

Sinopsis

EVOLUTION OF PLANT PHENOTYPES FROM GENOMES TO TRAITS

March, 17th and 18th, 2015

COSMOCAIXA BARCELONA. C/ISAAC NEWTON, 26. BARCELONA

www.bdebate.org

B-DEBATE IS AN INITIATIVE OF:



WITH THE SUPPORT OF:

PLANTES DOMESTICADES, EL REBOST DEL FUTUR

La producció d'aliments (principalment de cereals) haurà d'augmentar fins a un 70% per poder abastir els més de 9.000 milions de persones que viuran al 2050, segons l'Organització de les Nacions Unides per l' Alimentació i l'Agricultura (FAO).

En el darrer mig segle la població mundial s'ha doblat, mentre que l'augment del rendiment dels cereals s'ha multiplicat per tres. Les millores de producció s'han aconseguit, entre d'altres, augmentant la superfície conreada, l'aigua i els adobs utilitzats. En un context de canvi climàtic, aquestes tècniques ja no poden seguir utilitzant-se, la qual cosa obliga l'ésser humà a utilitzar altres eines com la millora en el coneixement bàsic de la genètica de plantes.

Els millors experts internacionals en genètica vegetal van exposar el seu treball en aquest àmbit a [B·Debate](#), una iniciativa de [Biocat](#) i l'[Obra Social "la Caixa"](#) per promoure el debat científic, coorganitzat amb el [Centre d'Investigació en Agrigenòmica](#) (Crag) i amb el recolzament de la [National Science Foundation](#) (Estats Units).

CONCLUSIONS:

- ✓ La producció d'aliments haurà d'augmentar fins a un 70% per poder abastir la població mundial al 2050. En un context de canvi climàtic i amb la impossibilitat de seguir augmentant la superfície conreada, l'aigua i els adobs, **conèixer millor la genètica de plantes és imprescindible per aplicar altre tipus de millores.**
- ✓ El primer genoma complet d'una planta es va publicar l'any 2.000. A dia d'avui ja es disposa del genoma complet de més de 80 espècies i milers de varietats: per exemple, de fins a 3.000 varietats d'arròs. L'abaratiment de la tecnologia facilita que aquestes dades no deixin de créixer, però els investigadors **continuen treballant per**
- entendre tota aquesta informació i les seves possibles aplicacions.**
- ✓ Els vegetals dels que ens alimentem actualment són fruit del procés de modificació genètica a la que els ha sotmès l'ésser humà des del Neolític, primer de forma intuïtiva i actualment amb tècniques més precises.
- ✓ Els transgènics són només el resultat d'una de les tècniques de modificació genètica dels vegetals. El coneixement adquirit amb la investigació agrigenòmica pot ser aplicat a altre tipus de tècniques.

1. LES PLANTES, NASCUEDES PER CANVIAR

Des de la invenció de l'agricultura fa 10.000 anys, hem transformat tant algunes plantes i animals que ara aquestes espècies serien incapaces de sobreviure a la natura. “Ens alimentem d'espècies inventades per l'ésser humà, fruit de la modificació genètica, com el blat de moro”, explica Josep Casacuberta, coordinador del programa de genòmica de plantes i animals del [Centre d'Investigació Agrigenòmica \(CRAG\)](#) i líder científic del B-Debate.

“Els genomes estan dissenyats per a canviar”

Josep Casacuberta

La capacitat dels éssers vius per adaptar-se al medi i, per tant, la seva supervivència, depenen en gran mesura de les possibilitats que tinguin per evolucionar. En les plantes són dos els mecanismes fonamentals que els permeten tenir una reserva de canvi: la **poliploidia** i els **transposons**.

La poliploidia, o suma de cromosomes, dóna lloc a un mosaic de noves combinacions. Ajuntar i regular tanta nova informació no és senzill, i per tal de fer-ho, les plantes segueixen un procés d'estabilització. Kirsten Bomblies, professora de la [Universitat de Harvard](#), investiga els mecanismes que la fan possible.

“Hem identificat diversos gens que semblen imprescindibles en aquest procés, i molts d'ells estan relacionats amb la meiosi: el procés de separació dels cromosomes que permet formar les cèl·lules sexuals”, explica Bomblies. En la meiosi es produeix un gran intercanvi d'informació entre uns i altres cromosomes. La hipòtesi d'aquesta investigadora és que les plantes, en estabilitzar-se, limiten aquest intercanvi,

compensant així l'excés d'informació. “De confirmar-se, aquesta teoria podria tenir repercussions per la salut humana”, augura Bomblies. L'ésser humà genera variacions de formes diferents a les de les plantes, però el procés de poliploidia pot observar-se generalment en el càncer. Per això, conèixer els mecanismes que permeten disminuir aquest desequilibri podria arribar a tenir aplicació en la investigació oncològica.

LA BARALLA DE CARTES DE LA GENÈTICA

La **poliploidia** és la suma de cromosomes, bé multiplicant els que ja té la pròpia planta o bé fusionant els seus cromosomes amb els d'una altra espècie. Els **transposons** són un mecanisme molt diferent: són elements mòbils, petits fragments d'ADN que poden desplaçar-se, viatjar cap a altres parts del seu cromosoma o cap a altres cromosomes diferents, i que a més poden crear noves característiques amb les seves excursions. Són, per exemple, els responsables de que en algunes espècies de blat de moro els grans tinguin diferents colors: en moure un transposó que controla el gen del color, canvia també la forma en què es manifesta externament. I encara que només alguns són actius, poden suposar fins al 80% de tot l'ADN d'una planta.

En general, els dos mecanismes es comporten com una baralla de cartes: la poliploidia permet a la planta jugar amb el doble (o el triple, o diverses vegades més) de cartes; el transposó permet modificar l'ordre de la baralla, provar combinacions com si de pòquer es tractés i el que es busqués fos una escala.

Els transposons —els petits fragments mòbils d'ADN “viatjer”— centren també la investigació actual en agrigenòmica. D'entre ells, alguns tenen més risc d'activar-se, moure's pel genoma i provocar canvis en ell. Marie Mirouze, investigadora de l'[Institut d'Investigació per al Desenvolupament](#) de Montpellier, utilitza una tècnica per identificar aquests elements “llestos per saltar”, anomenada “mobiloma”. Per fer-ho

rastreja cercles d'ADN, és a dir, formes tancades que la cèl·lula provoca en els transposons per evitar que tornin a l'ADN un cop que les (seves) còpies surten d'ell. Un mínim error en aquest tancament podria provocar que tornessin i es traslladessin pel genoma, provocant canvis poc previsible.

2. ¿COM HAN CANVIAT ELS VEGETALS QUE MENGEM?

Des de el Neolític, l'ésser humà ha anat seleccionant les característiques que més l'interessaven de cada planta, dirigint així en gran mesura la seva evolució. Ara, gràcies a la investigació científica, existeixen diferents tècniques de millora més precises, però durant milers d'anys aquests canvis s'aconseguien de forma intuïtiva.

Estudiar aquests canvis no és senzill. Per exemple, per estudiar les variacions en *Arabidopsis* —la primera planta de la qual es va desxifrar el genoma—, el grup d'Oliver Loudet, líder del grup d'investigació [INRA](#), recull varietats d'Amèrica, de Sicília, inclús d'àrees aïllades (i per tant amb plantes no domesticades) com Tadjikistan, a l'Àsia Central.

A partir d'aquí estudien com es comporten en

condicions d'estrès, com la manca d'aigua, observen com resisteixen i creixen i busquen les diferències genètiques (i epigenètiques) que les expliquen.

Una cosa semblant fa el grup de Carlos Alonso-Blanco, del [Centre Nacional de Biotecnologia](#), a Madrid: estudiar les variacions de la mateixa planta i la seva adaptació a les estacions. En aquesta cerca han trobat varies regions associades amb el temps en què floreixen, la seva adaptació a les altes temperatures o inclús amb la seva resistència a contaminants.

3. LA MILLORA DE LES PLANTES: PORTANT LA CIÈNCIA A LA PRÀCTICA

Una cop conegudes aquestes modificacions, com poden utilitzar-se per millorar els conreus? L'any 2000 es va publicar el primer genoma d'una planta; a dia d'avui ja es disposa del genoma complet de més de 80

espècies, així com de diferents varietats dins d'una mateixa espècie: unes bases de dades a les quals accedeixen contínuament els milloradors de plantes.

“L’ús de transgènics és una opció, però ni molt menys l’única: el coneixement adquirit es pot aplicar en l’organització dels conreus, en l’ús de plantacions seqüencials o en el creuament d’espècies”

Oliver Loudet,

Líder del grup d’investigació INRA

Per a Josep Casacuberta, líder científic de la trobada i ex membre del panell de transgènics de [l’Autoritat Europea de Seguretat Alimentària](#) (EFSA), els transgènics no són tampoc ni l’única ni la completa solució, però defensa disminuir l’alarma generada sobre aquest tipus de conreus. “Els transgènics segueixen un control estricte de riscos i, a més, les noves tècniques permetran un control molt més fi dels canvis introduïts”, apunta. Una d’aquestes tècniques és l’anomenada CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats), considerada la gran promesa en la teràpia gènica i l’ús de la qual ja es discuteix inclús per a la [modificació d’embrions humans](#) i la prevenció de malalties genètiques.

Tal i com recorda Casacuberta, “variacions en el genoma s’han produït constantment a les plantes; inclús als anys 50 es van fer servir raigs X per provocar modificacions que se troben a molts aliments actuals. **Sense aquests avenços —recorda— no podríem donar resposta al repte de l’alimentació del futur i millorar les espècies que mengem**”.

James Giovannoni, investigador del [Boyce Thompson Institute for Plant Research](#) (Nova York), va exposar les investigacions que han permès el seu equip analitzar les mutacions, l’epigenètica i la metabolòmica (el conjunt de productes derivats del metabolisme) del tomàquet. “Hem identificat regions del genoma que influeixen en el color del tomàquet, en la seva consistència, en la seva maduració i en el seu sabor”, destaca.

Rod Wing, director de [l’Institut de Genòmica d’Arizona](#), va explicar al B·Debate com els seus treballs es dirigeixen directament al problema que suposarà l’alimentació d’una població que no deixa d’augmentar. Per això la seva investigació gira entorn a l’arròs, l’aliment més consumit del món. **“Els pobles que depenent de l’arròs doblaran els seus habitants en 2050, i aquest cereal ja és la base de l’alimentació del 50% de la població mundial”**, afirma. Per millorar-lo “es necessita que sigui més resistent, més fàcil de conrear i més nutritiu”, apunta l’expert. Fins al moment s’han seqüenciat els genomes de 3.000 varietats diferents d’arròs, però ara es necessita integrar i interpretar tota aquesta informació. Per fer-ho, Wing ha participat en la creació de [l’International Rice Informatics Consortium](#), una iniciativa que busca centralitzar i optimitzar tots els esforços realitzats.

MELONS MÉS DOLÇOS GRÀCIES AL GENOMA

Jordi García Mas, investigador del CROG i responsable de desxifrar per primera vegada el genoma del meló, va ser un dels experts de B·Debate. El seu grup ha llegit el genoma de diverses varietats de meló per estudiar com ha estat la variació durant l’evolució i com aquesta ha afectat a la maduració. Per exemple, alguns tipus de meló maduren quan se’ls administra etilè, una hormona vegetal. Però el meló pell de gripau (el més comú a Espanya) és immune a la seva acció i segueix altres vies diferents. Els experts han identificat una regió de l’ADN que sembla involucrada directament en aquest procés, i una altra que sembla relacionada amb el fet que acumuli més sucre i resulti molt més dolç.