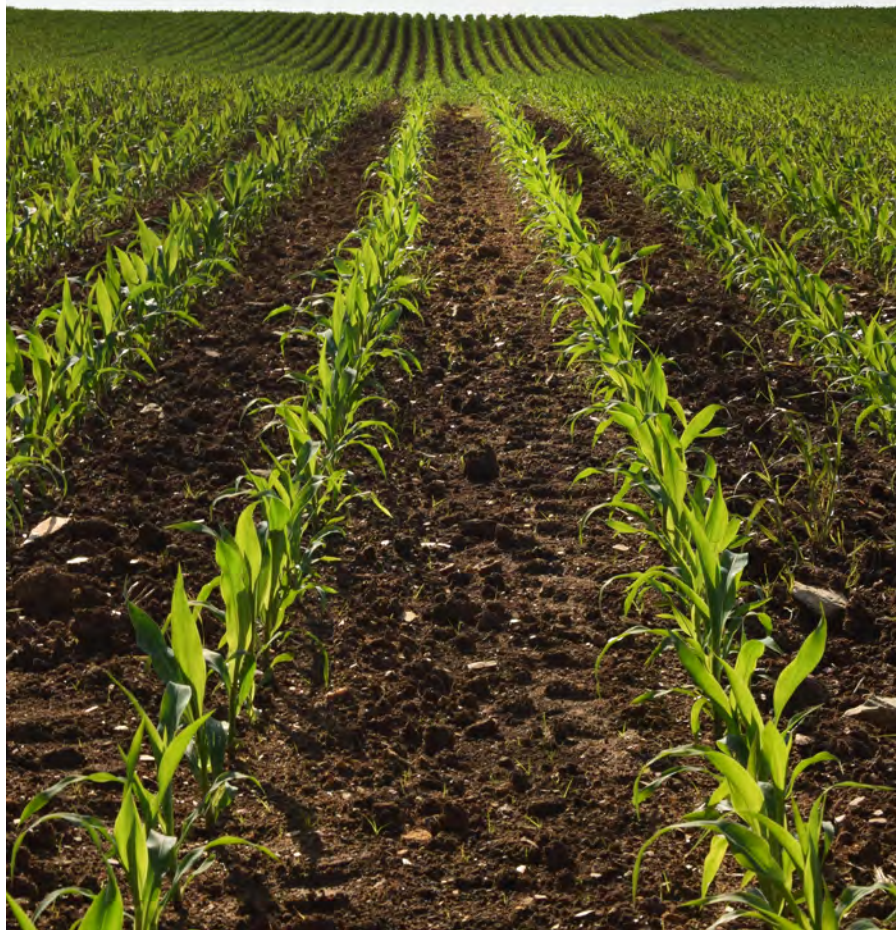




La importancia de los recursos fitogenéticos: el caso del maíz

En este artículo se habla de la importancia de la conservación de germoplasma de maíz y, más concretamente, de los trabajos de conservación de variedades y mejoramiento genético de híbridos llevados a cabo en la Misión Biológica de Galicia.



Amando Ordás. Profesor de Investigación *ad honorem*. MBG (CSIC)
aordas@mbg.csic.es

El tipo de variedad empleada en aquel tiempo en los Estados Unidos era lo que se conoce como un híbrido simple, es decir, el cruce entre dos líneas puras. Una línea pura es un homocigoto, con una producción muy pequeña debido al universal fenómeno de la depresión consanguínea. Cuando se cruzan dos líneas puras entre sí se restaura el vigor (es lo que se conoce con el nombre de heterosis) y se obtiene lo que genéticamente se denomina una F1 y, comercialmente, un híbrido simple. Cuando las dos líneas combinan bien, la producción puede llegar a cifras espectaculares, muy superiores a las que se obtienen con las antiguas variedades de polinización libre. No es de extrañar, por tanto, que este tipo de híbridos siga siendo el predominante en todas las zonas desarrolladas del planeta que cultivan maíz.



Distintas líneas puras de maíz



Vigor híbrido: híbrido de maíz A639 x EP42 entre sus líneas parentales

ANTECEDENTES

El hongo *Bipolaris maydis*, bastante común en el maíz en todo el mundo, causa una enfermedad del tipo de las que se suelen llamar “tizones foliares” y que generalmente no produce grandes daños. Con todo, en 1970 y 1971 este tizón arrasó grandes áreas del Corn Belt de los Estados Unidos, la principal

zona maicera del mundo, lo que originó unas pérdidas en 1970 de 1.000 millones de dólares (más de 6.000 millones a precios de hoy). Las pérdidas, como se ve, fueron cuantiosas y la pregunta que inmediatamente surge es: ¿por qué, de pronto, ese hongo produjo esos tremendos daños? La razón, como luego se supo, fue la uniformidad genética (Bruns, 2017).



Ahora bien, ¿qué relación tiene todo esto con la epidemia mencionada más arriba? La producción de semilla del híbrido simple se hace en campos aislados, es decir, alejados de otra variedad para que el polen de esta última no contamine el híbrido que estamos produciendo. Se colocan surcos intercalados de la línea pura, que actúa como parental femenino (es decir, como hembra), con surcos de la línea que actúa como parental masculino (es decir, como macho). Antes de la floración se despendonan las hembras; en otras palabras, a la línea pura hembra se le arranca el pendón antes de que este produzca polen. Así garantizamos que el único polen que hay en el campo de producción de semilla es de la línea pura macho. En la recolección recogemos solo el grano de las plantas hembras, que será la semilla del híbrido simple que se venderá en la campaña del año siguiente. Este proceso de despendonado es costoso y se podría suprimir completamente si la línea hembra no produjera polen, es decir, si fuera an-

▶ LA CONSERVACIÓN DEL GERMOPLASMA DE UN CULTIVO ES UN SEGURO CONTRA LA APARICIÓN DE PELIGROS COMO LOS DERIVADOS DE LA UNIFORMIDAD GENÉTICA

droestéril. Este método de producir semilla híbrida mediante la técnica de la androesterilidad era la predominante en 1970. Para eso se utilizaba un tipo de citoplasma llamado T que producía dicha androesterilidad.

La raza predominante de *B. maydis* era hasta esa fecha la conocida como raza O, que, como se dijo anteriormente, no producía grandes daños sobre la planta de maíz.

Más tarde se descubrió que había aparecido una nueva raza del patógeno (la raza T), extremadamente virulenta sobre el citoplasma T. En realidad, la androesterilidad era producida por un gen mitocondrial (*T-urf13*), que se descubrió posteriormente que era extremadamente susceptible a la nueva raza del hongo. Por fortuna, en las

colecciones de germoplasma existía otro citoplasma (el N, inmune al ataque de la raza T del hongo), con el que en un par de años se les pudo ofrecer a los agricultores semilla producida sin el citoplasma T y, por tanto, resistente al hongo. Se puede especular en lo que podría suceder si todo el maíz del mundo llevase el gen *T-urf13* y se diesen las condiciones adecuadas para el crecimiento del hongo. Se podría llegar a pensar que la especie podría estar incluso en peligro de desaparecer. Sin llegar a tales extremos, este caso real pone de manifiesto los peligros a los que puede conducir la uniformidad genética: extrema susceptibilidad a un cambio de condiciones ambientales y posible destrucción, quizás irreversible, de un genotipo determinado. ▶

**NOVEDAD**

**SIEMBRA
RENTABILIDAD.
CONFÍA EN
EL LÍDER.**

OFICINA CENTRAL
Edificio Galia Puerto
Carretera de la Esclusa, 11.
Oficina 3. 14. 41011 SEVILLA.
Tel.: 954 921 701 · Fax: 954 924 779

Delegación Norte:
OLEOKELSA 923 300 228

Delegación Galicia:
Tomás Pérez 667 499 801

JULLEN

Ciclo 400-420.

Adaptado a zonas de
alto estrés térmico.
Alto contenido
en proteína y almidón.
Para llenar el silo
con pocas hectáreas.

KREON

Ciclo 280.

Híbrido estable.
Mazorcas largas.
Muy vigoroso.
Magnífica sanidad.

ATOMIC

Ciclo 360-380.

Rendimiento estable.
Muy buena tolerancia a hongos
incluyendo cefalosporium.

COBALT

Ciclo 260.

Cubre rápidamente
el terreno.
Mazorcas anchas,
rematadas
y homogéneas.
Silo de alta calidad.
Ensilado, grano
y grano húmedo.
Aptitud: Forraje/grano.

SENKO

Ciclo 300.

Alto potencial productivo.
Alto contenido en almidón.
Producciones estables
y de calidad.
Alta rusticidad.

50
ANIVERSARIO
Koipesol

koipesolsemillas.es

cecoagro

Agrotusset
el centro comercial del campo

► EL GERMOPLASMA LOCAL LE PROPORCIONA UN MATERIAL BIEN ADAPTADO A LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS Y EDÁFICAS DE UNA ZONA

Dada la importancia de la agricultura norteamericana en la economía mundial, el ataque de *B.maydis* sirvió para que los poderes públicos de numerosos países tomaran conciencia de la importancia del peligro de la uniformidad genética y les prestaran atención a los esfuerzos de numerosos científicos por conservar la mayor cantidad posible de germoplasma, palabra con la que se designa al conjunto del material hereditario de una especie. De todas formas, hay que decir que antes de 1970 ya habían ocurrido otros casos en los que la uniformidad genética había producido catástrofes. Aparte de casos posiblemente menos divulgados, aunque también de catastróficas consecuencias, son muy conocidas las grandes hambrunas de Irlanda de mediados del siglo XIX como consecuencia del cultivo casi único de una variedad que resultó susceptible, extremadamente susceptible, a los ataques del hongo *Phytophthora Infestans*, y cuya consecuencia más visible fue la gran emigración de irlandeses hacia el Nuevo Mundo. La conservación del germoplasma de un cultivo, es decir, del conjunto de genes de esa especie, es, pues, un seguro contra la aparición de peligros como los apuntados anteriormente derivados de la uniformidad genética.



Cámara fría de conservación de germoplasma de la MBG

LA SITUACIÓN MUNDIAL

Para impulsar la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos se creó en 1974 el International Board of Plant Genetic Resources (IBPGR) por parte del Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR). Su función básica es promover una red internacional de centros de recursos genéticos para fomentar la recolección, la conservación, la documentación, la evaluación y el uso del germoplasma vegetal, y contribuir así a elevar el nivel de vida y bienestar de los pueblos en todo el mundo. Tras diversas vicisitudes, el nombre actual de la institución es Bioversity International, consolidándose como un organismo eficaz que pasó a ocupar un lugar preeminente en el mundo en la conservación de la biodiversidad vegetal y en la lucha contra la erosión genética.

El germoplasma local le proporciona al mejorador un material bien adaptado a las condiciones climatológicas y edáficas de una zona y, generalmente, presenta una gran resistencia a las plagas y enfermedades comunes del cultivo en la zona. Esta es otra de las razones que movió desde antiguo a la comunidad científica a realizar grandes esfuerzos en la conservación de germoplasma, muchas veces sin apoyo de las administraciones que debían financiar tales trabajos.

LOS BANCOS DE GERMOPLASMA

Es obvio que la conservación de biodiversidad *per se* carece completamente de valor si tal biodiversidad no se pone a disposición de los mejoradores. Más aún, para que la biodiversidad conservada sea de utilidad inmediata es preciso que el trabajo llevado a cabo en los bancos de germoplasma (lugares donde se guardan colecciones de material genético, así como información sobre las mismas) no se limite a la estricta conservación del material a medio o a largo plazo, sino que debe abarcar otros aspectos, tales como la vigilancia continua de las muestras para asegurar su viabilidad, la evaluación del germoplasma conservado y el desarrollo de un eficaz sistema de almacenamiento y la difusión de los datos obtenidos.

Viabilidad

Un banco de germoplasma necesita controlar la viabilidad de una entrada inmediatamente al recibo de una muestra y, posteriormente, a intervalos regulares de tiempo. Cuando el poder germinativo baja de un mínimo determinado (60-70 %), se debe llevar al campo a fin de proceder a su regeneración. El objetivo final es que el seleccionador que quiera usar el material disponga en todo momento de unas muestras viables. ►►

Jaque mate a las malas hierbas



La jugada maestra para
un control temprano de las
malas hierbas del maíz

 **Lumax**[®]

syngenta.



© 2017 Syngenta. Todos los derechos reservados. [™] y [®] son marcas comerciales del Grupo Syngenta.
Use los productos fitosanitarios de manera segura.
Lea siempre la etiqueta y la información sobre el producto antes de usarlo.

Evaluación

Para que una colección de germoplasma le sea de utilidad al mejorador debe ser evaluada. Muchas colecciones se analizan de forma inadecuada y, en consecuencia, carecen de utilidad. La evaluación es una operación costosa y, por tanto, debe planearse con el máximo cuidado. Se pueden distinguir en ella dos fases:

1. La primera fase consiste en la simple descripción del material: lugar de recogida de la muestra, clasificación botánica, nombre local, método de mantenimiento por parte del agricultor, etc. Esto es lo que se suele denominar la obtención de los datos de pasaporte de cada entrada del banco. Esta breve descripción puede serle ya de utilidad al mejorador, ya que, por ejemplo, el área de origen de la variedad puede indicarle si es probable que presente resistencia a la sequía o a una enfermedad determinada.

2. La segunda fase puede ser todo lo compleja y extensa que se quiera y puede abarcar datos sobre características genéticas, bioquímicas, fitopatológicas u otras. Dado que los recursos económicos disponibles son, generalmente, escasos, hay que buscar un equilibrio entre la intensidad de la evaluación y el número de muestras evaluadas.

Almacenamiento

y difusión de los datos

Si no existe un eficaz sistema de organizar los datos obtenidos en las distintas secuencias de recolección del material y su evaluación, así como de hacer llegar toda esta información a su principal usuario, es decir, al mejorador, todo el trabajo llevado a cabo en un banco de germoplasma puede quedar condenado al fracaso. El almacenamiento de los datos, así como su difusión, debe hacerse por medios informáticos. Un objetivo deseable es alcanzar la compatibilidad entre el sistema empleado por el banco que proporciona los datos y el del mejorador que los recibe. Aunque esto está aún lejos de ser una realidad, es evidente que la tendencia mundial camina en este sentido.

Utilización del material

La última cuestión que queda por resolver es la de la utilización a corto o medio plazo de este material. Eso implica la agrupación de las muestras en grupos taxonómicos afines, ya que el número de entradas que el banco puede poner a disposición del mejorador suele ser demasiado grande y, en consecuencia, totalmente inmanejable. Para eso se siembran las muestras en ensayos, generalmente sin repeticiones y en una sola localidad, dado el gran número de parcelas que resultan. Se efectúan numerosas medidas biométricas que, si hay posibilidad, se pueden complementar con datos moleculares o de otro tipo. A continuación se procederá a efectuar un análisis de grupos que marcará la pauta para la formación de compuestos en un número reducido que pueda ser manejado por el mejorador.

SITUACIÓN ACTUAL DE LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE PLANTAS CULTIVADAS

La situación en el mundo

Un programa de conservación de biodiversidad de plantas cultivadas tiene dos objetivos fundamentales: almacenar la mayor cantidad posible de variabilidad de cada cultivo a fin de reducir los peligros de vulnerabilidad genética y proporcionarles a los mejoradores (contemporáneos o futuros) un conjunto de genotipos para sus programas de selección.

En interés de una mayor eficacia, la FAO recomendó en 1973 que los centros de conservación de biodiversidad vegetal, es decir, los bancos de germoplasma, debían comprender dos tipos de colecciones: base y activas. Un banco base, es decir, aquel que conserva colecciones base, no se encarga de la distribución de material, salvo en circunstancias extremas. Su función es la de mantener las muestras a largo plazo. Los bancos activos conservan sus colecciones a medio plazo (un duplicado de cada una de las cuales debe depositarse en el banco base) y de ellos obtienen los mejoradores el material para sus programas de mejora.

► LA RECOLECCIÓN DE VARIEDADES LOCALES DE MAÍZ PARA SU USO EN PROGRAMAS DE MEJORA GENÉTICA FUE COMENZADA POR LA MBG EN 1921

El primer banco mundial de germoplasma vegetal surgió en la URSS como resultado de los esfuerzos de Vavilov en la década de 1920 en la búsqueda de los centros de diversidad genética de los cultivos. En los EE. UU. la conservación de germoplasma vegetal comenzó en el siglo XIX como consecuencia de la necesidad de regular las introducciones de semillas. Así se creó la Office of Foreign Seed and Plant Introduction en 1897, que estableció el hoy mundialmente conocido sistema de numeración PI (*Plant Inventory*).

Además de las grandes colecciones rusas y americanas, existen otras más pequeñas o más específicas como, por ejemplo, las del International Rice Research Institute (IRRI) en Los Baños (Filipinas), que, creado en 1960, almacenaba a finales de 1978 más de 50.000 entradas de arroz, o las 76.546 muestras conservadas en 1983, correspondientes a varios cultivos, en el International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) en Andra Pradesh (India), por citar solo algunos ejemplos significativos. En Europa Occidental son de destacar los esfuerzos de EUCARPIA (European Association for Research on Plant Breeding) desde 1960, que condujeron a la creación de bancos de genes en Bari (Italia) y Braunschweig (Alemania). ►



RGT FARAONIXX

NOVEDAD

RGT CORUXXO

NOVEDAD

RGT REFLEXXION

RGT RULEXX

NOVEDAD

RGT CONEXXION

RGT FAXXANA

RAGT SEMILLAS

Una empresa innovadora

www.ragt-semillas.es

RAGT Iberica • Crta. Burgos km. 2,1
Apdo de Correos 612 • 34004 Palencia • España
Tel : (34) 979 725 199 • Fax : (34) 979 711 807

© RAGT Semences

La situación en España

En España, por falta de una política adecuada, por desinterés o ignorancia de los científicos, o por una suma de todo esto, sucedieron numerosas catástrofes desde el punto de vista de la conservación de la diversidad vegetal. Dos ejemplos pueden bastar para ilustrar este aserto. La colección de cereales efectuada por el profesor Sánchez-Monge en la Estación Experimental de Aula Dei comprendía unas 3.000 variedades de trigo, 2.000 de cebada y 400 de avena. Todo eso se perdió, salvo 50 trigos y 256 cebadas. Se hicieron unos hermosos espigarios para mostrarles las colecciones a los visitantes, pero a la marcha del profesor Sánchez-Monge nadie se preocupó de conservar ese valiosísimo material. El otro ejemplo es la colección de variedades de maíz de Gallástegui en la Misión Biológica de Galicia (MBG). En 1950 este investigador disponía de 379 líneas puras o en segregación, pertenecientes a 53 variedades distintas. De todas las líneas, por causas similares a las apuntadas al hablar de la Estación Experimental de Aula Dei, solo se conservan hoy siete de ellas. Las variedades se perdieron completamente. Entre ellas figuraban poblaciones como Golden Nugget, Mammoth, Henderson's Extra Early o Wood's Northern White, que no existen actualmente en ninguna colección del mundo. Además de estas variedades americanas, también se perdieron poblaciones españolas como Lizargárate (origen de la famosa línea EP1) y otras procedentes del norte y noroeste de la península.

La situación actual mejoró bastante. Existen colecciones de plantas cultivadas en varios institutos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), de las universidades y de los servicios de investigación agraria de las comunidades autónomas. El Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente mantiene un Centro de Recursos Fitogenéticos en Alcalá de Henares (Madrid) y comenzó en 1994 un Programa de Conservación y Utilización de Recursos Fitogenéticos en el que participan la mayoría de los científicos españoles involucrados en los problemas de la conservación de los recursos genéticos de las plantas cultivadas. El profesor Gómez Campo creó en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid la colección mundial de crucíferas silvestres.

► LA COLECCIÓN DE VARIEDADES DE MAÍZ ESPAÑOLAS PRESENTES EN EL BANCO DE GERMOPLASMA DE LA MBG COMPRENDE 202 POBLACIONES: 177 DE MAÍZ GRANO Y 25 DE MAÍZ DE PALOMITAS

El caso del maíz

En la MBG, centro de investigación radicado en Pontevedra y que pertenece al CSIC, se conserva una excelente colección de germoplasma de maíz, con especial énfasis en el material español. Están también conservadas las principales variedades del Corn Belt norteamericano por su excepcional importancia en la mejora genética del maíz de zonas templadas. Las variedades se agrupan en los tres grandes bloques de cultivos que comprende el maíz en el mundo: maíz grano, maíz de palomitas y maíz dulce.



Variedad "Viana" típica de las tierras altas del interior de Galicia



Variedad "Salcedo", antiguamente cultivada en la comarca de Pontevedra

La recolección de variedades locales de maíz para su uso en programas de mejora genética fue comenzada por la MBG en 1921. Dicho programa estuvo suspendido desde 1960 hasta 1971. En este último año, al reorganizarse el programa, hubo que comenzar a formar de nuevo una colección de germoplasma español al tenerse perdidas en los años anteriores todas las variedades que se recogieron en el pasado. En el momento presente se disponen de un total de 252 poblaciones (tabla 1).

Tabla 1. Poblaciones de maíz conservadas en el banco de germoplasma de la MBG

Tipo de maíz	Origen	N.º de poblaciones	Total
Grano	España	177	195
	EE. UU.	18	
Maíz de palomitas	España	25	38
	EE. UU.	13	
Dulce	EE. UU.	19	19
Total		252	

Todo el material tiene sus datos de pasaporte y se realizó un completo estudio de todas las poblaciones y de sus relaciones fenéticas y heteróticas con el germoplasma americano. Es importante destacar que en la colección se encuentran incluidas las razas del profesor Sánchez-Monge (1962), que estuvieron a punto de ser perdidas en su lugar original de conservación y cuya importancia es grande al ser el primer intento de clasificación del germoplasma español y encontrarse dentro de ellas numerosas variedades antiguas desaparecidas hace ya muchos años.

La colección de variedades españolas presentes en el banco de germoplasma de la MBG comprende 202 poblaciones: 177 de maíz grano y 25 de maíz de palomitas. Con esta cantidad de variedades se puede asegurar que el germoplasma autóctono de maíz español está salvado. Hoy en día las variedades de polinización libre, que se conocen habitualmente como "variedades del país", apenas se cultivan, ya que la mayoría de la superficie cultivada de maíz en España está ocupada por híbridos, concretamente por híbridos simples. Ahora bien, en estas variedades del país están depositados genes de adaptación al medio que no podemos perder para evitar una catástrofe futura.

El estudio de este material y su relación con el germoplasma del Corn Belt (Ordás *et al.*, 1994) reveló que las variedades del que podemos llamar España húmeda son del tipo "liso" (o duro); en la España seca, es decir, los dos archipiélagos y la península salvo Galicia y la zona cantábrica, aunque había muchas variedades lisas, también se cultivaban variedades del tipo "dentado" o, más bien, "semidentado". También encontramos variedades de palomitas en prácticamente todas las zonas. No obstante, no apareció ninguna población dulce; de ahí que todas las variedades dulces en nuestra colección procedan de América del Norte. ►►



INDUSAGRI

Selección Natural



Polígono Industrial Matela I
Parcela 17, 27150 Otero De Rey, Lugo.
TLF: 982 209 681 | FAX: 982 207 204

www.indusagri.es
indusagri@indusagri.es

► ¿SE PODRÁN HACER HÍBRIDOS ADAPTADOS A LAS CONDICIONES DE LAS ZONAS HÚMEDAS ESPAÑOLAS A PARTIR ÚNICAMENTE DE GERMOPLASMA EUROPEO? LA RESPUESTA ES SÍ

En el principio del desarrollo del maíz híbrido, los mejoradores norteamericanos cruzaban las líneas puras en todas las combinaciones posibles. Pronto se descubrió que siempre que se cruzaba una línea procedente de la variedad "Reid Yellow Dent" con otra de la variedad "Lancaster", había un gran vigor híbrido. Esto condujo a la aparición de los conceptos de «grupos heteróticos» y «patrones heteróticos». ¿Qué significa esto? Significa que la existencia del patrón heterótico «Reid × Lancaster» implica que cruzando líneas del grupo heterótico «Reid» con líneas del grupo heterótico «Lancaster» es muy probable que se obtengan buenos híbridos. El patrón «Reid × Lancaster» evolucionó hacia el patrón «BSSS × no BSSS». BSSS son las iniciales de "Iowa Stiff Stalk Synthetic", una población de síntesis basada en la variedad Reid, mientras que "no BSSS" significa otro material, aparte del "Lancaster", que no esté relacionado con la variedad "Reid". En general, un patrón heterótico «A × B» quiere decir que las líneas procedentes del grupo A darán, en general, buenos híbridos cuando se cruzan con líneas procedentes del grupo B. Cada uno de los grupos puede ser una simple variedad, una raza o un compuesto de germoplasma diverso.

Este patrón «BSSS × no BSSS» es el más usado en las zonas templadas (en los climas tropicales, debido a la sensibilidad del maíz al fotoperiodo, hay que utilizar otros esquemas). Una pregunta que surge es: ¿se podrán hacer híbridos adaptados a las condiciones de las zonas húmedas españolas a partir únicamente de germoplasma europeo? La respuesta es sí.

En la MBG se comenzó en 1974 un programa de investigación sobre este tema. El primer paso consistió en la búsqueda de las poblaciones base del posible patrón heterótico. Se eligieron poblaciones americanas y razas españolas. El muestreo del material americano se circunscribió al norte del Corn Belt por ser este el mejor adaptado a las condiciones de la España húmeda. Las poblaciones elegidas fueron dos antiguas variedades de po-

linización libre ("Minnesota No. 13" y "Northwestern Dent") y dos variedades sintéticas ("As-A" y "AS-B") desarrolladas por la Universidad de Minnesota a partir de líneas puras precoces y de aptitud combinatoria superior. Por parte española se escogieron cinco razas (Sánchez-Monge, 1962) representantes de las principales zonas productoras de maíz: Galicia ("Gallego"), Cantábrico ("Norteño"), valle del Ebro ("Rastrojero"), Levante ("Enano levantino/Hembrilla") y Andalucía ("Tremesino"). Con estas nueve poblaciones se expuso un dilema que se ensayó durante tres años en Pontevedra y Alcalá de Henares. Se tomaron numerosos datos, aunque para la clasificación taxonómica se empleó únicamente el rendimiento.

El análisis de los resultados mostró la existencia de dos grupos de poblaciones claramente diferenciadas. Por una parte forman un grupo muy afín las variedades que podríamos llamar del sur de España, es decir, la España seca ("Rastrojero", "Tremesino" y "Enano levantino/Hembrilla"), muy separadas de las restantes. Dentro de estas últimas hay, a su vez, dos grupos: variedades americanas (Minnesota No. 13, As-A y AS-B) y razas del norte de España, es decir, la España húmeda (Gallego y Norteño), con Northwestern Dent incluido con ellas (Ordás, 1991). A la vista de estos resultados se formaron las poblaciones base de un nuevo patrón heterótico: «germoplasma español del norte × germoplasma español del sur». La población del norte (EPS6) se constituyó con las razas Gallego y Norteño y las variedades gallegas de polinización libre "Moeche" y "Tuy". La del sur (EPS7) con las razas "Enano levantino/Hembrilla", "Rastrojero" y "Tremesino", a las que se les añadió la variedad de polinización libre "Amarillo temprano de Aragón", procedente del valle del Ebro. Las pobla-

Poblaciones "EPS6" y "EPS7", componentes del patrón heterótico "germoplasma español del norte × germoplasma español del sur"



ciones quedaron finalmente formadas en 1983. Estas fueron sometidas a tres ciclos de selección recurrente de líneas S1 para el rendimiento, carácter que mejoró significativamente con la selección (Vales *et al.*, 2001). A continuación, se comenzó un programa de selección recurrente mutua de hermanos completos. La evaluación de los tres primeros ciclos de selección mostró una notable ganancia en el comportamiento del híbrido interpoblacional (una ganancia del 4,1 %/ciclo) y en el de la población del norte (6,7 %/ciclo), mientras que la población del sur no respondió a la selección (Romay *et al.*, 2011). En 2018 se comenzará el séptimo ciclo de selección recurrente mutua. ■

REFERENCIAS

- Bruns HA. 2017. Southern corn leaf blight: A story worth retelling. *Agron J* 109:1218-1224.
- Ordás A. 1991. Heterosis in crosses between American and Spanish populations of maize. *Crop Sci* 31:931-935.
- Ordás A, Malvar RA, Ron AM de. 1994. Relationships among American and Spanish populations of maize. *Euphytica* 79:149-161.
- Romay MC, Ordás B, Revilla P, Ordás A. 2011. Three cycles of full-sib reciprocal recurrent selection in two Spanish maize populations. *Crop Sci* 51:1016-1022.
- Sánchez-Monge E. 1962. Razas de maíz en España. Ministerio de Agricultura, Madrid.
- Vales MI, Malvar RA, Revilla P, Ordás A. 2001. Recurrent selection for grain yield in two Spanish maize synthetic populations. *Crop Sci* 41:15-19.