

La mejora genética como instrumento para preservar y generar biodiversidad cultivada: la judía de Castellfollit del Boix

A. Rivera, A. Rull, J. Simó, J. Casals y F. Casañas

Fundació Miquel Agustí/UPC Barcelonatech, Campus del Baix Llobregat, Castelldefels

Palabras clave: conservación, *Phaseolus vulgaris*, recursos fitogenéticos, selección, variabilidad, variedades tradicionales.

Resumen

El cultivo de la judía de Castellfollit del Boix, variedad tradicional de crecimiento indeterminado cultivada en secano en la zona interior de Cataluña, se había degradado notablemente en los últimos 30 años. Los estudios realizados durante la última década, así como el programa de recuperación y mejora efectuado en esta variedad, han conseguido: a) establecer un ideotipo (agromorfológico y sensorial) consensuado con agricultores y consumidores, b) coleccionar las poblaciones existentes, caracterizarlas y conservarlas “ex situ”, c) determinar la filogenia de la variedad, d) seleccionar 4 líneas puras derivadas de la población original con porte erecto y elevada producción, y e) obtener, mediante cruce con otras variedades tradicionales y posterior selección genealógica, 3 líneas puras de crecimiento determinado y mayor resistencia a la sequía, conservando las características del ideotipo. En este trabajo, la aplicación de la mejora genética sobre una variedad tradicional con características destacadas, con el objetivo de optimizar su adaptación a un ambiente particular y corregir ciertas deficiencias, ha permitido estudiar, seleccionar y utilizar el material conservado “ex situ”, así como recuperar y aumentar la diversidad conservada “in situ”.

INTRODUCCIÓN

La judía de Castellfollit del Boix es una variedad tradicional que se cultiva en el municipio que le da nombre, en la comarca del Bages (provincia de Barcelona). Se caracteriza por una semilla blanca, plana, con forma rectangular/ovoide y un peso medio de 25-30 g por 100 semillas. Las plantas son de crecimiento indeterminado, pero se cultivan sin tutorar puesto que el manejo tradicional es en secano y, en consecuencia, el desarrollo vegetativo escaso. Sin embargo, en años lluviosos, el crecimiento indeterminado conlleva problemas durante la cosecha puesto que las plantas tienen un mayor crecimiento y se entrelazan favoreciendo el desarrollo de hongos. El principal atractivo de esta variedad es su valor sensorial y culinario, caracterizado por una escasa percepción de la piel, elevada cremosidad, sabor suave (aunque intenso) y elevada presencia de las semillas enteras tras la cocción.

El cultivo de esta judía está documentado en la localidad desde el siglo XVIII (Young, 1787), sin embargo, se desconoce cuál ha sido su evolución desde entonces. Estudios previos realizados por nuestro equipo con marcadores RAPD y AFLP mostraron que la variedad Castellfollit del Boix es de origen Mesoamericano y presenta cierta proximidad genética con la variedad comercial Great Northern (Sánchez et al., 2007). Este mismo estudio, indicó también que existía cierto polimorfismo dentro de las 7 poblaciones estudiadas y apuntó que este podía ser debido al flujo de genes entre la variedad tradicional y la variedad comercial.

Hoy en día, algunos agricultores de la localidad siguen cultivando esta variedad como actividad complementaria a la ganadería y el cultivo de cereales. Sin embargo, en los últimos años, el abandono progresivo de las técnicas tradicionales de cultivo, así como problemas asociados al manejo, unido a un ambiente cada vez más extremo, han conducido a una progresiva reducción de su producción.

La mejora genética suele considerarse un mecanismo que actúa en detrimento de la biodiversidad cultivada. Si bien es cierto que la selección, en general, actúa en contra de la variabilidad que se genera a través de las mutaciones y/o cruzamientos, esta es la misma que ha actuado durante siglos sobre los organismos vivos. Es decir, la diversidad que poco a poco se va perdiendo, en su día se produjo a través de los mismos mecanismos a los cuales atribuimos su pérdida. En este contexto, podríamos considerar que son los objetivos de selección (búsqueda de variedades adaptadas a ambientes generalistas que requieren la inversión de grandes insumos) y no la mejora genética, los responsables de esta pérdida. Cabría esperar, que una redirección de dichos objetivos podría conducir, precisamente, a un efecto contrario al expuesto.

En este trabajo nos proponemos examinar el proceso de recuperación de una variedad tradicional de judía y determinar cuál ha sido su efecto sobre la variabilidad cultivada y la conservación del germoplasma. El proceso de recuperación se ha basado en los siguientes puntos: a) la creación de un ideotipo, b) el desarrollo de un programa de selección individual para la obtención de líneas puras cercanas al ideotipo y c) la introducción del carácter crecimiento determinado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Creación del ideotipo

Para la elaboración del ideotipo se buscó conjugar el conocimiento histórico con las preferencias actuales de consumidores y agricultores. En primer lugar, se realizaron diversas entrevistas y reuniones con los agricultores de la zona. Más tarde, con el objetivo de perfilar el ideotipo sensorial, se realizó un estudio de consumidores en el mercado de Manresa (capital de la comarca del Bages) en el que participaron 127 personas.

Programa de selección individual

Previo a la iniciación del programa de mejora se realizó una campaña de colectas en la localidad en la cual se obtuvieron 8 accesiones que se sumaron a las 7 que estaban ya conservadas en el banco de semillas FMA-ESAB (Fundació Miquel Agustí - Escola Superior d'Agricultura de Barcelona) y que habían participado en los estudios previos (Sánchez et al., 2007). El programa de selección individual se inició con el estudio, en dos localidades, de 300 plantas correspondientes a cada una de las 15 accesiones disponibles. El principal criterio de selección en esta fase fue la proximidad al ideotipo para los caracteres agronómicos y morfológicos.

Obtención de variedades de mata baja

En primer lugar, se ensayaron, en las condiciones ambientales de Castellfollit del Boix, dos variedades del tipo tavella brisa de mata baja, poseedoras del gen *fin* en homocigosis (que responde al fenotipo de crecimiento determinado), para comprobar su potencial a la hora de ser utilizadas como donantes de dicho gen. Estas variedades también se cultivan en secano en otra zona de Cataluña por lo que tienen una cierta adaptación a la sequía. Una vez comprobado que ambas variedades tenían una buena adaptación a las condiciones de la zona, se efectuaron diversos cruzamientos en invernadero con una de las

líneas obtenidas por selección individual y escogida por su proximidad sensorial al ideotipo (CF109). A partir de estos cruzamientos se efectuó un programa de selección genealógica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Creación del ideotipo

Los resultados obtenidos en el estudio de consumidores, junto con las entrevistas realizadas a los agricultores de la localidad permitieron elaborar un ideotipo definido por las siguientes características: a nivel agronómico, planta precoz, de porte erecto, con escasa presencia de zarcillos, tolerancia al estrés hídrico y a patologías y elevado rendimiento; a nivel morfológico, semilla blanca con forma rectangular/ovoide y de un tamaño entre 20 y 30 g/100 semillas; a nivel sensorial, baja percepción de la piel, baja harinosidad y sabor suave, aunque persistente y a nivel culinario, elevado porcentaje de judías enteras tras la cocción. Finalmente se decidió incluir también el carácter mata baja en el ideotipo para una parte del programa de mejora.

Programa de selección individual

A partir de la información obtenida en el fenotipado de las plantas, que incluía aspectos agronómicos y morfológicos, se efectuaron valoraciones medias de cada accesión y, a su vez, se identificaron fenotípicamente plantas individuales con características próximas al ideotipo. Más concretamente, se seleccionaron 18 plantas correspondientes a 14 de las 15 accesiones estudiadas. En años sucesivos se efectuaron estudios de las descendencias de las plantas seleccionadas en diversas localidades de la zona, donde se fueron eliminando las líneas menos interesantes. Finalmente, después de 4 generaciones de selección, se realizó un ensayo con 7 líneas en microparcels, en el que se registraron parámetros agronómicos, morfológicos, sensoriales, culinarios y químicos. El análisis de la varianza realizado, teniendo en cuenta el factor genotipo, localidad y la interacción de ambos factores, mostró diferencias significativas entre líneas para 16 de los 27 caracteres evaluados. Sin embargo, las 4 líneas seleccionadas presentaron características correspondientes al tipo varietal Castellfollit del Boix (Tabla 1). Todas las accesiones estudiadas se conservan actualmente, junto con los datos de su evaluación, en el banco de germoplasma FMA- ESAB. Una representación de las mismas se encuentra conservada también en el CRF (Centro de Recursos Fitogenéticos) de Madrid.

Obtención de variedades de mata baja

Para obtener las nuevas variedades de mata baja, se realizaron 6 ciclos de selección genealógica a partir de las descendencias autofecundadas de los cruzamientos entre la línea CF109 y las dos líneas donantes del carácter crecimiento determinado. A partir de la S1 únicamente se siguieron las líneas que mostraron el fenotipo crecimiento determinado. Al final del proceso de selección se obtuvieron 3 nuevas variedades de mata baja con características cercanas al ideotipo establecido. Estas podrían considerarse como evoluciones dirigidas de la variedad histórica. El análisis de la varianza realizado sobre los caracteres agronómicos, morfológicos sensoriales y culinarios (teniendo en cuenta el factor genotipo, localidad y la interacción de ambos factores) muestra que existen diferencias significativas para 6 de los caracteres evaluados (Tabla 2).

El estudio y el programa de recuperación y mejora realizado en la judía de Castellfollit del Boix durante los últimos años ha conseguido: a) establecer un ideotipo agronómico, morfológico y sensorial consensuado con agricultores y consumidores, b) coleccionar las poblaciones existentes, caracterizarlas y conservarlas “ex situ”, c) determinar

la filogenia de la variedad, d) seleccionar 4 líneas puras derivadas de la población original con porte erecto y elevada producción, e) obtener, mediante cruce con otras variedades tradicionales, y posterior selección genealógica, 3 líneas puras de crecimiento determinado y mayor resistencia a la sequía conservando las características del ideotipo. En estos casos, contrariamente a lo que se viene aceptando, la mejora genética constituye un excelente instrumento para documentar materiales, favorecer su conservación “ex situ”, y fomentar la evolución dirigida de las variedades y, de este modo, contribuir a su conservación “in situ” a través de su uso comercialmente exitoso.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a la colaboración y financiación de la Associació de productors de la Mongeta de Castellfollit del Boix, el Ayuntamiento de Castellfollit del Boix, el Consell Comarcal del Bages y la Diputació de Barcelona.

Referencias

- Romero del Castillo, R., Valero, J., Casañas, F. y Costell, E. 2008. Training, validation and maintenance of a panel to evaluate the texture of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Sens. Stud.* 23:303–319.
- Sánchez, E., Sifres, A., Casañas, F. y Nuez, F. 2007. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Catalonia, a Mesoamerican germplasm hot spot to be preserved. *J. Hort. Sci. Biotech.* 82:529–534.
- Young, A. 1787. *Tour in Catalonia. Annals of Agriculture and other useful arts.* Arthur Young. London.

Tabla 1. Valores fenotípicos medios de las cuatro líneas elegidas al final del programa de selección individual para algunos de los caracteres más destacados de la variedad.

Genotipo	Valoración general ¹	Peso 100 semillas(g)	Aroma ²	Gusto ²	Harinosidad ²	Percepción de la piel ²	Rugosidad de la piel ²	% semillas enteras
CF101	3.5 ab	31.5 ab	4.9 ab	5.5 ab	4.72 a	3.0 a	4.92 b	77.4 a
CF122	3 b	34.5 a	5.1 ab	6.5 b	4.49 a	1.2 c	5.77 ab	72.5 a
CF181	3 b	35.9 a	5.4 a	6.2 a	4.83 a	2.1 b	6.25 a	65.6 a
CF109	4.1 a	25.4 b	4.5 b	6.1 ab	3.79 a	0.7 c	5.76 ab	78.6 a

¹Valoración global del genotipo en una escala de 0 a 5; ²Evaluado mediante un panel entrenado, en una escala de 0 a 10, según la metodología descrita por Romero del Castillo et al. (2008).

Valores de una misma columna seguidos por la misma letra no son significativamente distintos según mds ($p \leq 0,05$).

Tabla 2. Valores fenotípicos medios de las tres líneas puras de crecimiento determinado para algunos de los caracteres más destacados de la variedad.

Genotipo	Valoración general ¹	Peso 100 semillas(g)	Aroma ²	Gusto ²	Harinosidad ²	Percepción de la piel ²	Rugosidad de la piel ²	% semillas enteras	Porte ³
176001	2.8 a	22.5 a	4.7 a	4.4 b	2.9 ab	2 a	6.7 ab	62 b	2.3 a
176002	3.5 a	19.9 a	4.4 a	5.3 ab	2.7 ab	1.5 ab	5.8 b	57 b	2.7 a
176000	4.0 b	20.5 a	4.4 a	5.6 a	2.3 b	1.2 ab	7.1 a	50 b	2.8 a
CF109 ⁴	-	-	4.4 a	5.1 ab	3.3 a	0.9b	4.7 c	90 a	-

^{1,2} Mismas unidades que en la Tabla 1; ³Evaluado en una escala de 0 (planta rastrera) a 3 (planta muy erecta); ⁴Actúa como testigo para el análisis sensorial.

Definición del núcleo optimizado de la colección de conservación del manzano español

C. Miranda¹, P. Errea², J. Urrestarazu¹, A. Pina², S. Pereira-Lorenzo³, E. Dapena⁴, V. Urbina⁵, M.A. Moreno⁶, M.B. Díaz-Hernandez³, A.M. Ramos-Cabrer³, J. Ascasibar-Errasti⁷, I. Iglesias⁸, M. Espiau², G. Reig⁶, J. Dalmases⁵, L.G. Santesteban¹, M.J. Laquidain¹ y J.B. Royo¹

¹Universidad Pública de Navarra, Departamento de Agronomía, Biotecnología y Alimentación, Campus de Arrosadia, 31006 Pamplona

²Unidad de Hortofruticultura, CITA de Aragón, E-50059, Zaragoza

³Escola Politécnica Superior, Departamento de Producción Vexetal, Universidad de Santiago de Compostela, Campus de Lugo, 27002 Lugo

⁴Servicio Regional de Investigación y Desarrollo de Asturias, 33300 Villaviciosa (Asturias)

⁵Departament d'Hortofruticultura, Botànica i Jardineria, Universitat de Lleida, 25198, Lleida

⁶Departamento de Pomología, Estación Experimental de Aula Dei (CSIC), Apartado 13034, 50080 Zaragoza

⁷Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Xunta de Galicia, 15318 Abegondo (A Coruña)

⁸Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries, Parc Científic i Tecnològic de Lleida, 25003 Lleida

Palabras clave: *Malus x domestica* Borkh., colección nuclear, marcadores moleculares, microsatélites, optimización.

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo determinar la estrategia más adecuada para la selección del conjunto mínimo de accesiones (núcleo optimizado) que represente eficientemente la variación genética del manzano conservado en las colecciones españolas. Este núcleo optimizado mediante criterios genéticos constituirá la base de la colección nuclear de conservación, que podrá ser complementado con accesiones seleccionadas por otros criterios (morfo-fisiológicos, agronómicos, valor histórico, etc.). Se ha evaluado la eficiencia de estrategias de selección por búsqueda local estocástica avanzada (ASLS) que diferían tanto por el tamaño final del núcleo como por la combinación (y peso relativo) de las medidas de distancia genética y riqueza alélica a optimizar. Las estrategias empleadas han proporcionado núcleos optimizados con grandes diferencias en la diversidad conservada, así como en el nivel de representación de la estructura genética general. Teniendo en cuenta el uso principal de la colección nuclear, la estrategia que ofrece un mejor equilibrio entre representatividad y adecuación al uso es la que combina la optimización de la distancia media entre cada accesión de la colección y la entrada en el núcleo más cercana con el índice de Shannon y la recuperación de alelos.

INTRODUCCIÓN

La Red de Colecciones de manzano del Programa Nacional de Recursos Fitogenéticos integra, entre otras, a las colecciones situadas en la Universidad Pública de Navarra (UPNA), el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM), Cabildos