son: judías o alubias (*Phaseolus vulgaris* L.); habas (*Vicia faba* L.); guisante (*Pisum sativum* L.); existen variedades tanto de consumo de grano, como de consumo de vaina verde o de uso mixto. No vamos a considerar otras leguminosas consumidas esporádicamente; hemos de tener en cuenta que la clasificación agronómica y botánica de las judías es bastante compleja; y en todas ellas se puede realizar el mismo proceso de selección y obtención de semilla que aquí se comenta; nos referimos a otras especies del género *Phaseolus*, como *P. lunatus* y *P. coccineus*; y otras especies como *Vigna sinensis* y *Dolichos melanophthalmos*.

La mayoría de las especies son de día neutro, aunque hay alguna de día corto. Hay que seleccionar como reproductores los individuos que conservan mejor las características de la variedad. Las flores son autocompatibles y autógamas, aunque tienen un cierto grado, pequeño, de polinización cruzada.

La recolección se produce cuando las vainas se encuentran relativamente secas, cosa que va precedida de un ennegrecimiento de la vaina. La extracción de semilla se realiza por el método seco. Las primeras vainas formadas son las mejores para las semillas, normalmente se encuentran en la base y son más grandes que las siguientes.

Viabilidad alrededor de los 3 – 4 años.

### Solanáceas

Las solanáceas alimentarias son una familia cosmopolita de flores con pétalos soldados formando corolas estrelladas y planas, y frutos en baya, tienen un gran interés cultural y son básicamente plantas de verano, es decir sembradas en la primavera se cogen los frutos en verano.

Encontramos en este grupo al tomate (*Solanum lycopersicum* L.); berenjena (*Solanum melongena* L.); y pimiento (*Capsicum annum* L.). Son autógamas. Pertenecen aunque agronómicamente anuales. La polinización se reduce con temperaturas bajas o por encima de 42°C.

Para la extracción de las semillas de tomate se ha de separar la masa gelatinosa que las contiene del resto del fruto siguiendo el proceso descrito en la parte general del texto.

Viabilidad del grupo de 4 a 5 años.

En la patata (*Solanum tuberosum* L.), la multiplicación normal de esta especie es vegetativa, utilizando tubérculos como «semilla», pero para la obtención de nuevas variedades se utiliza la semilla auténtica de reproducción sexual.

### Quenopodiáceas

Plantas anemófilas de flores poco vistosas que suelen aparecer en verano, Aislamiento mínimo para evitar cruzamientos de 1 Km. entre las distintas variedades (debido a la polinización anemófila). Viabilidad de las semillas de 4 a 6 años.

Destacan por su interés alimentario las espinacas, pero sobretodo tiene interés la *Beta vulgaris*, con sus numerosas variedades:

- la acelga (var. *Rapa* forma *cycla*). Verdura de consumo humano,
- la remolacha blanca (var. *Rapa* forma *altissima*), para extracción de azúcar,
- la remolacha roja (var. *Rapa* forma *rubra*), para consumo en ensaladas,
- la remolacha forrajera (var. *Rapa* forma *alba*), para animales.

Existen dos métodos de obtención de semilla para la remolacha, uno es el llamado semilla para semilla, que consiste en tener la planta en el campo durante todo el ciclo de cultivo incluyendo el invierno. Este método no permite seleccionar las plantas por las características agronómicas de la raíz, por lo que no se utiliza para mejora, tan solo para obtener semilla de plantación.

El otro método se llama de raíz para semilla, con este método se extraen las raíces cuando llega el invierno, y se conservan en buenas condiciones (temperatura, humedad y luminosidad) y que no padezcan el frío invernal. Pueden almacenarse en arena húmeda. Este método nos permite seleccionar las mejores raíces para plantarlas en primavera y obtener semilla.



Extracción de semillas de tomate

lechuga Negra Palmera

Los frutos son bolas o glomérulos de semillas que contienen de 2 a 6 semillas. Para estimular la formación de semillas en la parte más baja de las ramas, las ramas superiores y la de los lados deben ser eliminadas. Puede cruzarse con otras subespecies agrícolas, incluso asilvestradas, como la acelga.

**Acelga** (*Beta vulgaris* L. forma *cycla*). Como la remolacha, tenemos los dos métodos de obtención de semilla. A diferencia de la remolacha con el método de raíz para semilla, no se pueden almacenar las plántulas a trasplantar, es decir se trasplantan en otoño y se protegen durante el invierno con una cubierta, que se retira en primavera.

**Espinacas** (*Spinacea oleracea* L.). Es una planta de día largo. Floración rápida después de una vernalización. Polinización anemófila (por el viento), aunque algunas flores son polinizadas por insectos. La población de espinacas está compuesta por plantas masculinas, femeninas y hermafroditas. Las plantas masculinas tienen tendencia a florecer antes. Se distinguen de las femeninas en el tamaño y número de hojas, que es menor.

### Compuestas/ asteraceae

Es el grupo de plantas más numeroso, el que está más evolucionado y el que presenta más diversidad morfológica y de requerimientos ambientales, por lo

que ocupa prácticamente todo el planeta, muchas de las hierbas adventicias son compuestas.

Sus flores son realmente inflorescencias, con una disposición muy característica, situadas en la parte superior del talamo y envueltas por brácteas, parecen una única flor, y biológicamente se comporta como tal.

La mayoría de las flores son autocompatibles, pero algunas necesitan insectos o mecanismos de agitación para que el polen llegue al estigma. Para controlar la polinización, ésta se puede realizar manualmente o puede ayudarse utilizando jaulas, jaulas en días alternos o jaulas con insectos.

**Lechuga** (*Lactuca sativa* L.). Las variedades pueden dividirse en:

- *Lactuca sativa* var. *capitata* L.: lechuga que forma cogollo, tipo iceberg o mantecosa.
- *Lactuca sativa* var. *longifolia* Lam.: lechuga de hojas rectas y relativamente estrechas, se trataría de la llamada lechuga romana u oreja de burro.
- *Lactuca sativa* var. *crispa* L.: lechuga de hoja rizada que forma un falso cogollo de hojas.

Son plantas autógamias, anuales. Parcialmente cleistogámica, es decir, se poliniza antes que se abra la flor, pues se libera el polen mientras el estigma emerge y madura. Una flor produce una sola semilla.

Viabilidad 3-8 años.

La depuración es importante para limitar las plantas que guardan los caracteres interesantes para nosotros. En el caso de la lechuga deben observar los siguientes caracteres: del cogollo su diámetro y su compacidad (que sea firme) así como cuánto tiempo dura; de las hojas, el color del peciolo, color y borde de las hojas y el porcentaje de cobertura de las hojas sobre el cogollo. Esta operación se realiza en diversos momentos: cuando la planta es una plántula con 4 o 6 hojas, al formarse el cogollo y después del comienzo del espigado. Se eliminan también las plantas que espigan demasiado pronto.

El tiempo que tarda en madurar la semilla desde que florece el capítulo es de 12 a 21 días, se acelera el proceso con temperaturas elevadas. Cuando el 50% de las flores están secas se recogen las inflorescencias. Como la floración es escalonada, para evitar el desgranamiento, también se pueden cortar las plantas cuando el 50% de los capítulos tengan un color blanquecino. Se colocan hacia abajo en una bolsa de papel sin cerrar hasta que maduren y se sequen (de 3 a 4 semanas). Es característico el color de la semilla, hay dos grupos: de semilla blanca y de semilla negra.

**Endivia** (*Cichorium intybus* L.). Es una planta de invierno que se produce forzando las raíces en reposo de un año. Precisa de vernalización para subir a flor. La producción de semilla se obtiene como una planta bianual y por lo tanto es parecida a la lechuga. Hay que tener cuidado con la polinización cruzada, que es muy frecuente en este cultivo, por tanto hay que separar las variedades diferentes una distancia importante.

**Escarola** (*Cichorium endivia* L.). Las flores se abren con el alba y se cierran por la tarde. Florecen cuando se alarga el día y aumenta la temperatura. Pueden florecer el mismo año si se siembran pronto. En climas suaves se planta en otoño. Autógama. Anual, la mayoría. Se cultiva para semilla como una planta bianual. Es autocompatible.

**Alcachofa** (*Cynara scolymus* L.) y **cardo** (*Cynara cardunculus*). En el cultivo convencional no se reproduce por semilla sino por chupones de las plantas que dan flores de gran tamaño, tiernas y cerradas, aunque últimamente se están empezando a cultivar variedades de alcachofa de semilla. En la primavera una buena planta producirá más de 15 chupones, de los que, solo

media docena de los más grandes se dejan en la planta para que se desarrollen más. Cuando las hojas de los chupones sean de unos 30 cm de largo se extraen de la base de la planta con la mayor cantidad posible de raíces intactas y se replantan en un sitio permanente. Esta es la mejor forma de reproducir la misma variedad.

Es una planta alógama, perenne que se mantiene en cultivo mientras sea rentable. Flores estériles, ya que se libera el polen 5 días antes que el estigma este receptivo. Pueden polinizarse por insectos las flores de la misma cabeza o de otras plantas. Dejar la mejor flor inmadura para semilla y eliminar las laterales. Las cabezas florales se cortan cuando las flores están completamente abiertas y comienzan a mostrar semillas blancas y plumosas en la base. Se embolsa y se guarda en un lugar seco lejos de la luz directa del sol. Cuando está seco se coloca cada flor en una bolsa y se trilla.

Viabilidad 5-8 años.

### Crucíferas/brasicáceas

Toda la familia presenta gran homogeneidad en su estructura floral: cuatro sépalos, cuatro pétalos que forman una cruz, cuatro estambres largos y dos cortos y un pistilo. Para la polinización necesitan de insectos. Muchas variedades muestran autoincompatibilidad, ya que el polen no se desarrolla bien en la flor de la misma planta. Por lo tanto cuanto mayor sea el número de plantas, mejor será la polinización y la formación de semillas.

Todos los miembros de la misma especie pueden cruzarse entre ellos. Para asegurar la pureza de la semilla, hay que aislar las variedades diferentes a una importante distancia, utilizando jaulas con polinizadores o polinizando a mano. Las semillas tienen una viabilidad muy larga, pudiendo guardarse una colección de 10 variedades diferentes cultivando una variedad cada año.

También es característico el fruto, una cápsula dividida en dos partes por una membrana sobre la que se sostienen las semillas, protegidas por dos valvas laterales que normalmente se desprenden al madurar. Las crucíferas tienen gran tendencia al desgranamiento de las vainas. A medida que las semillas maduran, las vainas toman una coloración marrón anaranjada, pero es conveniente confirmarlo abriendo una muestra de las vainas más antiguas, que son las primeras en volverse

oscuras. La recolección de la semilla puede realizarse cortando la inflorescencia entera cuando la mayoría de los frutos están maduros para evitar el desgranamiento, o recogiendo progresivamente las vainas a medida que maduran, localizándose las primeras en la base de la inflorescencia.

**Coles** (*Brassica oleracea* L. vars.). Dentro de esta especie encontramos las siguientes plantas cultivadas:

Tabla 6. (*Brassica oleracea* L. vars.)

Berza	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i> DC
Coliflor	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>botrytis</i> L
Repollo	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> L
Col de Milán	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>sabauda</i> L
Coles de Bruselas	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>gemmifera</i> DC
Colirrábano	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>gongylodes</i> L
Brócoli	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>italica</i> Plenck

**Repollos.** Necesitan la estimulación de un periodo de temperaturas bajas. Alógama. Bianaual. Polinizada por insectos. Forman tallos florales de 1.5 metros o más, por lo que precisan entutorarse. Eliminar las plantas muy tempranas o muy tardías. Controlar los caracteres de las hojas en el transplante o antes de la formación del cogollo. Considerar los caracteres de la cabeza, forma, medida relativa y firmeza, cuando forme el cogollo. También pueden producirse semillas de tocón, es decir, obteniendo semillas de repollos cosechados. En este proceso se dejan dos o tres hojas en la parte de arriba del muñón para prevenir que el sol no lo queme, y en el segundo año el tallo producirá unas vainas con semillas

**Coliflor:** la producción de semilla se restringe a climas suaves. Aquellas plantas cuyos repollos se formen rápidamente, pero sean lentas para ir a flor, son las mejores para recoger las semillas.

**Colirrábano.** Pueden arrancarse las plantas antes de la primera helada fuerte, eliminar las hojas, recortar las raíces dejando unos 10-15 cm y almacenarlos en arena o serrín húmedo. Las mejores raíces se replantan en primavera para guardar la semilla. Manejar posteriormente como en el caso de la col.



**Berza.** En climas más fríos puede cubrirse de paja en invierno. Todas las ramas laterales que aparecen en la base de los tallos deben cortarse para favorecer al tallo principal.

**Rábanos** (*Raphanus sativus* L.). Para producir semilla se utilizan dos métodos ya comentados en otros cultivos: Semilla para semilla y el método de raíz para semilla utilizado en variedades de invierno. Para florecer dependiendo de la variedad precisan de vernalización y/o longitud de día. Los cultivares de primavera, no tienen necesidades de vernalización o fotoperiodo y son anuales. Mientras que los cultivares de verano, otoño e invierno son bianauales y precisan vernalización. Alógama. Polinización cruzada y entomófila. Algunas son autoincompatibles, por lo que es necesario un elevado número de plantas (al menos 40-50 plantas). El tallo floral mide 90 cm o más. Las flores son de color blanco o púrpuras y atraen a los insectos.

**Nabos** (*Brassica rapa* L. var. *rapa* L) y colinabo (*Brassica napus* L.). Podemos clasificar las siguientes variedades cultivadas:

Tabla 7. (*Brassica rapa* L. var. *rapa* L) y colinabo (*Brassica napus* L.).

Nabo redondo	<i>Brassica rapa</i> L. var. <i>rapa</i> L
Nabo	<i>Brassica napus</i> L. var. <i>rapifera</i> Metzg
Colinabo	<i>Brassica napus</i> L. var. <i>pabularia</i> (DC) Janchen
Colza	<i>Brassica napus</i> L. var. <i>oleifera</i> (Moench) L

Alógama. Bianaual. Polinización cruzada, entomófila y algunos tipos anemófila. Necesitan ser vernalizadas. Forman un tallo floral de unos 90 cm. Pueden eliminarse los 10 cm superiores del tallo terminal cuando los brotes florales tengan 30-40 cm de largo, para reducir el tiempo de maduración y altura de la planta.

Tienen tendencia al desgranamiento, por lo que deben segarse con cuidado, e incluso cuando las semillas no estén del todo maduras (cuando las semillas de las vainas más antiguas, las de la base, se vuelvan oscuras). Cuando la planta cambia de color gris oscuro a pergamino, es señal que indica la madurez de las semillas.

En zonas con inviernos extremadamente fríos hay que guardar las raíces. Se cortan las hojas hasta 5-7 cm de las raíces y se guardan de dos a cuatro meses en arena o envueltas en musgo, entre 0-4°C y 90-95% de humedad.

### Umbelíferas/ apiaceae

Esta familia es fácil de reconocer por sus inflorescencias típicas; las flores, individualmente poco vistosas, se agrupan en umbelas de aspecto llamativo; la disponibilidad abundante de polen y néctar hace que sean visitadas por gran número de polinizadores como moscas, mosquitos, abejas escarabajos y mariposas.

Las flores de las apiáceas son perfectas, pero no pueden autopolinizarse ya que el polen se libera antes que el estigma sea receptivo. Pueden polinizarse flores diferentes del mismo capítulo floral, ya que se abren



durante un periodo largo y los estigmas son receptivos entre 5-7 días, dependiendo del género.

Las umbelas se desarrollan y maduran en un período de 30-40 días. Las umbelas primarias son las primeras en madurar (y las que contienen las mejores semillas). Las umbelas se cortan y se secan al sol, si las temperaturas están por debajo de 32°C, y se cubren por la noche para protegerlas del rocío. Cuando ya están secas las semillas, se trillan.

Algunas semillas pueden deteriorarse si las temperaturas superan los 38°C. Los métodos para mantener

semillas puras son: aislamiento, siendo lo más usual con jaulas.

En este grupo encontramos la **zanahoria** (*Daucus carota* L. subsp. *sativus* (Hoffm.) Thell). Necesita normalmente un período de frío para espigar. Las plantas que espigan el primer año suelen tener la raíz pequeña y no sirven. Alógama. Bianaual. Polinizada por insectos. Comprobar que la raíz es del color y la forma adecuados antes que vaya a flor. Recoger los tallos florales cuando maduren las primeras semillas (las de las umbelas primarias son de mayor calidad). Viabilidad 3- 10 años.

**Apio** (*Apium graveolens* L var. *dulce* (Mill.) DC.). Necesita vernalización para florecer. Las flores son autofértiles. Alógama. Bianaual. Polinizada por insectos. La umbela primaria madura antes y tiene tendencia a desgranarse antes que la secundaria se seque. Coger las umbelas a medida que maduran.

Otras especies:

**Perejil** (*Petroselinum hortense* Hoffmann.).

**Chirivía** (*Pastinaca sativa* L.).

### Liliáceas

Familia cosmopolita y de flores vistosas; las piezas florales suelen ser múltiplos de 3 (generalmente 6 pétalos, 6 sépalos y 1 pistilo); suelen ser geófitos bianauales, es decir soportan las épocas desfavorables bajo tierra, con órganos de reserva, mientras pierden las partes aéreas.

**Cebolla** (*Allium cepa* L.) Las flores se organizan en umbelas. Bianaual. Polinizada por insectos. Precisa vernalización, en mayor o menor medida dependiendo del cultivar.

Los métodos utilizados para obtener semillas de cebolla son: el de "semilla para semilla" ya comentado; y el método de "bulbo para semilla", con este último método se recoge el bulbo en la misma época que el bulbo comercial y se deja secar (junto con la parte aérea) y se vuelven a trasplantar los bulbos seleccionados, después del invierno. Es importante asegurar las necesidades de frío de los bulbos almacenados.

Las inflorescencias se recogen a mano cuando el 5% de las cápsulas tienen semillas maduras. Las semillas pueden extraerse de forma manual o trillándolas evitando dañarlas. Después se limpian con cedazos y aire. También pueden seleccionarse las semillas por flotación en agua, las buenas caen al fondo, mientras que las vacías y los restos de trilla flotan.

Viabilidad: 1 a 2 años, pierden vitalidad muy rápidamente en sitios cálidos y húmedos.

**Puerro** (*Allium ampeloprasum* var. *porrum* L.). Flores perfectas. El tálamo floral (1.2 metros de alto) es muy parecido al de la cebolla. Bianaual. Cuando la mayoría

de las flores están abiertas, con las semillas negras dentro, se cortan las cabezas florales, se embolsan y se ponen a secar. Se frota las cabezas cuando estén completamente secas y se aventan.

También permite la reproducción vegetativa, mediante la división de cada planta con hijos en el momento de la cosecha, teniendo cuidado de que queden raíces en cada pequeño puerro. Se podan las raíces y las hojas y se replanta.

### Gramíneas

Son monocotiledóneas de gran éxito evolutivo, ya que están presentes en casi todos los ecosistemas, se caracterizan por los entrenudos de su tallo, las hojas abrazadoras y de nerviación paralela y las flores agrupadas en una inflorescencia típica, la espiga.

Si consideremos el aspecto económico, a nivel mundial, ésta es la familia más cultivada; su importancia se basa en la riqueza en almidón y son por esto cultivadas de forma extensiva en todas partes. En horticultura solo consideraremos el maíz dulce, curiosamente esta especie se diferencia de otras gramíneas en que tiene los dos sexos de las flores separados en el mismo pie.

**Maíz** (*Zea mays* L.). Las flores masculinas se sitúan en una inflorescencia terminal, esparce el polen cuando las anteras cuelgan. Las flores femeninas o mazorcas se sitúan en las axilas de las hojas. La mazorca tiene hilos (llamados cabellera, barba o greña) que salen del extremo de la mazorca, cada uno corresponderá a un grano.

El polen madura dos o tres días antes que los óvulos, por lo que hay tendencia a la polinización cruzada producida por el viento. Las mazorcas deben estar en la planta un mes más después que esta madure, se cosechan cuando las espigas tengan menos de un 45% de humedad. Visualmente se observa el aspecto vidrioso de las semillas. Tras recoger las mazorcas se llevan las hojas hacia atrás y se cuelgan durante una semana o dos hasta que terminan de secarse. Las espigas de maíz para grano tienen un tratamiento posterior a la recolección, se secan dentro de estructuras protegidas para evitar que se las coman pájaros o roedores. Las semillas no se desgranar hasta que lleguen a una humedad del 12%. De las mazorcas cogen todos los granos menos los pequeños de ambos extremos.

## Semilleros en horticultura ecológica Substratos en viverismo ecológico



En el viverismo ecológico es fundamental la elección del sustrato a emplear. Definimos el sustrato en términos viverísticos como aquel o aquellos materiales que nos van a servir de soporte y alimento de la planta durante su desarrollo inicial. Las raíces surgirán y se desarrollarán en él.

Hay plantas que de forma natural germinarían sobre hojas en descomposición, sobre arena, sobre arcillas húmedas, o sobre otras plantas vivas. Cada una necesitará un sustrato totalmente distinto. Es por ello que, dependiendo de la elección de los materiales elegidos para hacer el sustrato y de su manejo posterior, tendremos mayor o menor éxito en la nascencia de nuestras plantas de vivero.

La práctica más habitual hoy en día, es aquella en la cual el material de propagación se pondrá a germinar o crecer sobre contenedores rellenos del sustrato por nosotros elegido. Este es el caso de la mayoría de hortalizas y ornamentales. Hay especies, sin embargo, que aún nos es más cómodo sembrarlas directamente en el suelo o en un vivero sobre el suelo.

La tendencia actual es a realizar la producción en viveros, abandonando la producción de plántulas los propios agricultores. Se usan sustratos estándares, a base de varios componentes, principalmente diversos tipos de turba, complementada con fertilizantes minerales, arena, perlita, para obtener las características físicas y químicas deseadas.

La actual legislación europea de la AE obliga a partir del año 1998 a obtener los plantones siguiendo las normas técnicas de AE. Esto es, deberemos utilizar

materiales naturales como sustratos, obtenidos y manipulados de forma natural. No podrán llevar ningún tipo de fertilización química de síntesis. No tendrán ningún tipo de desinfección química artificial o no autorizada. El manejo de las plantas en vivero será con técnicas ecológicas.

Así, en el Reglamento (CE) 834/2007 se prorrogaba<sup>10</sup> la lista de productos utilizables en AE ya existente en el Reglamento (CEE) N° 2092/91 del Consejo, donde se referenciaba los siguientes materiales que, presumiblemente, podríamos utilizar como sustratos de viveros: turba (único expresamente relacionado con el uso de viveros), compost o mantillo, serrín o virutas de madera, cenizas de madera. El resto de materiales orgánicos o minerales se podrán utilizar como complementos, pero no como base de los sustratos. Es importante destacar que el uso de la turba presenta contradicciones medioambientales, al ser un recurso no renovable, cuya explotación causa problemas medioambientales.

Por todo lo comentado, en viverismo ecológico tendría más sentido utilizar los residuos o subproductos que tengamos más cercanos al vivero. Por ejemplo, residuos de actividades agroalimentarias (cascarilla de arroz o cereales, orujo de uva, fibra de coco...), o restos de cosechas y residuos compostados. Siempre habremos de tener claras las características del material que

utilicemos, pues es importante para el desarrollo equilibrado de las plantas.

### Características principales de los sustratos

Como, por lo general, la planta se va a sembrar en un contenedor de volumen reducido para el desarrollo de las raíces es muy importante averiguar algunas características del sustrato tales como la cantidad de agua que retenga y deje a disposición de la planta; la aireación para que la planta desarrolle un volumen radicular y aéreo suficiente y sano; así como la cantidad de nutrientes que aportará y la capacidad de retención de estos. Por otra parte, es muy importante disponer de un material homogéneo y disponible a largo plazo del que conozcamos su comportamiento. Además debe tener el menor coste posible, tanto económico como ambiental y social.

Así pues, habremos de conocer las propiedades que referimos a continuación.

### Propiedades físicas:

De manera general, debemos contar con un sustrato que tenga una alta porosidad, esto es, una gran cantidad de poros donde pueda haber aire y agua. El espacio poroso debe ser mayor del 85%. La proporción entre poros grandes, donde habrá aire y la de poros pequeños, también es muy importante, especialmente si tenemos en cuenta que la planta tendrá que germinar y comenzar a desarrollarse en un volumen muy pequeño de sustrato.

**Tabla 8.** Características físicas de los principales tipos de materiales utilizados en la elaboración de sustratos (M.C. Cid, 1993).

MATERIALES	TIPO	dens. real (g/ml)	dens. ap. (g/ml)	Por. T. (% vol)	Vol. aire (% vol)	Ag. asim. (% vol)
<b>ÓPTIMO</b>	---	<b>1,4-2,0</b>	<b>≤ 0,2</b>	<b>&gt;85</b>	<b>20-30</b>	<b>20-30</b>
FIBRA DE						
COCO	Fresca	1,3	0,07	95	40	15
	Compost.	1,5	0,05	96	34	21
RESIDUOS						
FORESTAL.	Fresca	1,4-1,5	0,16	89	38	18
	Compost.	1,1-2,3	0,16-0,3	88	37-59	6-10
TURBAS DE						
SPHAGNUM	Brutas	0,6-2,3	0,04-0,07	96	22-72	8-35
	Rubias	0,8-1,6	0,05-0,1	94	40-70	15-30
	Negras	1-2,8	0,12-0,2	80-88	4,5-10	36-40
VERMICULITA	0,2 mm $\varnothing$	2,4	0,12	95	41	1-5
	3-8 mm $\varnothing$	2,5	0,1	96	53	1-2
PERLITA	---	2,4	0,12	95	73	5-6
ARENA	Fina	2,6	1,3-1,6	40-45	20-25	16
POREXPAN	---	---	0,05-0,1	90-95	40-80	6-16
PICÓN	Hidrófugo	2,5-3	0,6-1,1	70-75	55-60	5-6

<sup>10</sup> El Reglamento (CE) 834/2007 prorrogaba los recogidos en el Reglamento anterior en el artículo 16, apartado 3, letra c).

Las principales características físicas son:

**1. Capacidad de retención de agua.** Ha de tener una elevada capacidad de retención de agua, pero en forma asimilable o fácilmente disponible. También es importante un buen volumen de agua de reserva, para casos de necesidad. Así, un buen sustrato debe tener entre un 20-30 % de agua asimilable, y de un 4-10 % de agua de reserva.

**2. Suministro de aire.** Las raíces no absorben bien el agua ni crecen si no tienen una oxigenación adecuada. La capacidad de aireación, que está relacionada con la cantidad de poros de diámetro mayor, ha de estar entre el 20-30 % (nunca menos del 20 %).

**3. Textura.** Ha de ser una textura fina, homogénea, manejable y que se pueda mezclar con facilidad. No podemos usar sustratos gruesos, en los que la semilla tenga dificultades de germinación y crecimiento.

**4. Densidad aparente.** Debe tener una baja densidad aparente, debido a que de esta forma será más ligero, facilitando el transporte y manejo de las bandejas o macetas, aunque tampoco interesa que para plantas de mayor porte puedan volcar con facilidad. El valor adecuado puede estar entre 0,15-0,45 g/cm<sup>3</sup>, aunque para plantas pequeñas y bandejas grandes (hortícolas), debemos tener valores de menos de 0,2 g/cm<sup>3</sup>.

**5. Estabilidad.** El sustrato debe ser estable físicamente, para no tener problemas de contracciones, hinchazones o apelmazamiento. Esto puede ser importante en algunas turbas.

**6. Mojabilidad.** Es la capacidad de restablecer o asimilar el agua una vez se ha desecado el sustrato. Debe ser capaz de volver a recuperar el agua con facilidad. El tiempo máximo en restablecerse debe estar por debajo de los 5 minutos. La turba tiene un gran problema de mojabilidad, lo cual hace que al secarse sea muy difícil volverla a humedecer.

#### Propiedades químicas o físico-químicas:

**1. Capacidad de retención de nutrientes.** Es la capacidad que tiene el sustrato de absorber los nutrientes en su complejo de cambio

**2. Fertilidad del sustrato.** Ha de tener suficiente nivel de nutrientes asimilables. En viverismo ecológico

este punto alcanza una importancia vital, ya que no podremos aportar fácilmente otros nutrientes rápidamente asimilables.

**3. Salinidad.** Es otro de los puntos importantes, ya que la planta recién germinada es bastante sensible a padecer problemas por altos contenidos de sales.

**4. pH.** Ha de tener un pH adecuado y una elevada capacidad tampón, prefiriéndose un pH neutro o ligeramente ácido.

**5. Velocidad de descomposición.** El sustrato debe estar lo suficientemente maduro para que tenga una pequeña velocidad de descomposición, de modo que no varíen sus propiedades mientras está en el vivero.

#### Otras propiedades:

El sustrato debe estar exento de semillas y patógenos, lo cual no quiere decir que sea completamente estéril. De hecho, los mejores comportamientos en viverismo ecológico los tenemos cuando uno de los componentes de la mezcla es el compost, en el que ha habido una pasteurización (donde se eliminan así semillas extrañas y muchos patógenos), pero contiene aún esporas de microorganismos útiles y otros seres vivos.

Otra característica a considerar es que no tenga sustancias fitotóxicas. Este puede ser el caso de algunos residuos forestales frescos sin compostar.

#### Características de los principales sustratos para viverismo ecológico

Podemos clasificar los sustratos según su composición:

- Orgánicos: compost, subproductos forestales compostados, fibra de coco, serrín compostado, orujos compostados, cascarilla de arroz, turba, etc.
- Inorgánicos: arena, lapilli volcánico (picón), arcillas, minerales naturales,...

**Sustratos orgánicos.** Son la base de las mezclas que podemos hacer en viverismo ecológico, dada la importancia ya comentada de la riqueza y la capacidad de retención de nutrientes.

Podemos encontrar subproductos y materiales útiles en las actividades agrícolas y ganaderas (compost de cosechas, restos de poda, estiércoles, cenizas,...), en

forestales (serrín, virutas, tierra de bosque, residuos forestales compostados, cenizas,...), en la industria agroalimentaria (cascarilla de arroz, fibra de coco, orujos de uva y aceituna, residuos de café, cacao,...), siempre y cuando todos los materiales cumplan las especificaciones de la normativa europea de la AE.

**Sustratos inorgánicos.** Derivados de minerales naturales, suelen usarse como complemento de los sustratos orgánicos, para mejorar sus propiedades físicas o físico-químicas: perlita, vermiculita, arcilla expandida, zeolitas, arena y cenizas.

Hemos de pensar que el sustrato idóneo para todo tipo de plantas en viverismo ecológico no existe. Normalmente tendremos que preparar una mezcla de varios de ellos para lograr nuestros objetivos. Por ello, otra característica de un buen sustrato es la facilidad de mezcla. Es muy difícil mezclar bien dos componentes cuya densidad aparente sea muy diferente. Para cada situación tendremos una mezcla deferente. Dependerá fundamentalmente de la época del año, de las necesidades de las plantas, de las técnicas usadas, de los contenedores, etc.

Tabla 9. Características químicas de los principales tipos de materiales utilizados para elaborar sustratos (M.C. Cid, 1993).

MATERIAL	TIPO	C/N	pH	CE mS/cm (20°C)	CIC meq/100 g
<b>ÓPTIMO</b>	---	<b>20-40</b>	<b>5,3-6,5</b>	<b>0,151-0,5</b>	<b>&gt;20</b>
FIBRA DE COCO	Fresca		5,8	0,6	100
	3-4 años	73-188	6	0,1-0,075	150
RESIDUOS FORESTALES	Frescos		5,5	0,25	40-50
	Compostados	47	6,5	0,5	75-100
TURBAS DE SPHAGNUM	Poco descomp.		3,5-4	---	110-130
	Liger. descomp.		2,5-3,5	0,05-0,120	130-150
	Muy descomp.	50	2,5-3,5	0,06-0,180	130-150
COMPOST	Residuos agr. descomp.	12-14	6,8-7,9	2,21-2,48	56-67
CÁSC. ARROZ	Molida (4 finuras)	82-119	7-7,5		
VERMICULITA	---	---	7,5-8	---	100-150
PERLITA	---	---	6,8-7	---	Inap.
ARENAS	---	10	6,5-7,5	Variable	Inap.
POREXPAN	---	---	7	Inap.	Inap.
PIROCLASTOS	Basálticos (picón)	---	7-8	150-400	5-30
	Pómez alter. (zahorra)	---	7,5-8,5	Variable	25-50

# Bibliografía

Berlan, J. P. (s.d.). *Breve historia de la selección: desde sus orígenes hasta las biotecnologías*. [En línea]. [www.esporus.org/inici/comunicaio/16.php?id\\_pagina=19](http://www.esporus.org/inici/comunicaio/16.php?id_pagina=19). [Consulta 23 de mayo de 2006].

Besnier, F. (1965). *Semillas: biología y tecnología*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 394 pp.

Casas, E. (2004). *La legislación sobre semillas y la agricultura ecológica. Ni transgénicos, ni multinacionales... ¡Variedades locales!*. En *Recursos Genéticos y Semillas en Agricultura Ecológica*. V Jornadas Técnicas de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Coord. J.A. Mora Gonzalo. Sangonera La Verde (Murcia, España).

Cid, M<sup>o</sup>.C. (1993) Materiales utilizados en la elaboración de substratos; Agrícola Vergel, septiembre, pág. 492-501.

Cleveland, D. A., Soleri, D. y Smith S. E. (1994). Do folk crop varirieties have a role in Sustanaible Agriculture?, Bioscience N<sup>o</sup> 11.

FAO (1996). *Informe sobre el estado de los Recursos Fitogenéticos en el mundo*. Ed. Dirección de Producción y Sanidad Vegetal FAO. Roma (Italia).

Fernández, J. (1999). Variedades locales y producción ecológica. Savia N<sup>o</sup> 7.

Gaile, Z. (2005). *Report of Organic Seed Propagation: Current Status and Problems in Europe*. Seminar of "Environmental friendly food production system: requirements for plant breeding and seed production" (ENVIRFOOD). 6th Framework Program. FP-2003-SSA-1-007003. Latvia University of Agriculture. May 31-June 3, 2005. Talsi (Letonia).

González Andrés, F. y Pita Villamil, J. M. (2001). *Conservación y caracterización de recursos fitogenéticos*. Ed. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola I.N.E.A. Valladolid (España). 279 pp.

González, V. (2008). *Uso de semillas en agricultura ecológica en España en 2007*. Actas del VIII Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. SEAE, Bullas Murcia (España).

Guzmán, G. I.; Soriano, J. J.; García, F. S. y Díaz, M. A. (2000). *La recuperación de variedades locales de horticolas en Andalucía (España) como base de la producción agroecológica. En Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid (España).

IFOAM (2007). *Normas de IFOAM para la producción y el procesamiento orgánicos*. [En línea]. Alemania. 146 pp. [http://www.ifoam.org/about\\_ifoam/standards/norms/norm\\_documents\\_library/Norms\\_ESP\\_V4\\_20090113.pdf](http://www.ifoam.org/about_ifoam/standards/norms/norm_documents_library/Norms_ESP_V4_20090113.pdf). [Consulta 25 de junio de 2010].

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). 1995. *Informe Nacional para la Conferencia Técnica Internacional de la F.A.O. sobre los Recursos Fitogenéticos (Leipzig, 1996)*. [En línea]. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPS/Pgrfalpdf/spain.pdf>. Madrid. [Consulta 13 de Octubre de 2008]

MAPyA (2004). *Estudio sobre la disponibilidad actual de semillas y material de reproducción vegetativa de producción ecológica*. Estudios 2004 de agricultura ecológica de la Subdirección General de Calidad y Promoción Agroalimentaria. Dirección General de Industria Agroalimentaria y Alimentación. MAPyA-FOTEX. Madrid (España).

MARM. (2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009). *Informe sobre autorizaciones concedidas para la utilización de semillas y patatas de siembra no obtenidas mediante el método de la producción ecológica* [En línea]. <http://www.mapa.es/es/alimentacion/pags/ecosemillas/intro.htm> [26 mayo 2009].

Perdomo Molina, A. C.; Hernández Medina, M. y Vázquez Gil, P. (2010). *Red de Huertos Escolares Ecológicos de Tenerife: Obtención y conservación de semillas ecológicas*. Ed. Presta Servicios Ambientales y Cabildo Insular de Tenerife (España). Vol. 5. Material didáctico del profesorado. Santa Cruz de Tenerife.

Red Andaluza de Semillas (2005). *Estudio de disponibilidad y demanda de semillas y material de reproducción vegetativa para la agricultura ecológica*. Asistencia técnica realizada a través de DAP, SA y la Dirección General de Agricultura Ecológica de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Sevilla (España).

Red de Semillas (2003). Elementos para un Plan de Acción sobre Semilla Ecológica. En *Cultivar Local* N<sup>o</sup> 2. Red de Semillas "Resembrando e Intercambiando". Sevilla (España).

Roselló i Oltra, J.; Domínguez, A.; Rodrigo, M. I.; Esparza, J. A. y Mollá, J. A. (2000). *Tipificación y conservación de diversas variedades locales en horticultura ecológica valenciana*. En Libro de resúmenes del IV Congreso de la Sociedad española de Agricultura Ecológica: Armonía entre Ecología y Medio Ambiente. Córdoba (España).

Reyes Hernández, C. y Perdomo Molina, A. C. (2010). *Los cultivos locales y la investigación en agricultura ecológica: una realidad distinta al discurso*. En Actas del IX Congreso de SEAE: la calidad y la seguridad alimentaria. Lleida (España).

Soriano Niebla, J. J. (2001). *Los recursos fitogenéticos en la Agricultura ecológica. En: La Práctica de la Agricultura y Ganadería Ecológicas*. Ed. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (CAAE). Sevilla (España).

Soriano Niebla, J. J.; Roselló i Oltra, Josep; y Toledo, Álvaro (2002). *Aportaciones al debate sobre la elaboración de la reglamentación europea de semilla ecológica*. En Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica: La agricultura y ganadería ecológicas en un marco de diversificación y desarrollo solidario. Gijón (Asturias, España).

Soriano Niebla, J. J. y González, J. M. (2003). Elementos para el desarrollo de sistemas de manejos sustentables de los recursos genéticos y la producción de semillas. En *Cultivar Local* N<sup>o</sup> 3. Red de Semillas "Resembrando e Intercambiando". Sevilla (España).

Wilbois, K-P. (2005). *Report 3<sup>o</sup> Workshop on the EU Organic Seed Regime*. ECO-PB. Viena (Austria).

**La Red de Semillas "Resembrando e Intercambiando"** es una organización descentralizada de carácter técnico, social y político, que ha trabajado durante los últimos 10 años en reunir esfuerzos entorno al uso y conservación de la biodiversidad agrícola en el contexto local, estatal e internacional. Y que tiene como objetivo primordial el facilitar y promover el uso, producción, mantenimiento y conservación de la biodiversidad agrícola en las fincas de los agricultores y en los platos de los consumidores debido a la grave pérdida de recursos genéticos que asola a la agricultura y ganadería, de la que ya llevamos perdida en el último siglo más del 75%, según datos de la FAO.

La gran riqueza de la Red de Semillas reside en la diversidad de personas y grupos que la componen. En ella participan agricultores y organizaciones agrarias, técnicos, consumidores, dinamizadores y facilitadores del medio rural, grupos de desarrollo rural, personas vinculadas a la universidad e investigación, etc. Pero el verdadero sustento y fuerza de la Red de Semillas se encuentra en las redes locales de semillas y grupos vinculados que repartidas por todo el Estado español, gestionan el uso y la conservación de la biodiversidad agrícola en sus territorios favoreciendo la labor de recuperación, conservación, mejora y utilización de las variedades tradicionales.

**Antonio C. Perdomo Molina**, Ingeniero Técnico Agrícola y Geógrafo, actualmente trabaja en la Agencia de Extensión Agraria de La Laguna (Tenerife), del Cabildo Insular de Tenerife, e imparte docencia en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria de la Universidad de La Laguna.

Pertenece a la grupo consultor de la coordinación de la Red de Semillas "Resembrando e Intercambiando", y socio fundador de la Red Canaria de Semillas y de SEAE.

Sus investigaciones se han orientado al estudio de los agrosistemas tradicionales, especialmente en cuanto al manejo de la biodiversidad cultivada. Para la realización de estos trabajos ha partido siempre de la recuperación de la tradición oral y los conocimientos campesinos.

**Josep Roselló i Oltra**, Ingeniero Técnico Agrícola y Licenciado en Ciencias Ambientales, actualmente trabaja en la Estación Experimental Agraria de Carcaixent, del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), como Coordinador del Grupo de Horticultura Ecológica.

Pertenece al grupo consultor de la coordinación de la Red de Semillas "Resembrando e Intercambiando" de la cual ha sido socio fundador, socio también de Llavors d'ací y de SEAE.

Parte del trabajo lo dedica a la prospección, caracterización y valoración de variedades locales, así como a la recogida de conocimiento agronómico asociado. Se ha creado en la EEA de Carcaixent una colección activa de semillas locales, en condiciones de cultivo ecológico, con un servicio de préstamo para la valoración y divulgación de las variedades tradicionales.

# PRODUCIR SEMILLAS en Agricultura Ecológica

**Autores:** Red de Semillas  
"Resembrando e intercambiando"  
Coord.: Antonio C. Perdomo  
y Josep Roselló i Oltra



## Volumen I. Producción Vegetal Ecológica:

- Producir semillas en Agricultura Ecológica

### Otros títulos previstos:

- Cultivo ecológico de cereal
- Cultivo ecológico de leguminosas
- Cultivo ecológico del olivar
- Cultivo ecológico de la vid
- Cultivo ecológico de hortalizas al aire libre
- Cultivo ecológico de hortalizas en invernadero
- Cultivo ecológico de frutales I: Frutales de hueso
- Cultivo ecológico de frutales II: Frutales de pepita
- Cultivo ecológico de Cítricos
- Cultivo ecológico de Subtropicales
- Producción ecológica de plantas de vivero

## Cuadernos Técnicos de SEAE

Los operadores ecológicos (agricultores, ganaderos, elaboradores), los técnicos que los asesoran o que inspeccionan las sistemas productivos y aquellos profesionales que imparten formación, requieren buenos materiales técnicos, rigurosamente contrastados, en los que apoyarse para hacer la conversión y el seguimiento de la producción ecológica.

Estas publicaciones nacen con la finalidad de:

- Crear una línea específica de apoyo a la formación técnica de alto nivel, coordinada y escrita desde la experiencia de reconocidos expertos del sector y con vistas a seguir desarrollándose, actualizándose y ampliándose en el futuro.
- Ofrecer un material técnico de calidad con la doble finalidad de su utilización en la "formación de futuros formadores" en asesoramiento dentro del sector agrario e industrial y para la formación de técnicos de campo –procedentes de la Formación Profesional o la enseñanza universitaria-.
- Producir no sólo un material escrito, sino también una herramienta pedagógica para usar en abierto on line -en la línea educativa, tecnológica y del derecho- que resulte fácilmente asequible para la comunidad latinoamericana.
- Aportar una publicación específica, muy práctica capaz de recopilar el conocimiento más novedoso e innovador sobre los distintos temas, adelantándose a los problemas que se generen en el sector y ofreciendo soluciones tecnológicas inmediatas.

La colección se estructura en cuatro grandes temáticas:

- Volumen I. Producción Vegetal Ecológica
- Volumen II. Ganadería Ecológica
- Volumen III. Industria Ecológica
- Volumen IV. Agroecología y Ecología Agraria