

SEGUIMENT I AVALUACIÓ DE LA COEXISTÈNCIA ENTRE BLAT DE MORO CONVENCIONAL I TRANSGÈNIC*

ENRIC MELÉ GRAU;¹ **JOAN SERRA GIRONELLA;**²
JORDI SALVIA FUENTES;² **MONTSERRAT PALAUDELMÀS CARLES;**¹
GISELA PEÑAS CIVIT;¹ **ANNA NADAL MATAMALA;**³
MARIA PLA DE SOLÀ-MORALES;³ **JOAQUIMA MESSEGUER PEYPOCH**¹

¹ GENÈTICA VEGETAL, CONSORCI IRTA - CONSELL SUPERIOR
D'INVESTIGACIONS CIENTÍFIQUES

² ESTACIÓ EXPERIMENTAL AGRÍCOLA MAS BADIA, INSTITUT DE RECERCA
I TECNOLÒGIC ALIMENTÀRIES

³ INSTITUT DE BIOLOGIA MOLECULAR DE BARCELONA, CONSELL
SUPERIOR D'INVESTIGACIONS CIENTÍFIQUES, INSTITUT DE TECNOLOGIA
AGROALIMENTÀRIA, UNIVERSITAT DE GIRONA

*enric.mele@irta.cat; montserrat.palaudelmas@irta.cat;
joan.serra@irta.cat; jordi.salvia@irta.cat*

Resum

El cultiu del blat de moro transgènic és una pràctica habitual a moltes zones de Catalunya. Atès que el blat de moro és una espècie de pol·linització creuada, és possible que camps no transgènics s'hagin d'etiquetar com a transgènics en superar el llindar del 0,9 % establert per la llei. S'ha realitzat un seguiment del flux genètic i de la coexistència entre conreus de blat de moro a la zona del pla de Foixà (Girona) durant els anys 2004, 2005 i 2006. A partir de les dades del 2004 es va crear un índex empíric per poder predir, d'una manera molt senzilla, el contingut de

* Aquest estudi ha estat finançat pel projecte europeu SIGMEA.

blat de moro genèticament modificat (GM) als camps convencionals, i es va validar amb les dades dels anys següents. Es pot concloure que a la zona estudiada, sense ser obligatòria cap mesura de contenció, només un 5 % dels camps convencionals superarien el llindar del 0,9 %, i que el nivell mitjà d'aquests camps, si es recol·lectessin conjuntament, seria molt inferior.

1. Introducció

L'autorització dels cultius transgènics de blat de moro a la Unió Europea ha propiciat l'aparició del concepte de *coexistència*, definit com el dret que tenen tots els agricultors de poder escollir entre la producció de cultius convencionals, ecològics o genèticament modificats (transgènics), sempre que compleixin les obligacions legals que marca la normativa europea.

D'altra banda, el Reglament sobre etiquetatge (1830/2003) estableix el llindar del 0,9 % de contingut de transgènics per sobre del qual els productes s'hauran d'etiquetar com a tals. D'acord amb aquest reglament, la presència accidental d'organismes genèticament modificats (OGM) per sobre del llindar del 0,9 % en un cultiu inicialment no transgènic, determinaria que aquest cultiu s'hagués d'etiquetar com a transgènic, fet que podria en algun cas perjudicar econòmicament l'agricultor.

El blat de moro transgènic resistent al barrinador, anomenat *blat de moro Bt*, es cultiva a Espanya des del 1998. El nombre d'hectàrees cultivades amb aquestes varietats ha anat augmentant fins a arribar durant la campanya del 2006 a les 53,667 ha, l'11,92 % del total (MAPA, 2007). A Catalunya, l'any passat se'n varen cultivar 19.840 ha, que representen un 40,7 % del total de la superfície conreada amb blat de moro (DAR, 2007). Malgrat que les empreses productores de blat de moro Bt subministren una guia de bones pràctiques agràries per tal d'afavorir la coexistència, aquesta no és d'obligat compliment ja que encara no existeix al nostre país una normativa oficial que la reguli.

La coexistència pot ser alterada per la presència accidental de material transgènic als cultius convencionals o ecològics, que pot estar determinada per diversos factors, com per exemple la puresa de la llavor, la pol·linització creuada, la presència de renadius i finalment les possibles barreges durant la collita i la postcollita. Així, però, la pol·linització creuada és la que desperta més preocupació perquè en condicions de camp és difícil controlar-la.

L'objectiu d'aquest estudi és fer el seguiment durant tres anys d'una zona on conviuen el blat de moro Bt i el convencional, i avaluar en la situació real dels cultius l'efecte de la pol·linització creuada sense que hi hagi mesures concretes de contenció.

2. Material i mètodes

La zona d'estudi està situada al pla de Foixà, de clima mediterrani per la proximitat al mar. Les parcel·les de la zona són molt petites (0,5-5 ha, amb una mitjana al voltant de 2 ha). La superfície total estudiada era de 400 ha, amb una part central de 100 ha de què es van

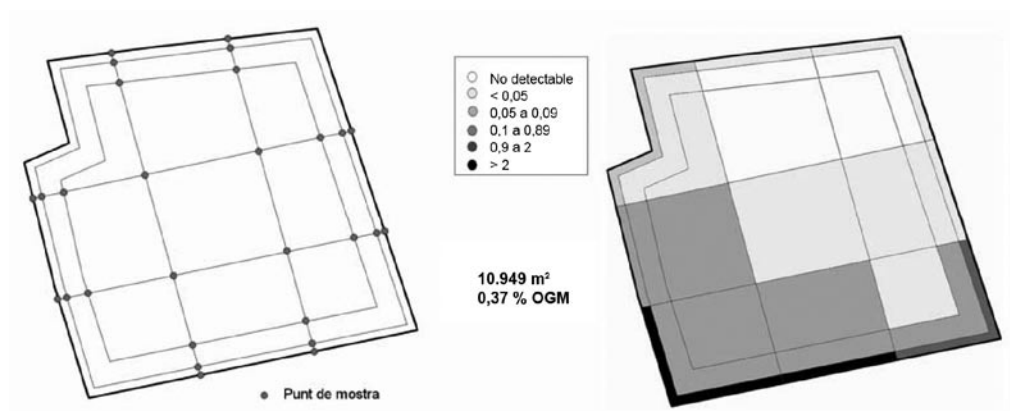


Figura 1. Exemple d'avaluació utilitzant el mètode dels transsectes. Esquerra: Esquema de la presa de mostres en un camp de Foixà. Dreta: Estima del contingut total del camp per integració dels valors parcials de les zones (mitjana dels valors dels vèrtexs).

escollir uns quants camps de blat de moro convencional cada any, per a prendre mostres i analitzar-les. També es va fer un seguiment de la zona del voltant on hi havia camps de blat de moro Bt que podien influir en el contingut accidental de blat de moro transgènic als camps convencionals de l'àrea central. Les dades de velocitat i direcció del vent, pluviometria i temperatura es van prendre en una estació meteorològica situada a la zona.

Es van elaborar mapes a partir de dades cadastrals i ortofotos aèries, per identificar els diferents tipus de cultiu (cereals, fruiters, arbres, camps erms, blat de moro, etc.), així com les barreres naturals o arquitectòniques que d'alguna manera podien influir en la disseminació del pol·len. Durant la campanya de cultiu es van contactar tots els agricultors per establir la varietat cultivada i la data de sembra, i es van escollir els camps de blat de moro convencional més representatius de les diferents situacions trobades. D'aquests camps, així com dels transgènics del voltant, es va controlar l'evolució dels òrgans florals i la dinàmica de l'emissió de pol·len. Per avaluar el flux genètic produït es va fer un mostreig estratificat tenint en compte que la major part de la pol·linització creuada s'acumula a les vores del camp. Sobre quatre transsectes (dos longitudinals i dos transversals) es van prendre mostres als 0 m (vorera), 3 m i 10 m cap a l'interior del camp i també als punts d'encreuament dels transsectes (figura 1). D'aquesta manera, el camp quedava dividit en miniparcel·les amb valors mostrals a tots els vèrtexs. El valor del camp s'obtenia per la mitjana de les miniparcel·les ponderada per la seva àrea corresponent. Cada mostra era formada per tres panotxes, les quals es varen emmagatzemar en una cambra per assecar-les abans d'analitzar-les.

L'extracció i la quantificació del contingut de DNA transgènic es va portar a terme tal com es descriu a Messeguer *et al.* (2006) utilitzant la tècnica de PCR a temps real (Hernández *et al.*, 2003, 2004). Els mapes de mostreig, un cop quantificat el contingut de DNA, es

varen situar al mapa general de Foixà per poder identificar la influència que cadascun dels camps transgènics veïns podia haver tingut en el contingut total de transgènic dels camps convencionals. Amb les dades de 2004 d'aquesta zona i d'una altra situada a Lleida, es va desenvolupar un índex predictiu, anomenat *índex global*, que ens permet predir el contingut de presència accidental de transgènic en un camp convencional, deguda a la pol·linització creuada. La fiabilitat d'aquest índex es va verificar amb les dades de 2005 (quatre camps mostrejats) i 2006 (cinc camps mostrejats).

3. Resultats i discussió

En analitzar el percentatge de blat de moro cultivat a la zona de Foixà durant un període de tres anys (el 67 % el 2004, el 6 % el 2005 i el 61 % el 2006), es va detectar una disminució anual petita però constant sobre el total d'hectàrees cultivades. Aquesta disminució es pot atribuir a les condicions creixents de sequera dels dos darrers anys juntament amb el fet que el preu de venda ha estat baix enfront dels alts costos del cultiu, fet que ha induït els pagesos a canviar de conreu. Pel que fa al cultiu de blat de moro transgènic, s'obtingueren uns percentatges del 37 % el 2004, del 22 % el 2005 i del 53 % el 2006 sobre el total d'hectàrees dedicades al blat de moro. La disminució del 2005 de la superfície cultivada de blat de moro transgènic podria ser deguda a l'abundor de sèmbrs primerenques d'aquell any i també en part al fet que a la primavera del 2005 el Govern espanyol va anunciar la imminència d'una llei de coexistència molt restrictiva que encara no s'ha aprovat. D'altra banda, s'ha observat també que hi ha un increment de superfície i que al mateix camp es planten els dos tipus de blat de moro. El 78 % de la superfície de blat de moro d'aquesta zona pertany a pagesos que fan servir tant blat de moro transgènic com convencional, mentre que el 21 % pertany a cultivadors només de blat de moro convencional i l'1% restant usa sempre transgènic. Els estudis sobre les dates de sembra del blat de moro Bt i convencional durant els tres anys mostra situacions diferents, degudes a la pluviometria de la zona durant aquest període, però hi ha una tendència clara a sembrar varietats convencionals durant els primers mesos i transgèniques en mesos més tardans. Això és normal, ja que quan el blat de moro es pot sembrar aviat, els danys produïts pel barrinador són menors que quan s'ha de sembrar tardanament.

En la figura 2 es mostra per a cada campanya de cultiu el nombre de camps florits en cada moment.

Clarament es pot apreciar la tendència dels agricultors de la zona de plantar blat de moro convencional en les sèmbrs primerenques i reservar el transgènic per a les tardanes, quan l'efecte del barrinador és més fort. Els anys 2004 i 2006 presenten una floració clarament separada en dos pics gairebé equivalents, mentre que l'any 2005 la separació és menor i el nombre de camps convencionals és molt alt. Les condicions climàtiques d'aquell any foren diferents dels altres dos estudiats. La temperatura durant el període de sembra fou més baixa i, en canvi, els últims mesos just abans de la floració foren més calorosos. El

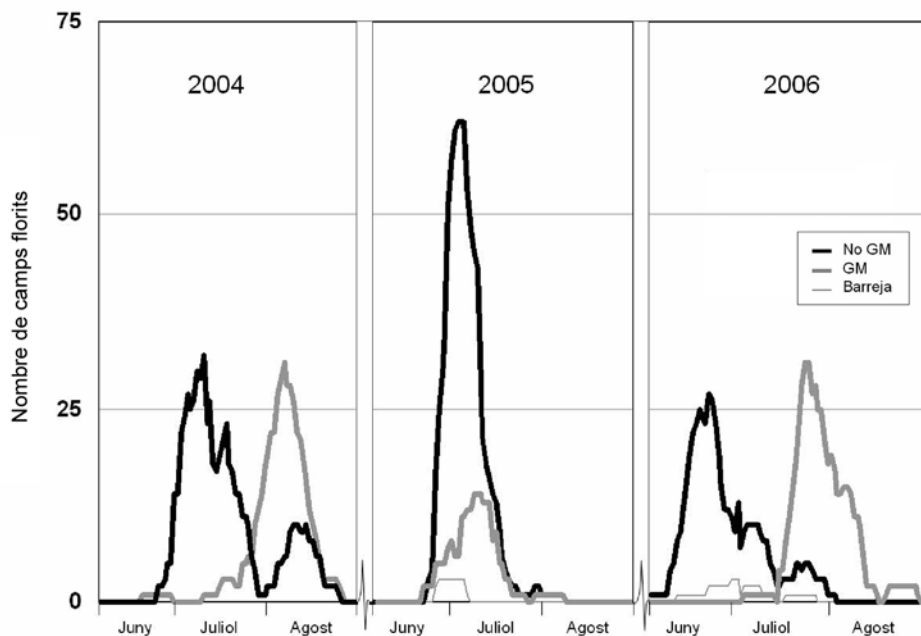


Figura 2. Evolució del nombre de camps coincidents en floració durant els tres anys de l'estudi.

blat de moro, com molts altres cultius, es desenvolupa segons les temperatures acumulades i aquest any l'avantatge aconseguit en ($^{\circ}\text{C}/\text{dia}$) en les sèmres primerenques fou molt petit i fàcilment compensat pels calorosos dies de juliol. Els estudis fets el 2004 sobre Foixà i Térmens (Lleida) varen posar de manifest que els dos factors més importants a tenir en compte en el flux de gens eren la coincidència en la floració i la distància entre els camps considerats. Amb aquestes dades es va elaborar un índex empíric que concordava perfectament amb les dades de camp i que permetia extrapolar i predir els resultats futurs només segons les dates de floració i les distàncies. Altres factors com el vent, que en assaigs anteriors (camp donador contra camp receptor) semblaven molt importants, tenien un efecte molt diluït en condicions reals on els camps transgènics estaven repartits per tot arreu. Aquest índex es va validar aplicant-lo als camps que l'any 2005 i el 2006 es varen estudiar i analitzar amb detall. Els resultats varen ser molt concordants ($R^2 = 0,93$, $n = 9$, i un pendent de $0,92$) i satisfactoris, ja que els resultats calculats per l'índex foren molt ajustats als valors obtinguts per l'anàlisi directa del camp. Aplicant aquest índex *a posteriori* a tots els camps de blat de moro de la zona de Foixà i a les tres campanyes estudiades, es va poder estimar que només en un 5 % dels casos superaria el llindar del 0,9 % establert i que si tots

els camps convencionals de la zona s'hagueren recol·lectat conjuntament, el valor mitjà obtingut haguera estat de 0,11 el 2004; de 0,09 el 2005 i de 0,25 el 2006. Aquest estudi és el més complet fet fins ara sobre una zona real on durant tres anys s'han seguit amb detall les pràctiques culturals, l'evolució dels cultius i especialment la pol·linització creuada produïda en una situació real de coexistència sense cap estratègia de contenció obligatòria. La tendència principal dels agricultors d'aquesta zona ha estat sembrar blat de moro convencional o transgènic segons les dates de sembra, que depenen molt del règim de pluges de l'any. En general, els cultivadors prefereixen sembrar blat de moro GM en les sembres tardanes, precisament quan la plaga del barrinador pot fer més estralls. D'altra banda, els resultats obtinguts posen de manifest que el flux entre camps amb floracions molt separades (més de deu dies) és pràcticament nul, de manera que la separació entre les dates de sembra pot ser una eina útil per a regular la coexistència, especialment en les condicions de clima temperat, on les separacions entre sembres primerenques i tardanes són grans. L'índex que s'ha fet servir en aquests estudis s'ha revelat com una eina molt útil, atesa la senzillesa i l'ajust, per a detectar sobre el paper els possibles punts conflictius en una situació de coexistència real.

Bibliografia

HERNÁNDEZ, M *et al.* (2003), *Transgenic Res.*, núm. 12, p. 179-189.

— (2004), *J. Agric. Food Chem.*, núm. 52, p. 4632-4637.

MESSEGUER, J. *et al.* (2006), *Plant Biotechnology Journal*, núm. 4, p. 633-645.