

## 2 Las variedades tradicionales en el panorama actual de la mejora y la producción sostenible

Cristina Mallor<sup>1</sup>, Ernesto Igartua<sup>2</sup> y Pilar Errea<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA)

<sup>2</sup> Estación Experimental de Aula Dei, CSIC

### 2.1. El valor de las variedades tradicionales

2.1.1. Adaptación

2.1.2. Diversidad

2.1.3. Casos de estudio

2.1.3.1. *Berenjena de Almagro*

2.1.3.2. *Cebolla Dulce de Fuentes*

2.1.3.3. *Melocotón de Calanda*

2.1.3.4. *Cerezas del Jerte*

2.1.3.5. *Trigo Aragón 03*

2.1.3.6. *Cebada Albacete*

### 2.2. Las variedades tradicionales en España

2.2.1. Procedencia

2.2.2. Dónde se conservan

2.2.3. Causas de desuso

### 2.3. Utilidad para la mejora genética y la producción sostenible

2.3.1. Colecciones nucleares

2.3.2. Acceso a la diversidad con herramientas genómicas

2.3.3. Uso directo

2.3.3.1. *Agricultura ecológica*

2.3.3.2. *Cultivos de proximidad y mercados locales*

2.3.3.3. *Huertos lúdicos urbanos*

2.3.3.4. *Alimentos funcionales*

### 2.4. Métodos de mejora

### 2.5. Marco legal

### 2.6. Referencias



## 2.1. El valor de las variedades tradicionales

Las variedades tradicionales o locales, también conocidas por su denominación en inglés *landraces*, son variedades originadas en sistemas de agricultura de subsistencia como resultado de un largo proceso de selección humana (selección empírica por parte de los agricultores) y selección natural, desde los orígenes de la agricultura hasta nuestros días (Harlan, 1975). Estas variedades suelen poseer alta variabilidad, son genéticamente dinámicas y están en equilibrio con el medio ambiente y los patógenos. La dispersión de los cultivos desde sus centros de origen produjo necesariamente adaptaciones a las nuevas condiciones a las que iban enfrentándose. Este proceso ha favorecido la fijación de mutaciones para cada especie, distintas en cada caso y lugar, hasta llegar a la situación de enorme diversidad que había al comienzo de la mejora moderna para la mayoría de cultivos. Así, las variedades locales son una de las fuentes de diversidad disponibles para la mejora, además de las especies silvestres emparentadas, la mutagénesis y la transgénesis.

### 2.1.1. Adaptación

Desde la aparición de la agricultura, las variedades locales se desarrollaron según las necesidades y preferencias de los agricultores y consumidores, acumulando características de adaptación a condiciones específicas tanto bióticas como abióticas.

En general, su adaptación y evolución se produjo en unas condiciones de prácticas culturales tradicionales y escasa fertilización y protección sanitaria, lo que les ha conferido una gran estabilidad productiva. La agricultura de subsistencia ha favorecido la aparición de variedades "seguras", que no "fallen" casi nunca, más que el aumento del potencial productivo.

La selección, tanto natural como artificial, ha actuado sobre los materiales introducidos en nuevos hábitats generando adaptación específica. Así, un mismo cultivar producido en diferentes hábitats, con el tiempo puede dar lugar a cultivares diferenciados por su adaptación a los hábitats de cultivo. En este proceso de diferenciación no actúa exclusivamente la selección natural. Variaciones introducidas por el hombre en las prácticas culturales ejercen presiones de selección diferenciales. La selección artificial promueve la fijación de la diversidad varietal en función de los objetivos de mejora. La variación en la forma y el color de los frutos, o en sus características organolépticas son, en gran parte, consecuencia de la acción selectiva del agricultor sobre mutaciones naturales (Harlan, 1992). Gracias al proceso continuo de mejora, estas variedades, están adaptadas a las condiciones locales de clima, suelo, plagas, enfermedades y condiciones locales. Además, muestran una mayor adaptación a las condiciones de cultivo de la agricultura ecológica, ya que han sido seleccionadas en la agricultura tradicional, con bajo aporte de insumos externos, buscando su adaptación a las condiciones edafoclimáticas y

de patógenos locales. La acción selectiva, intencionada o no, del agricultor en ambientes específicos contribuye, pues, a generar variedades o razas locales, base de las variedades tradicionales. Se trata, siguiendo el criterio de Mansholt, de "variedades con una alta capacidad para tolerar estreses bióticos y abióticos, que proporcionan una gran estabilidad para el rendimiento y una producción media en un sistema agrícola de bajos insumos" (Zeven, 1999).

### 2.1.2. Diversidad

La adaptación de las variedades locales a diferentes condiciones agroclimáticas de cultivo, a veces condiciones extremas, ha sido posible gracias a la diversidad genética existente dentro de ellas. Eso las hace ser una fuente de variabilidad para la mejora, con la ventaja añadida de pertenecer al acervo genético primario, por lo que suelen poseer el síndrome de domesticación completo, es decir, carecen de genes indeseables para el cultivo que se dan en las formas silvestres y mantienen una considerable variabilidad genética (Carrillo et al., 2010). Los cultivos primitivos se fueron extendiendo desde sus lugares de origen, transportados por migraciones primero y rutas comerciales después, encontrándose condiciones diversas de clima, suelo, vegetación y otros factores ambientales. De esta forma, las poblaciones de plantas cultivadas evolucionaron de forma diferente, acumulando mutaciones favorables según las características de las nuevas zonas y las distintas prácticas agrícolas utilizadas y, en numerosos casos, se produjeron intercambios de genes o hibridaciones con las especies silvestres de las nuevas localidades (Jarvis y Hodgkin, 2003). El resultado de esta acción del hombre y de la selección natural, ha sido el establecimiento de una diversidad vegetal constituida por un enorme número de variedades y genotipos locales, caracterizados por su adaptación a las necesidades humanas y al medio ambiente.

Las variedades locales constituyen los reservorios más cercanos de genes "útiles" para la mejora genética vegetal. En ellas se encuentran los genes que han sido seleccionados por los agricultores, o por la naturaleza, por su adaptación, productividad o resistencia a diferentes estreses (Zeven, 1998). La arquitectura genética de estas variedades se caracteriza no sólo por sus genes sino por sus combinaciones de genes o haplotipos. Mediante el cruzamiento no intencionado entre variedades se produce recombinación de información genética que genera nuevas combinaciones de genes. Esta recombinación es muy clara en especies alógamas pero sucede también en especies autógamias si el lapso temporal es suficientemente largo. La selección permite elegir aquellas que confieren elevadas prestaciones a las correspondientes variedades. Así surgen valiosas combinaciones de genes después de un largo proceso de cultivo.

En España la variada orografía y las distintas condiciones climáticas han propiciado la adaptación de los cultivares a múltiples condiciones agroclimáticas y, como consecuencia, la generación de una gran cantidad de variedades tradicionales. Se puede afirmar que España es el país europeo con mayor diversidad agrí-

cola, un acervo cultural, genético y económico de gran valor. Se pueden poner como ejemplo el trigo (Ruiz et al., 2007, 2012) y la cebada (Harlan, 1957; Yahiaoui et al., 2008), de los cuales existe tal cantidad y diversidad de entradas españolas que los colocan en una posición única en cuanto a representación completa de la diversidad genética de grandes cultivos de una gran zona ecogeográfica a nivel europeo. La existencia de numerosas publicaciones y catálogos nacionales de variedades tradicionales demuestran esta gran riqueza (Aguiriano et al., 2006; Álvarez y Lasa, 1987, 1990; Carrera, 1998; Carravedo, 2006; Carravedo y Mallor, 2007 y 2008; Carravedo y Ruiz de Galarreta, 2005; Carravedo et al., 2005; 2011; Castell y Díez, 2000; Pérez de la Vega et al. 1994; Lasa et al., 2001; Moreno y Trujillo, 2006; Moreno et al., 2010; Nuez et al., 1996a; 1996b; 1998a; 1998b; 1999; 2000a; 2000b; 2000c; 2001a; 2001b; 2001c; Ochoa y Carravedo, 1999, Pereira et al., 2002; Ruiz de Galarreta y Álvarez, 1990; 2001; Sánchez-Monge, 1962).

Además, existe un número importante de trabajos que ponen de manifiesto la elevada diversidad existente entre las variedades locales españolas de diversas especies, tanto a nivel morfológico como molecular. Algunos de estos trabajos más recientes incluyen especies como la cebolla (Mallor et al., 2014), la judía (Lázaro et al., 2013), el tomate (Cebolla-Cornejo et al., 2013), el melón (Escribano et al., 2012), el calabacín (Formisano et al., 2012), el manzano (Urrestarazu, 2012), el peral (Miranda et al., 2010), el castaño (Pereira-Lorenzo, 2010), el almendro (Fernández i Martí et al., 2009), el cerezo (Wünsch y Hormaza, 2004), el manzano (Pina et al., 2014), la cebada (Yahiaoui et al., 2014), el trigo duro (Ruiz et al., 2013), o el guisante (Martín-Sanz, 2011).

### 2.1.3. Casos de estudio

Para que sea sostenible la recuperación del cultivo de una variedad local es necesario buscarle una salida económica. Las puestas en valor locales, las denominaciones de origen y otras muchas formas de buscar un nicho de mercado son parte importante de este tipo de conservación. En España, existen múltiples ejemplos de valorización de cultivares autóctonos, algunos de ellos se detallan a continuación:

#### 2.1.3.1. Berenjena de Almagro

Un ejemplo de valorización de cultivares autóctonos es el de la berenjena de Almagro (*Solanum melongena* L.). En la comarca del Campo de Calatrava se cultiva esta variedad tradicional para la elaboración de encurtidos, siendo la única variedad de berenjena reconocida en Europa con una Indicación Geográfica Protegida. Es una berenjena con muy buena consistencia, pero con el inconveniente de que presenta una menor productividad y una mayor espinosidad que otras berenjenas de encurtido, como la berenjena andaluza de encurtido. Por ello, la recolección resulta costosa, así como su comercialización. Durante los últimos años, se han llevado a cabo trabajos de caracterización, selección y mejora genética de la berenjena de

Almagro encaminados a la puesta en valor de esta variedad tradicional (Prohens et al., 2009; 2013). Los resultados obtenidos indican que la berenjena de Almagro presenta características morfológicas y genéticas que la distinguen del resto de variedades de berenjena. Asimismo, los altos valores de contenido en polifenoles indican que presenta un alto valor nutracéutico, lo cual le confiere un valor añadido. Por otra parte, la diversidad existente en esta variedad ha hecho posible la selección de una línea pura con mayor producción y baja espinosidad. Este estudio muestra que mediante la caracterización, selección y mejora genética se puede mejorar el valor de las variedades locales (Hurtado et al., 2013).

### 2.1.3.2. *Cebolla Dulce de Fuentes*

La cebolla Dulce de Fuentes es una variedad autóctona aragonesa, que goza de gran prestigio por sus cualidades organolépticas, caracterizándose principalmente por su escaso picor. Recientemente, esta cebolla ha conseguido la Denominación de Origen Protegida "D.O.P. Cebolla Fuentes de Ebro", que es el nombre que reciben las cebollas cultivadas, elaboradas, almacenadas y envasadas en 6 municipios de la zona de Fuentes de Ebro (Zaragoza, España), de la variedad "Cebolla Dulce de Fuentes", también llamada "Cebolla Blanca gruesa de Fuentes", inscrita en el Catálogo Común de Variedades de Especies de Plantas Hortícolas. Esta variedad ha sido seleccionada y conservada tradicionalmente por los propios agricultores. Estudios realizados con este material vegetal pusieron de manifiesto su heterogeneidad, particularmente en el nivel de picor, y la necesidad de iniciar un programa de selección con esta variedad (Mallor et al., 2008). La variabilidad encontrada probablemente se deba al carácter alógamo de la especie, que se ha podido cruzar con otras variedades al no haberse tomado las debidas precauciones de aislamiento en su multiplicación. De este modo, se parte de una variedad tradicional de prestigio que es preciso depurar para obtener un producto que siga los estándares de la demanda actual, principalmente en lo referente a uniformidad de forma, tamaño y nivel de picor, pero que mantenga sus características históricas. El programa se inició con material vegetal procedente de los agricultores locales, aplicando métodos de selección masal y genealógica (Mallor et al., 2011; 2012). Como resultado de este programa de selección, se ha conseguido una semilla seleccionada y de calidad, que ha sido transferida al Consejo Regulador de la D.O.P. para realizar los ensayos demostrativos en campo.

### 2.1.3.3. *Melocotón de Calanda*

El Melocotón de Calanda procede de la variedad población autóctona "Amarillo tardío" y sus clones seleccionados 'Jesca', 'Evaisa' y 'Calante', cultivados en la zona suroriental de la depresión del Ebro entre las provincias de Teruel y Zaragoza. En su producción se emplea la técnica tradicional del embolsado individual de los frutos en el árbol, el cual se realiza entre los meses de junio y julio, debiendo permanecer la bolsa de papel parafinado hasta el momento de la manipulación, protegiendo de esta forma al producto de tratamientos, caídas y plagas. Las con-

diciones geográficas y climáticas de esta zona del Bajo Aragón, hacen que se produzca un fruto dulce, consistente y carnoso. El fruto es acondicionado, envasado y transformado en la zona de producción. La producción de este singular fruto aparece ya descrita en documentos medievales bajo la denominación de présec o priscos. En 1895 el botánico J. Pardo Sastrón realiza una descripción de la producción del "Melocotón de Calanda". La expansión de este cultivo, originario de árboles autóctonos, se inició en los años 50 coincidiendo con el tradicional embolsado del fruto, con un incremento máximo de superficie en las décadas de los años 70 y 80, donde se llegaron a rozar las 3.000 Has. Desde 1999, el Melocotón de Calanda está reconocido con el aval de la Denominación de Origen, siendo muy valorado entre los consumidores.

#### 2.1.3.4. Cerezas del Jerte

Estas cerezas son el resultado de un largo proceso de selección clonal a partir de dos estirpes locales de *Prunus avium* L., de fruto rojo y fruto negro, y de sus cruzamientos o combinaciones sucesivas. La Denominación de Origen Protegida ampara bajo su aval de garantía exclusivamente cerezas frescas para mesa originarias de la demarcación geográfica de la zona del Valle del Jerte principalmente.

Los frutos obtenidos pertenecen en su mayor parte al grupo de las "Picotas" o cerezas que físicamente tienen como diferencia esencial la de desprender de forma natural el pedúnculo en el momento de la recolección, sin que ello suponga una merma de la calidad o reste resistencia a las manipulaciones y a la vida útil del producto. La firmeza de la pulpa es un aspecto muy importante en la determinación de la calidad ya que permite conocer si la cereza ha sido recolectada en el momento óptimo. El sabor, aporta las características diferenciadoras principales a las cerezas del Jerte, tanto por su alto contenido en azúcares, como por la equilibrada relación existente entre azúcares y acidez. Las cerezas amparadas por la Denominación de Origen Cereza del Jerte, pertenecen exclusivamente a las variedades 'Navalinda', 'Ambrunés', 'Pico Limón Negro', 'Pico Negro' y 'Pico Colorado'.

#### 2.1.3.5. Trigo Aragón 03

La variedad de trigo Aragón 03 fue directamente seleccionada en los años 40 del siglo pasado en la granja de Ejea (Zaragoza), por D. Manuel Gadea, a partir de la variedad local Catalán de Monte (Sánchez-García et al., 2012; Magdalena Ruiz, comunicación personal). Existen estimaciones de que, al menos entre 1951 y 1973, fue la principal variedad de trigo panadero cultivada en España, ocupando entre un 18 y un 30% de la superficie total dedicada a este cultivo (Pujol-Andreu, 2011, y las fuentes citadas en él). Fue desplazada paulatinamente por otras variedades más modernas y su cultivo declinó en los años 80 del siglo pasado. Existe un dato más reciente, de la campaña 1987-88, que indica que aún se cultivaba al menos sobre un 3% de la superficie nacional (Carrillo et al., 1988). Los motivos de su éxito, y también de su declive, están bien resumidos en la descripción que hizo de la va-

riedad Jordana de Pozas (1950): "tiene la capacidad de producir gran número de espigas, tolera la sequía y tiene buena adaptación a los suelos pobres y las fluctuaciones climáticas... Sin embargo, con buena fertilización y agua abundante tiende al encamado, por lo que otras variedades más productivas son preferidas en esas condiciones".

No obstante, la variedad Aragón 03 continuó siendo utilizada minoritariamente en la zona monegrina de Zaragoza. El interés del trigo Aragón 03 se ha reavivado recientemente por su buen comportamiento en secanos semiáridos, por su alto rendimiento de harina, buena calidad panadera y el alto contenido en proteína de la harina, aunque ésta no sea de la mejor calidad (Vallejo Acevedo et al., 1969; Carrillo et al., 1988). La historia de su recuperación en el siglo XXI, impulsada por Juan José Marcén, fue recogida por Germán (2000), y se resume también en la web de la empresa ([www.ecomonegros.com](http://www.ecomonegros.com)) que comercializa los productos de panadería y repostería realizados con la harina producida a partir de este trigo.

#### 2.1.3.6. Cebada Albacete

Es curioso que la descripción agronómica del trigo Aragón 03 se ajuste como un guante a la cebada 'Albacete', aunque se trate de una especie distinta. La sorprendente similitud apunta a la presencia de adaptaciones convergentes en los dos cultivos, sometidos a las mismas condiciones ambientales durante siglos o, probablemente, milenios. La cebada 'Albacete' fue obtenida en la Estación Experimental de Aula Dei (Zaragoza) durante los años 50 del siglo pasado por el Prof. D. Enrique Sánchez-Monge, también a partir de una variedad local, dentro de un estudio exhaustivo de cientos de variedades locales españolas. Esta variedad fue la más cultivada en España durante décadas. Se estima que a mediados de los años 80 del siglo pasado aún ocupaba más de un millón de hectáreas (Prieto, 1985, citado por Lasa y Romagosa, 1988) y que el beneficio económico total para la agricultura española había sido, ya en 1982, de unos 50.000 millones de pesetas o cerca de 900 millones de euros en valor actual (Lasa y Romagosa, 1988). Todavía al borde del siglo XXI, esta variedad ocupaba el 28% (93.000 ha) de la superficie dedicada a la cebada en Aragón (DGA, 2002), y aún hoy no ha desaparecido completamente, por lo que su longevidad ha superado el medio siglo, un hito notable para una variedad de cereal.

## 2.2. Las variedades tradicionales en España

### 2.2.1. Procedencia

Tradicionalmente, la agricultura ha respondido a los retos de la seguridad alimentaria aprovechando al máximo los recursos disponibles, cultivando un máximo de especies, ocupando todo tipo de terrenos y aprovechando todas las épocas del año (Lasanta, 1990).

Un resultado de este proceso son los huertos, que aún encontramos en muchas zonas de nuestro territorio, donde se han desarrollado especies y variedades tradicionales durante décadas en sistemas primitivos de agricultura, bien adaptados a su medio ambiente, a las condiciones culturales y económicas y en equilibrio con su entorno (García-Ruiz, 1988). Así, la selección efectuada por los agricultores durante generaciones ha dado lugar a una gran diversidad de material vegetal que constituye un importante patrimonio genético.

Nikolai Ivanovitch Vavilov fue el gran pionero del estudio sistemático de los recursos fitogenéticos y comprendió y explicó su variedad a la luz de los postulados de la teoría evolutiva, durante la primera mitad del siglo XX. Introdujo los conceptos de centros de origen (lugar de domesticación) y diversidad (zonas de radiación adaptativa, a nivel varietal) de los cultivos (Vavilov, 1951). Los centros de origen y diversidad indican dónde hay que dirigirse en primer lugar para formar colecciones o para buscar algún carácter concreto. Al realizar un programa de mejora genética, las posibilidades de éxito están en función tanto del material de partida como de la elección del método apropiado. Una eficaz prospección de la variación disponible y del conocimiento de los lugares en que podemos encontrarla facilitará sin duda el programa de mejora. Por ello, la formación, mantenimiento y estudio de colecciones resulta esencial para futuras obtenciones vegetales. Además, la erosión genética ha eliminado gran parte de la riqueza de recursos fitogenéticos existente en el mundo. De ahí que sea tan importante salvar dicha riqueza para el futuro, siendo la primera labor a realizar la exploración a fondo de los centros de diversidad.

La cuenca mediterránea se considera centro primario para las especies de altramuces (*Lupinus albus*, *angustifolius*, *luteus*), lechuga, zanahoria, rábano, ajos, cebolla y otros *Allium*, condimentos (comino, hinojo, perejil), anís, verdolaga, forrajeras (*Lolium* spp., tréboles, alpiste, fleo, vezas), drogas (belladona, digital, regaliz, mandrágora), rosa (*R. gallica*, *damascena*, *alba*), narcisos, clavel y alhelí. Esta zona mediterránea comparte varias especies con la del Próximo oriente (de Egipto al Cáucaso y Persia), con la que terminó formando una unidad cultural. Además, la cuenca Mediterránea se considera centro secundario de numerosos frutales, incluyendo cítricos, y de muchas hortícolas (Cubero, 2003).

La cuenca mediterránea es, según Vavilov, una de las diez regiones principales de diversidad de plantas cultivadas del planeta. No son muchas las especies originadas en esta zona, pero sí es ésta un importante centro secundario de diversificación genética debido a las múltiples culturas que a lo largo de la historia han pasado dejando su huella en la agricultura (Vellvé, 1992). El territorio peninsular, por su gran variedad física, económico-productiva y sociocultural, contiene la mayor biodiversidad de toda Europa. En el caso de las especies hortícolas, debido a la gran diversidad agroclimática del país, a las variadas influencias culturales y al cultivo en pequeños huertos familiares, se ha generado una enorme variabilidad genética. Es decir, las variedades locales tradicionales no solo contienen la herencia

de una diversidad genética importante, sino la peculiaridad histórica y cultural de esta región contenida en su agricultura (Díaz del Cañizo et al., 1998).

### 2.2.2. Dónde se conservan

Desde mitad del siglo XX todos los países tomaron conciencia de la necesidad de recolectar y preservar sus recursos genéticos, tanto de plantas cultivadas como silvestres, antes de que la acelerada erosión que estaba sufriendo el planeta hiciera imposible esta actividad. La FAO inició en Roma en 1946 las primeras discusiones sobre recursos genéticos vegetales y desde entonces, especialmente por actividades de la FAO y de *Bioversity International* (anteriormente IPGRI y IBPGR), también ubicado en Roma, se ha avanzado hasta la organización de un sistema mundial para la conservación y la utilización de los recursos fitogenéticos (van Sloten y Holle, 1988).

Durante los años 70 y 80 se realizaron numerosos viajes de recolección y se establecieron bancos de germoplasma en un gran número de países, de modo que en 1996 había en el Mundo unos 1.300 bancos que conservaban más de 6 millones de entradas (FAO, 1996). Nuestro país no fue ajeno a este movimiento y, desde que se iniciaron en España las actividades de recolección de recursos fitogenéticos, las colecciones mantenidas en los banco de germoplasma han aumentado de forma espectacular.

En España, la iniciativa más importante a nivel nacional es el Programa de Conservación y Utilización de Recursos Fitogenéticos (PCURF) creado en 1993, gestionado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), que se desarrolla a través de Planes de Actuación mediante convocatorias de proyectos. A los efectos de este plan, se entiende por recursos fitogenéticos autóctonos aquellos de carácter agrícola cuyo centro de origen o dispersión está en España y también los de aquellas plantas que por su prolongado cultivo durante generaciones han originado una variabilidad genética en las condiciones agroclimáticas de nuestro país. En este contexto, durante los últimos años se han considerado líneas prioritarias la prospección, recogida, multiplicación y conservación de estos recursos fitogenéticos autóctonos o de importancia socioeconómica de especies agrícolas, y silvestres emparentadas, en riesgo de extinción todavía no recolectados, en particular los de especies menores y en desuso y los existentes en zonas marginales para su cultivo. Todo este material vegetal se encuentra conservado *ex situ* en los bancos de germoplasma de la red, como se verá más adelante.

El citado Programa de Conservación y Utilización de Recursos Fitogenéticos (PCURF) tiene por objetivos: 1) evitar la pérdida de diversidad genética de las especies, variedades y ecotipos vegetales autóctonos y cultivables en desuso cuyo potencial genético sea susceptible de ser empleado en los procesos de mejora de especies vegetales agroalimentarias, agroenergéticas, agroindustriales y ornamentales y 2) caracterizar y documentar los recursos para facilitarlos a los potenciales

usuarios. Simultáneamente, este programa creó el Centro de Recursos Fitogenéticos (CRF), asignándole la función de centro de documentación de los recursos fitogenéticos de la Red de Colecciones del PCURF. Siguiendo este mandato, el CRF mantiene y actualiza periódicamente el Inventario Nacional (IN) con los datos de pasaporte de las entradas conservadas *ex situ* en las colecciones de la Red, y desde el año 2000 lo publica a través de la web del INIA. La información proporcionada por los diferentes bancos españoles de germoplasma se estandariza y procesa en el CRF para su incorporación en el IN. Cada entrada se identifica por un número de inventario (NC), único e intransferible para cada registro aunque el material esté conservado en más de un banco con diferentes códigos.

Actualmente, el IN recoge información de 67.606 entradas conservadas en 34 instituciones españolas y pertenecientes a 990 géneros y 3.745 especies. Si bien una elevada proporción de estas entradas son de origen español (66,9% en total), hay entradas de 138 países. La mayor parte de las entradas (51%) corresponden a variedades locales, siguiéndole en importancia el grupo de las silvestres (30,3%) (Fajardo y De la Rosa, 2010). Estas entradas están disponibles para investigadores y usuarios en general en las condiciones descritas en la propia página web.

Aunque tradicionalmente los esfuerzos de conservación de los recursos fitogenéticos se han centrado en la conservación *ex situ*, en la actualidad se está potenciando a su vez la conservación *in situ*, que incluye la conservación en finca. La conservación en finca consiste en el mantenimiento o recuperación del cultivo de variedades locales en su zona de origen. Esta modalidad de conservación implica la gestión sostenible de la diversidad genética de las variedades tradicionales, desarrolladas localmente por el agricultor, junto a especies silvestres y leñosas, en sistemas tradicionales de agricultura. La conservación en finca es, en definitiva, la recuperación del cultivo de variedades locales en el lugar en que se desarrollaron sus características específicas y dentro de una agricultura sostenible. Las ventajas de esta conservación incluyen la continuidad de la evolución natural, dado que la conservación *ex situ* congela el proceso evolutivo de estas variedades, y la conservación de especies pertenecientes a los ecosistemas agrícolas junto con los cuales han evolucionado las plantas cultivadas. La conveniencia de mantener estas variedades locales, pero manteniendo al mismo tiempo el proceso adaptativo, justifica el coste y la laboriosidad de la conservación en finca. Otra alternativa es la mejora genética de las propias variedades locales. La mejora participativa, como se verá más adelante, es una buena opción para el mantenimiento de las variedades locales en sus lugares de cultivo.

### 2.2.3. Causas de desuso

Hasta fechas relativamente recientes la diversidad de las plantas cultivadas se ha mantenido e incrementado de forma eficaz en los ecosistemas agrarios. Sin embargo, desde hace 200 años, como consecuencia del desarrollo agrícola e industrial y la progresiva unificación de hábitos culturales y alimenticios, el número de cul-

tivos y la heterogeneidad dentro de los mismos han ido descendiendo progresivamente y, en la actualidad, no se cultivan más de 150 especies con fines alimenticios, de las cuales sólo doce representan más del 70% del consumo humano, siendo cuatro especies (maíz, arroz, trigo y patatas) las que constituyen el 60% de los alimentos (Esquinas-Alcázar, 2006).

Esta biodiversidad agrícola se ha visto gravemente afectada durante el siglo XX, desapareciendo más del 75% de las variedades tradicionales utilizadas en la agricultura a nivel mundial (FAO, 1998). Las causas de esta pérdida han sido diversas, pero de acuerdo con el Estado de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura en el mundo, publicado por la FAO, la causa principal es la sustitución de las variedades locales por variedades modernas. Dado que en los campos de los agricultores se sustituyen las variedades más antiguas por otras nuevas, la erosión genética se produce frecuentemente porque los caracteres encontrados en las variedades de los agricultores no se encuentran presentes en su totalidad en las variedades modernas. Además, con frecuencia, el elevado número de variedades existentes se reduce cuando se introducen variedades comerciales en sistemas de cultivo tradicionales. Otras causas de la erosión genética comprenden el surgimiento de nuevas plagas, malas hierbas y enfermedades, el deterioro ambiental, la urbanización y el desbrozo de tierras, mediante la deforestación y la quema de matorrales (FAO, 2009). Esta pérdida es más grave en especies de propagación vegetativa, como la mayoría de los frutales, en las que la desaparición de una variedad local puede suponer la pérdida definitiva de variantes genéticas únicas. En menor medida, la erosión genética es también grave en cultivos de estructura genética tan fragmentada como los hortícolas. Es menos grave, sin embargo, en cultivos extensivos, en los que los cruzamientos entre estirpes de zonas geográficas diversas han frenado la pérdida de diversidad. En este sentido, cabe pensar que la mecanización tardía del campo español retrasó la adopción de variedades modernas de cultivos extensivos, que resultaban más aptas para las labores mecanizadas. Este retraso sin duda alargó la vida de las variedades locales lo suficiente para que fueran recolectadas por los investigadores que ya empezaban a darse cuenta del valor de los recursos fitogenéticos, a lo largo de la primera mitad del siglo XX. Pero este pudo no ser el único motivo de la larga vida de las variedades locales de cultivos extensivos. Los mejoradores de finales del siglo XIX y principios del XX intentaron introducir variedades de otros orígenes europeos, directamente o en cruzamientos, con escaso éxito en comparación con las variedades locales. Este hecho fue citado por Pujol-Andreu (2011), quien se hace eco de fuentes originales de la época. Aventurándose en el terreno de la especulación, estas referencias sugieren que los síndromes de adaptación de las variedades locales posiblemente tenían una causa poligénica y eran difíciles de capturar a través de esquemas simples de mejora.

Sin embargo, la pérdida de diversidad se acentuó en general entre los años 1940-50, cuando el desarrollo imparable de la mejora dio lugar a variedades pro-

ductivas, uniformes y más adaptadas a las técnicas modernas de cultivo y a los nuevos sistemas de comercialización, siendo incuestionable el beneficio obtenido de ello por una población mundial creciente y subalimentada. La consecuencia paradójica es que la aplicación masiva de los logros de la mejora vegetal ha puesto en marcha un proceso que destruye los materiales esenciales de abastecimiento de los propios mejoradores de plantas. De este modo, la pérdida de variabilidad genética supone una limitación de la capacidad de responder a nuevas necesidades y un incremento de la vulnerabilidad de nuestros cultivos frente a cambios ambientales o aparición de nuevas plagas o enfermedades. Esta pérdida de variedades tradicionales, con las valiosas combinaciones de genes que contienen, así como de poblaciones silvestres de plantas, fuentes potenciales de genes de interés, produce un empobrecimiento irrecuperable del patrimonio genético español que es preciso conservar.

## **2.3. Utilidad para la mejora genética y la producción sostenible**

### **2.3.1. Colecciones nucleares**

Dada la diversidad genética que existe en España (o en la Península Ibérica), es sorprendente el escaso desarrollo de colecciones nucleares que faciliten su estudio. No es el propósito de este capítulo la revisión del concepto y la utilidad de las colecciones nucleares. Esto se ha llevado a cabo en un libro anterior de esta serie, al que remitimos (Igartua y Ruiz, 2010). La construcción de colecciones nucleares tiene un doble fin, científico y práctico. El interés científico radica en la necesaria sistematización de un área de estudio que ofrece la posibilidad de desentrañar y comprender los mecanismos evolutivos y selectivos que han dado forma a los cultivos actuales. Las lecciones aprendidas se podrán proyectar hacia el futuro y aplicar a la nueva mejora que se necesita para adaptar los cultivos al cambio climático. El interés práctico de los recursos fitogenéticos locales como puntal de la seguridad alimentaria es evidente. La riqueza de recursos fitogenéticos de nuestro país supone una fortaleza científica y económica, a la espera del crecimiento de un tejido investigador insuficiente, y de iniciativas ambiciosas que sean capaces de explotarla. La riqueza de la diversidad genética española es una fuente de seguridad alimentaria, desarrollo científico y estímulo económico de primera magnitud. Nuestro país debería aprovechar la riqueza de la diversidad fitogenética española para convertir su estudio y explotación en una de sus máximas prioridades, con un claro potencial de situarse en vanguardia de un área de importancia estratégica mundial. En este sentido, las iniciativas de desarrollo de colecciones nucleares, actualmente potenciadas desde el CRF-INIA, son el paso inicial necesario para emprender ese camino.

En la literatura, aparecen bien documentadas colecciones nucleares de cebada (Igartua et al., 1998), judía (Rodiño et al., 2003), trigo duro (Ruiz et al., 2013), olivo (Belaj et al., 2012) y almendro (Socias i Company et al., 2011). Estas colecciones se

están empleando ya en estudios científicos y agronómicos y también se usan en programas de mejora, como el cribado de la colección de judía para búsqueda de resistencia a oídio (Trabanco et al., 2012) o el trabajo de búsqueda de resistencia a enfermedades en la colección de cebada (Silvar et al., 2011).

### 2.3.2. Acceso a la diversidad con herramientas genómicas

El uso de la diversidad genética de las variedades locales se ha visto afectado por el fenómeno conocido como carga genética, o sea, el arrastre de genes que confieren características negativas junto con los responsables de los caracteres favorables. Casi con seguridad, esas características favorables están bajo control genético de un conjunto de genes distribuidos por todo el genoma de cada especie. A medida que la mejora moderna refina las variedades, se van fijando complejos de genes que es fácil romper cuando se introduce germoplasma muy distinto, como puede ser el de las variedades locales antiguas. Es por esto que se acuñó en el Reino Unido el ya viejo aforismo de los mejoradores que dice "*cross the best by the best and hope for the best*". La existencia de estos complejos de genes, fijados bien por el proceso de domesticación y diseminación de las especies, bien por la mejora moderna, dificulta la obtención de buenos resultados en la mejora cuando se cruzan parentales alejados. En estos casos, los cruzamientos combinan muchos genes favorables y desfavorables, con lo que la probabilidad de obtener variedades mejoradas en poblaciones de progenies del tamaño que pueden manejar los mejoradores disminuye dramáticamente. Por este motivo, los mejoradores suelen ser muy prudentes e incluso remisos a la hora de incorporar variedades locales al germoplasma élite en sus programas de selección. En este sentido, han proliferado en las últimas décadas los programas de pre-mejora, que persiguen una incorporación gradual de las características favorables de materiales alejados del programa, como suelen ser las variedades locales. En estos programas, primero se intenta identificar donantes de caracteres favorables y luego se transfieren esas características a materiales con mejor comportamiento agronómico, antes de introducirlos en material élite (Shimelis y Laing, 2012).

Las tecnologías actuales de marcadores moleculares y de secuenciación, unido a la existencia de genomas de referencia para un número creciente de especies, facilitan un acceso cada vez más preciso a casi cualquier parte del genoma (Feuillet et al., 2011). Los programas de pre-mejora son unos de los grandes beneficiarios de estas tecnologías, por el incremento de precisión en la identificación y transferencia de material genético y también por la aceleración de los procesos.

### 2.3.3. Uso directo

Aunque la utilización de las variedades locales tiene un protagonismo principal en la mejora genética, existen otras posibilidades de uso en otras actividades como la agricultura ecológica, los cultivos de proximidad y mercados locales, los huertos lúdicos o urbanos y también para su utilización como alimentos funcionales.

### 2.3.3.1. *Agricultura ecológica*

En todos los sistemas de agricultura de bajos insumos, entre los que se incluye la agricultura ecológica, se emplean pocos fitoquímicos y las resistencias a patógenos dependen en mucha mayor medida de los mecanismos genéticos de las variedades. Es un hecho reconocido desde hace tiempo que las variedades heterogéneas (mezclas, multilíneas, poblaciones) presentan claras ventajas para el control de las enfermedades de los cultivos. De hecho, las variedades locales, allí donde todavía existen, presentan frecuentemente diversidad genética relacionada con resistencias a distintos patógenos (Finckh, 2008). Sin embargo, no se ha progresado demasiado en la adopción de variedades heterogéneas por los problemas económicos inherentes a su desarrollo y mantenimiento (Finckh, 2008), aunque la gran atención que están recibiendo actualmente los métodos de mejora evolutiva y participativa, como se verá más adelante, pueden ayudar a que resurja el interés sobre ellas.

La mejora participativa puede tener un nicho en la obtención de variedades adaptadas a las prácticas conocidas como "agricultura ecológica". Los productores que han adoptado estas prácticas de cultivo se quejan del problema que supone la falta de semillas y variedades adaptadas a sus necesidades. En países como Francia, agrupaciones de productores han tornado a la mejora participativa como la fuente de variedades para la agricultura ecológica (Chable et al., 2014), especialmente para aprovechar el potencial de obtener productos diferenciados y adaptados al medio ambiente específico. Los esquemas de mejora participativa óptimos para cada especie y lugar variarán en función de parámetros genéticos, socioeconómicos y legislativos.

### 2.3.3.2. *Cultivos de proximidad y mercados locales*

La preservación y puesta en valor del patrimonio genético relacionado con las variedades vegetales locales, pueden ser la base de obtención de productos alimentarios de calidad y valor diferencial con interés para el ciudadano, así como de génesis de estructuras de negocio que apoyen la diversificación de fuentes de ingresos en el medio rural. Lo importante no es tanto la diferenciación de la producción, como encontrar nuevos productos para estos mercados en los que las empresas locales puedan mantener sus ventajas competitivas. El interés radica en que aportan ventajas medioambientales, económicas, y sociales para las zonas rurales y las ciudades donde se ubican (Varquez-Barquero, 2009). El caso de los 'Farmer's markets' del Reino Unido han sido ampliamente estudiados. En un trabajo realizado por The Countryside Agency (2001), tras analizar 18 mercados del sureste de Inglaterra, se concluye que estos mejoran los ingresos de los productores, refuerzan la economía agraria, apoyan a la agricultura familiar, mantienen empleos en el medio rural, crean nuevas oportunidades empresariales, favorecen la producción de alimentos en armonía con el medio ambiente, rompen el aislamiento de los agricultores al aumentar el contacto directo con el consumidor, y aumentan la

vitalidad de los centros de las ciudades. El consumidor aprecia una información alternativa a la actual sobre los alimentos, y acude a estos Mercados pensando en su salud, pero también le mueven otras razones más solidarias como la preservación del medio ambiente o los bajos precios que perciben los productores de los intermediarios (Mauleón, 2010)

#### 2.3.3.3. Huertos lúdicos urbanos

Lo mismo sucede con los huertos urbanos, que han ido ganado importancia y adquirido nuevas características relacionadas tanto con la soberanía alimentaria, la calidad de los productos que consumimos y la generación de empleo, como con la mejora de la calidad de vida, la educación ambiental, las relaciones sociales, la transformación social y la regeneración urbana (Zaar, 2011). Las personas interesadas en los huertos lo están a menudo también en el modelo alimentario, y buscan modos de tener acceso a alimentos frescos, ecológicos y de calidad.

#### 2.3.3.4. Alimentos funcionales

La creciente demanda de los consumidores por alimentos con mayores contenidos en compuestos fitoquímicos está estimulando el desarrollo de programas de mejora para el contenido en compuestos bioactivos, denominados fitoquímicos cuando se encuentran en los vegetales, cuya presencia permite considerar a los alimentos que los contienen como funcionales. Las variedades modernas suelen tener una base genética reducida por lo que los mejoradores suelen recurrir a materiales que presenten una mayor diversidad genética (Prohens, 2014). A este respecto, entre las variedades tradicionales es posible encontrar una amplia variación en el contenido en compuestos fitoquímicos, con valores muy superiores a los de las variedades comerciales (Rodríguez-Burruezo et al., 2005; Prohens et al., 2007).

### 2.4. Métodos de mejora

Los métodos tradicionales de mejora empleados en cada especie son también apropiados para la mejora empleando variedades locales. No obstante, hay tres métodos que merece la pena destacar por ser especialmente adecuados al trabajo con estos materiales: el retrocruzamiento asistido por marcadores, la mejora evolutiva y la mejora participativa.

El retrocruzamiento asistido por marcadores es el mejor método para incorporar características favorables controladas por pocos genes, eliminando caracteres desfavorables aportados por el resto del genoma. Como ejemplos, se pueden citar trabajos en cebada, encaminados a transferir la características de bajo requerimiento de vernalización, procedente de una variedad local española, a una variedad de invierno (Casao et al., 2011), o la incorporación simultánea de resistencias a tres virus distintos en la variedad de tomate Muchamiel (García-Martínez et al., 2011).

La mejora participativa intenta paliar el problema, que se da ocasionalmente, de la escasa adopción de las variedades mejoradas por parte de los productores. Este rechazo se debe a una falta de adaptación de las variedades obtenidas por mejora tradicional, debido a la falta de selección de adaptaciones específicas, una evaluación insuficiente a nivel de explotaciones agrícolas, y poca implicación del usuario final (Morris y Bellon, 2004). La mejora participativa se planteó a finales del siglo pasado, como un proceso en el que se integraran los criterios de científicos y agricultores y la selección en centros experimentales y en explotaciones (Witcombe et al., 1996). Esta iniciativa surgió como una manera de responder a necesidades de países en desarrollo, para condiciones relativamente adversas, en las que la mejora tradicional no terminaba de tener el impacto deseado (Haugerud y Collinson, 1990). La novedad esencial de este método es tener en cuenta las preferencias de los agricultores sobre ensayos realizados en sus propios ambientes, en el ensayo más realista posible en cuanto a las condiciones finales de producción (Ceccarelli et al., 2000).

Los mejoradores de plantas y los agricultores tienen ventajas comparativas que pueden contribuir a definir las divisiones funcionales de trabajo en la mejora de los recursos fitogenéticos. Los mejoradores tienen la ventaja del acceso a una amplia gama de diversidad genética y al conocimiento científico y los métodos para trabajar con eficacia en el aprovechamiento del germoplasma mejorado. Los agricultores pueden seleccionar material para sus medios particulares y para unas necesidades de mercado especiales. El mejoramiento participativo, con la intervención de los agricultores de manera más directa en el proceso de mejora, puede aumentar el éxito de éste para los sistemas agrícolas complejos en medios cuyas condiciones son más diversas y marginales. Estos métodos exigen a los agricultores llevar su labor de mejora hasta el final, seleccionando material en las fincas en función de sus propias necesidades (FAO, 1996).

Este método se ha empleado mucho en ICARDA, para sus cultivos de cabecera, cebada y leguminosas, con resultados prometedores. Los métodos de mejora participativa están bien descritos en un buen número de publicaciones (por ejemplo, Ceccarelli, 2012), como las citadas en estos párrafos, a las que remitimos a los interesados en los detalles técnicos. La mejora participativa puede despertar suspicacias por la confianza puesta en el criterio de personas no formadas en el método científico. Sin embargo, bien aplicado, con investigadores estrictos y competentes al cargo, el método se aprovecha de ciertas ventajas que lo hacen particularmente apropiado para condiciones adversas y agricultura de subsistencia. Una de las desventajas de la mejora tradicional en esas condiciones es la presencia de un gran componente de interacción genotipo por ambiente, difícilmente capturable en programas de mejora clásicos, incluso con las redes de ensayos más extendidas. El modelo descentralizado de la mejora participativa es más favorable para que las redes de ensayos sean realmente tupidas y representativas, por lo que se podría modelizar mejor la interacción genotipo por ambiente y aumentar la eficiencia de

la selección. Por otro lado, es un método con dos ventajas claras sobre la mejora convencional. Por un lado, los usuarios finales adquieren un fuerte vínculo con las variedades que ayudan a seleccionar, facilitando su adopción. Este proceso se ve facilitado y acelerado aún más si el propio esquema de mejora incorpora también las fases iniciales de un sistema de producción de semillas por parte de los agricultores. Por otro lado, el modelo final de variedad es flexible: la mejora participativa se puede orientar hacia líneas puras o mezclas de líneas en autógamias, y hacia poblaciones de polinización cruzada o híbridos en alógamas (Ceccarelli y Grando, 2007). Sin embargo, existe el peligro de que las variedades heterogéneas que se produzcan no puedan protegerse amparadas en la legislación actual en la mayoría de países, que suelen exigir requisitos de distinción, homogeneidad y estabilidad que difícilmente podrán cumplir (Morris y Bellon, 2004).

La mejora participativa ha saltado ya a todo tipo de cultivos y zonas geográficas, y hay muchos ejemplos de su uso en distintas especies y sistemas agrícolas. Como ejemplos ilustrativos y exitosos se pueden citar el sorgo en Nicaragua (Trouche et al., 2012) y la berenjena en España (Hurtado et al., 2014), precisamente para la denominación "berenjena de Almagro" mencionada más arriba. Este último artículo, de hecho, sirve para ilustrar la utilidad de este método en una agricultura desarrollada y en un contexto de producciones elevadas. Los propios autores indican que "el enfoque que hemos utilizado también puede ser utilizado como un modelo para la mejora de otras variedades locales de cultivos de hortalizas", opinión con la que estamos de acuerdo.

Aunque parece muy apropiada para cubrir ciertos nichos que la mejora convencional había dejado al margen, aún hay pocos datos para saber si su práctica llevará a obtener mejores variedades para esos nichos u otros de una manera económicamente eficiente.

La mejora evolutiva es un término antiguo, ya acuñado por Suneson (1956), que describe un proceso similar a la selección en masa (en "bulk") de Nilsson-Ehle (1908), y que ha sido recuperado recientemente (Murphy et al., 2005). Consiste en dejar que la selección natural actúe sobre poblaciones segregantes creadas entrecruzando un conjunto de líneas, asumiendo que el éxito reproductivo (*fitness*) coincide con buenas características agronómicas. Este enfoque tuvo un éxito importante en las poblaciones compuestas de cebada (Harlan y Martini, 1929; Allard, 1990), fuente de gran cantidad de variedades durante décadas (Finckh, 2008). El interés sobre este método ha renacido, al igual que por la mejora participativa, por la necesidad de encontrar variedades con adaptaciones a nichos específicos, mal cubiertos por la mejora convencional. Murphy et al. (2005) abogan por la combinación de los métodos de mejora evolutiva y participativa para obtener variedades adaptadas para la agricultura de bajos insumos en general, y para la agricultura orgánica en particular, que hace 10 años englobaba aproximadamente 1,4 millones de personas. Estos mismos autores proponen imitar el trabajo pionero de las poblaciones compuestas de la cebada, planteando la síntesis de "variedades

locales modernas", mediante el cruzamiento de mezcla de variedades con caracteres favorables sobre las que se proceda a seleccionar localmente, con el concurso de mejoradores y agricultores.

El método de la mejora evolutiva aplicado a las variedades locales también resulta interesante desde otros dos puntos de vista: la adaptación al cambio global (Joshi et al., 2001) y la mejora para resistencia a estreses bióticos.

Como bien describen Ceccarelli et al. (2013), el cambio climático es un blanco móvil al que conviene afrontar con estrategias de mejora que favorezcan la existencia de sistemas dinámicos y eficientes de respuesta. La mejora participativa aplicada a conjuntos de variedades locales ofrece la posibilidad de aumentar la producción en las explotaciones agrícolas mediante la explotación de adaptaciones específicas, aumentando al mismo tiempo la diversidad biológica agrícola. De hecho, estos mismos autores preconizan la integración de la mejora participativa con la mejora evolutiva como el modelo principal de mejora a adoptar por los centros del CGIAR (*Consultative Group for International Agricultural Research*).

## 2.5. Marco legal

Para poder comercializar semillas de una variedad o producir semillas con fines de comercialización, según el artículo 5 de la ley 30/2006 de semillas, plantas de vivero y recursos fitogenéticos, es un requisito indispensable su inscripción en el Registro de variedades comerciales.

De acuerdo con el Código Internacional de Nomenclatura de la Plantas Cultivadas, una variedad comercial puede ser:

- Variedad comercial seleccionada (cultivar seleccionado o cultivar de obtentor), que es la obtenida como resultado de trabajos de selección.
- Variedad comercial local (cultivar local), es la que procede de una región geográfica claramente definida, que en ensayos oficialmente comprobados ha demostrado poseer suficiente uniformidad, estabilidad y caracteres distintivos para permitir su identificación, pero que no ha sido obtenida como resultado de trabajos controlados de selección.
- Variedad de conservación, es, sin perjuicio de lo previsto en el artículo 3.5. de la ley 30/2006, de 26 de julio, de semillas y plantas de vivero y de recursos fitogenéticos, aquella variedad local adaptada de forma natural a las condiciones locales y regionales y, amenazadas por la erosión genética.
- Variedad de especie hortícola desarrollada para ser cultivada en condiciones determinadas es, aquella variedad de especie hortícola sin valor intrínseco para la producción comercial, pero desarrollada para su cultivo en condiciones agro-técnicas, climatológicas o edafológicas determinadas (También llamadas "variedades de aficionado").

En general, son pocas las variedades tradicionales que cumplen los requisitos de distinción, uniformidad y estabilidad necesarios para su registro como Variedades Comerciales. Por ello, la ley 30/2006 describe una serie de excepciones referentes a la producción y comercialización de las "variedades de conservación" y las "variedades de aficionado". El Real Decreto 170/2011, que desarrolla el título II de la ley 30/2006, establece que la admisión de las solicitudes de inscripción de variedades de conservación queda condicionada a que la misma tenga un interés para la conservación de los recursos fitogenéticos y que haya sido tradicionalmente cultivada en localidades y regiones amenazadas por la erosión genética. Para determinar el interés de la conservación de la variedad, así como las localidades y regiones donde la variedad ha sido tradicionalmente cultivada, se tendrá en cuenta la información del Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos y de las comunidades autónomas. Las solicitudes deberán aportar información de la región o regiones en la que históricamente se haya cultivado y a las que se encuentra adaptada de forma natural. Además, se deberá de adjuntar, si se dispone de ello, la descripción de la variedad de conservación y su denominación, características y requisitos de calidad sólo en el caso de especies agrícolas, así como los resultados de pruebas no oficiales y los conocimientos adquiridos con la experiencia práctica del cultivo, la reproducción y la utilización, así como otros datos en particular los aportados por el Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos o por las comunidades autónomas. No se llevará a cabo el examen oficial para variedades de conservación y para variedades de especies hortícolas desarrolladas para su cultivo en condiciones determinadas, si se considera suficiente la documentación aportada. La admisión de una solicitud de variedades de especies hortícolas desarrollada para su cultivo en condiciones determinadas, queda condicionada a que el solicitante demuestre que la misma no tiene valor intrínseco para la producción comercial.

El Reglamento Técnico de Control de la Producción y Comercialización de Plantones de Hortalizas y Material de Multiplicación de Hortalizas distinto de semillas, adopta una serie de excepciones que abren la posibilidad de comercializar plantones de variedades tradicionales como medida encaminada a la conservación genética. En el Apartado 1 del Artículo 7 establece que los materiales de multiplicación y los plantones de hortalizas sólo podrán ser comercializados por proveedores autorizados y siempre que cumplan los requisitos establecidos en el artículo 4. Sin embargo, el apartado 1 no se aplicará, siempre que se cumpla lo dispuesto en el Real Decreto 2071/1993, a los materiales de multiplicación de hortalizas y plantones de hortalizas destinados a uno o varios de los fines siguientes:

- a) Pruebas o fines científicos
- b) Labores de selección
- c) Medidas encaminadas a la conservación de la diversidad genética

Actualmente, en el catálogo nacional de variedades comerciales y protegidas del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, hay registradas 43 variedades de conservación y 26 sin valor intrínseco. Las especies registradas son:

berenjena (1), cebolla (1), col forrajera o berza (1), col-repollo (1), judía de enrame (12), judía de mata baja (5), lechuga (1), maíz (5), nabicol (1), patata (8), patata andígena (9), patata chaucha (1), pimiento (4), repollo (1), sandía (1), tomate (16) y zanahoria de mesa (1) (MAGRAMA, 2014).

## 2.6. Referencias

- Aguiriano E, Ruiz M, Fité R, Carrillo JM. 2006. Analysis of genetic variability in a sample of the durum wheat (*Triticum durum* Desf.) Spanish collection based on gliadin markers. *Gen. Resour. Crop Evol.* 53: 1543-1552.
- Allard RW. 1990. *Plant Population Genetics, Breeding, and Genetic Resources*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, EE UU.
- Alvarez A, Lasa JM. 1990. Populations of maize from Cantabria. I. Morphological evaluation and variability. *An. Est. Exper. Aula Dei* 20: 41-49.
- Alvarez A, Lasa J M. 1987. Asturian populations of maize. I. Morphological-vegetative description and variability. *An. Est. Exper. Aula Dei* 18: 177-186.
- Belaj A, Dominguez-García M, Atienza SG, Martín-Urdiroz N, De la Rosa R, Satovic Z, Martín A, Kilian A, Trujillo I, Valpuesta V, Del Río, C. 2012. Developing a core collection of olive (*Olea europaea* L.) based on molecular markers (DARs, SSRs, SNPs) and agronomic traits. *Tree Gen. Genomes* 8: 365-378.
- Carravedo M. 2006. *Variedades autóctonas de tomate de Aragón*. Gobierno de Aragón, Zaragoza, España.
- Carravedo M, Mallor C. 2007. *Variedades autóctonas de cebollas españolas*. Gobierno de Aragón, Zaragoza, España.
- Carravedo M, Mallor C. 2008. *Variedades autóctonas de legumbres españolas*. Gobierno de Aragón, Zaragoza, España.
- Carravedo M, Ruíz de Galarreta JI. 2005. *Variedades autóctonas de tomate del País Vasco*. Gobierno Vasco, Vitoria, España.
- Carravedo M, Ochoa MJ, Gil R. 2005. *Catálogo genético de pimientos autóctonos*. Gobierno de Aragón, Zaragoza, España.
- Carravedo M, Mallor C, Garcés A. 2011. Evaluación morfológica y molecular de variedades autóctonas aragonesas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y especies silvestres emparentadas (*Lactuca* spp.). Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Zaragoza, España.
- Carrera M. 1998. *Variedades y calidad de las manzanas de Aragón*. APEPH (Asociación profesional de empresarios de productos hortofrutícolas de la provincia de Zaragoza), Zaragoza, España.
- Carrillo JM, Rodríguez de Quijano A, Galiano A, Hamie B, Vázquez JF, Orellana J. 1988. Composición de gluteninas de alto peso molecular de variedades de trigo blando registradas en España y su relación con la calidad panadera. *An. Estac. Exper. Aula Dei* 19: 239-250.
- Carrillo JM, Díez-Niclós MJ, Pérez de la Vega M, Nuez F. 2010. Los Recursos Fitogenéticos en la Mejora Genética Vegetal. En: Carrillo JM, Díez MJ, Pérez de la vega M, Nuez F (eds.) *Mejora Genética y Recursos Fitogenéticos: Nuevos Avances en la Conservación y Utilización de los Recursos Fitogenéticos*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, España. pp. 9-49.
- Casao MC, Igartua E, Karsai I, Bhat PR, Cuadrado N, Gracia MP, Lasa JM, Casas AM. 2011. Introgression of an intermediate VRNH1 allele in barley (*Hordeum vulgare* L.) leads to reduced vernalization requirement without affecting freezing tolerance. *Mol. Breed.* 28: 475-484.

- Castell V, Díez MJ. 2000. Colección de semillas de cebolla del Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana. Monografías INIA: Agrícola Nº 8, Madrid, España.
- Cebolla-Cornejo J, Roselló S, Nuez F. 2013. Phenotypic and genetic diversity of Spanish tomato landraces. *Scientia Hort.* 162: 150-164.
- Ceccarelli S. 2012. Landraces: Importance and Use in Breeding and Environmentally Friendly Agronomic Systems. En: *Agrobiodiversity Conservation: Securing the Diversity of Crop Wild Relatives and Landraces*. CAB International. Oxford, Reino Unido. pp 103-117.
- Ceccarelli S, Grando S. 2007. Decentralized-participatory plant breeding: an example of demand driven research. *Euphytica* 155: 349-360.
- Ceccarelli S, Grando S, Tutwiler R, Baha J, Martini AM, Salahieh H, Goodchlid M, Michael M. 2000. A methodological study on participatory barley breeding I. Selection phase. *Euphytica* 111: 91-104.
- Ceccarelli S, Galie A, Grando S. 2013. Participatory Breeding for Climate Change-Related Traits. En: Kole C (ed.) *Genomics and Breeding for Climate-Resilient Crops*, vol. 1. Concepts and Strategies. Springer, Berlin Heidelberg, Alemania. pp. 331-376.
- Chable V, Dawson J, Bocci R, Goldringer I. 2014. Seeds for Organic Agriculture: Development of Participatory Plant Breeding and Farmers' Networks in France. En: Bellon S, Penvern S (eds). *Organic Farming, Prototype for Sustainable Agricultures*. Springer, Holanda. pp. 383-400.
- Cubero JI. 2003. *Introducción a la Mejora Genética Vegetal*. Mundi Prensa, Madrid, España.
- Díaz del Cañizo MA, Guzmán Casado GI, Soriano Niebla JJ, Álvarez Fables N. 1998. Recuperación de variedades tradicionales locales de cultivos y del conocimiento a ellas asociado, para su conservación, uso y manejo en las comarcas de Antequera (Málaga) y Estepa (Sevilla). III Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Una alternativa para el mundo rural del tercer milenio. Valencia, Septiembre 21-26. pp 333-342.
- Diputación General de Aragón. 2002. Encuestas productivas de cultivos herbáceos de invierno. Campaña 1999-2000. Departamento de Agricultura del Gobierno de Aragón. [http://www.aragon.es/estaticos/ImportFiles/12/docs/Areas/Estadisticas\\_agrarias/Estadisticas\\_agricolas/Encuestas\\_Productivas/ENCUESTAS\\_CULTIVOS\\_HERBACEOS\\_INVIERNO\\_1999\\_2000.pdf](http://www.aragon.es/estaticos/ImportFiles/12/docs/Areas/Estadisticas_agrarias/Estadisticas_agricolas/Encuestas_Productivas/ENCUESTAS_CULTIVOS_HERBACEOS_INVIERNO_1999_2000.pdf)
- Escribano S, Lázaro A, Cuevas HE, López-Sesé AI, Staub JE. 2012. Spanish melons (*Cucumis melo* L.) of the Madrid provenance: A unique germplasm reservoir. *Genet. Resour. Crop Evol.* 59: 359-373.
- Esquinas-Alcázar JT. 2006. Una apuesta por el futuro agrícola, alimentario y medioambiental. *Ambienta* 57: 14-20.
- Fajardo J, De la Rosa L. 2010. El Inventario Nacional de Recursos Fitogenéticos. Estado actual y últimas incorporaciones. *Actas Hort.* 55: 23-24.
- FAO. 1996. Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo. FAO, Roma, Italia.
- FAO. 1998. The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. FAO, Roma, Italia.
- FAO. 2009. Draft second report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. FAO, Roma, Italia.
- Fernández i Martí A, Alonso JM, Espiau MT, Rubio-Cabetas MJ, Socias i Company R. 2009. Genetic diversity in Spanish and foreign almond germplasm assessed by molecular characterization with simple sequence repeats. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 134: 535-542.
- Feuillet C, Leach JE, Rogers J, Schnable PS, Eversole K. 2011. Crop genome sequencing: lessons and rationales. *Trends Plant Sci.* 16: 77-88.
- Finckh MR. 2008. Integration of breeding and technology into diversification strategies for disease control in modern agriculture. *Eur. J. Plant Pathol.* 121: 399-409.

- Formisano G, Roig C, Esteras C, Ercolano MR, Nuez F, Monforte AJ, Picó MB. 2012. Genetic diversity of Spanish *Cucurbita pepo* landraces: An unexploited resource for summer squash breeding. *Genet. Resour. Crop Evol.* 59: 1169-1184.
- García-Ruiz, JM. 1988. La evolución de la agricultura de montaña y sus efectos sobre la dinámica del paisaje. *Rev. Estud. Agrosoc.* 146: 7-37.
- García-Martínez S, Grau A, Alonso A, Rubio F, Valero M, Ruiz JJ. 2011. UMH 1200, a breeding line within the Muchamiel tomato type resistant to three viruses. *HortScience* 46: 1054-1055.
- Germán C. 2000. El Proyecto Marcén y el rescate del trigo Aragón 03. La Fertilidad de la Tierra: *Rev. Agric. Ecol.* 2: 24-27.
- Harlan JR. 1992. *Crops and man*. American Society of Agronomy, Inc., and Crop Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, EE UU.
- Harlan HV. 1957. *One Man's Life with Barley*. Exposition Press, New York, EE UU.
- Harlan HV, Martini ML. 1929. A composite hybrid mixture. *J. Amer. Soc. Agron.* 21: 487-490.
- Harlan JR. 1975. Our vanishing genetic resources. *Science* 188: 618-621.
- Haugerud A, Collinson MP. 1990. Plants, genes and people: improving the relevance of plant breeding in Africa. *Exper. Agric.* 26: 341-362.
- Hurtado M, Vilanova S, Plazas M, Gramazio P, Andújar I, Herraiz FJ, Castro A, Prohens J. 2014. Enhancing conservation and use of local vegetable landraces: the Almagro eggplant (*Solanum melongena* L.) case study. *Genet. Resour. Crop Evol.* 61: 787-795.
- Hurtado M, Vilanova S, Plazas M, Gramazio P, Herraiz FJ, Andújar I, Castro A, Prohens J. 2013. Puesta en valor de la berenjena de Almagro a través de la caracterización y la mejora genética. VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas. Madrid, 26-29 Agosto 2013.
- Igartua E, Ruiz M. 2010. Colecciones nucleares. En: Carrillo JM, Díez MJ, Pérez de la Vega M, Nuez F (eds.). *Mejora Genética y Recursos Fitogenéticos: Nuevos Avances en la Conservación y Utilización de los Recursos Fitogenéticos*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, España. pp. 581-608.
- Igartua E, Gracia MP, Lasa JM, Medina B, Molina-Cano JL, Montoya JL, Romagosa I. 1998. The Spanish barley core collection. *Genet. Resour. Crop Evol.* 45: 475-481.
- Jarvis DI, Hodgkin T. 1999. Wild relatives and crop cultivars: detecting natural introgression and farmer selection of new genetic combinations in agroecosystems. *Mol. Ecol.* 8: 159-173.
- Jordana de Pozas J. 1950. *Mapa Agronómico Nacional*. Comarca de Zaragoza, Tomo III, Madrid, Ministerio de Agricultura, Madrid, España.
- Joshi J, Schmid B, Caldeira MC, Dimitrakopoulos PG, Good J, Harris R, Hector A, Huss-Danell H, Jumpponen A, Minns A, Mulder CPH, Pereira S, Prinz A, Scherer-Lorenzen M, Siamantziouras ASD, Terry AC, Troumbis AY, Lawton JH. 2001. Local adaptation enhances performance of common plant species. *Ecol. Letters* 4: 536-544.
- Lasa JM, Igartua E, Ciudad FJ, Codesal P, García EV, Gracia MP, Medina B, Romagosa I, Molina-Cano JL, Montoya JL. 2001. Morphological and agronomical diversity patterns in the Spanish barley core collection. *Hereditas* 135: 217-225.
- Lasa JM, Romagosa I. 1988. Mejora de cebadas para secanos españoles en la Estación Experimental de Aula Dei. *An. Estac. Exper. Aula Dei* 19: 265-268.
- Lasanta Martínez T. 1990. Diversidad de usos e integración espacial en la gestión tradicional del territorio en las montañas de Europa occidental. En: García Ruiz JM (ed). *Geología de las áreas de montaña*. Geofoma, Logroño, España. pp 235-266.

- Lázaro A, Villar B, Aceituno-Mata L, Tardío J, De la Rosa L. 2013. The Sierra Norte of Madrid: An agrobiodiversity refuge for common bean landraces. *Genet. Resour. Crop Evol.* 60: 1641-1654.
- MAGRAMA, 2014. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente <http://www.magrama.gob.es/app/regVar/default.aspx>
- Mallor C, Arnedo-Andrés MS, Garcés-Claver A. 2014. Assessing the genetic diversity of Spanish *Allium cepa* landraces for onion breeding using microsatellite markers. *Scientia Hort.* 170: 24-31.
- Mallor C, Balcells M, Mallor F, Sales E. 2011. Genetic variation for bulb size, soluble solids content and pungency in the Spanish sweet onion variety Fuentes de Ebro. Response to selection for low pungency. *Plant Breed.* 130: 55-59.
- Mallor C, Llamazares A, Gutiérrez M, Carravedo M, Mallor F. 2008. Comportamiento del material vegetal de Cebolla Fuentes de Ebro: inicio de un Programa de Mejora Genética. *Actas Hort.* 51: 329-330.
- Mallor C, Sales E. 2012. Yield and traits of bulb quality in the Spanish sweet onion cultivar 'Fuentes de Ebro' after selection for low pungency. *Scientia Hort.* 140: 60-65.
- Martin-Sanz A, Caminero C, Jing R, Flavell AJ, De la Vega MP. 2011. Genetic diversity among Spanish pea (*Pisum sativum* L.) landraces, pea cultivars and the world *Pisum* sp. core collection assessed by retrotransposon-based insertion polymorphisms (RBIPs). *Span. J. Agric. Res.* 9: 166-178.
- Mauleón JR. 2010. Mercados de Agricultores en España: Diagnóstico y Propuesta de Actuación. CEDDAR: DT 23 (2010-5).
- Miranda C, Urrestarazu J, Santesteban LG, Royo JB, Urbina V. 2010. Genetic diversity and structure in a collection of ancient Spanish pear cultivars assessed by microsatellite markers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 135: 428-437.
- Moreno J, Trujillo I. 2006. Variedades tradicionales de cerezo (*Prunus avium* L.) del Valle del Jerte (Cáceres): prospección, caracterización e identificación morfológica y molecular. Monografías INIA Agrícola, nº 19, Madrid, España.
- Moreno MM, Meco R, Villena J, Mancebo I. 2010. Tomates tradicionales de Castilla-La Mancha. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Junta de Comunidades de Castilla La Mancha, Toledo, España.
- Morris ML, Bellon MR. 2004. Participatory plant breeding research: opportunities and challenges for the international crop improvement system. *Euphytica* 136: 21-35.
- Murphy K, Lammer D, Lyon S, Carter B, Jones SS. 2005. Breeding for organic and low-input farming systems: An evolutionary-participatory breeding method for inbred cereal grains. *Renew. Agric. Food Syst.* 20: 48-55.
- Nuez F, Campo PG, Fernández de Córdoba P, Soler S, Valcárcel JV. 1999. Colección de semillas de coliflor y brócoli. Monografías INIA:-Agrícola, N° 1, 120 pp. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Madrid, España.
- Nuez F, Díez MJ, Ruiz JJ, Fernández de Córdoba P, Costa J, Catalá MS, González JA, Rodríguez A. 1998. Catálogo de semillas de pimiento. Monografías INIA, N° 105, Madrid, España.
- Nuez F, Díez MJ, Picó B, Fernández de Córdoba P. 1996. Catálogo de semillas de tomate. Monografías INIA N° 95, 177 pp. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA); Madrid, España.
- Nuez F, Fernández de Córdoba P, Soler S, Valcárcel JV. 2000. Colección de semillas de lechuga del Centro de Conservación y Mejora de la Agrobiodiversidad Valenciana. Monografías INIA: Agrícola N° 7, Madrid, España.
- Nuez F, Leiva-Brondo M, Valcárcel JV, Soler S. 2001. Colección de semillas de acelga del Centro de Conservación y Mejora de la Agrobiodiversidad Valenciana. Monografías INIA: Agrícola N° 10, Madrid, España.

- Nuez F, Prohens J, Iglesias A, Fernández de Córdoba P. 1996. Catálogo de semillas de melón. Monografías INIA N° 96, Madrid, España.
- Nuez F, Prohens J, Rodríguez A, González JA, Fernández de Córdoba P. 1998. Catálogo de semillas de sandía. Monografías INIA, N° 106, Madrid, España.
- Nuez F, Prohens J, Valcárcel JV, Fernández de Córdoba P. 2001. Colección de semillas de berenjena del Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana. Monografías INIA: Agrícola N° 11, Madrid, España.
- Nuez F, Ruiz JJ, Valcárcel JV, Fernández de Córdoba P. 2000. Colección de semillas de calabaza del Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana. Monografías INIA: Agrícola N° 4, Madrid, España.
- Nuez F, Soler S, Fernández de Córdoba P, Valcárcel JV. 2001. Colección de semillas de col-repollo del Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana. Monografías INIA: Agrícola N° 12, Madrid, España.
- Nuez F, Valcárcel JV, Fernández de Córdoba P, Castell V. 2000. Colección de semillas de otras especies hortícolas del Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana. Monografías INIA: Agrícola N° 5, Madrid, España.
- Ochoa MJ, Carravedo M. 1999. Catálogo de semillas de tomate autóctonos. Diputación General de Aragón. Zaragoza, España.
- Pereira S, Asacasibar-Errasti J, Ramos Cabrer AM, Piñeiro-Andion J. 2002. Colección de cultivares autóctonos gallegos de manzano del Banco de Germoplasma de Mabegondo. Monografías INIA Agrícola, n° 9, Madrid, España.
- Pereira-Lorenzo S, Costa RML, Ramos-Cabrer AM, Ribeiro CAM, Da Silva MFS, Manzano G, Barreneche T. 2010. Variation in grafted European chestnut and hybrids by microsatellites reveals two main origins in the Iberian Peninsula. *Tree Genet. Genomes* 6: 701-715.
- Pérez de la Vega M, Sáenz-de-Miera LE, Allard R W. 1994. Ecogeographical distribution and differential adaptedness of multilocus allelic associations in Spanish *Avena sativa* L. *Theor. Appl. Gen.* 88: 56-64.
- Pina A, Urrestrarazu J, Errea P. 2014. Analysis of the genetic diversity of local apple cultivars from mountainous areas from Aragón (Northeastern Spain). *Scientia Hort.* 174: 1-9.
- Prohens J, Muñoz-Falcón JE, Rodríguez-Burruezo A, Ribas F, Castro A, Nuez F. 2009. 'H15', an Almagro-type pickling eggplant with high yield and reduced prickliness. *HortScience* 44: 2017-2019.
- Prohens J. 2014. Mejora genética de la calidad nutracéutica en hortalizas. *Actas Hort.* 65: 26-32.
- Prohens J, Rodríguez-Burruezo A, Raigón MD, Nuez F. 2007. Total phenolics concentration and browning susceptibility in a collection of different varietal types and hybrids of eggplant: implications for breeding for higher nutritional quality and reduced browning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 132: 638-646.
- Prohens J, Whitaker BD, Plazas M, Vilanova S, Hurtado M, Blasco M, Gramazio P, Stommel JR. 2013. Genetic diversity in morphological characters and phenolic acids content resulting from an interspecific cross between eggplant, *Solanum melongena*, and its wild ancestor (*S. incanum*). *Ann. Appl. Biol.* 162: 242-257.
- Pujol-Andreu J. 2011. Wheat varieties and technological change in Europe, 19th and 20th centuries: New issues in economic history. *Historia Agraria* 54: 71-103.
- Rodiño AP, Santalla M, De Ron AM, Singh SP. 2003. A core collection of common bean from the Iberian peninsula. *Euphytica* 131: 165-175.
- Rodríguez-Barruezo A, Prohens J, Roselló S, Nuez F. 2005. "Heirloom" varieties as sources of variation for the improvement of fruit quality in greenhouse-grown tomatoes. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 80: 453-460.

- Ruiz de Galarreta JI, Alvarez A. 1990. Guipuzcoan populations of maize. I. Morphological evaluation and correlation between quantitative traits. *An. Estac. Exper. Aula Dei* 20: 27-39.
- Ruiz de Galarreta JI, Alvarez A. 2001. Morphological classification of maize landraces from northern Spain. *Genet. Resour. Crop Evol.* 48: 391-400.
- Ruiz M, Aguiriano E, Fité R, Carrillo JM. 2007. Combined use of gliadins and SSRs to analyse the genetic variability of the Spanish collection of cultivated diploid wheat (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*). *Genet. Resour. Crop Evol.* 54: 1849-1860.
- Ruiz M, Giraldo P, Royo C, Carrillo JM. 2013. Creation and validation of the Spanish durum wheat core collection. *Crop Sci.* 53: 2530-2537.
- Ruiz M, Giraldo P, Royo C, Villegas D, Aranzana MJ, Carrillo JM. 2012. Diversity and genetic structure of a collection of Spanish durum wheat landraces. *Crop Sci.* 52: 2262-2275.
- Sánchez-García M, Alvaro F, Martín-Sánchez JA, Sillero JC, Escribano J, Royo C. 2012. Breeding effects on the genotype × environment interaction for yield of bread wheat grown in Spain during the 20th century. *Field Crops Res.* 126: 79-86.
- Sánchez-Monge E. 1962. Razas de maíz en España. Ministerio de Agricultura, Madrid, España.
- Shimelis H, Laing M. 2012. Timelines in conventional crop improvement: pre-breeding and breeding procedures. *Aust. J. Crop Sci.* 6: 1542-1549.
- Silvar C, Casas AM, Kopahnke D, Habekuß A, Schweizer G, Gracia MP, Lasa JM, Ciudad FJ, Molina-Cano JL, Igartua E, Ordon F. 2010. Screening the Spanish barley core collection for disease resistance. *Plant Breed.* 129: 45-52.
- Socias i Company R, Alonso JM, Espiau M, Kodad O, Fernández i Martí A, Avanzato D, Bacchetta L, Botta R, Drogoudi P, Duval H, Metzidakis I, Rovira M, Silva A, Solar A, Spera D. 2011. The definition of the European almond core collection. *Acta Hort.* 912: 445-448.
- The Countryside Agency. 2001. Farmers' markets in the south-east of England: their economic, environmental and social performance. *Res. Notes. CRN* 37.
- Trabanco N, Pérez-Vega E, Campa A, Rubiales D, Ferreira JJ. 2012. Genetic resistance to powdery mildew in common bean. *Euphytica* 186: 875-882.
- Trouche G, Lançon J, Aguirre Acuña S, Castro Briones B, Thomas G. 2012. Comparing decentralized participatory breeding with on-station conventional sorghum breeding in Nicaragua: II. Farmer acceptance and index of global value. *Field Crops Res.* 126: 70-78.
- Urrestarazu J, Miranda C, Santesteban LG, Royo JB. 2012. Genetic diversity and structure of local apple cultivars from Northeastern Spain assessed by microsatellite markers. *Tree Genet. Genomes* 8: 1163-1180.
- Valilov NI. 1951. The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants (traducido por K. Starr Chester). The Chronica Botanica Co., Waltham, Mass., and Stechert-Hafner Inc., New York, EE UU.
- Vallejo Acevedo JM, De Plaza Pérez S, Salto Andreu M, García Olmedo F. 1969. La calidad tecnológica de los trigos cultivados en España. Cosecha 1968. Grupo Nacional Harinero del Sindicato de Cereales, publicación n. 11, pp. 1-107.
- Van Sloten DH, Holle M. 1988. Temperate fruit genetic resources and the IBPGR. *HortScience* 23: 73-74.
- Vázquez-Barquero A. 2009. Desarrollo local, una estrategia para tiempos de crisis. *Universitas Forum*, Vol. 1, N° 2.
- Vellvé R. 1992. Saving the Seed. Genetic diversity and European agriculture. Earthscan, London, Reino Unido.
- Witcombe JR, Joshi A, Joshi KD, Sthapit BR. 1996. Farmer participatory crop improvement. I. Varietal selection and breeding methods and their impact on biodiversity. *Exper. Agric.* 32: 445-460.

- Wünsch A, Hormaza I. 2004. Molecular evaluation of genetic diversity and S-allele composition of local Spanish sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars. *Genet. Resour. Crop Evol.* 51: 635-641.
- Yahiaoui S, Cuesta-Marcos A, Gracia MP, Medina B, Lasa JM, Casas AM, Ciudad FJ, Montoya JL, Moralejo M, Molina-Cano JL, Igartua E. 2014. Spanish barley landraces outperform modern cultivars at low-productivity sites. *Plant Breed.* 133: 218-226.
- Yahiaoui S, Igartua E, Moralejo M, Ramsay L, Molina-Cano JL, Ciudad FJ, Lasa JM, Gracia MP, Casas AM. 2008. Patterns of genetic and eco-geographical diversity in Spanish barleys. *Theor. Appl. Genet.* 116: 271-282.
- Zaar MH. 2011. Agricultura urbana: algunas reflexiones sobre su origen e importancia actual. *Biblio 3w: revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*, vol 16.
- Zeven AC. 1998. Landraces: A review of definitions and classifications. *Euphytica* 104: 127-139.
- Zeven AC. 1999. The traditional inexplicable replacement of seed and seed wares of landraces and cultivars: a review. *Euphytica* 110: 181-191.