

Avaluació del flux de gens en un camp comercial de blat de moro

Messeguer, J.¹ Ballester, J.² Peñas, G.¹ Folch, I.^{2,3} Olivar, J.³ Alcalde, E.⁴ i Melé, E.¹

¹Departament de Genètica Vegetal. Centre de Cabriels. IRTA. Carretera de Cabriels s/n. Cabriels 08348 (Barcelona) Spain. E mail: joaquima.messeguer@irta.es

²IrtaGen. Centre de Cabriels. IRTA. Carretera de Cabriels s/n. Cabriels 08348 (Barcelona) Spain

³Servei de Producció Agrícola. Direcció General de Producció Agrària i Innovació Rural. Generalitat de Catalunya DARP. Gran Via de les Corts Catalanes 612-614 Barcelona 08007 (Spain).

⁴Syngenta Seeds. C/ Balmes, 117; 08008 Barcelona.

A escala mundial, la superfície de blat de moro transgènic s'ha anat incrementant fins a 15.5 milions d'Ha durant l'any 2003, segons l'informe elaborat per el ISAAA, de les quals tan sols 32 000 Ha estan situades a la UE concretament a Espanya. El fet de que no s'hagi incrementat substancialment la superfície de blat de moro transgènic a la resta d'Europa és degut, entre altres causes, a la moratòria "de facto" que es va establir el 1998. La desaparició d'aquesta moratòria estava condicionada a que la UE revisés la normativa establerta per tal de controlar i/o minimitzar els riscos que es poguessin derivar del cultiu de les transgèniques. Això ha donat pas per una banda a la normativa 2001/18 que regula la comercialització i l'alliberament controlat de cultius transgènics i per l'altra, als reglaments 1829/2003 i 1830/2003 sobre aliments i pinsos genèticament modificats i sobre traçabilitat i etiquetatge dels aliments transgènics.

La normativa sobre etiquetat estableix el llindar del 0.9% de contingut de transgènics per sobre del qual els productes s'hauran d'etiquetar com a tals. Per altra banda, encara que en aquesta normativa no s'ha definit el llindar de presència adventiva tolerable en els cultius ecològics, s'ha de tenir en compte que el reglament 2092/91 de la UE que els regula, estableix entre d'altres condicions, que solament podran tenir aquesta denominació els productes que s'hagin elaborat sense utilitzar OGM ni productes derivats d'aquests.

El blat de moro es fecunda majoritàriament per pol·linització creuada, i per tant, el blat de moro transgènic no té per que ser una excepció. Així però, l'anomenat flux de gens, o sigui la dispersió dels transgens mitjançant el pol·len pot tenir una certa influència a l'hora d'aplicar les normatives sobre traçabilitat i etiquetat. Així, el grau de pol·linització creuada entre un camp transgènic i un camp no transgènic podria determinar si el producte final s'ha d'etiquetar com a transgènic o no.

Estudis realitzats en programes de millora genètica clàssica (amb blat de moro no transgènic) han determinat que cal una distància de separació de 200m entre camps de 2 Ha per tal d'obtenir un grau de puresa de la llavor del 99% (Ingram 2000) encara que el pol·len es pot detectar a distàncies majors (Eastham i Sweet, 2002). També s'ha demostrat que la taxa d'encreuaments augmenta notablement amb la mida i el nombre de camps plantats (Treu i Emberlin, 2000). Ja a l'any 1950 Jones i Brookes varen trobar que el percentatge d'encreuament dins d'un camp estava correlacionat amb seva mida i que el percentatges d'encreuaments que tenien lloc en diferents solcs situats a diferents distàncies indicava que els primers 5 solcs actuaven com a barrera per la dispersió del pol·len. En el cas del blat de moro transgènic, Emberlin (1999) va fer una compilació dels estudis fets sobre els factors que incideixen en la dispersió del pol·len de blat de moro, a partir de la qual intentava avaluar teòricament quins son els factors més importants que poden determinar la dispersió dels transgens. Així però, hi ha relativament pocs estudis experimentals per quantificar el flux de gens entre blat de moro transgènic i no transgènic, entre els que cal destacar el de Henry i col.lab. (2003). En aquest estudi, portat a terme en 55 camps experimentals de blat de moro situats a Anglaterra, s'ha avaluat el flux de gens de varietats transgèniques resistents a herbicida cap a varietats convencionals. Els autors d'aquest estudi conclouen que el vent dominant de la zona afavoreix la pol·linització creuada però que en general el flux genètic detectat decreix fortament als 20 m de distància. Conclouen que en les seves condicions, una distància d'aïllament de 24.4m seria suficient per assegurar la coexistència entre camps transgènics i convencionals.

Es evident però, que el flux de gens pot estar influenciat per altres factors diferents del vent com per exemple la climatologia o el tipus concret d'agricultura practicada en la zona (Emberlin (1999), Henry i col.lab., 2003) i que la normativa que s'estableixi per assegurar la coexistència haurà de basar-se en dades experimentals fiables obtingudes en zones diferents. Així doncs, durant la campanya del 2003 es va portar a terme un assaig amb blat de moro transgènic per establir les distàncies de seguretat necessàries per evitar el flux de gens cap a camps veïns i tenir dades quantitatives fiables per contribuir a l'establiment de la normativa que s'ha d'establir al nostre país, per assegurar la coexistència entre cultius transgènics, no transgènics i ecològics.

Material i mètodes

L'assaig es va realitzar en un camp de 7.5 Ha situat a Ivars d'Urgell (Lleida). Al centre del camp es va plantar un quadrat de blat de moro transgènic Bt, de la varietat Compa de 50 x 50 m i la resta del camp es va sembrar amb la varietat Brasco. El camp es va cultivar d'acord amb les pràctiques culturals de la zona. En el moment de la collita, es varen agafar mostres de 3 panotxes c/u. Per a cada un dels costats del quadrat es varen agafar 6 mostres situades a 1, 2, 5 i 10 m de distància. Al principi del cultiu la resta del camp es va quadricular en quadrats de 30 x 30 m amb l'ajut d'un GPS, i es va assenyalar una zona de cada quadrat (Figura1) per tal d'agafar-ne una mostra al final del cultiu. En total s'agafaren 205 mostres. Per tal d'estar segurs de que els camps de blat de moro que voltaven el camp no eren transgènics, es varen analitzar 3 mostres de cadascun d'ells. La direcció i la intensitat dels vents locals durant el període de la floració es varen registrar en l'Estació meteorològica de la zona.

Les mostres es varen desgranar i triturar a ma. Un cop homogeneïtzades, es va fer una extracció d'ADN de cada una d'elles. Després de controlar la qualitat i la quantitat de l'ADN extret, mitjançant gel d'agarosa i espectrofotometria, tots els ADN es van posar a una concentració de 20 ng/μl. Inicialment, totes les mostres es van analitzar per la prova de la *Invertase* (*gen específic de blat de moro*) per tal d'evitar falsos negatius. Totes les mostres van donar positives per aquesta prova, indicant que totes elles tenien ADN de blat de moro. A continuació les mostres es van analitzar per veure si tenien o no ADN modificat genèticament. Mitjançant la tècnica de la PCR es realitzà un cribatge de les mostres utilitzant com a diana d'amplificació una regió específica de la modificació genètica Bt-176. Amb aquesta detecció qualitativa (presència /absència) es van dividir les mostres en positives i negatives. Posteriorment, aquelles mostres que van donar positives, es van quantificar, per saber la proporció exacte d'OMG de la mostra. Per fer-ho s'utilitzà la PCR en Temps Real (RT-PCR) que permet quantificar la proporció d'OMG de la mostra basant-se en el quocient entre l'ADN modificat genèticament i l'ADN de blat de moro detectats a la mostra.

Resultats i discussió

Les dues varietats utilitzades en aquest assaig són totalment compatibles, de igual cicle i tal com era d'esperar, varen florir simultàniament (Figura 2). D'aquesta manera es va poder garantir un nivell òptim de fecundació entre els dos camps. Per altra banda, les anàlisis realitzats als camps de blat de moro que voltaven l'assaig eren camps on s'havia sembrat blat de moro no transgènic pel que el pol·len transgènic solament podia provenir del nucli central de l'assaig.

El registre dels vents de la estació meteorològica situada a prop del camp va posar de manifest la presència de dos vents dominants durant el període de floració. El primer procedent de l'oest durant el matí i el segon a partir del migdia, procedent del Sud.

Els resultats obtinguts amb l'anàlisi per RT-PCR de les mostres posen de manifest que el flux detectat decreix ràpidament en els primers metres al voltant del camp transgènic (Figura 3) de manera que en la direcció a favor del vent a 10 metres de distància el valor mig de les mostres preses fou inferior al 0.9%. En la direcció contrària al vent els valors inferiors al 0.9% es varen trobar ja als 2 metres de distància. La distribució del flux no va ser homogènia i es va trobar un punt a 40 metres de distància en la direcció del vent dominant procedent del Sud, amb un flux del 0.97 %. Tanmateix, repartides pel camp, sense relació aparent amb la influència del vent i a

distàncies importants del nucli transgènic es varen recollir mostres amb valors de flux que no superaren mai el 0.2%. Aquests resultats coincideixen a grans trets amb els trobats per Henry i col.lab. (2003) que també varen detectar una disminució del flux amb la distància, la influència dels vents dominants i l'aparició d'algunes mostres disperses amb valors de flux positiu que no es podien explicar per l'efecte dels vents dominants. Estudis posteriors hauran de determinar fins a quin punt altres factors com cops de vent puntuals, la formació de remolins o l'acció de determinats insectes (abelles) influeixen en la dispersió del pol·len i per tant, en la pol·linització creuada.

A efectes pràctics es molt convenient distingir entre valors puntuals, valors mitjos a una distància determinada i valors mitjos aplicats a l'àrea total d'un camp adjacent. D'acord amb les anàlisis efectuades, el flux total rebut per l'Ha situada al NE del camp transgènic, (Figura 3, quadrat roig), es a dir, en la zona de màxim flux, seria de 0.83% i per tant la collita no hauria d'etiquetar-se com transgènica. En canvi, en el camp no transgènic adjacent d'una mida igual al transgènic, es a dir, 0.25 Ha, (quadrat verd), el flux total rebut seria de 1.77% i en aquest cas es consideraria com a collita transgènica. Però, en canvi, tan sols que aquest mateix camp estes situat a 6m de distància de la vora del camp transgènic (quadrat blau) rebria un flux total de 0.77% pel que la collita no hauria d'etiquetar-se com a transgènica.

Aquest assaig posa de manifest l'efecte del vent de manera que les àrees de flux detectades mostren clarament unes cues allargades en les direccions dels vents dominants registrades durant el període de floració dels dos camps. Sembla molt convenient fer mes assaigs els propers anys per estudiar l'efecte d'altres variables com les dimensions del camp transgènic, el comportament varietal, el grau de coincidència en la floració etc. A més dels factors que fan referència al pol·len cal avaluar també l'efecte d'altres fonts de barreja com poden ser la maquinària, l'emmagatzematge o la permanència de llavors viables en els camps d'un any per l'altre.

De totes maneres, a la llum de les dades obtingudes fins ara i en espera d'obtenir noves dades es pot afirmar que, en el cas dels cultius tradicionals, les recomanacions que apareixen en la Guia de Bones pràctiques pel conreu del panís Bt que proposa APROSE (Separació de 25 m, en lo possible, i al menys 4 solcs no transgènics de separació per a protegir els camps menors d'una Ha) concorden raonablement amb els resultats d'aquest assaig. Pel que fa referència als cultius ecològics s'haurà d'aprofundir en l'estudi d'estratègies (sembla esglaonada en el temps, distàncies de seguretat, etc.) que afavoreixin la coexistència.

Agraïments

Agraïm la col·laboració econòmica del DARP de la Generalitat de Catalunya així com la col·laboració de Syngenta Seeds en el subministre de les llavors i en la gestió agronòmica del camp.

Referències

Eastham K & Sweet J (2002) Genetically modified organisms (GMOs): the significance of gene flow through pollen transfer. European Environmental Agency, Copenhagen, Denmark.

Embelin J. 1999. A report on the dispersal of maize pollen. Research paper commissioned by the Soil Association, <http://www.soilassociation.org>.

Henry C, Morgan D, Weekes R, Daniels R & Boffey C (2003) Farm scale evaluations of GM crops: monitoring gene flow from GM crops to non-GM equivalent crops in the vicinity. Contract reference EPG 1/5/138. Final Report 2000/2003.

Ingram J (2000) Report on the separation distances required to ensure cross-pollination is below specified limits in non-seed crops of sugar beet, maize and oilseed rape. Commissioned by UK Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF). Project N^o RG0123

ISAAA. Summary report on th current global status of GM crops. In: <http://www.isaaa.org/kc>

Jones MD & Brooks JS (1950) Effectiveness of distance and border rows in preventing outcrossing in corn. Oklahoma Agricultural Experimental Station. Technical Bulletin N^o T-38

Treu R & Emberlin J (2000) Pollen dispersal in the crops Maize (*Zea mays*), Oil seed rape (*Brassica napus* ssp *oleifera*), Potatoes (*Solanum tuberosum*), Sugar beet (*Beta vulgaris* ssp *vulgaris*) and wheat (*Triticum aestivum*). Report for the Soil Association from the National Pollen Research Unit. January 2000

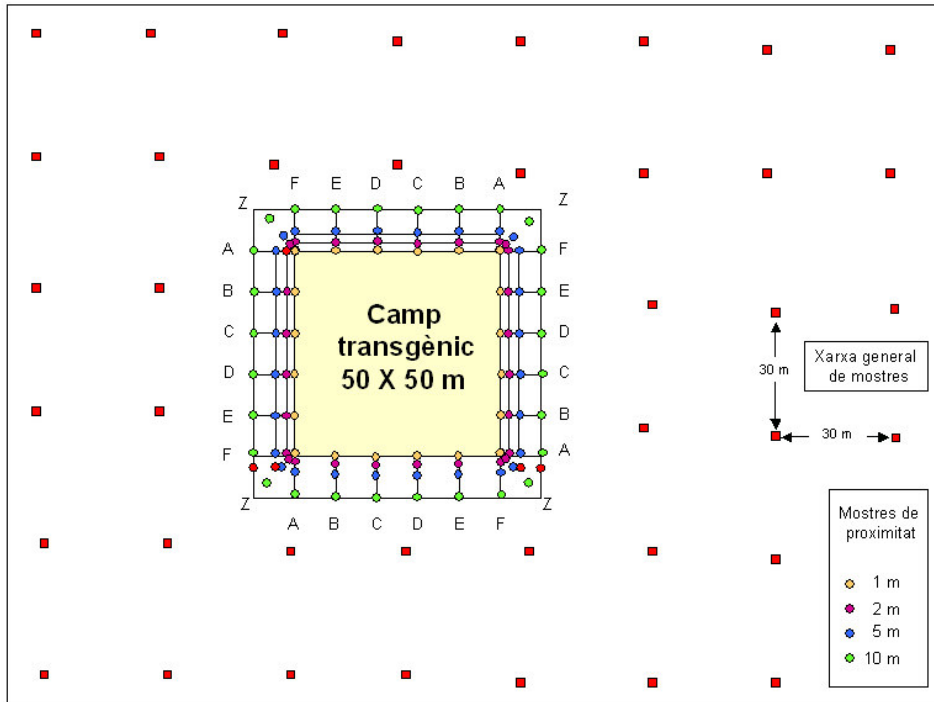


Figura 1. Detall de la Xarxa de mostres presa en el camp no transgènic



Figura 2. Aspecte del camp a principis d'agost

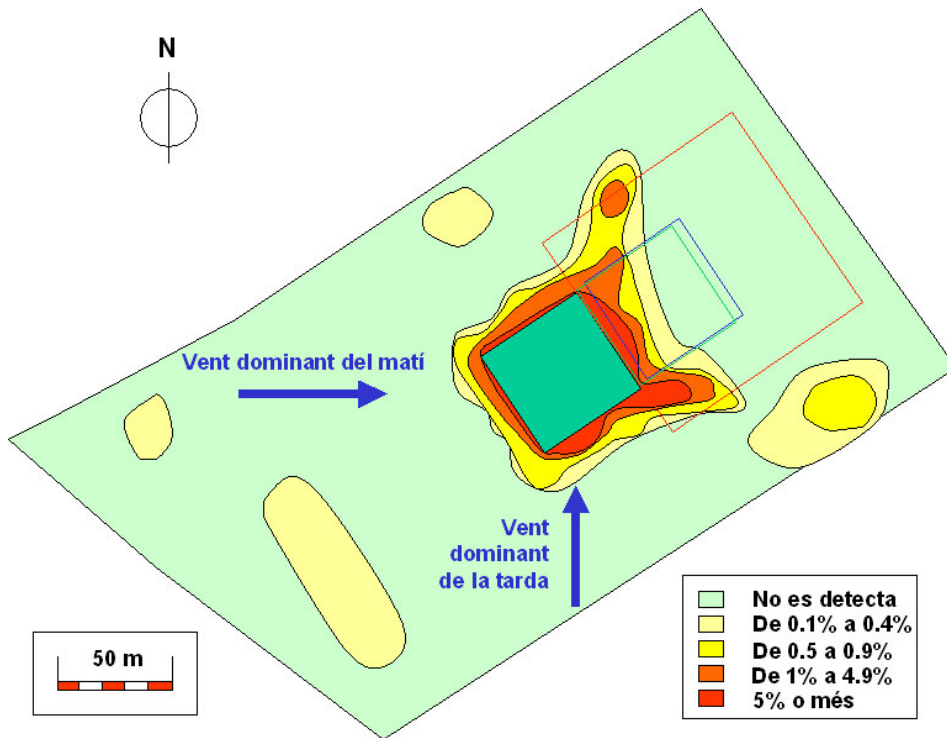


Figura 3 . Nivells de flux transgènic detectats en el camp receptor estudiat