

Fases en la selección vegetal

De la selección masal a la manipulación genética

CRISTINA KARUTZ

*Conocer las **prácticas habituales que utilizan los seleccionadores** nos permite tomar conciencia del abismo que existe entre la propagación vegetal y lo que ocurre en un laboratorio de ingeniería genética. Este escrito se redactó como base para la elaboración de unas normas para la agricultura ecológica. Al comparar las distintas fases se apreciará que no es tan sencillo decir: «Se prohíben las semillas procedentes de ingeniería genética» pues es muy difícil definir el límite de lo que se puede autorizar o no, y hace falta un debate abierto. Se trata de un extracto de su artículo Ökologische Getreidezüchtung und Gentechnik (FiBL, revista Sativa, 1988), traducido en Biodynamis nº 24, invierno de 1998.*

Glosario de términos genéticos

gen. Unidad que corresponde a una región funcional del ADN, es decir que contribuye a una función o carácter observable.

genoma. El conjunto de cromosomas de una célula. Todas las células de un organismo tienen el mismo genoma.

haploide/diploide. Organismo (o célula) con un conjunto cromosómico simple/doble.

heterosis. Fenómeno por el cual en un cruce de razas, el valor medio de los descendientes superior al de las razas que se cruzan.

heterocigoto/homocigoto. Zigoto (huevo) cuyos pares cromosómicos difieren al menos en un gen, fruto de la hibridación, o son idénticos (homocigoto).

mutación. Alteración física estable de un gen, que puede conducir a una modificación de su función o carácter observable.

saco embrional. En las angiospermas (plantas con flores), gran célula haploide que contiene el óvulo.

somático. En los organismos diploides, los tejidos con dos series de cromosomas, es decir de células no sexuales (que son haploides).

1. **Selección** de variedades con características homogéneas procedentes de antiguas variedades locales, es decir en general de poblaciones más o menos diversificadas, por ejemplo mediante un control dirigido de la descendencia.

2. **Cruzamiento** de variedades homogéneas para crear una nueva variabilidad. acompañado de una selección.

3. **Cruzamiento dirigido** de características deseadas, por ejemplo la resistencia. Aunque aquí se hable de genes, en realidad sólo se trabaja con polen e inflorescencias emasculadas manualmente si es necesario, no con ADN.

4. **Infeción artificial** de las plantas en invernadero o a cielo abierto por medio de plantas vecinas sensibles e infectadas, o con pulverizaciones concentradas de esporas de hongos, para seleccionar las resistentes. No suele practicarse siempre, debido a la

cantidad de trabajo que supone.

5. Utilización consciente del fenómeno de la **heterosis** en la selección de híbridos, lo que supone etapas previas: en plantas de fecundación cruzada, la selección por consanguinidad a lo largo de varios años; en plantas de autofecundación, la creación artificial de esterilidad masculina, por vía química o manipulación genética.

6. **Cruzamiento dirigido de caracteres** de especies más alejadas, lo que podrá exigir el cultivo in vitro de embriones procedentes de un cruce («embryo rescue»), ya que de lo contrario, los embriones morirían en la semilla por incompatibilidad.

7. **Tratamiento con colquicina**, la sustancia activa del cólquico, *Colchicum autumnale*, para duplicar la dotación cromosómica. En algunas leguminosas y plantas forrajeras, el tratamiento con dicho alcaloide fortalece los caracteres, como la resistencia al frío. La colquicinización también permite cruzamientos entre especies e incluso entre géneros diferentes, ya que puede volver fértiles descendientes estériles procedentes de cruzamientos. El ejemplo más conocido es el triticale, una nueva variedad de cereal nacido del cruce entre trigo (*Triticum*) y centeno (*Secale*).

8. **Inducción de mutaciones** mediante productos químicos o radiaciones ionizantes, acompañada de selección. Este método triunfó hace 10 o 20 años, pero en la actualidad se utiliza menos ya que las mutaciones observadas resultaban perjudiciales la mayoría de las veces. No obstante, existen algunas variedades de trigo de paja corta que se crearon así.

9. **Cultivo de anteras**. Para conservar los genomas haploides del polen o del óvulo en las plantas autofecundas antes de que se acoplen al genoma de la otra parte y den lugar así a la generación siguiente. Se cultiva los granos de polen o los sacos embrionales no fecundados en medios nutritivos específicos, para generar plantas totalmente haploides y colquicinizarlas a continuación. Las plantas conseguidas son totalmente homocigotas. El cultivo de anteras se utiliza principalmente en la selección de cebada y patata. En lo que se refiere al trigo y al maíz, este método se encuentra aún en estado de experimentación.

10. **Selección in vitro**. La selección de líneas celulares o trozos de tejido en recipientes de cultivo, resistentes a una toxina fúngica, reduciría los gastos de pruebas de campo ya que se eliminarían muchas plantas anticipadamente. Es un método eficaz para algunos caracteres y se hace considerables esfuerzos para integrarlo a la rutina

de la selección.

11. **Hibridación somática o fusión de protoplastos.** El interés de este método de fusión no sexual de dos células somáticas radica en la obtención –con la generación de la planta a partir de la nueva célula– de individuos cruzados fértiles, ya que se han fusionado células somáticas, es decir diploides. Con el fin de obtener los protoplastos (es decir células vegetales que sin su forma específica se vuelven esféricas) se debe deshacer las paredes celulares mediante enzimas. La mezcla de células a fusionar se somete a un campo eléctrico pulsante y a breves sacudidas eléctricas. Para seleccionar los productos correctos resultantes de la fusión, se utiliza marcadores fluorescentes o genes de resistencia a los antibióticos introducidos por medio de manipulaciones genéticas. La fusión de protoplastos se aplica a las patatas. En la norma europea sobre diseminación de OMG (Organismos Manipulados Genéticamente), dichos organismos no se consideran como manipulados genéticamente, por lo que no se ven sometidos a autorización. Otro interés relevante de esta técnica, rutinaria en solanáceas (en que los marcadores no son obligatoriamente genes de resistencia) se relaciona con el desarrollo de los productos de la fusión de protoplastos.

12. **Selección mediante marcadores moleculares.** Para el diagnóstico, se aísla el ADN de las plantas que han de someterse a la selección y, utilizando enzimas, se secciona dicho ADN en partes de tamaño más o menos parejo. A continuación, después de varios procesos (migración en campo eléctrico, marcado radiactivo, etc.) se determina bandas o fragmentos de ADN cuyos genes corresponden a ciertos caracteres y luego se distribuyen por el ADN de las diferentes plantas a seleccionar. En la actualidad, muchos seleccionadores utilizan dicho método por considerarlo una inversión para el futuro: el que más progreso dispensará en los próximos diez años. En los años venideros, este método se integrará prácticamente a todos los grandes programas de selección, ya que acelerará considerablemente el proceso de selección, automatizado por completo y llevado a cabo casi totalmente en laboratorio.

Este método se realiza sobre ADN aislado pero sin intervención en el genoma de la planta (no hay transgenia) por lo que apenas se critica. Ahora bien, han hecho falta y harán falta aún muchas manipulaciones genéticas sobre bacterias para establecer la técnica de la selección por medio de marcadores.

13. **Transferencia de genes.** Introducción mediante ingeniería genética de un carácter único adicional en el conjunto coherente que son los genes de la planta interesada. Incluso en la transferencia de genes se utilizan varias técnicas más o menos alejadas de la Naturaleza, según la procedencia del gen y la tecnología de transferencia del mismo.

Desde la fase 5 (creación de híbridos) se puede apreciar que se actúa con sustancias químicas sobre la planta, por lo menos sobre las autofecundantes.

Comentario general de Olivier Fritsch

A medida que se pasa de la fase 1 a la 13, va disminuyendo el espectro de caracteres seleccionables y por consiguiente de los criterios de selección, empezando por los más generales, esto es, los que más relación tienen con la calidad. En efecto, en el ámbito genético, dichos caracteres manifiestan la interacción de numerosos genes, por lo que la selección no puede restringirse a un solo gen cada vez, como en las últimas fases presentadas, si se selecciona pensando en la calidad. *