

# El blat de moro com a planta model

Escrit per

**Pere Puigdomènech**

Director del Centre de Recerca en Agrigenòmica CSIC-IRTA-UAB-UB

**Al principi del segle xx, el blat de moro va ser una espècie essencial en la definició de les idees de la genètica. La seva variabilitat ha estat important perquè s'hagi convertit en el cultiu i la llavor de més valor econòmic al món. Ha continuat sent una font d'idees i d'aproximacions genètiques, com ara els caràcters quantitius o els elements mòbils. El seu genoma és gran i complex, i està produint resultats que mantindran l'espècie com un sistema model en el futur proper, en l'anàlisi i la utilització de les dades de seqüenciació massiva de genomes que s'estan generalitzant actualment.**

**M**ENDEL, el 1865, va formular per primer cop les idees de la genètica en el seu estudi d'un model vegetal, el pèsol. Abans que ell, Sageret o Naudin havien proposat algunes idees a partir de l'estudi de les cucurbitàcies, però la planta que intervé de manera decisiva en la creació d'idees de la genètica i en la seva aplicació durant la primera meitat del segle xx és el blat de moro (*Zea mays*).

Hi ha diverses raons per les quals el blat de moro ocupa una posició tan particular en l'origen de la genètica. Unes raons tenen a veure amb la seva anatomia. El blat de moro té una flor masculina que forma un plomer a dalt de la planta i una flor femenina situada de manera axil·lar a la tija. Això fa que la pol·linització de la planta sigui més fàcil de controlar que en altres espècies. En segon lloc, les llavors es col·loquen de manera ordenada a la panotxa, on desenes o centenars de grans permeten una observació molt fàcil de caràcters que s'expressen en el gra. Unes altres raons tenen a veure amb la gran variabilitat de l'espècie, una característica que podem explicar ara que ja tenim seqüències genòmiques de moltes plantes. El genoma del blat de moro és molt gran (unes 2.300 Mb) i és el que coneixem com un *al·lotetraploide*, és a dir, que és format per dos genomes semblants que ara formen un genoma diploide en els seus deu cromosomes. Per aquest fet, hi ha un elevat nombre de duplicacions en els seus trenta-tres mil gens. El seu polimorfisme genètic és molt gran comparat amb el d'altres espècies.

Per tot això, a l'inici de la genètica el blat de moro va tenir una presència destacada. Un dels redescobridors de les lleis de la genètica va ser Rollins Emerson, que hi va treballar des dels primers anys del segle xx, primer amb mongeta i després amb blat de moro. Va ser professor de la Universitat de Cornell (EUA), on es va formar un important nucli de pioners de la genètica vegetal i ha estat des d'aquell moment un dels llocs importants per a la genètica de plantes i de blat de moro, en particular.

De fet, el mateix Emerson va ser un dels fundadors de la Maize Genetics Cooperation, una xarxa d'intercanvi d'informació i de materials que es va fundar l'any 1928 i que el 2012 segueix perfectament viva. Un dels resultats d'aquesta xarxa és l'accés a una col·lecció molt rica i oberta de variants genètiques, que inclouen mutacions puntuals que han permès establir un dels millors mapes genètics entre les plantes cultivades.

La riquesa de la informació genètica del blat de moro ha tingut dues conseqüències importants. Una és que aquesta planta, que acumula una gran quantitat de sucres i lípids al gra, s'ha convertit en un dels cultius més importants del món, i la seva llavor, en la més valuosa. Aquest fet és degut en part al descobriment del vigor híbrid i de la facilitat amb què es produeixen les varietats híbrides en aquesta espècie. De fet, ja es coneixien híbrids de blat de moro des del final del segle xix; però, amb l'anàlisi genètica, es va desenvolupar d'una manera més dirigida i amb un impacte creixent. Les llavors híbrides es van imposar des d'aquell moment als Estats Units i a la major part dels països desenvolupats. Com que amb híbrids cal produir llavor de qualitat de manera continuada, es va fomentar la creació d'empreses. L'any 1926 es va fundar la companyia que va esdevenir Pioneer Hi-Bred, actualment al grup Dupont, una empresa que ha estat dominant al mercat mundial de la llavor de blat de moro. Va ser fundada per Henry Wallace, que va ser posteriorment vicepresident dels Estats Units amb Franklin



Rosvelt i un dels impulsors del CIMMYT (el Centre Internacional de Millorament de Blat de Moro i Blat) de Mèxic, on es conserven milers de llavors d'aquestes dues espècies, i d'on va sortir la revolució verda. Un dels investigadors principals va ser Noman Borlaug, a qui van concedir el Premi Nobel de la Pau l'any 1970. A Europa, la principal empresa de llavors és Limagrain, que encara avui pertany a cooperatives de pagesos de la França central que es van reunir per produir la llavor de blat de moro.

El blat de moro ha estat també a l'origen de descobriments importants per a la biologia, com ara els caràcters quantitius. Alguns dels caràcters genètics importants per al cultiu, per exemple el rendiment, es basen en combinacions de variants de molts gens. Ha calgut desenvolupar mètodes per poder-los analitzar i utilitzar i el blat de moro ha estat a l'origen de molts. Un altre descobriment és el dels elements genètics mòbils. Va ser una alumna de la Universitat de Cornell, Barbara McClintock, qui s'hi va doctorar l'any 1928, que a partir de l'anàlisi dels fenotips del gra del blat de moro va proposar l'existència d'elements controladors que alteraven de manera transitòria el fenotip. L'anàlisi d'aquest fenomen va donar lloc al descobriment d'elements mòbils en el genoma, els transposons, que han estat descoberts en totes les espècies animals i vegetals, i dels retrotransposons. Li van concedir el Premi Nobel de Medicina i Fisiologia l'any 1983.

Una altra dada interessant sorgeix actualment de la reseqüenciació de línies de blat de moro. El primer genoma del blat de moro es va publicar l'any 2009, era una línia pura clàssica, la B73. En el mateix número de la revista *Sci-*

*ence* es publicava la seqüència d'una varietat mexicana antiga, el *palomero toluqueño* (blat de moro esclafidor, *Zea mays* var. *evarta*). Des d'aquell moment, la seqüenciació genòmica de línies de blat de moro ha permès fer la comparació entre genomes. Els resultats indiquen que fins a un 30 % del genoma pot variar entre línies, fet que permet definir un *genoma nuclear* que seria comú entre totes les varietats de l'espècie i un *pangenoma* que inclouria tots els genomes. L'extensió d'aquestes diferències en el blat de moro pot explicar també la variabilitat que observem en l'espècie.

Per aquestes raons es pot considerar el blat de moro com una de les principals plantes model per a la genètica i la genètica molecular. És clar que posteriorment la planta model per excel·lència ha estat *Arabidopsis thaliana*, amb un ús molt posterior al del blat de moro; de fet, la primera conferència *Arabidopsis* es fa l'any 1965 i s'imposa com a model a partir dels vuitanta. Els avantatges són clars: té un cicle de vida curt, un petit volum que permet el creixement de poblacions en poc espai, i un dels genomes de plantes més petits coneguts (unes 140 Mb), que l'han convertida en una eina indispensable per conèixer les funcions genètiques en plantes. Li podem afegir actualment les eines que han estat construïdes, com ara la primera seqüència d'un genoma de plantes i una col·lecció de mutants sobre cadascun dels vint-i-sis mil gens descoberts en aquesta espècie, que és accessible per a la recerca.

Però, un cop passada la primera onada de descoberta de funcions genètiques en *Arabidopsis*, cal traduir el coneixement obtingut en un sistema model en coneixement de la diversitat fenotípica que existeix en els vegetals, i cal que aquest coneixement es tradueixi en eines que ajudin a millorar les espècies cultivades. Per aquestes raons, espècies com l'arròs, el tomàquet i, un cop més, el blat de moro, retornen a la primera pàgina de les publicacions en genètica i genòmica de plantes. La importància científica i econòmica que tenen fan preveure que hi seguiran molts de temps més. |

#### Pere Puigdomènech i Rosell

(Barcelona, 1948)



Llicenciat en ciències físiques (Barcelona) i doctor en ciències biològiques (Universitat Autònoma de Barcelona). Ha

fet estades de recerca a França, al Regne Unit i a Alemanya. Ha estat professor de bioquímica a la UAB. Actualment és professor de Recerca del CSIC i director del Centre de Recerca en Agrigenòmica (CSIC-IRTA-UAB-UB). Treballa en biologia molecular de plantes. Va ser president de la Societat Catalana de Biologia. És membre de l'Institut d'Estudis Catalans, de l'Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, d'EMBO i de l'Academia Europaea. Col·labora en temes de divulgació científica en diaris i revistes nacionals i internacionals.

#### Referències bibliogràfiques

BENNETZEN, J.; HAKE, S. (2009). *Handbook of Maize: Its Biology*. Nova York: Springer.  
CASACUBERTA, J.; PUIGDOMÈNECH, P. (2000). «Genome fluidity. The case of plants». *Contributions to Science*, núm. 1, p. 313-322.

MAIZEGDB [en línia]: <<http://www.maizegdb.org/>> [Base de dades sobre genètica del blat de moro]  
NEUFFE, G.; WESSLER, S. (1997). *Mutants of maize*. Nova York: Cold Spring Harbor Laboratory Press.