



International Center
for Scientific Debate
BARCELONA



Sinopsi

WHEN DEVELOPMENT MEETS STRESS: UNDERSTANDING DEVELOPMENTAL REPROGRAMMING UPON PATHOGENESIS

Setembre, 2018

www.bdebate.org

CO-ORGANIZED BY:



WITH THE SUPPORT OF:



0123RF

QUAN EL DESENVOLUPAMENT COINCIDEIX AMB L'ESTRÈS: ENTENDRE LA REPROGRAMACIÓ DEL DESENVOLUPAMENT SOBRE LA PATOGENIA A LES PLANTES

Els passats 3 i 4 de setembre de 2018, científics de tot el món es van reunir a B-Debate - una iniciativa de Biocat i de l'Obra Social "la Caixa" per promoure el debat científic- per establir les bases d'una nova disciplina, l'agricultura personalitzada. Aquest nou camp compta amb dues facetes: d'una banda, l'estudi del desenvolupament de les plantes -com creixen i com es controla aquest creixement- i, per altra banda, com es defensen les plantes contra les plagues.

Aquest avanç s'ha propiciat per l'abaratiment de tècniques com la seqüenciació massiva de l'ADN, responsables de la revolució tecnològica que vivim en l'actualitat.

Així, en l'actualitat és possible predir quines malalties poden patir anualment les plantes (i com es van a defensar), per suggerir quina varietat plantar -per exemple, d'arròs- que pugui ser més resistent a la plaga de l'any següent.

L'objectiu és aconseguir majors produccions amb un menor ús de sòl, amb menys tractaments químics i pesticides i amb clars beneficis per al medi ambient: en ser menor la intervenció amb el medi natural, es redueix la pèrdua de biodiversitat aconseguint alimentar més població. Altres plantes que podrien beneficiar-se d'aquests avenços són els tomàquets, el blat de moro, l'enciam o el blat.

El debat, amb nom '[When development meets stress: Understanding developmental reprogramming upon pathogenesis in plants](#)', ha estat organitzat juntament amb el [Centre de Recerca en Agrigenòmica](#) (CRAG).

CONCLUSIONS

- L'agricultura personalitzada és una nova disciplina que uneix l'estudi de **com creixen i es desenvolupen les plantes i com es defensen contra les plagues**

- Les investigacions en aquest camp estan permetent el desenvolupament de nous **fungicides més eficaços, amb més durada i més respectuosos amb el medi ambient**. Un altre avantatge és que es podrà obtenir més aliments amb un menor ús de sòl.
- Les plantes en les quals se centra la investigació són, entre altres, l'**arròs**, els **tomàquets**, el **blat de moro**, l'**enciam** o el **blat**
- Les milleres en els estudis genòmics, sumat a l'abaratiment de les tècniques, estan impulsant aquest àmbit científic

1. PERCEPCIÓ DELS PATÒGENS, UNA ÀREA FONAMENTAL

Aquest estira i arronsa entre l'adaptació dels patògens a les defenses de la planta i l'adaptació de la planta als atacs s'ha produït de forma natural en tota l'evolució.

Ara, entendre i comprendre aquests canvis possibilitarà trobar noves varietats de plantes capaces de realitzar aquest procés molecular contra patògens d'una manera més efectiva, tal com ha explicat Youssef Belkhadir, investigador i líder de grup a l'Institut Gregor Mendel de Viena.

"Un dels reptes és entendre la complexitat inherent del creixement de les arrels. A més, les arrels tenen diferents vies d'integració i resposta al dany cel·lular, a la percepció de patrons moleculars associats amb microbis i altres tipus d'estrès", ha apuntat Niko Geldner, professor de la Universitat de Lausana (Suïssa).

Les seves investigacions, utilitzant ablacions amb làser en una única cèl·lula, han servit per comprendre com el dany en les arrels -encara que sigui restringit- té implicacions diferents a les que produeixen el dany a les fulles.

Les investigacions també se centren en prevenció: pot donar-se el cas de patògens 'dorments', presents en la naturalesa i que reapareguin per un canvi en les precipitacions. Un altre abordatge és aconseguir que les plantes siguin resistents a aquests patògens.

El canvi climàtic és una altra de les preocupacions i s'està fent un gran esforç per estudiar la interacció sobre què regula la defensa de les plantes i què regula el medi ambient. El motiu és que el creixement de les plantes (i també el dels patògens) està determinat per

les temperatures del seu medi ambient: a més temperatura, els patògens creixen més i les plantes han de bregar amb un estrès addicional, amb més calor i menys aigua.

Una de les nombroses àrees de recerca en aquest camp se centra en els receptors de les quinases, un tipus d'enzim amb centenars de varietats i que estan codificats en el genoma de les plantes. Aquests enzims es troben a la superfície de la cèl·lula i com ha recalcat Cyril Zipfel, professor de l'Institut de Biologia Microbiana i de Plantes de la Universitat de Zuric, "controlen gairebé tots els aspectes de la vida de la planta, jugant un plaer central: des la reproducció al creixement i les respostes a entorn exterior "

Els insectes poden jugar un paper important, ja que transmeten de planta a planta els patògens (coneguts amb el terme genèric de fitoplasma), causant canvis rellevants en l'arquitectura de la planta colonitzada -com les alteracions en el desenvolupament de les flors o la formació de fulles similars a flors- i modulant els seus mecanismes de defensa.

Els patògens poden, a més, tenir importants repercussions econòmiques. Un exemple és l'epidèmia de la malaltia 'escombra de bruixa', disseminada per cigales i que va destruir recentment més de la meitat dels arbres de llima àcida d'Oman i l'Iran, fent emmalaltir també a altres arbres de cítrics, com diversos tipus de llimoners .

"Un dels fenòmens més espectaculars de la biologia és aquest segrest absolut de les plantes per aquests paràsits, de manera que les plantes amfitriones es converteixen en una mena de 'zombies' que se centren en garantir la supervivència dels paràsits per sobre del seu pròpia supervivència ", ha descrit Saskia Hogenhout, líder de projecte en el centre John Innes de Norwich, Regne Unit. Recentment, s'ha publicat un model mecànic de múltiples capes per comprendre els patrons d'epidèmia d'aquests patògens¹.

Una altra malaltia, anomenada 'foc bacterià', va afectar a les plantes a Suïssa en l'última dècada. Encara que, en aquest cas, la causa va ser el canvi climàtic, amb humitat més elevada i primaveres més suaus, ha recordat Sheng Yang He, professor al laboratori d'Investigació de Plantes DOE d'East Lansing (Estats Units).

També les quatre greus epidèmies de fusariosis del blat que ha patit la Xina en els últims cinc anys és causa d'aquesta circumstància, en aquest cas per l'alta humitat i els estius càlids. "La temperatura elevada té un impacte dual en la defensa de la planta amfitriona i en la virulència de las bacteries². I els efectes en el creixement es veuen tant en les temperatures elevades a llarg termini com a curt termini, en les onades de calor", ha exposat l'expert.

Des del seu punt de vista, els estudis que es realitzen sobre interaccions de plantes i patògens deuen, cada vegada més, considerar la naturalesa multidimensional de les

interaccions entre la malaltia, l'entorn i el microbioma, de manera que es reflecteixi millor el que succeeix tant en els camps de cultiu com en els ecosistemes naturals.

Però potser el cas més conegut és el del patogen *Phytophthora infestans*, que a mitjans del segle XIX va destruir totes les plantacions de patata d'Irlanda causant una gran fam i enormes pèrdues econòmiques, a més d'un milió de morts de fam i l'emigració d'un altre milió de persones. Tolga Bozkurt, investigador de l'Imperial College de Londres, centra els seus treballs en aquest patogen i apunta el paper que juga un procés anomenat autofàgia selectiva relacionada amb la defensa per contribuir a la immunitat

Els avenços en tècniques moleculars d'alt rendiment, sumades a l'anàlisi de dades computacionals, ha permès avançar en la comprensió de com hormones de les plantes com les citoquines o l'àcid salicílic influeixen en l'activació de les defenses i les seves conseqüències en el creixement de la planta tal com ha detallat Cris Argueso, professora de la Universitat de l'Estat de Colorado (EUA).

Un altre tipus d'abordatge, denominat meta-anàlisi perfilador de gens de tot el genoma i realitzat per Teva Vernoux al Laboratori RDP de Lió (França), ha permès descriure la xarxa de gens que es posen en marxa per una petita molècula de senyalització que participa en la floració i en el patró de creixement de les plantes.

2. BASES CEL·LULARS DE LA INTERACCIÓ ENTRE CREIXEMENT I DEFENSA

Una de les principals conseqüències de la infecció per patògens és la pertorbació del metabolisme de la planta amfitriona, incloent la síntesi de proteïnes. Els treballs de Xinnian Dong, professora de biologia a la Universitat de Duke (EUA), han demostrat que les plantes compten amb un rellotge circadià que controla directament la senyalització de les defenses i l'expressió dels gens que s'anticipen a la infecció dels patògens en el moment del dia en què l'amenaça d'infecció és més gran.

"Sota la inducció immune, el rellotge circadià programa la resposta immune per evitar entrar en conflicte amb altres processos fisiològics com el transport d'aigua a la nit. A més, l'oscil·lació d'humitat regula el rellotge circadià de la planta per influir diferents processos fisiològics com la immunitat desencadenada per efectors ", ha detallat.

Un aspecte rellevant de les plantes és que semblen tenir vies de reparació de l'ADN molt més eficients que les dels mamífers, tal com va destacar Arp Schnittger, professor de la Universitat d'Hamburg.

En aquest àmbit, té un paper cabdal el retinoblastoma, un regulador multifuncional que participa en la proliferació cel·lular, en les decisions de desenvolupament, en les respostes a l'estrès i en el manteniment de la integritat del genoma. Per aquest motiu s'està estudiant, ja que podria proporcionar claus per a la identificació d'altres reguladors del dany de l'ADN de les plantes.

La paret cel·lular és una altra estructura que s'està analitzant, ha indicat Clara Sánchez-Rodríguez, professora assistent a l'Institut ETH de Zurich. El motiu és que, a més de proporcionar estabilitat i protecció a la planta, és la primera capa de percepció d'estímuls. Per aquest motiu, el canvi controlat d'aquesta estructura és essencial perquè la planta adapti el seu creixement a l'estrès al qual la sotmet l'entorn.

3. CO-EVOLUCIÓ I ADAPTACIÓ DEL PATOGEN I DE LA PLANTA AMFITRIONA CREIXEMENT I DEFENSA

Per Detlef Weigel, director de l'Institut Max Planck per a la Biologia del Desenvolupament (Tübingen, Alemanya), l'objectiu en els propers deu anys se centra en comprendre els patrons genòmics i geogràfics per a la diversitat de la resposta immune. "Hem observat que la variació natural revela nous aspectes del sistema immune de la planta i que, en les plantes silvestres, els patosistemes -els subsistemes definits pel parasitismo- difereixen dels patosistemes de les plantes collides i de les de laboratori. I també els estira i arronsa entre patogen i amfitrió difereixen si s'observen en hivernacle que al camp ", ha subratllat.

El projecte que acaba de començar descriurà, mitjançant la seqüenciació de tot el genoma, la diversitat genètica a la planta amfitriona i dues patògens importants, *Pseudomonas* i *Hyaloperonospora arabidopsidis*. L'objectiu és aconseguir un mapa d'al·lels de resistència a la planta amfitriona i un altre d'al·lels efectors en els patògens, per demostrar així si l'adaptació local és més comú a la planta o en els patògens.

Una altra de les nombroses línies de treball obertes ha estat descrita per Hailing Jin, professora de la Universitat de Califòrnia a Riverside (EUA): l'ARN petit és una classe d'ARN curt no codificant que mitjana en el silenciament dels gens d'una manera seqüència- específica. "Hem demostrat que alguns ARN petits de patògens pot transferir-se a les cèl·lules de la planta amfitriona i suprimir la seva immunitat perquè la infecció tingui èxit. Un d'aquests patògens fúngics, *Botrytis cinerea*, causa l'anomenat floridura grisa (també conegut com podridura grisa) en més de mil espècie de plantes. A més, hem demostrat que aquest patògen pot incorporar dobles cadenes d'ARN i d'ARN petit del seu entorn. I, en aplicar ARN petit en els gens de *Botrytis* en la superfície de fruites, verdures o flors, s'inhibeix la floridura gris³ ", ha destacat. I, en la seva opinió, aquesta troballa inaugural a nova generació de fungicides de llarga durada i respectuosos amb el medi ambient.

"Perquè l'agricultura personalitzada sigui una realitat, és fonamental que la societat exigeixi als seus governs una major inversió en ciència bàsica, que pugui ser aplicada posteriorment. El límit el situa els diners que disposen els científics ", ha assenyalat Ignacio Rubio-Somoza, del Centre de Recerca en Agrigenòmica (CRAG) de la Universitat de Barcelona i co-organitzador de la trobada.

Un altre aspecte que s'ha de potenciar -en la seva opinió- és conscienciar la ciutadania que els científics "són els més enamorats de la Terra, la natura i el medi ambient. I la nostra única passió és entendre i aportar solucions a llarg termini que siguin el més innòcues. Nosaltres necessitem explicar-nos, però la ciutadania també ha de escoltar-nos i tenir pensament crític i interessar per què els científics fem les coses. La formació en ciència, especialment en biologia, és clau i així s'evitarà que hi hagi gent que pensi que els tomàquets no tenen gens ".

Referències

1 Tomkins et al, 2018. Curr Opin Plant Biol.

2 Huot et al, 2017. Nature Comm

3 Wang et al, 2016, Nature Plants