

CUL TIUS



La millora de l'arròs

L'arròs a la Comunitat Valenciana és un cultiu emblemàtic d'importància tant econòmica com sociològica i cultural. La seua extensió aconseguix aproximadament 15.000 hectàrees, la major part localitzades al Parc Natural de l'Albufera, un espai natural protegit on el cultiu contribueix al manteniment de l'hàbitat. La producció d'arròs a la Comunitat Valenciana ascendix a 91.000 t (arròs corfa) i manté una indústria àmplia que contribueix de manera positiva a l'economia. El tipus de varietats que se'n cultiven està condicionat pel clima. En el nostre cas, el clima temperat, amb dies llargs a l'estiu, determina l'ús de varietats de tipus japònica. Addicionalment, l'arrelament cultural dels plats d'arròs tradicionals defineix el tipus de gra que es consumix i, per tant, es cultiva, sent este de grandària mitjana i perlat.

Tant el cultiu com el sector de l'arròs estan subjectes a riscos i factors fluctuants que exigixen canvis constants.

A València, el clima suau mediterrani, amb estius de dies llargs i calorosos, proporciona unes condicions agroclimàtiques excel·lents per al cultiu de l'arròs. A més, les varietats que se'n cultiven poseixen unes qualitats agronòmiques bones, gràcies, majorment, als programes de millora desenvolupats des de principis del segle passat. No obstant això, tant el cultiu com el sector associat, incloent els agricultors, estan subjectes a riscos i factors fluctuants que exigixen canvis constants. Entre d'altres, el cultiu està exposat a malalties i, a més, ha d'adaptar-se a futures condicions adverses previstes pel canvi climàtic. Així mateix, tenint en compte els objectius per als pròxims anys plantejats per la Conferència de les Nacions Unides sobre el Desenvolupament Sostenible relacionats amb els desafiaments ambientals, polítics i econòmics, així com el Pacte Verd Europeu, el cultiu de l'arròs ha d'evolucionar cap a un sistema eficient, rendible i sostenible amb el medi ambient. Es tracta de mantindre un cultiu competitiu en un mercat globalitzat per a aconseguir una millora en el nivell de vida de l'agricultor, i mantindre una agricultura sostinguda que augmente el valor nutritiu de les plantes i estiga en harmonia amb el medi ambient.

Un agricultor replanta arròs en un camp de l'Albufera de València (foto: V. L. / Fundació Assut).

L'ESTAT ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓ PER A LA MILLORA DE VARIETATS

La millora de varietats és una disciplina eficient en termes del retorn d'inversió, atén les demandes del sector i els seus resultats són aplicables a mitjà termini.



Dalt, assajos amb diferents varietats d'arròs (foto: IVIA).

Dreta, a la Comunitat Valenciana, el cultiu de l'arròs té implicacions socials i culturals més enllà de la seua importància econòmica (foto: V. L. / Fundació Assut).

La millora de varietats és una disciplina eficient en termes del retorn d'inversió, atén les demandes del sector i els seus resultats són aplicables a mitjà termini. Per a entendre els programes de millora d'arròs cal tindre en compte la mateixa naturalesa de la planta i la seua adaptació a la zona de cultiu. L'arròs es va domesticar en una zona de clima tropical a Àsia i, durant la seua expansió cap al nord, fins a aconseguir regions de clima temperat, es van originar grups varietals adaptats a les diferents condicions agroclimàtiques, entre les quals destaca el fotoperíode específic de cada latitud. És precisament la sensibilitat al fotoperíode una de les diferències principals entre els dos grups varietals d'arròs més estesos, japonica i indica, entre els quals hi ha una gran divergència genètica i fisiològica. Les varietats de tots dos grups presenten un creixement pobre fora del seu entorn, i en alguns casos no aconseguixen la floració. Des del punt de vista de la millora de varietats, la incorporació de variants genètiques des d'un subgrup a l'altre, mitjançant creuaments, ve acompanyada així mateix de la incorporació de característiques no desitjades i amb poc d'interès per a la zona. A més, en estos casos, la falta de sincronització de la floració dificulta enormement els creuaments. D'altra banda, a causa de la divergència genètica de tots dos grups, el desenvolupament de marcadors moleculars associats a caràcters agronòmics solament és vàlid dins de cada subgrup. Per estes raons, els programes de millora solen realitzar-se de manera local utilitzant parents adaptats a la zona.

Donada la importància de l'arròs en l'alimentació a escala mundial i les previsions de creixement poblacional, sobretot en països asiàtics, la inversió en investigació en arròs al món, a tots els nivells, és immensa. La seqüència del genoma, juntament amb el desenvolupament de tècniques genòmiques i informàtiques, ha permés traure a la llum factors genètics responsables de caràcters agronòmics i han canviat la manera de treballar dels milloradors. A hores d'ara, coneixem els gens responsables dels principals caràcters agronòmics d'interès; entre ells, els de resistència a piriulària, les variants de gens que conferixen tolerància a salinitat, i aquells que perfilen l'arquitectura de la planta, com l'altura o el nombre de grans de les panícules.





Actualment, coneixem els gens responsables dels principals caràcters agronòmics d'interés: resistència a piricularia, tolerància a salinitat i sequera, arquitectura de la planta...

Dalt, la tradició gastronòmica determina el tipus d'arròs que es cultiva a la Comunitat Valenciana, habitualment de gra perlat i de grandària mitjana (foto: IVIA).

També podem saber quines varietats els porten. L'ultraseqüenciació de l'ADN, els tractaments estadístics i l'ús de ferramentes de maneig de dades massives de genotipat i fenotipat, així com tecnologies òmiques, permeten analitzar les bases genètiques de les característiques fisiològiques i morfològiques de les plantes, la identificació de variants (al·lels) de gens associats a ella, i proveir de marcadors moleculars que faciliten la incorporació de les variants d'interés. A més, la caracterització de la diversitat genètica de l'arròs amb les ferramentes genòmiques desenvolupades recentment ha permès la generació de bases de dades amb milions de variacions en el genoma que permeten caracteritzar genèticament qualsevol tipus d'arròs existent. Tot això facilita la identificació de parentals adequats per a la incorporació d'al·lels desitjables en varietats elit mitjançant programes de creuaments de manera ràpida i dirigida. A més, fa abordable la millora de caràcters complexos.

Els recursos genètics disponibles per a la millora de varietats són amplis. Existix una gran diversitat genètica natural, amb centenars de varietats diferents. El cultiu s'estén per una gran part del planeta, i l'adaptació de les plantes a les condicions agroclimàtiques tan diferents dels més de cent països on es cultiven ha originat una gamma àmplia de variacions en diferents aspectes de les plantes, tant morfològics com fisiològics, així com en la interacció amb patògens o en la resposta a estressos abiòtics, com la sequera o la salinitat. Actualment, és habitual el rastreig dels bancs de germoplasma a la recerca de parentals portadors d'al·lels naturals de gens responsables de caràcters d'interés, encara que no estiguen adaptats a la zona de cultiu. D'altra banda, és possible generar nous recursos genètics, com ara col·leccions de mutants o línies de recombinació mitjançant creuaments entre dos o més parentals. Les poblacions MAGIC —acrònim de l'anglès Multi-parent Advanced Generation Inter-Cross Populations— provenen de l'encreuament de fins a 16 parentals i estan constituïdes per línies recombinants en les quals s'han produït combinacions de tants al·lels com parentals i, per tant, presenten una gran variació genotípica. Esta recombinació alta contrasta amb les línies derivades de creuaments entre dos parentals, que només poden aportar dos al·lels per gen. Les poblacions MAGIC tenen un doble propòsit: constitueixen poblacions per a l'estudi genètic de caràcters agronòmics i, també, per al desenvolupament directe i indirecte de varietats. Estes poblacions es desenvolupen d'acord amb les necessitats dels programes de millora particulars, en poder seleccionar els parentals segons les característiques desitjades. També són d'esmentar les tècniques d'edició genòmica mitjançant el sistema CRISPR/*Cas, recentment desenvolupades, que permeten generar mutacions de manera dirigida en el genoma de les plantes tenint com a diana els gens relacionats amb caràcters d'interés agronòmic.

L'APORTACIÓ ALS PROBLEMES ACTUALS DEL CULTIU

Les conseqüències del canvi climàtic auguren canvis desfavorables en les condicions ambientals del cultiu. L'ascens del nivell de la mar afectarà les zones costaneres, on augmentarà la salinitat del sòl i el perill d'intrusió d'aigua marina.

Les varietats han d'adaptar-se a les condicions agroclimàtiques canviants, les quals exigixen nous tipus de plantes i marquen les pautes dels programes de millora. Les previsions del canvi climàtic auguren canvis molt desfavorables en les condicions ambientals del cultiu. L'ascens del nivell de la mar afectarà les zones costaneres augmentant la salinitat del sòl i el perill d'intrusió d'aigua marina. A Espanya es preveuen sequeres que agreujaran el problema, en comportar restriccions d'aigua. Els sòls de la zona de cultiu d'arròs de la Comunitat Valenciana són salins i amb pH elevats. Això es veu compensat per una qualitat bona de l'aigua de reg, que es realitza per inundació durant tot el cultiu. Per tant, estes previsibles restriccions en l'aigua provocaran problemes de salinitat. Així, a escala mundial, com a mesura per a fer front a l'escassetat dels recursos hídrics, s'està implementant el cultiu amb sembra en sec i reg intermitent per inundació. Esta pràctica comporta un considerable estalvi d'aigua, però, màximament en terrenys salins, exigix l'adaptació de les varietats a les condicions de salinitat. En certa manera, la millora pot fer front a este problema mitjançant la generació de noves varietats tolerants a la salinitat.

Quant a malalties, en la Comunitat Valenciana el patogen més temut és el fong *Magnaporthe oryzae*, també conegut com pirculària, que pot devastar camps en pocs dies. Combatre la pirculariosi és una tasca difícil per tractar-se d'un caràcter complex i per l'alta taxa de mutació del fong, que burla fàcilment les defenses de la planta. Actualment, es realitzen tractaments preventius amb fungicides. La generació de plantes resistentes a pirculària és una demanda constant del sector, i constituïx una prioritat en els programes de millora tant per a previndre la malaltia com per a reduir l'ús de fitosanitaris, especialment en paratges d'ambient protegit com els voltants de l'Albufera.

El coneixement actual sobre l'arròs i l'aplicació de les tècniques genòmiques recentment desenvolupades oferixen la possibilitat de realitzar programes de millora orientats d'una manera racional i dirigida cap a varietats més productives i resistentes a malalties i condicions adverses. Es tracta de modernitzar les varietats actuals i adaptar-les a les necessitats actuals del cultiu.

La millora de varietats és una de les línies de treball principals del Departament de l'Arròs de l'IVIA. La varietat JSendra, en la imatge, és la més cultivada actualment a Espanya (foto: IVIA).



LES LÍNIES D'INVESTIGACIÓ A L'IVIA



El Departament de l'Arròs de l'IVIA (Institut Valencià d'Investigacions Agràries) compta amb més d'un segle d'història dedicat principalment a la millora de varietats d'arròs, una de les línies prioritàries de l'institut. En tot este temps, s'hi han desenvolupat varietats emblemàtiques com Bahía, Sénia i JSendra, sent esta última la més cultivada a hores d'ara a tota Espanya. Més recents, les varietats Argila i Garbell presenten un rendiment alt amb una aportació moderada d'adob nitrogenat. També, dins del grup de varietats amb un contingut alt en amilosa i, per tant, amb una qualitat culinària especial, destaquen les varietats Albufera i Regina, esta última amb un gra gran i vistós i l'avantatge de tindre una bona retrogradació després de la cocció i, per tant, un bon repòs. Esta és una qualitat benvolguda en la restauració i en la confecció de plats preparats basats en l'arròs. Com a varietats amb característiques especials, Lluent i Llanceta presenten gra llarg i aromàtic.

Els objectius de la millora en el Departament de l'Arròs venen marcats per les necessitats del sector arrosser de la Comunitat Valenciana i per les condicions de protecció ambiental de l'entorn dels arrossars, així com per les conseqüències del canvi climàtic. El cultiu de l'arròs ha d'evolucionar cap a un sistema eficient, rendible i sostenible amb el medi ambient. El propòsit és generar noves varietats d'arròs que siguen productives, tant en condicions favorables com adverses, i permeten un cultiu més sostenible.

Actualment, en el Departament realitzem millora genètica dirigida mitjançant un disseny racional de la planta d'arròs, incorporant les característiques adequades perquè la planta mostre el seu màxim potencial en les condicions agroclimàtiques de la Comunitat Valenciana. Per a això partim de varietats locals, ja adaptades, que requereixen una millora en característiques específiques segons la necessitat del moment. D'esta manera, incorporem variants de gens de rendiment alt, de tolerància a salinitat i de gens de resistència a piriulària efectius a la Comunitat Valenciana. També duem a terme un programa de mutacions dirigides mitjançant edició genòmica utilitzant el sistema CRISPR-Cas, el qual permet produir mutacions en gens diana relacionats amb un major rendiment, resistència a piriulària i tolerància a sequera.

Per a identificar els parentals que aporten avantatges afegits a les nostres varietats locals, fem ús de la diversitat genètica de l'arròs, estudiant a nivell fisiològic i genètic varietats de diferents països de clima temperat, similar al d'Europa. Disposem d'una col·lecció de més de dues-centes varietats que hem caracteritzat genèticament, identificant quines variacions favorables es presenten en els gens relacionats amb els caràcters agronòmics d'interès i facilitant així l'elecció de parentals per als nous creuaments. També disposem d'una població MAGIC que hem desenvolupat segons els objectius de millora a la Comunitat Valenciana en seleccionar els parentals d'acord amb les característiques de la qualitat del gra, el rendiment, la tolerància a salinitat i sequera i la resistència a piriulària. La caracterització morfològica i fisiològica d'estes línies, al costat dels seus perfils genètics, ens permet identificar els gens responsables d'estos caràcters. Finalment, disposem de línies de millora avançada que presenten major rendiment que la varietat parental amb major resistència a piriulària, i línies que han sigut seleccionades en camps salinitzats i que en estos moments estan en la fase d'experimentació per a comprovar-ne la capacitat productiva enfront de concentracions altes de sal, sense que això altere altres aspectes, com ara la qualitat del gra.

OBJECTIUS DEL DEPARTAMENT DE L'ARRÒS DEL IVIA



- AUGMENTAR EL RENDIMENT DE LES PLANTES.
- AUGMENTAR LA RESISTÈNCIA A PIRICULÀRIA.
- REDUIR L'ÚS DE FITOSANITARIS.
- DISMINUIR LA NECESSITAT DE FERTILITZANTS.
- FER FRONT A ESTRESSOS ABIÒTICS PROVOCATS PEL CANVI CLIMÀTIC: SALINITAT I SEQUERA.

>Autores de l'article

Concha Domingo i Julia García Romeral
Institut Valencià d'Investigacions Agràries (IVIA). Unitat de l'Arròs.
Centre de Genòmica.
domingo_concar@gva.es