

DOSSIERTÈCNIC

FORMACIÓ I ASSESSORAMENT AL SECTOR AGROALIMENTARI

N27 NOVETATS EN EL CONREU DE PANÍS

Març 2008

P03 Varietats de blat de moro per a la campanya 2008 **P15** Les micotoxines en el cultiu del blat de moro per a gra **P19** Coexistència en situació real entre blat de moro transgènic i convencional **P24** L'Entrevista



ruralCat

La comunitat virtual agroalimentària
i del món rural

www.ruralcat.net



Generalitat de Catalunya
**Departament d'Agricultura,
Alimentació i Acció Rural**
www.gencat.cat/darp





PRESENTACIÓ

El blat de moro és, de fa anys, la primera collita mundial: supera el blat i l'arròs de llarg pel que fa a gra –i encara no comptem l'ús de la planta sencera en sitges per a vaques de llet, o el procés de fermentació anaeròbia per l'obtenció de biocombustibles.

No és una casualitat que sigui la primera collita mundial, perquè disposa d'aptitud fotosintètica excel·lent (grup de plantes C-4); permet una bona conversió de l'adob químic en matèria seca elaborada (1:100 en el nitrogen); i dóna un rendiment molt satisfactori als volums d'aigua evapotranspirada per fabricar un quilo de matèria seca (300:1).

També és la primera collita mundial en l'aplicació industrial després del cicle vegetatiu: podríem dir que “serveix per a tot”.

Aquest document que presentem avui dóna referències pràctiques que ajuden a triar les varietats més ben adaptades a les condicions climàtiques de Catalunya. També es parla de la importància de les micotoxines (perilloses sobretot al període d'estada al magatzem) després dels llandars aprovats a Brussel·les, que resulten prou “estimulants”: és a dir, valdrà la pena des d'ara prendre mesures perquè el nostre blat de moro no quedi “fora de joc” per contaminació

microbiana. Finalment, noves referències sobre la coexistència entre transgènics i convencionals confirmen que, si es fan les coses bé, no hi ha d'haver problema en aquest punt. L'opinió pública té el dret a pensar el que vulgui, però també la pagesia pot aprofitar els avantatges de la millora genètica actual, respectant, no cal dir, la normativa.

La planta ja es veu que té present, però pensem que també té futur... primer, perquè arrossega una història única de variabilitat genètica contrastada, capaç de proporcionar varietats centrades en productes especials; i segon, perquè és campiona en produir matèria seca per hectàrea, o per metre cúbic evapotranspirat o per quilo d'adob emprat –i tot això la fa molt eficaç en la síntesi del carboni atmosfèric (que sobra) i en l'alliberament de l'oxigen (que falta). I no es pot oblidar que els volums d'aigua evapotranspirada que el blat de moro fa servir van a l'atmosfera, ben filtrats, i milloren les pluges futures més que altres opcions de la producció vegetal.

Agustí Mariné Cunill

President d'AGPME (Associació General de Productors de Panís d'Espanya)

Dossier Tècnic. Núm. 27
“Novetats en el conreu de panís”
Març de 2008

Edició

Direcció General d'Alimentació,
Qualitat i Indústries Agroalimentàries.

Consell de Redacció

Joan Gené Albesa, Ramon Lletjós Castells, Joaquim Porcar Coderch, Jaume Sió Torres, Elisabet Cardoner Martí, Joan Barniol Garriga, Agustí Fonts Cavestany (IRTA), Santiago Riera Lloveras (Premsa), Joan S. Minguet Pla i Josep M. Masses Tarragó.

Coordinació

Josep Maria Masses Tarragó.

Producció

Teresa Boncompte Ribera, Josep Maria Masses Tarragó
i Annabel Teixidó Martínez.

Correcció i assessorament lingüístic

Joan Ignasi Elias Cruz.

Grafisme i maquetació

Quin Team!

Impressió

El Tinter
(empresa certificada ISO 14001 i EMAS)
Paper 50% reciclat i 50% ecològic.

Dipòsit legal

B-16786-05
ISSN: 1699-5465

El contingut dels articles és responsabilitat dels autors. DOSSIER TÈCNIC no s'hi identifica necessàriament. S'autoritza la reproducció total o parcial dels articles citant-ne la font i l'autor.

DOSSIER TÈCNIC es distribueix gratuïtament. En podeu demanar més exemplars a l'adreça: dossier@ruralcat.net

Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural
Gran Via de les Corts Catalanes, 612, 4a planta
08007 - Barcelona
Tel. 93 304 67 45. Fax. 93 304 67 02
e-mail: dossier@ruralcat.net

Més recursos, enllaços i versió electrònica al web de RuralCat:
www.ruralcat.net

Foto portada:

Detall d'un camp d'assaig de panís.
Foto: IRTA-Mas Badia

VARIETATS DE BLAT DE MORO PER A LA CAMPANYA 2008

Resultats i recomanacions a partir de la Xarxa d'Avaluació de Varietats de l'IRTA a Catalunya



Camp d'assaig de varietats de blat de moro de la Tallada d'Empordà (el Baix Empordà).
Foto: J. Salvia



Camp d'assaig de varietats de blat de moro de la Tallada d'Empordà el dia de la jornada de camp.
Foto: J. Salvia

01 Resultats de la campanya 2007

Durant la campanya 2007, l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) ha portat a terme un any més la realització de la seva Xarxa d'Avaluació de Varietats de blat de moro amb la implantació de tres camps experimentals a les localitats del Poal (Pla d'Urgell), la Tallada d'Empordà (Baix Empordà) i la Vall d'en Bas (Garrotxa), que representen respectivament les zones agroclimàtiques dels Regadius de Lleida, Girona Litoral i Girona Interior, i on es concentra majoritàriament la producció de blat de moro per a gra a Catalunya.

Els assaigs s'han dut a terme en microparcel·les de 24 m² en base a la sembra de 4 rengs separats 0,75 m i de 8 m de llarg, amb dissenys experimentals en fila-columna llatinitzat o bé α -lattice. La densitat de sembra ha estat de 80.000 plantes/ha i tant l'avaluació de la producció com la resta d'observacions i avaluacions de tipus agronòmic s'han realitzat en els dos rengs centrals de cada microparcel·la.

La Xarxa d'Avaluació de Varietats de Blat de Moro de l'IRTA està cofinançada per les empreses de llavors i té com a objectiu avaluar l'adaptació i el comportament en les condicions de les principals zones productores catalanes, de les noves varietats comercials de blat de moro de cicles 700, 600 i 500 que van apareixent en el nostre

mercat. L'objectiu és poder aportar tota aquesta informació puntualment a l'agricultor per tal que pugui resultar-li d'utilitat a l'hora de decidir la varietat a sembrar en cada campanya.

La sequera enregistrada durant el primer trimestre de 2007 feia témer restriccions en la campanya de reg a la major part de la zona de Regadius de Lleida i també del Litoral de Girona, però finalment s'ha desenvolupat sense problemes. La pluviometria enregistrada durant el mes d'abril no va deixar portar a terme les sembres fins a finals de mes tant al Litoral de Girona com als Regadius de Lleida. La data de sembra ha estat, per aquest motiu, una mica tardana respecte al que sol ser habitual en ambdues zones.

La climatologia durant el cicle de conreu ha estat marcada per la manca de pluviometria i un règim tèrmic relativament suau, sense calor molt intensa, tret dels primers mesos (maig i juny) en què les temperatures van ser clarament superiors a la mitjana.

Els assaigs del litoral gironí i dels Regadius de Lleida han gaudit d'un excel·lent nivell de sanitat general, amb molt poca presència de barrinadors (*Ostrinia nubilalis* i *Sesamia nonagrioides*) i absència també pràcticament total de podridures de la base de les tiges, tret de les varietats DKC6041YG, BREAKER, PR33P66, PR33A46 i PR32P76, amb un 5% o més de plantes afec-

tades. Aquest bon nivell sanitari de les plantes i l'absència de vents forts a final de cicle s'ha traduït en un nivell de trencament de canyes pràcticament nul.

El nivell d'infecció per virosi (MDMV) ha estat, un any més, baix, amb un 3% de plantes infectades com a mitjana al Poal (Pla d'Urgell). Cal destacar, però, el 8% de plantes infectades de GOLDEXTRA i ES CALIENTE, així com el 7% en el cas de SUNDI CS i PR33A46.



L'objectiu de la Xarxa d'Avaluació de Varietats que l'IRTA porta a terme a Catalunya és poder aportar puntualment informació a l'agricultor a l'hora de decidir la varietat a sembrar en cada campanya.

Els camps d'assaig del litoral gironí i regadius de Lleida han gaudit d'un excel·lent nivell de sanitat, amb molt poca presència de barrinadors.

Taula 1. Resultats de producció i índex productius respecte a la varietat ELEONORA obtinguts en els camps d'assaig del Poal (Pla d'Urgell), la Tallada d'Empordà (Baix Empordà) i la Vall d'en Bas (Garrotxa) durant la campanya 2007.

El Poal (el Pla d'Urgell). Regadius de Lleida				La Tallada (el Baix Empordà). Girona Litoral				La Vall d'en Bas (la Garrotxa). Girona Interior			
VARIETAT	Producció (kg/ha 14 % humitat)	Índex respecte ELEONORA (%)		VARIETAT	Producció (kg/ha 14 % humitat)	Índex respecte ELEONORA (%)		VARIETAT	Producció (kg/ha 14 % humitat)	Índex respecte ELEONORA (%)	
CICLE 700				CICLE 700				CICLE 600			
DKC 6666	15709	108,4	A	PR32W86	18711	119,0	A	PR33Y74	16138	110,7	A
PR31N28 (*)	15162	104,6	AB	HELEN Bt (*)	18296	116,3	AB	PR33A46	15534	106,6	AB
GUADIANA	15128	104,4	ABC	DKC 6666	17459	111,0	ABCD	ES CALIENTE	15346	105,3	ABC
KUADRO	15082	104,1	ABC	PR31N28 (*)	17045	108,4	ABCD	ELEONORA (T) (***)	14576	100,0	ABC
HELEN Bt (*)	14996	103,5	ABC	GUADIANA	16974	107,9	ABCD	GUADALQUIVIR	14466	99,2	ABC
ADELIN	14824	102,3	ABC	DKC 6575 (*)	16754	106,5	ABCD	SANCIA	14359	98,5	ABC
AACCEL	14720	101,6	ABC	KUADRO	16108	102,4	ABCDE	VIVANI CS	14295	98,1	ABC
PR32W86	14622	100,9	ABC	ADELIN	16049	102,1	ABCDE	GOLDEXTRA	14244	97,7	ABC
KERMESSE	14515	100,2	ABC	TIETAR	16009	101,8	ABCDE	MAS61A	14030	96,3	ABC
ELEONORA (T)	14491	100,0	ABC	HELEN	15875	101,0	ABCDE	KLIMT	13925	95,5	ABC
TIETAR	14351	99,0	ABC	ELEONORA (T)	15725	100,0	ABCDE	ASTURIAL	13804	94,7	ABC
PR31D58 (****)	14255	98,4	ABC	MAS72A	15562	99,0	ABCDE	SUNDI CS	12904	88,5	BC
BREAKER	14176	97,8	ABC	PR31D58 (****)	15064	95,8	BCDE	CECILIA	12466	85,5	C
NK-ARMA	14141	97,6	ABC	NK-ARMA	14741	93,7	BCDE				
HELEN	14123	97,5	ABC	AACCEL	14731	93,7	BCDE				
DKC 6575 (*)	14017	96,7	ABC	ES BRONCA	14711	93,5	BCDE				
ES BRONCA	14012	96,7	ABC	BREAKER	14315	91,0	CDE				
PR32P76 (*)	13730	94,8	ABC	PR32P76 (*)	14193	90,3	DE				
MAS72A	13613	93,9	ABC	MISTRAL	12783	81,3	E				
MISTRAL	13071	90,2	BC								
VARENNE	12779	88,2	BC								
CICLE 600				CICLE 600				CICLE 500			
KLIMT	14822	102,3	ABC	PR33Y74	18985	120,7	A	PR34N84	14937	102,5	ABC
PR33Y74	14746	101,8	ABC	PR33A46	17577	111,8	ABC	JOLLY	14815	101,6	ABC
SANCIA	14746	101,8	ABC	GUADALQUIVIR	17062	108,5	ABCD	DKC 5542	14558	99,9	ABC
PR34N43 (**)	14472	99,9	ABC	VIVANI CS	16639	105,8	ABCD	GOLDRAILER	14328	98,3	ABC
MAS60YG (*)	14437	99,6	ABC	KLIMT	16555	105,3	ABCD	PR34N43	14176	97,3	ABC
GUADALQUIVIR	14324	98,9	ABC	PR33P67 (*)	16481	104,8	ABCD	VENICI CS	14120	96,9	ABC
DKC 6041YG (*)	14207	98,0	ABC	MAS60YG (*)	16216	103,1	ABCDE	AACIENDA	13925	95,5	ABC
ES CALIENTE	13950	96,3	ABC	ES CALIENTE	16115	102,5	ABCDE	ALINEA	13780	94,5	ABC
AZEMA YG (*)	13928	96,1	ABC	SANCIA	16085	102,3	ABCDE	ES CAJOU	13718	94,1	ABC
BELES SUR (*)	13928	96,1	ABC	ASTURIAL	16051	102,1	ABCDE	LG 35.31	13539	92,9	ABC
SUNDI CS	13829	95,4	ABC	PR33P66	15787	100,4	ABCDE	VIGOROSO	13317	91,4	ABC
PR33P67 (*)	13535	93,4	ABC	ASTURIAL Bt (*)	15776	100,3	ABCDE	GOLDFIRST	13071	89,7	BC
VIVANI CS	13374	92,3	ABC	PR34N43 (**)	15321	97,4	BCDE	TYREXX	12712	87,2	BC
PR33P66	13171	90,9	BC	GOLDEXTRA	15291	97,2	BCDE				
GOLDEXTRA	13024	89,9	BC	BELES SUR (*)	15164	96,4	BCDE				
PR33A46	12761	88,1	BC	DKC 6041YG (*)	15133	96,2	BCDE				
MAS61A	12217	84,3	C	MAS61A	14347	91,2	CDE				
				AZEMA YG (*)	14044	89,3	DE				
				SUNDI CS	13874	88,2	DE				

Varietat testimoni ELEONORA

Coefficient de variació **5,08%**

Nivell significació varietats p-valor < 0,0001

Nivell significació blocs p-valor = 0,7431

Producció mitjana de l'assaig 14020 kg/ha

Producció equivalent índex 100 14491 kg/ha

Varietat testimoni ELEONORA

Coefficient de variació **5,96%**

Nivell significació varietats p-valor < 0,0001

Nivell significació blocs p-valor = 0,0360

Producció mitjana de l'assaig 15724 kg/ha

Producció equivalent índex 100 15725 kg/ha

Varietat testimoni ELEONORA

Coefficient de variació **5,33%**

Nivell significació varietats p-valor < 0,0007

Nivell significació blocs p-valor = 0,0580

Producció mitjana de l'assaig 14014 kg/ha

Producció equivalent índex 100 14576 kg/ha

(*) Varietats GM autoritzades derivades del MON 810.

(**) Varietat de cycle 500

(***) Varietat de cycle 700

(****) Varietat de cycle 800

La separació de mitjanes s'ha realitzat amb el test de Edwards&Berry ($\alpha=0,05$). Varietats amb la mateixa lletra no difereixen significativament entre si.

En el camp experimental de l'interior de Girona hi ha hagut forta presència de podridures de la base de les tiges amb un 21% de plantes infectades com a mitjana de l'assaig, però amb varietats fortament afectades, com ara TYREXX, VIVANI CS, GUADALQUIVIR, SUNDI CS, KLIMT, DKC5542 o ASTURIAL, entre altres. Malgrat això, tampoc en aquest camp no hi ha hagut nivells de trencament de canyes destacables.

La Taula 1 mostra les varietats assajades i els resultats productius obtinguts a cadascun dels tres camps experimentals. Les varietats assajades a les zones de Girona Litoral i Regadius de Lleida han estat majoritàriament de cicles 600 i 700 FAO, mentre que les assajades a l'Interior de Girona ho han estat de cicles 500 i 600 FAO. La varietat testimoni ha estat en tots els casos ELEONORA que, tot i portar molts anys conreant-se, continua essent una molt bona referència amb qui poder comparar el comportament dels nous híbrids. Les produccions mitjanes dels camps d'assaig han estat elevades, d'acord amb les obtingudes a les respectives zones en sembres comercials.

02 Aspectes a valorar en l'elecció de la varietat

02.01 El rendiment

El principal criteri a l'hora de seleccionar la varietat a sembrar és normalment la productivitat. Per a un mateix volum de despeses, el marge més alt de benefici del cultiu s'assolirà amb la major producció obtinguda. Aquesta major productivitat podem buscar-la de forma directa en

els híbrids que ofereixen un elevat potencial de producció i bona adaptació a una determinada zona de conreu, o bé de manera indirecta intentant disminuir el risc de pèrdues en la producció que són degudes a atacs de malalties o altres, amb la sembra de varietats resistents. Resulta, doncs, important poder disposar de la informació sobre el comportament de les varietats a cada zona, no tan sols des del punt de vista productiu, sinó també respecte a la seva resposta enfront determinades malalties o alteracions. En aquest sentit, la Xarxa d'Avaluació de Varietats de l'IRTA intenta valorar tots aquests paràmetres en el nou material vegetal que va apareixent al mercat, per tal de proporcionar als productors catalans de blat de moro tota aquesta informació cada campanya de manera puntual.

A l'hora de consultar resultats productius abans de decidir la varietat a sembrar, és freqüent mirar només els resultats obtinguts per determinades varietats durant l'última campanya. És evident que això comporta un risc, ja que el comportament varietal no és constant i varia segons les característiques de l'any. Així, un híbrid sensible a podridures de la tija (*Fusarium spp.*) pot obtenir resultats molt bons en un any en el qual no hi hagi hagut condicions d'infecció, però pot fracassar en campanyes on la pressió de la malaltia és més important. Una de les formes més immediates i segures de minimitzar aquest risc és la consulta dels resultats plurianuals. L'anàlisi dels resultats d'una varietat en una determinada zona al llarg de diverses campanyes ens dona una visió més àmplia i segura del seu comportament, ja que tenim moltes més probabilitats d'incloure campanyes amb condicions diferents.



ELEONORA continua essent una bona referència per a la comparació de la productivitat dels nous híbrids.

Com més llarga pugui ser la sèrie plurianual que consultem, més "seguretat" tindrem de que les varietats que hi destaquen siguin realment les que millor comportament mostren a la zona. En aquesta informació és on es basa principalment la recomanació de sembra de varietats que es fa cada any per a cada zona des de la Xarxa d'Avaluació de Varietats de l'IRTA, i que s'ofereix també en el present article.



Amb la sembra de varietats resistents es pot intentar disminuir el risc de pèrdues en la producció causades per atacs de malalties o accidents.

Camp experimental d'avaluació de varietats de blat de moro a la zona de Regadius de Lleida. Foto: A. López Querol





L'anàlisi dels resultats d'una varietat al llarg de diverses campanyes ens dona una visió més àmplia i segura del seu comportament.

Les Taules 2, 3 i 4 mostren, respectivament, els resultats plurianuals de les varietats assajades a les zones de Regadius de Lleida, Girona Litoral i Girona Interior durant les 4 últimes campanyes. Les dades reflecteixen tant els valors absoluts de les produccions mitjanes al llarg de les diferents campanyes, com els índexs percentuals respecte a la varietat de referència o testimoni que és ELEONORA en els dos primers casos, i CECILIA en el cas de la zona de Girona Interior.

La Figura 1 mostra la representació gràfica dels índexs productius respecte a la varietat de referència ELEONORA de les varietats de cycle 600 i 700 assajades a les zones de Regadius de Lleida i Girona Litoral. L'objectiu d'aquest gràfic és el de poder detectar amb facilitat aquells híbrids que mostren una millor adaptabilitat general, és a dir, que es comporten bé en ambdues zones. La seva observació ens mostra que totes les varietats que s'han comportat productivament millor que ELEONORA al litoral gironí, també han mostrat aquest comportament superior a Lleida. Són híbrids que mostren elevats potencials productius i bona adaptabilitat general i que són recomanats per a qualsevol d'ambdues zones. Dels cinc híbrids que destaquen en aquest sentit, tres són modificats genèticament autoritzats amb resistència a barrinadors (*Ostrinia nubilalis* i *Sesamia nonagrioides*). La presència habitual d'aquestes dues plagues en els conreus de blat de moro d'ambdues zones fa que les varietats resistents hi mostrin en conjunt millors resultats productius. La Figura 1 mostra també alguns híbrids amb bon comportament a Lleida, però no tan bo a Girona Litoral. És el cas de SANCIA, TIETAR o PR34N43. La seva major sensibilitat a determinades alteracions de tipus parasitari o accidents fisiològics més freqüents al litoral gironí fa que, en aquests casos, el seu millor comportament es mostri tan sols als regadius de Lleida.

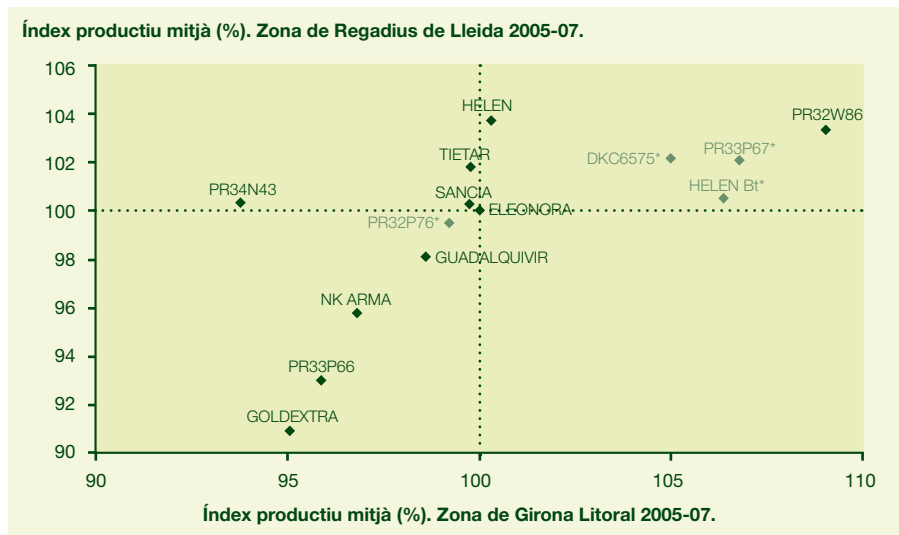
Taula 2. Sèrie plurianual dels resultats de producció de les varietats assajades a la zona de Regadius de Lleida durant el període 2004-2007.

VARIETAT	4 anys (2004-07)			3 anys (2005-07)			2 anys (2006-07)		
	Producció (kg/ha 14 % humitat)	Índex respecte ELEONORA (%)		Producció (kg/ha 14 % humitat)	Índex respecte ELEONORA (%)		Producció (kg/ha 14 % humitat)	Índex respecte ELEONORA (%)	
CICLE 700									
HELEN Bt *	14363	103,4	A	13596	100,5	AB	13920	102,2	ABCD
DKC 6575 *	14202	102,3	AB	13824	102,2	AB	13348	98,0	ABCDE
HELEN	14091	101,5	AB	14026	103,7	A	13492	99,0	ABCDE
KERMES	14009	100,9	AB	13964	103,2	A	13869	101,8	ABCD
ELEONORA (T)	13889	100,0	AB	13529	100,0	ABC	13622	100,0	ABCDE
TIETAR	13777	99,2	AB	13767	101,8	AB	13606	99,9	ABCDE
VARENNE	13655	98,3	AB	13143	97,1	ABC	12614	92,6	CDE
NK ARMA	13521	97,4	AB	12967	95,8	ABC	13532	99,3	ABCDE
PR32W86				13981	103,3	A	13314	97,7	ABCDE
PR32P76 *				13460	99,5	ABC	13513	99,2	ABCDE
DKC 6666							14675	107,7	A
GUADIANA							14233	104,5	AB
ES BRONCA							13208	97,0	BCDE
CICLE 600									
PR33P67 *	14238	102,5	AB	13814	102,1	AB	13599	99,8	ABCDE
SANCIA	14196	102,2	AB	13564	100,3	AB	14039	103,1	ABC
PR34N43 **	14163	102,0	AB	13568	100,3	AB	13831	101,5	ABCD
GUADALQUIVIR	13777	99,2	AB	13267	98,1	ABC	13476	98,9	ABCDE
PR33P66	13209	95,1	B	12579	93,0	BC	12751	93,6	BCDE
GOLDEXTRA				12296	90,9	C	12532	92,0	DE
KLIMT							14092	103,5	ABC
BELES SUR *							14037	103,0	ABC
DKC 6041YG *							13594	99,8	ABCDE
VIVANI CS							12985	95,3	BCDE
SUNDI CS							12926	94,9	BCDE
PR33A46							12263	90,0	E

(*) Varietats GM autoritzades derivades del MON 810. (**) Varietat de cycle 500
La separació de mitjanes s'ha realitzat amb el test de Edwards&Berry ($\alpha=0,05$).

Varietats amb la mateixa lletra no difereixen significativament entre si.

Figura 1. Índexs productius mitjans respecte al testimoni ELEONORA de les varietats assajades tant a la zona de Regadius de Lleida com a Girona Litoral durant les campanyes 2005 a 2007.



(*) Varietats MG autoritzades

Taula 3. Sèrie plurianual dels resultats de producció de les varietats assajades a la zona de Girona Litoral durant el període 2004-2007.

VARIETAT	4 anys (2004-07)			3 anys (2005-07)			2 anys (2006-07)		
	Producció (kg/ha 14 % humitat)	Índex respecte ELEONORA (%)		Producció (kg/ha 14 % humitat)	Índex respecte ELEONORA (%)		Producció (kg/ha 14 % humitat)	Índex respecte ELEONORA (%)	
CICLE 700									
PR32W86	16442	107,8	A	16556	109,0	A	16096	107,0	A
HELEN Bt *	16360	107,3	A	16153	106,4	AB	15163	100,8	ABC
DKC6575 *	16140	105,8	AB	15942	105,0	ABC	14909	99,1	ABC
PR32P76 *	15699	102,9	ABC	15068	99,2	BCD	14305	95,1	BCD
ELEONORA (T)	15252	100,0	ABCD	15184	100,0	BCD	15038	100,0	ABC
HELEN	15104	99,0	BCD	15229	100,3	ABCD	14391	95,7	BCD
TIETAR	15020	98,5	BCD	15152	99,8	BCD	14700	97,8	ABC
NK ARMA	14501	95,1	CD	14702	96,8	CD	13995	93,1	CD
DKC 6666							15814	105,2	AB
GUADIANA							14589	97,0	ABC
ES BRONCA							14199	94,4	BCD
CICLE 600									
PR33P67 *	16051	105,2	AB	16215	106,8	AB	15267	101,5	ABC
GUADALQUIVIR	15042	98,6	BCD	14974	98,6	BCD	14741	98,0	ABC
SANCIA	14989	98,3	BCD	15144	99,7	BCD	14455	96,1	ABC
ASTURIAL	14848	97,4	CD	14983	98,7	BCD	14325	95,3	BCD
PR33P66	14596	95,7	CD	14558	95,9	DE	14656	97,5	ABC
PR34N43 **	14162	92,9	D	14241	93,8	E	13575	90,3	D
BELES SUR *				15650	103,1	ABCD	14369	95,6	BCD
ASTURIAL Bt *				15160	99,8	BCD	14238	94,7	BCD
GOLDEXTRA				14434	95,1	DE	13666	90,9	CD
PR33A46							14923	99,2	ABC
KLIMT							14700	97,8	ABC
DKC 6041YG *							14289	95,0	BCD
VIVANI CS							14279	95,0	BCD
SUNDI CS							13619	90,6	CD

(*) Varietats GM autoritzades derivades del MON 810. (**) Varietat de cycle 500. La separació de mitjanes s'ha realitzat amb el test de Edwards&Berry ($\alpha=0,05$).

Varietats amb la mateixa lletra no difereixen significativament entre si.

Taula 4. Sèrie plurianual dels resultats de producció de les varietats assajades a la zona de Girona Interior durant el període 2003-2007.

VARIETAT	3 anys (2003/04/07)			2 anys (2004/07)		
	Producció (kg/ha 14 % humitat)	Índex respecte CECILIA (%)		Producció (kg/ha 14 % humitat)	Índex respecte CECILIA (%)	
CICLE 600						
SANCIA	16637	106,4	A	16782	108,1	A
CECILIA (T)	15629	100,0	A	15519	100,0	A
ASTURIAL	15448	98,8	A	15341	98,9	A
ELEONORA *				16118	103,9	A
GUADALQUIVIR				15825	102,0	A
CICLE 500						
PR34N43				16294	105,0	A

(*) Varietat de cycle 700

La separació de mitjanes s'ha realitzat amb el test de Edwards&Berry ($\alpha=0,05$).

Varietats amb la mateixa lletra no difereixen significativament entre si.



La major sensibilitat de SANCIA, TIETAR i PR34N43 a determinades alteracions més freqüents al litoral gironí fa que el seu millor comportament es mostri a la zona de Regadius de Lleida.

02.02 El cicle

El cicle de la varietat és un altre dels factors importants a tenir en compte a l'hora de decidir el material vegetal a sembrar. Tradicionalment s'ha vingut associant una major productivitat als cicles més llargs pel fet d'estar més temps sobre el terreny en vegetació. Això ja no és sempre així, ja que els programes de millora i obtenció de nous híbrids han aconseguit treure al mercat material vegetal de cicle 600 que no tan sols competeix amb el millor de cicle 700, sinó que fins i tot a vegades el supera. Així, varietats de cicle 600 com SANCIA, PR33P67 i fins i tot de cicle 500 com PR34N43, mostren als regadius de Lleida un comportament productiu millor al de la majoria de material de cicle 700 (vegeu Taula 2). Les característiques climàtiques de les zones productores de Girona Litoral i Regadius de Lleida permeten la sembra en condicions normals de varietats de cicle 700 i fins i tot 800. A l'interior de Girona, en canvi, els híbrids més adaptats són normalment de cicle 600 o 500.

La sembra de varietats de cicle curt ens permet normalment obtenir produccions amb un menor contingut en humitat del gra, amb l'estalvi en despeses d'assecatge que això implica. La Figura 2 mostra la relació entre l'índex productiu i la humitat del gra a recol·lecció mitjans de les varietats assajades tant a la zona de Regadius de Lleida com a Girona Litoral durant les campanyes 2005 a 2007. Com és lògic, les humitats més baixes corresponen en general al material vegetal de cicle 600 i 500, però hi ha també una component varietal important que cal conèixer. En aquest sentit, cal destacar PR32W86 com a híbrid de cicle 700 amb excel·lents nivells de productivitat i, alhora, amb una de les humitats del gra a recol·lecció més baixes.



El nou material vegetal de cycle 600 no tan sols competeix en productivitat amb el de cycle 700, sinó que fins i tot el pot superar.

La sembra de varietats de cycle curt permet normalment obtenir produccions amb un menor contingut en humitat del gra que es tradueix en un estalvi en despeses d'assecatge.

A la zona de Girona Interior, els híbrids millor adaptats són els de cycle 500 i 600.

L'elecció d'un híbrid de cycle curt pot resultar especialment interessant en determinats supòsits que poden condicionar el conreu, com ara la necessitat d'una sembra precoç del següent cultiu en la rotació, condicions de restricció hídrica en els últims regs de campanya o en casos de sembra de blat de moro com a segona collita. En el primer cas, els dies d'avançament de la recol·lecció que pot permetre un híbrid de cycle curt poden resultar molt importants de cara a la preparació del terreny i sembra en bones condicions i a temps del cultiu posterior. En anys amb restriccions de reg que impliquin l'anul·lació de les últimes aportacions d'aigua al cultiu, la producció dels híbrids de cycle llarg es veurà sempre més afectada. En casos on la recol·lecció precoç de varietats d'ordi de cycle curt o pèsol en regadiu i la sembra directa immediata posterior de blat de moro permeti aquesta segona collita, resulta imprescindible fer-ho amb un híbrid de cycle més curt.



La sembra de varietats de cycle curt disminueix el risc de producció de micotoxines en el gra.



Camp experimental d'avaluació de varietats de blat de moro a la zona de Regadius de Lleida. Foto: J.A. Betbesé

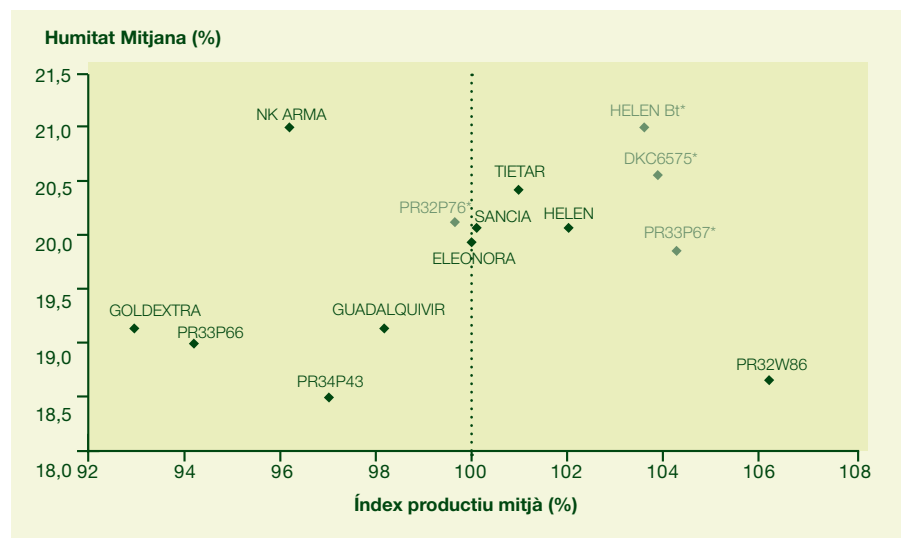
A banda d'aquests supòsits, la sembra de varietats de cycle curt pot resultar interessant també per tal de poder avançar la recol·lecció els dies necessaris per tal d'aprofitar preus de mercat més favorables a l'inici de la campanya i també per tal de disminuir el risc de producció de micotoxines en el gra en tenir aquest menys probabilitats de ser infectats per fongs atesa la seva menor humitat.

02.03 Resistència a malalties i accidents

02.03.01 Virosis

La resistència o susceptibilitat a virosis ha estat un dels factors determinants durant molts anys en l'èxit o fracàs del conreu d'una varietat a tota la Vall de l'Ebre. Fins fa no gaires campanyes, la virosi del mosaic (Maize Dwarf Mosaic Virus),

Figura 2. Relació entre l'índex productiu respecte a ELEONORA i la humitat del gra a recol·lecció mitjans de les varietats assajades a la zona de Regadius de Lleida i a Girona Litoral durant les campanyes 2005 a 2007.



(*) Varietats GM autoritzades

coneguda com a MDMV, ha estat la principal patologia d'aquest tipus que ha incidit de forma important en el conreu. En el decurs dels últims anys, aquesta incidència ha disminuït per diversos factors: d'una banda, els programes de millora i obtenció de nous híbrids han aconseguit incorporar resistència a aquesta infecció vírica en les seves noves varietats; d'altra banda, l'aparició i utilització d'herbicides selectius contra la canyota (*Sorghum halepense*) han aconseguit reduir de manera notable les poblacions d'aquesta infestant en els nostres camps de conreu. La canyota actua com a hoste i reservori de l'inòcul del virus i aquesta reducció en la seva població ha comportat alhora la de les infeccions per MDMV. La utilització de tractaments insecticides a la llavor per tal de protegir les plantes de blat de moro durant els primers estadis del seu desenvolupament han col·laborat també de forma important a la disminució del problema, en reduir ostensiblement les probabilitats d'infecció per part dels insectes que actuen com a transmissors de la patologia.

Tot i aquesta disminució observada en la incidència i gravetat dels danys causats per MDMV, és molt important la sembra de varietats que hagin mostrat la seva resistència a la malaltia en zones de conreu amb aquest endemisme. Infeccions importants en camps de conreu de varietats sensibles comporten sempre una disminució del rendiment que pot arribar a comprometre seriosament la producció.

L'anomenat virus del nanisme (Maize Rought Dwarf Virus) no ha estat fins ara tan important en freqüència, però els seus danys poden arribar a resultar més greus. La presència del virus sol limitar-se a la infecció de plantes aïllades principalment en els perímetres dels camps de conreu, però una pressió notable de MRDV en camps conreats amb varietats sensibles pot comportar una pèrdua molt important de producció.

Resulta, doncs, important conèixer el nivell de sensibilitat d'una determinada varietat a l'hora de decidir la seva sembra, sobretot en cas que els camps de conreu estiguin ubicats en zones amb presència d'aquests dos tipus de virus. La Figura 3 mostra el percentatge mitjà de plantes infectades per virus del mosaic (MDMV) i per virus del nanisme (MRDV) en les varietats assajades a la zona de Regadius de Lleida i Girona Litoral durant les campanyes 2005 a 2007. En el gràfic s'observa la distribució de les diferents varietats controlades en base al seu nivell d'infecció avaluat en ambdues zones al llarg de les 3 últimes campanyes. Cal recordar que, com mostra l'escala de divisió dels dos eixos del gràfic, els percentatges de plantes infectades en aquest període ha estat baix. Tot i això, pot observar-se com hi ha varietats com ara ELEONORA, PR32W86 o NK ARMA que es mostren pràcticament com a resistents a ambdós tipus de virus, mentre que altres com GOLDEXTRA, semblen mostrar-s'hi clarament més susceptibles.



La resistència o susceptibilitat a virus ha estat un dels factors determinants durant molts anys en l'èxit o fracàs del conreu d'una varietat a tota la Vall de l'Ebre.

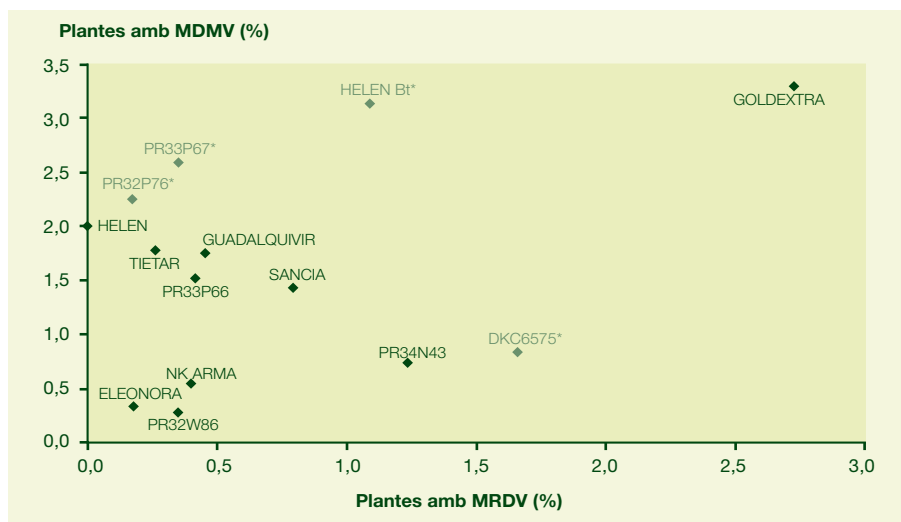
ELEONORA, PR32W86 i NK ARMA s'han mostrat fins ara com a pràcticament resistents a virus.

02.03.02 Plantes trencades

Amb freqüència, la producció de les plantes trencades per sota del punt d'inserció de la panotxa principal es perd a l'hora de la recol·lecció. Aquest és, doncs, un altre factor important a valorar en el moment de decidir la varietat a sembrar, sobre tot en zones en les quals aquest accident és habitual, com ara les comarques amb vents forts i freqüents del litoral gironí.

Si bé la resistència al trencament de les canyes és una característica pròpia de cada varietat, aquesta es veu fortament influenciada per dos

Figura 3. Percentatge mitjà de plantes infectades per virus del mosaic (MDMV) i per virus del nanisme (MRDV) en les varietats assajades a la zona de Regadius de Lleida i Girona Litoral durant les campanyes 2005 a 2007.



(*) Varietats GM autoritzades



La resistència al trencament de canyes és un factor important a valorar en zones amb vents forts i freqüents com ara les comarques del litoral gironí.

Les varietats MG autoritzades PR33P67, PR32P76, HELEN Bt i DKC6575 mostren una incidència molt menor de podridures de la tija i, alhora, de plantes trencades.



Les varietats MG autoritzades actualment a Espanya ofereixen resistència total a barrinadors.

En campanyes amb fort atac de barrinadors, les varietats MG autoritzades mostren una sanitat clarament superior a la de les varietats convencionals que es reflecteix en un increment de la producció.

paràmetres que hi incideixen de forma directa: la resistència o sensibilitat a podridures de la base de les tiges (*Fusarium spp.*) i l'altura de la planta i, més concretament, l'altura del punt d'inserció de la panotxa principal. En el primer cas, la infecció de la planta per fongs, majoritàriament del gènere *Fusarium*, provoca la podridura dels teixits interns de la canya, principalment en la seva part inferior. Aquesta zona de la tija acaba total o parcialment buida en el seu interior, esdevenint llavors molt més sensible al seu trencament en les darreres fases del conreu. La Figura 4 mostra la relació directa entre el percentatge de plantes trencades i el de plantes infectades per podridures de la base de la tija en base a les avaluacions d'ambdós paràmetres realitzades en les varietats presents en els camps d'assaig

del Litoral de Girona i Regadius de Lleida durant les campanyes 2005 a 2007. En el gràfic pot observar-se també com les varietats modificades genèticament autoritzades (PR33P67, PR32P76, HELEN Bt i DKC6575) mostren una incidència molt menor de podridures de la tija i, alhora, de plantes trencades respecte a les varietats convencionals.

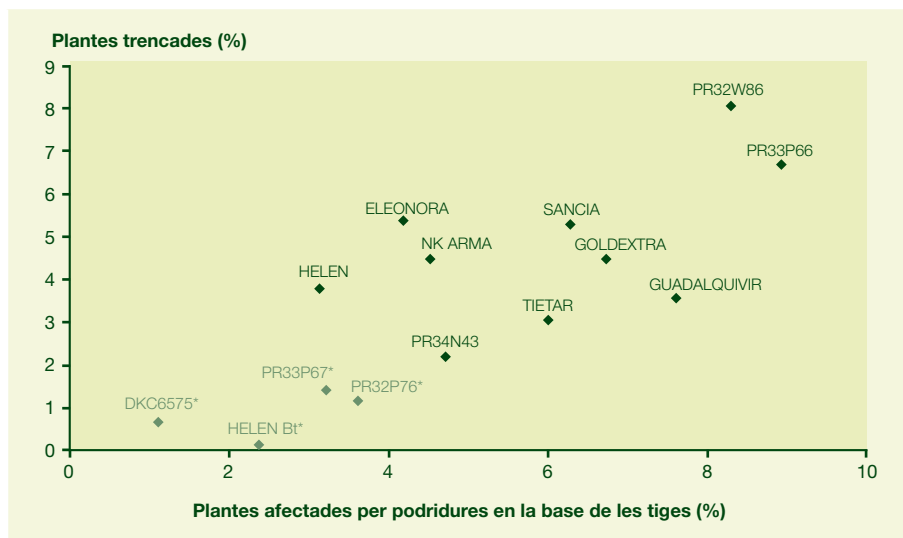
L'altura d'inserció de la panotxa és un caràcter varietal. Normalment, sol ser proporcional a l'altura total de la planta, però hi ha varietats altes que aconsegueixen que la seva panotxa principal surti a baixa altura oferint així molta més resistència al trencament de la canya en baixar el centre de gravetat de la planta. En la Figura 5 es pot observar la relació entre l'altura del punt d'inserció de la panotxa principal i el percentatge de plantes trencades en les avaluacions fetes a les mateixes varietats i en les mateixes localitats i campanyes que en la Figura 4.

El gràfic mostra varietats amb un elevat punt d'inserció de panotxa, com PR32W86, que es mostren clarament sensibles al trencament de canyes. Hi ha, però, altres varietats com HELEN que, tot i tenir una altura d'inserció relativament elevada, mostren nivells de trencament més que discrets i, per altra banda, varietats com SANCIA que, amb una altura d'inserció clarament baixa, mostra una certa sensibilitat al trencament. Les varietats autoritzades modificades genèticament fan valdre la seva millor sanitat per mostrar nivells de trencament menyspreables, independentment de la seva altura d'inserció de panotxa. Varietats com PR33P67 o PR32P76 amb altures d'inserció elevades mostren nivells de trencament molt baixos.

02.03.03 Resistència a barrinadors

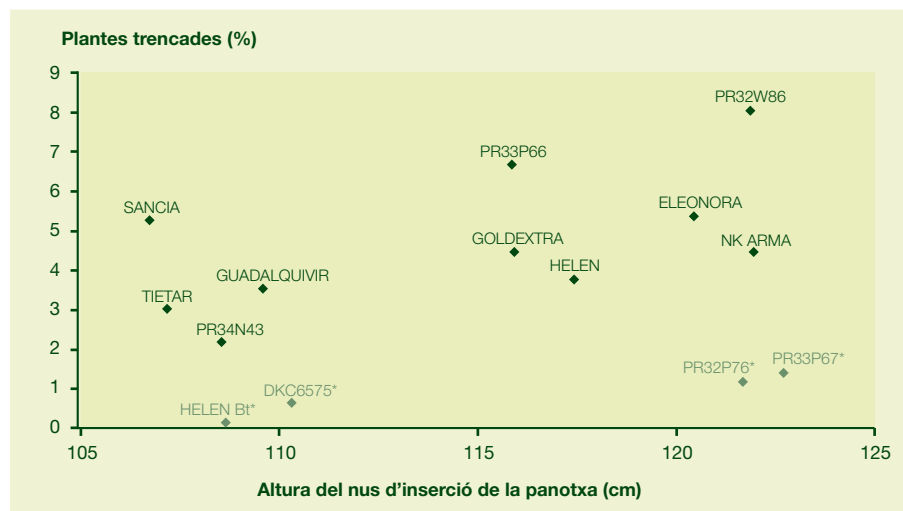
No sembla haver resistència més o menys clara de les varietats convencionals als atacs dels barrinadors (*Sesamia nonagrioides* i *Ostrinia nubilalis*). Les varietats modificades genèticament autoritzades actualment a Espanya sí que ofereixen, en canvi, resistència total a aquests insectes. Aquesta resistència evita no només els danys directes causats per la penetració de les larves en la planta, sinó també els danys indirectes, com són per exemple la proliferació de vies d'infecció de malalties fúngiques que afectaran la planta o l'increment de la sensibilitat al trencament de canyes. Tot plegat fa que, en campanyes i zones amb atac de barrinadors, aquestes varietats mostrin una sanitat global clarament superior a la de les varietats conven-

Figura 4. Relació entre el percentatge de plantes trencades i el de plantes infectades per podridures de la base de la tija en les varietats presents en els camps d'assaig del Litoral de Girona i Regadius de Lleida durant les campanyes 2005 a 2007.



(*) Varietats GM autoritzades

Figura 5. Relació entre el percentatge de plantes trencades i l'altura del punt d'inserció de la panotxa principal en les varietats presents en els camps d'assaig del Litoral de Girona i Regadius de Lleida durant les campanyes 2005 a 2007.



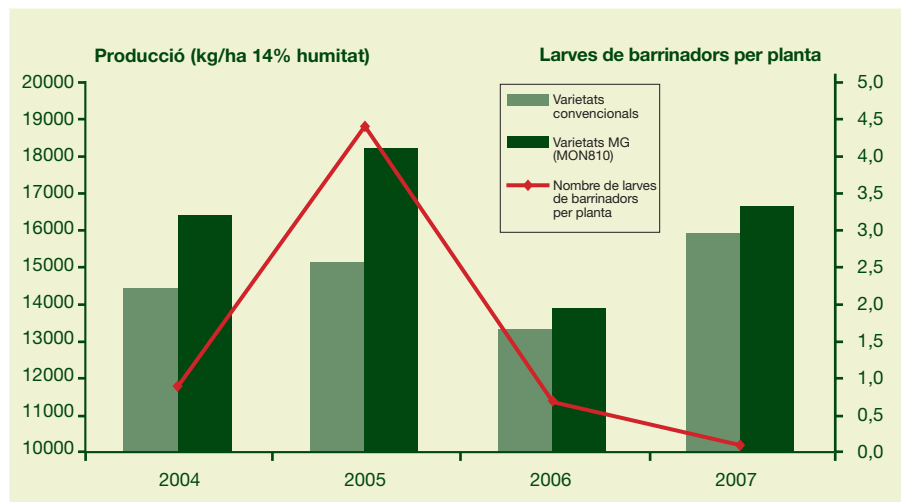
(*) Varietats GM autoritzades

cionals, que es reflecteix en un increment de la producció. La Figura 6 mostra els rendiments obtinguts per les varietats autoritzades modificades genèticament DKC6575 i PR33P67, en comparació als obtinguts per les seves respectives isogèniques convencionals TIETAR i PR33P66, respectivament, en funció de l'atac de barrinadors durant el període 2004 a 2007 a la Tallada d'Empordà (Baix Empordà).

02.03.04 Perfil sanitari global

La resistència o susceptibilitat a malalties i accidents constitueix, doncs, un dels principals criteris a valorar en l'elecció de varietats de blat de moro en zones on la intensitat o freqüència de la seva presència pot ser determinant en els resultats productius finals del conreu. En aquestes condicions pot resultar interessant la classificació de les diferents varietats segons un "perfil sanitari global" que donaria idea en conjunt de la seva sanitat, en base als nivells de resistència o susceptibilitat mostrats pels diferents híbrids enfront les diferents alteracions de tipus parasitari i no parasitari avaluades. La Taula 5 mostra aquest "perfil sanitari global" de les varietats de blat de moro avaluades a les zones de Girona Litoral i Regadius de Lleida durant les campanyes 2005 a 2007. Aquesta classificació es mesuraria en funció d'un "índex sanitari" que, com més alt fos, reflectiria una millor sanitat global de la varietat, en base a una millor resistència a la major part de malalties i accidents avaluats. Aquest índex seria tan sols orientatiu i caldria fer, però, una lectura concreta dels nivells de resistència o susceptibilitat mostrats per la varietat enfront cadascuna de les alteracions. Així, per exemple, algunes de les varietats avaluades amb un índex millor mostren relativa susceptibilitat a un determinat tipus de virosi.

Figura 6. Relació entre els rendiments obtinguts per les varietats autoritzades modificades genèticament DKC6575 i PR33P67, en comparació als obtinguts per les seves respectives isogèniques convencionals TIETAR i PR33P66, respectivament, en funció de l'atac de barrinadors durant el període 2004 a 2007 a la Tallada d'Empordà (Baix Empordà).



Taula 5. Resistència de les varietats de blat de moro a algunes de les principals plagues, malalties i accidents i definició del seu "perfil sanitari global". Resultats mitjans del període 2005-07.

	RESISTÈNCIA					ÍNDEX GLOBAL	Nivell de sanitat bo
	Barrinadors	Virus MDMV	Virus MRDV	Podridures base tiges	Trencament canya		
DKC6575 (*)	10	6	4	7	7	34	↑ Nivell de sanitat bo
PR32P76 (*)	10	4	7	6	6	33	
HELEN Bt (*)	10	3	6	6	7	32	
PR33P67 (*)	10	4	6	6	6	32	
ELEONORA (T)	3	7	7	5	4	26	
HELEN	3	4	7	6	5	25	
NK ARMA	3	6	6	5	5	25	
PR34N43	3	5	5	5	6	24	
TIETAR	3	5	7	4	5	24	
GUADALQUIVIR	3	5	6	4	5	23	
PR32W86	3	7	6	3	3	22	
SANCIA	3	5	5	4	4	21	
PR33P66	3	5	6	3	3	20	
GOLDEXTRA	3	3	2	4	5	17	

(*) Varietats modificades genèticament autoritzades derivades del MON 810

Nivell de sanitat deficient

Camp experimental d'avaluació de varietats de blat de moro a la zona de Regadius de Lleida. Foto: A. López Querol



03 Recomanació de varietats per a la campanya 2008

REGADIUS DE LLEIDA (Variatats convencionals)	
Variatats assajades durant 4 o més anys	
SANCIA	
PR34N43	
HELEN	
KERMESS	
ELEONORA	
Variatats assajades durant 3 anys	
PR32W86	
REGADIUS DE LLEIDA (Variatats autoritzades modificades genèticament)	
Variatats assajades durant 4 o més anys	
HELEN Bt	
PR33P67	
DKC6575	
GIRONA LITORAL (Variatats convencionals)	
Variatats assajades durant 4 o més anys	
PR32W86	
ELEONORA	
GIRONA LITORAL (Variatats autoritzades modificades genèticament)	
Variatats assajades durant 4 o més anys	
HELEN Bt	
DKC6575	
PR33P67	
PR32P76	
Variatats assajades durant 3 anys	
BELES SUR	

Legend:

- Girona Interior
- Girona Litoral
- Regadius de Lleida

04 Caracterització de les varietats recomanades

04.01 Varietats recomanades de cycle 700

DKC6575 *

És de les varietats amb millor comportament productiu mitjà en els darrers 4 anys tant al Litoral de Girona (+5,8%) com als Regadius de Lleida (+2,3%). És un híbrid amb una bona sanitat, especialment pel que fa a la seva bona resistència al virus MDMV i a podridures de la tija, tot i que sembla mostrar-se una mica sensible al virus MRDV. Aquesta bona sanitat i la seva mitjana altura de planta i d'inserció de panotxa, la fan especialment resistent al trencament de

les canyes, a més d'oferir resistència completa als atacs de barrinadors. Tot i no mostrar un stay-green especialment bo, el gra a recol·lecció té una humitat alta (*Empresa comercialitzadora: Monsanto Agricultura España, SL*). (* Varietat modificada genèticament autoritzada)

ELEONORA

Aquest híbrid porta conreant-se més de 10 anys, però encara es manté com a varietat testimoni o de referència tant als Regadius de Lleida com al Litoral de Girona, on continua mostrant molt bon comportament i adaptació. És una varietat amb molt bon comportament i adaptació contrastats al llarg dels anys en ambdues zones. La seva talla és mitjana, però amb una inserció

de la panotxa alta, essent una de les varietats assajades amb la floració femenina més tardana. Es comporta com a resistent a virosis (MDMV i MRDV), però és mitjanament sensible a Fusarium i al trencament de canyes. Presenta un excel·lent stay-green, indicador de bona sanitat. La panotxa és característica, amb un nombre baix de grans per fila que, normalment, presenta la punta sense emplenar. El gra sol tenir un elevat pes específic (*Empresa comercialitzadora: Pioneer Hi-Bred Spain, SL*).

HELEN

Aquesta varietat mostra la seva millor adaptació a la zona de Regadius de Lleida. Es tracta d'un híbrid de talla alta, amb una altura d'inserció de

panotxa també elevada. En conjunt presenta una bona sanitat. Fins ara ha mostrat una lleugera sensibilitat a virosis (MDMV) i és bastant resistent a podridures de la base de la tija. La seva altura la pot fer, però, moderadament susceptible al trencament de la canya en condicions climatològiques adverses. Juntament amb ELEONORA, és de les varietats convencionals que ha mostrat un millor stay-green en els assaigs. Sol fer panotxes amb un nombre no gaire alt de grans per fila, que compensa amb un elevat pes del gra. La humitat del gra a recol·lecció sol ser més aviat elevada (*Empresa comercialitzadora: Agrusa*).

HELEN Bt *

És a la zona Litoral de Girona, on la pressió de barrinadors sol ser més intensa, on manifesta millor el seu potencial respecte al testimoni ELEONORA (+7,3%), tot i que també als Regadius de Lleida es mostra superior (+3,4%). En cap dels dos casos aquesta diferència no és, però, prou significativa. Aquesta varietat és la versió modificada genèticament de HELEN. Es tracta de la mateixa varietat, però amb resistència total a barrinadors (*Sesamia nonagrioides* i *Ostrinia nubilalis*). La seva sanitat és encara millor que la de la seva varietat isogènica, amb resistència al trencament de canyes, un excel·lent stay-green, però també una humitat clarament més alta del gra a recol·lecció. (*Empresa comercialitzadora: Agrusa*). (* *Varietat modificada genèticament autoritzada*)

KERMESS

Varietat recomanada a la zona de Regadius de Lleida on ha mostrat un potencial productiu similar al d'ELEONORA en els darrers 4 anys. Es tracta d'un híbrid de mitjana altura, tot i que amb una inserció de panotxa força alta. La seva

característica més destacable és la seva bona sanitat, mostrant-se resistent a virosis (MDMV) així com a podridures de la base de les tiges i al trencament de canyes. El seu stay-green és molt bo com a conseqüència de la seva sanitat (*Empresa comercialitzadora: K.W.S. Semillas Ibérica, SL*).

PR32P76 *

És una varietat recomanada a la zona Litoral de Girona, on en les darreres 4 campanyes ha superat la producció mitjana d'ELEONORA en un 2,9%. El seu millor comportament productiu relatiu el mostra en les parcel·les amb potencials de producció mitjans a baixos. Tant l'altura de la planta com la del punt d'inserció de la panotxa són altes, especialment aquesta última. No es mostra, però, entre les varietats més sensibles al trencament de canyes, afavorida potser per una relativa resistència a podridures de la base de les tiges (*Fusarium spp.*) i per la seva resistència total a barrinadors. Té un bon stay-green i mostra una lleugera sensibilitat a MDMV (*Empresa comercialitzadora: Pioneer Hi-Bred Spain, SL*). (**Varietat modificada genèticament autoritzada*)

PR32W86

Aquest híbrid és actualment recomanat tant a la zona litoral de Girona com a la de Regadius de Lleida. En ambdues zones ha mostrat uns rendiments productius superiors als d'ELEONORA en un 7,8% i 3,3%, respectivament, tot i que a Lleida tan sols s'ha assajat durant 3 anys. Tot i ser una varietat de floració bastant tardana, ofereix una baixa humitat del gra a recol·lecció, similar a la de la major part de varietats de cycle 600. La planta és molt alta, amb un punt d'inserció de panotxa també molt alt. Es mostra



DKC 6575 és un híbrid especialment interessant en zones amb vents forts i freqüents, ja que ofereix resistència als atacs de barrinadors i al trencament de canyes.

ELEONORA encara és una magnífica varietat de referència de cycle 700 i els seus nivells de productivitat no difereixen dels millors híbrids convencionals.

HELEN és una de les varietats que mostra una millor adaptació a les condicions de la zona de Regadius de Lleida.

sensible a podridures de la base de les tiges (*Fusarium spp.*) i al trencament de canyes, cosa que cal tenir present en zones de forts vents com ara les comarques de Girona. És una de les varietats assajades que ha mostrat millor resistència a virosis MDMV. El seu stay-green no és gaire bo, probablement com a conseqüència d'un ràpid procés d'assecatge del gra sobre la planta (*Empresa comercialitzadora: Pioneer Hi-Bred Spain, SL*).





Tot i mostrar un bon potencial productiu, PR32W86 és un híbrid molt alt i sensible al trencament de canyes, cosa que cal tenir present en zones amb vents forts.

Tot i ser un híbrid de cycle 600, el comportament productiu de PR33P67 és similar al de les millors varietats de cycle 700.

PR34N43 és una varietat recomanada a la zona de Regadius de Lleida i que pel seu cycle curt pot resultar interessant en determinades condicions de conreu i en segones collites.

SANCIA mostra la seva millor adaptació a la zona de Regadius de Lleida. La millor sanitat que incorpora la seva versió modificada BELES SUR fa que aquesta sigui més indicada per a la zona Litoral de Girona.



Collita d'un camp d'assaig de panís. Foto: J. Salvia

04.02 Varietats recomanades de cycles 600 i 500

PR33P67 *

Aquesta varietat ofereix resistència total als barrinadors i incrementa notablement el nivell sanitari de la seva isogènica PR33P66. Tot i ser un híbrid de cycle 600, el seu comportament productiu és similar al de les millors varietats de cycle 700, tant a la zona de Regadius de Lleida (+2,5%) com a Girona Litoral (+5,2%). Es tracta d'una varietat relativament alta amb inserció de panotxa també alta que presenta una bona sanitat, especialment pel que fa a resistència a podridures de les tiges (*Fusarium spp.*) i al trencament de les canyes. Per contra, es mostra mitjanament sensible a virosis (MDMV). És de les varietats de cycle 600 que té un millor stay-green (*Empresa comercialitzadora: Pioneer Hi-Bred Spain, SL*). (* *Varietat modificada genèticament autoritzada*)

PR34N43

Aquesta varietat està recomanada a la zona de Regadius de Lleida, on ha mostrat una molt bona adaptació al llarg dels 4 anys que porta en assaig (+2% de mitjana respecte a ELEONORA) amb produccions similars a les dels millors híbrids de cycle 700. Al Litoral de Girona, en canvi, els seus resultats són pitjors. Es tracta d'un híbrid de cycle 500 llarg, cosa que fa valorar encara més el seus bons resultats. D'acord amb el seu cycle, té una floració molt precoç i una humitat del gra a recol·lecció molt baixa. Destaca també per la seva baixa altura de planta i d'inserció de panotxa, la qual cosa li aporta una molt bona resistència al trencament de canyes. Sembla lleugerament sensible a podridures de les tiges (*Fusarium spp.*) i, de moment, s'ha mostrat com a resistent a virosis (MDMV). Presenta un stay-green no gaire bo, cosa que és normal tractant-se d'un híbrid de cycle tant curt. El cycle d'aquesta varietat la pot fer especialment interessant en determinats supòsits de limitació d'aigua de reg o d'avançament de recol·lecció, per exemple. També representa una bona opció com a material vegetal potencialment utilitzable per a segones collites (*Empresa comercialitzadora: Pioneer Hi-Bred Spain, SL*).

SANCIA

Varietat recomanada a la zona de Regadius de Lleida, on ha superat la productivitat mitjana d'ELEONORA en un 2,2% en els últims 4 anys, tot i ser un híbrid de cycle 600 i no oferir

una bona sanitat. La seva mitjana sensibilitat a podridures de les tiges (*Fusarium spp.*) i al trencament de canyes pot fer que els seus resultats no siguin tan bons a Girona Litoral. És també mitjanament sensible a virosis (MDMV). Es tracta d'un híbrid de baixa altura i amb un punt d'inserció de la panotxa marcadament baix. Malgrat això, mostra una certa sensibilitat al trencament de canyes. Tot i tractar-se d'una varietat de cycle 600, té un stay-green bastant bo i una humitat a recol·lecció relativament alta pel seu cycle (*Empresa comercialitzadora: Limagrain Ibérica, SA*).

BELES SUR *

Aquest híbrid és la versió modificada de SANCIA, que ofereix resistència total als atacs de barrinadors. La millor sanitat que porta associada aquesta modificació fa que aquest híbrid sigui marcadament més resistent a podridures de les tiges (*Fusarium spp.*) i al trencament de canyes, cosa que fa que els seus resultats a la zona Litoral de Girona siguin clarament millors que els de la seva varietat isogènica (+3,4%). És mitjanament sensible a virosis (MDMV i MRDV). L'altura de planta i d'inserció són lleugerament superiors, mostrant un bon stay-green i una humitat del gra relativament elevada pel seu cycle (*Empresa comercialitzadora: Limagrain Ibérica, SA*). (* *Varietat modificada genèticament autoritzada*)

05 Autors



Jordi Salvia Fuentes
IRTA Mas Badia
jordi.salvia@irta.cat

Antoni López Querol
IRTA Lleida
antoni.lopez@irta.cat

Gemma Capellades Pericas
IRTA Mas Badia
gemma.capellades@irta.cat

Josep A. Betbesé Lucas
IRTA Lleida
josep.betsebe@irta.cat

Joan Serra Gironella
IRTA Mas Badia
joan.serra@irta.cat

LES MICOTOXINES EN EL CULTIU DEL BLAT DE MORO PER A GRA

Importància a Catalunya i factors que n'afavoreixen la presència



Panotxa de blat de moro amb grans afectats per *Fusarium verticilloides*. S'observa que els grans infectats estan repartits de forma aleatòria. Foto: IRTA Mas Badia.



Panotxa de blat de moro afectada per *Fusarium verticilloides* en la punta. Foto: IRTA Mas Badia.

01 Què són les micotoxines?

Les micotoxines són un conjunt de metabòlits secundaris produïts de forma natural per determinants fongs, que poden desencadenar diverses alteracions i quadres patològics en l'home i els animals. Són molècules estables en el temps, que són difícils d'eliminar amb els processos habituals de transformació. Per tant, quan estan presents en el gra, es poden trobar al llarg de tota la cadena alimentària.

Les intoxicacions tenen el seu origen principalment en la ingestió d'aliments contaminats. El blat de moro és una matèria primera important per a l'elaboració de molts productes alimentaris

i per tant és fonamental controlar la presència d'aquestes toxines. La contaminació pot tenir lloc en tots els processos de producció: conreu, emmagatzematge, transport, processat, entre altres. En aquest article es farà referència únicament a les micotoxines que afecten el blat de moro que s'originen en el camp.

El gènere *Fusarium* agrupa alguns dels principals fongs productors de micotoxines. Entre aquests, per la seva incidència en el blat de moro durant el període de conreu, cal destacar:

- ***Fusarium verticilloides*** (conegut anteriorment com *F. moniliforme*). Provoca podridures en les tiges, principalment en la base i

en les panotxes. En aquest darrer cas, els atacs es manifesten majoritàriament en grans individuals repartits de forma aleatòria o en zones concretes (punta de la panotxa), en forma de floridures blanquinoses. És un paràsit oportunista, per la qual cosa la infecció es veu molt afavorida per ferides, per exemple les causades pels atacs dels barrinadors del blat moro, i es dona principalment en plantes que pateixen estressos (hídric, manca de nitrogen, etc.). Les micotoxines que produeix es coneixen amb el nom de fumonisines.

- ***Fusarium graminearum***. La seva simptomatologia es pot observar en panotxes, en forma de floridures rosades que progressen des de



Panotxa sana (esquerra) i panotxes afectades per *Fusarium verticilloides* (les dues de la dreta) com a conseqüència de l'atac de barrinadors del blat de moro. Foto: IRTA Mas Badia.



La contaminació amb micotoxines pot tenir lloc en tots els processos de producció. Entre les que tenen el seu origen en el camp, destaquen les fumonisines, el DON i la zearalenona.



Panotxa de blat de moro afectada per *Fusarium graminearum*. L'afectació s'inicia en la punta i avança cap a la base. Foto: Arvalis Institut du Végétal.

la punta cap a la base. L'espigot també es podreix, de forma que, si s'exerceix pressió sobre els grans, aquests s'enfonsen. Les condicions que afavoreixen l'atac d'aquest fong són principalment temperatures fresques i humitats elevades durant el període d'emissió de sedes i de maduració. Entre les micotoxines que produeix cal destacar el deoxinivalenol (DON) i la zearalenona.

També hi ha altres micotoxines que es poden trobar en grans de blat de moro, com les aflatoxines, que són degudes a fongs del gènere *Aspergillus*; l'ocratoxina A, produïda per fongs dels gèneres *Penicillium* i *Aspergillus*; entre d'altres.

El Reglament (CE) n. 1126/2007 estableix els límits màxims del contingut en algunes micotoxines en el blat de moro i els seus derivats, destinats a l'alimentació humana. Pel que fa referència al blat de moro no elaborat, aquests són:

- Fumonisines 4 ppm
- DON 1,74 ppm
- Zearalenona 0,35 ppm

En el cas de l'alimentació animal, la Recomanació (CE) n. 576/2006 indica uns valors màxims orientatius per a cereals utilitzats com a matèria primera per a la fabricació de pinsos:



Els continguts màxims en fumonisines, DON i zearalenona permesos en blat de moro no elaborat amb destinació a l'alimentació humana, són 4, 1,75 i 0,35 ppm, respectivament.

- Fumonisines 60 ppm
- DON 8 ppm
- Zearalenona 2 ppm
- Ocratoxina A 0,25 ppm.

La presència de micotoxines depèn principalment de les condicions climatològiques de cada zona productora, sobretot de la pluviositat i la temperatura. Aquest fet comporta que la presència d'aquestes toxines, així com la importància relativa de cada una d'elles, variï entre zones de conreu i entre anys. Malgrat que en totes les zones es poden produir micotoxines, el DON i la zearalenona són normalment més presents cap al nord d'Europa (algunes regions de França i Alemanya) i les fumonisines en el sud (el sud de França, la vall del Po a Itàlia i la vall de l'Ebre a Espanya).

02 Les micotoxines en blat de moro per a gra a Catalunya

En el marc de la Xarxa d'Avaluació de Varietats de blat de moro de l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) a Catalunya, durant les campanyes 2005, 2006 i 2007 s'han realitzat anàlisis del contingut en micotoxines, en mostres procedents dels assaigs, tots ells realitzats en microparcel·les. Les mostres han consistit en 0,5 kg de gra de blat de moro, que s'ha assecat en una estufa d'aire forçat a 60°C, durant 36 hores. Les anàlisis s'han realitzat en el Laboratori de l'Institut de Tecnologia Agroalimentària de la Universitat de Girona i en el Laboratori del Servei d'Anàlisi Biològiques Quantitatives del Consorci CSIC-IRTA. En els laboratoris les mostres s'han molturat i homogeneïtzat; a continuació, s'ha realitzat l'extracció de les micotoxines i finalment se n'ha determinat el contingut mitjançant el test ELISA amb kits AgraQuant® de Romer Labs®.

En un assaig realitzat l'any 2005 amb les varietats GAMBIER i PR33P66, a la Tallada d'Empordà (Baix Empordà) es va determinar el contingut en les principals micotoxines (Taula 1). Els valors més destacables van correspondre a les fumonisines, amb continguts superiors al límit màxim admès per al gra de blat de moro amb destí

a l'alimentació humana (descriu anteriorment). Aquests es poden explicar pels importants atacs de barrinadors de blat de moro que es van observar en aquella campanya, amb una mitjana de més de dues larves per planta, essent aquest un dels factors que afavoreix més la presència d'aquesta toxina. També cal fer menció als valors del contingut en DON, si bé per sota del límit de referència abans esmentat. El contingut en la resta de micotoxines va ser molt baix. En cap cas, els valors obtinguts no haurien representat una limitació important si el gra de blat de moro s'hagués utilitzat com a matèria primera per a la producció de pinsos.

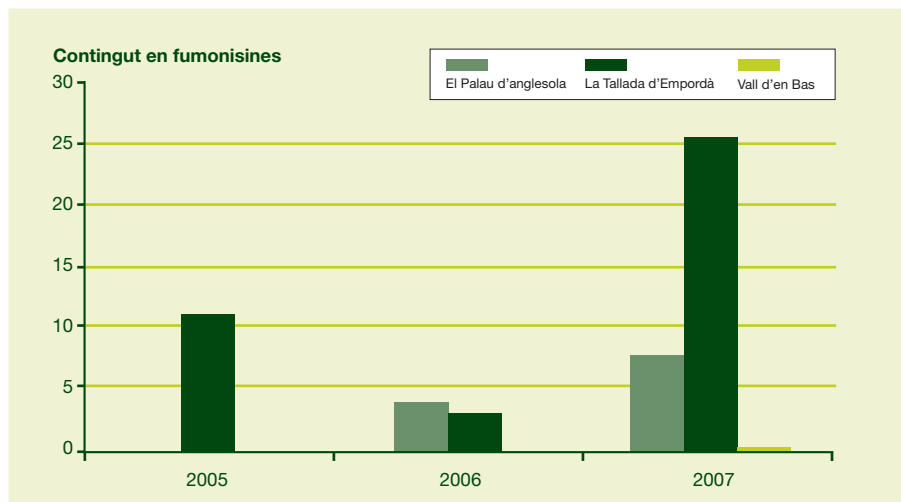
Aquests resultats, tot i que són fruit d'un sol assaig, reflecteixen la tendència general observada a Catalunya en diversos estudis quant a la presència de micotoxines originades en camp en blat de moro. Normalment, les més importants són les fumonisines, principalment en el Regadiu de Lleida i en el Litoral de Girona, amb un percentatge molt destacable de mostres que presenten valors superiors a 4 ppm. Els nivells de DON generalment són baixos; només esporàdicament s'observen mostres amb valors superiors a 1,75 ppm, localitzats principalment a l'Interior de Girona. La presència d'aflatoxines és quasi sempre molt baixa.

Les anàlisis del contingut en fumonisines realitzades en mostres procedents de varietats convencionals dels assaigs del Palau d'Anglesola (Pla d'Urgell), la Tallada d'Empordà i la Vall d'en Bas (Garrotxa) els anys 2005, 2006 i 2007 mostren la presència destacable d'aquesta toxina (Figura 9). Els valors obtinguts són en diversos casos superiors a 4 ppm (límit màxim per a alimentació humana); però són sempre inferiors a 60 ppm (límit recomanat per a fabricació de pinso). Els continguts són molt variables segons l'any i la localitat (els més baixos s'han obtingut a la Vall d'en Bas). Probablement no es puguin considerar aquests resultats com a indicadors exactes del nivell de fumonisines en blat de moro presents en parcel·les de producció comercial, ja que les condicions de conreu dels assaigs en microparcel·les són diferents. En qualsevol cas, sí que assenyalen la importància d'aquesta

Taula 1.- Contingut mitjà en micotoxines observats en les varietats GAMBIER i PR33P66, a la Tallada d'Empordà (Baix Empordà), durant la campanya 2005.

FUMONISINES (ppm)	DEOXINIVALENOL (DON) (ppm)	ZEARALENONA (ppb)	OCRATOXINA (ppb)	AFLATOXINES (ppb)
29	1,04	8,8	2,4	< 1

Figura 9.- Contingut mitjà en fumonisines de les varietats de blat de moro ELEANORA, HELEN, PR33P66 i TIETAR, obtingut en els assaigs realitzats al Palau d'Anglesola (Pla d'Urgell), la Tallada d'Empordà (Baix Empordà) i a la Vall d'en Bas (Garrotxa), les campanyes 2005, 2006 i 2007. Observacions: Els valors de la Tallada d'Empordà 2007 corresponen a les varietats ELEANORA, HELEN i PR33P66 i els de la Vall d'en Bas 2007 a ELEANORA i SANCIA.



toxina i la conveniència d'adequar les pràctiques de conreu per tal de minimitzar-ne seva presència.

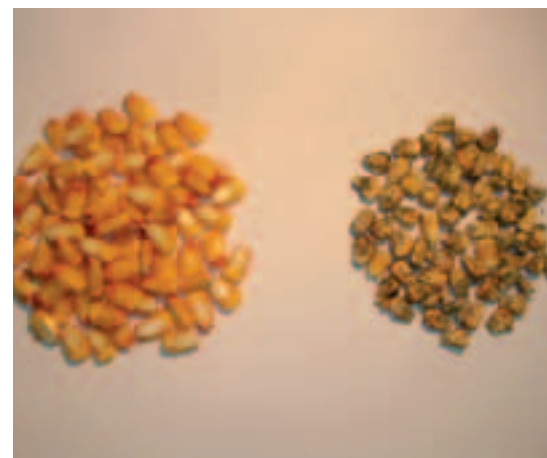
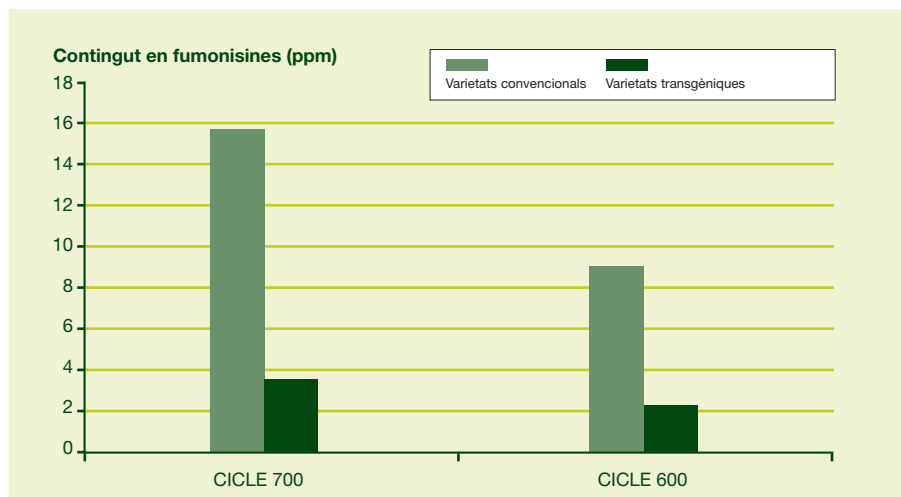
03 Factors de risc per la presència de fumonisines

Les condicions climatològiques que es donen després de la floració són un factor determinant per la proliferació de *Fusarium verticilloides* i en conseqüència per la producció de fumonisines. Aquestes expliquen, per exemple, les diferències observades entre anys. La climatologia de la campanya no és controlable per l'agricultor, però sí que és convenient que controli adequadament altres factors per tal de minimitzar la presència d'aquesta toxina. Entre aquests es pot destacar:

- Els atacs de barrinadors del blat de moro (*Sesamia nonagrioides* i *Ostrinia nubilalis*) i l'elecció de la varietat.

Les larves d'aquests insectes causen lesions que poden ser la porta d'entrada de *Fusarium verticilloides* a les panotxes i a les tiges. Així, al dany directe que causen els barrinadors disminuint el rendiment, s'hi afegeix aquest dany indirecte que provoca una menor qualitat sanitària del gra. Les zones productores amb atacs més importants, com el Regadiu de Lleida i el Litoral de Girona, també són normalment les que presenten uns continguts en fumonisines més elevats. El control dels barrinadors del blat de moro esdevé, doncs, un element fonamental per evitar la presència de fumonisines. La protecció contra aquests insectes que presenten les varietats transgèniques derivades del MON 810

Figura 10.- Contingut mitjà en fumonisines de les varietats de cicle 700 convencionals ARISTIS, HELEN i TIETAR, en comparació amb les transgèniques ARISTIS Bt, HELEN Bt, i DKC6575; i de cicle 600 convencionals CUARTAL, PR33P66 i SANCIA, en comparació amb les transgèniques CUARTAL Bt, PR33P67 i BELES SUR, obtingut en l'assaig realitzat a la Tallada d'Empordà (Baix Empordà), l'any 2005.



Fotos: J. Salvia.



Les fumonisines són les micotoxines que presenten una major problemàtica en blat de moro per a gra, principalment en el Regadiu de Lleida i en el Litoral de Girona.



En les zones amb forts atacs de barrinadors, les varietats transgèniques derivades del MON 810, presenten continguts en fumonisines més baixos.

fa que sovint presentin continguts en aquesta toxina molt menors en comparació amb els híbrids convencionals.

En un assaig de varietats realitzat a la Tallada d'Empordà l'any 2005, comparant sis varietats convencionals (ARISTIS, HELEN, TIETAR, CUARTAL, PR33P66 i SANCIA) amb sis transgèniques derivades del MON 810 (ARISTIS Bt, HELEN Bt, DKC6575, CUARTAL Bt, PR33P67 i BELES SUR), es van observar uns continguts en fumonisines sistemàticament inferiors en les varietats transgèniques (Figura 10). Les varietats convencionals van mostrar valors clarament superiors al valor de referència de 4 ppm, tant les de ciclo 700 com 600. Al contrari, les varietats transgèniques van mostrar valors similars o inferiors a aquest valor de referència. Aquest any es va caracteritzar per uns atacs molt importants de barrinadors del blat de moro en les varietats convencionals, amb una mitjana de 4,4 larves per planta, que sens dubte van afavorir les infeccions per *Fusarium verticilloides*.

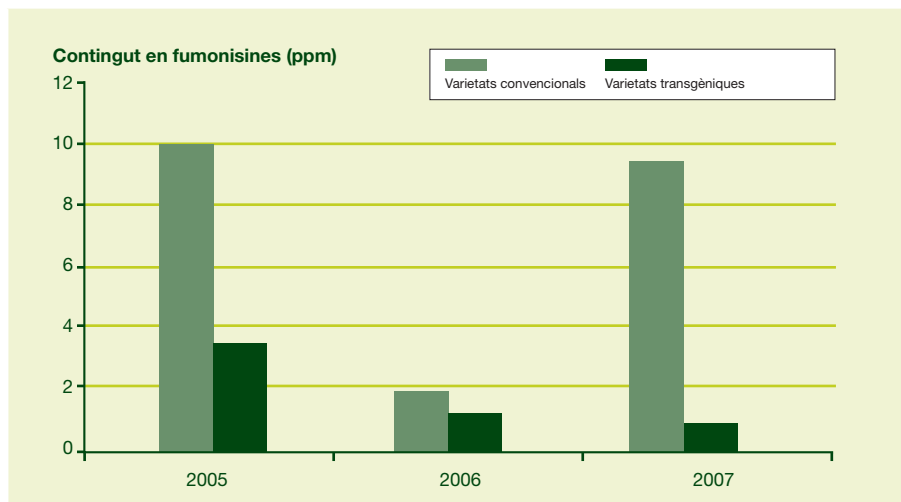
Durant les campanyes 2005, 2006 i 2007 s'ha comparat, a les localitats del Palau d'Anglesola i de la Tallada d'Empordà, el contingut en fumonisines de dues varietats transgèniques derivades del MON 810 (PR33P67 i DKC6575) amb les seves respectives isogèniques convencionals (PR33P66 i TIETAR) (Figura 11). Els valors obtinguts han estat sempre inferiors en les varietats transgèniques, principalment els anys amb els continguts en fumonisines més elevats.

També està provada l'existència de diferències de sensibilitat entre les varietats convencionals; però les dades que es disposen en aquest moment no permeten encara aportar conclusions definitives.



Fotos: IRTA Mas Badia

Figura 11.- Contingut mitjà en fumonisines de les varietats convencionals PR33P66 i TIETAR, en comparació amb les seves respectives isogèniques PR33P67 i DKC6575, obtinguts en els assaigs del Palau d'Anglesola (Pla d'Urgell) i de la Tallada d'Empordà (Baix Empordà), les campanyes 2005, 2006 i 2007. Observacions: Els valors del 2005 corresponen únicament a la localitat de la Tallada d'Empordà.



- Els estressos.

Totes les situacions que provoquen un debilitament de la planta afavoreixen les infeccions per *Fusarium verticilloides*. Cal evitar, doncs, tot tipus d'estressos, principalment els que són deguts a dèficit d'aigua en els darrers estadis del cultiu i a les carències de nitrogen.

- Altres factors.

Hi ha molts altres factors que poden incidir en un menor contingut en fumonisines del gra, entre els quals poden esmentar-se els següents:

- Quan el conreu anterior ha estat blat de moro, és important triturar i enterrar la palla, per tal d'afavorir la seva descomposició i evitar que quedin restes en superfície, que poden afavorir la presència d'inòcul del fong.

- Les sembres més primerenques permeten una maduració més ràpida del gra i escapar parcialment dels atacs de barrinadors, fets que repercuteixen normalment en un menor contingut en fumonisines.

- Les dates de collita massa tardanes, principalment en presència d'infeccions per *Fusarium*, presenten continguts més alts en fumonisines. Per això, cal també adequar correctament el ciclo de la varietat conreada i la data de sembra per tal que la data de collita no sigui excessivament tardana o la humitat del gra massa elevada en collites més precoces (el fong atura la seva activitat amb humitats del gra inferiors al 23%).

- Les densitats de plantes massa elevades afavoreixen les infeccions del fong.

- Les ferides causades per pedregades sobre el gra també són una via d'infecció fúngica que pot incidir en majors continguts en fumonisines.

04 Agraïments

Les analítiques han estat parcialment finançades per l'Oficina Española de Variedades Vegetales del MAPA i algunes d'elles s'han realitzat en el marc del Grupo para la Evaluación de Nuevas Variedades de Cultivos Extensivos en España (GENVCE).

05 Autors



Joan Serra Gironella
IRTA Mas Badia
joan.serra@irta.cat

Antoni López Querol
IRTA Lleida
antoni.lopez@irta.cat

Gemma Capellades Pericas
IRTA Mas Badia
gemma.capellades@irta.cat

Jordi Salvia Fuentes
IRTA Mas Badia
jordi.salvia@irta.cat

Anna Coll Rius
INTEA UdG
anna.coll@udg.edu

Teresa Esteve Nuez
Consorci CSIC-IRTA
tengmp@cid.csic.es

Sònia Baixas Nogueras
INTEA UdG
sonia.baixas@udg.edu

Carlos Repiso del Prado
Consorci CSIC-IRTA
crpgmp@cid.csic.es

Sara Marrupe Flores
Consorci CSIC-IRTA
smfgmp@cid.csic.es

COEXISTÈNCIA EN SITUACIÓ REAL ENTRE BLAT DE MORO TRANSGÈNIC I CONVENCIONAL

Resultats del seguiment realitzat els anys 2004, 2005 i 2006 en la zona de conreu de Foixà (Baix Empordà)



Figura 1. Vista general del Pla de Foixà (Baix Empordà).

01 Introducció

El blat de moro transgènic resistent al barrinador, conegut com a Bt, es va començar a cultivar a Espanya l'any 1998. Des d'aleshores, la superfície conreada ha augmentat any rere any, arribant al 2007 a les 75.148 ha, de les quals 23.013 es trobaven a Catalunya (MAPA, 2007). Durant tots aquests anys, aquest blat de moro s'ha cultivat juntament amb el convencional, sense que hi hagi encara una legislació que reguli la coexistència.

Segons la normativa europea, la regulació que s'estableixi s'haurà de basar en dades científiques fiables. Aquest estudi recull les dades obtingudes durant tres anys en la zona de conreu del municipi de Foixà (Baix Empordà), on habitualment es sembren tots dos tipus de blat de moro. S'ha procurat especialment avaluar el contingut en blat de moro transgènic en camps convencionals, produït per la fecundació amb pol·len provinent dels camps veïns de blat de moro Bt.

02 Material i mètodes

La zona que es va escollir per a aquest estudi està situada en el municipi de Foixà (Baix Empordà, Girona). La superfície total estudiada va ser de 400 ha, formant un quadrat de dos quilòmetres de costat, just a la riba sud del

riu Ter (Figura 1). El clima és mediterrani litoral, amb hiverns suaus, que permet fer sembres primerenques (a partir de mitjan març). El reg, que es fa amb aigua procedent de pous, és majoritàriament per gravetat, encara que hi ha també alguns camps amb reg per aspersió.

En l'estadi de 6 a 8 fulles del blat de moro és habitual treballar el conreu, realitzant regues i aportant l'adob de cobertura. La recol·lecció té lloc els mesos de setembre i octubre.

La distribució dels camps d'aquesta zona és molt fragmentada, molts d'ells amb una superfície petita (entre 0,5 i 5 ha, i amb una mitjana d'aproximadament 2 ha).

Amb l'ajut del SIG (Sistema d'Informació Geogràfica) i l'observació visual directa, es varen identificar i caracteritzar tots els camps d'aquesta zona, tenint en compte tant el perímetre cadastral, com la zona realment cultivada. Es va parar especial atenció als accidents físics (camins, rierols) i a les barreres naturals com arbrat, canyars o desnivells que poguessin afectar la distribució del pol·len.

Per a cadascun dels anys estudiats es va registrar el tipus de conreu de cada camp (blat de moro convencional o Bt, fruiters, cereal d'hivern, userda, guaret, etc.) i, posteriorment, en les parcel·les de blat de moro, es va anotar

també la varietat i la data de sembra. A partir d'aquestes dades, cada any es varen escollir i analitzar diversos camps de blat de moro no transgènic, procurant que fossin representatius dels diferents casos i les situacions possibles. La Figura 2 mostra la distribució real dels conreus d'aquesta zona i la situació dels camps (en blau fosc) escollits per analitzar.

Cada any es va fer un seguiment visual per determinar la data de floració de tots els camps de la zona cultivats amb blat de moro, tant transgènic com convencional. En el cas dels camps escollits per analitzar, es va fer un seguiment molt més detallat de l'evolució floral masculina i femenina de 20 plantes a diferents zones del camp, mostrejant també la floració dels camps transgènics veïns, possibles donadors de pol·len. Mitjançant una petita estació meteorològica situada a la zona, es varen prendre les dades locals de velocitat i direcció



A la zona estudiada hi ha una progressiva acceptació del blat de moro transgènic resistent al barrinador.

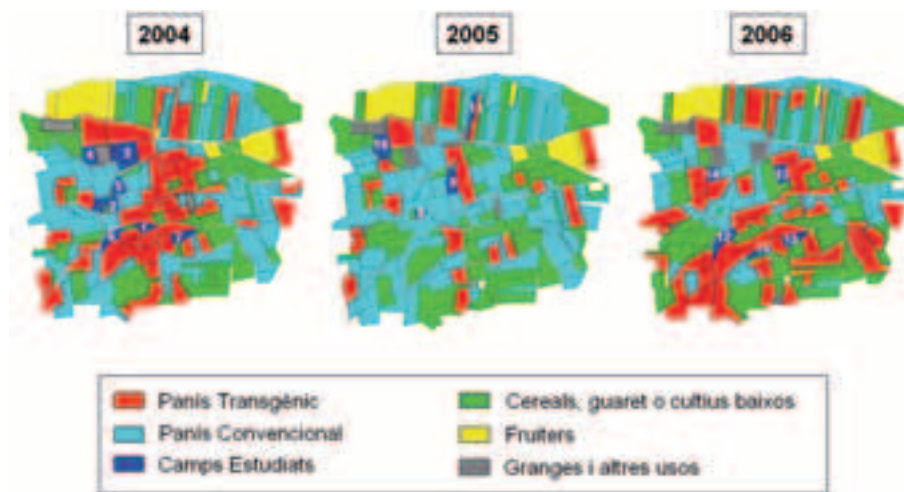


Figura 2. Caracterització del cultiu sembrat a cada parcel·la.

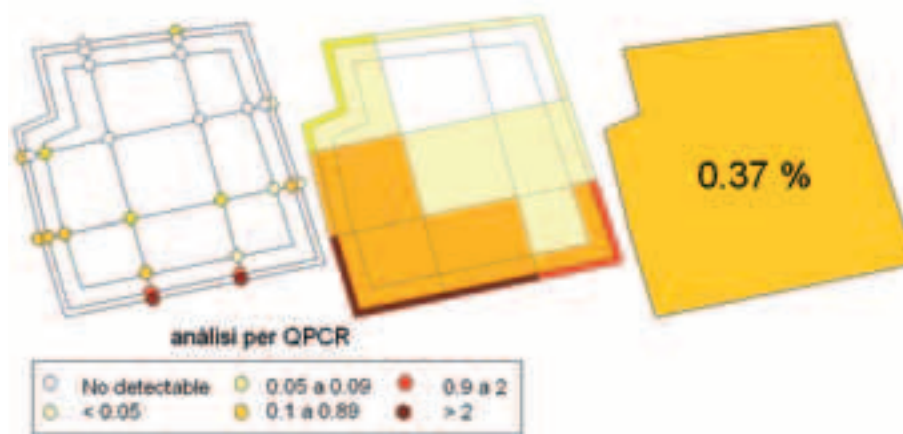


Figura 3. Determinació del contingut de transgènic de la parcel·la estudiada. Es divideix el camp en subparcel·les i a cada una se li dona el valor mitjà de les mostres preses als seus vèrtexs. El valor global del camp es calcula amb la mitjana d'aquestes subparcel·les tenint en compte l'àrea de cadascuna.



Figura 4. Procés d'assecat de les mostres a l'hivernacle.

del vent i la temperatura. Per a altres dades addicionals, com la pluviometria i la radiació, es va fer servir l'estació agrometeorològica de l'Estació Experimental Agrícola Mas Badia.

La presa de mostres es va realitzar tenint en compte el fet ja ben conegut que la pol·linització creuada entre camps veïns tendeix a concentrar-se a les vores del camp i disminueix molt ràpidament a mida que s'avança cap a l'interior. La Figura 3 mostra el procediment seguit per mostrejar un camp i avaluar-ne el percentatge total de gra transgènic.

Encara que el procés podia variar lleugerament segons la forma i la mida del camp, en general, es partia de quatre transsectes (línies que creuaven el camp de banda a banda) sobre els quals es prenen les mostres de panotxes de blat de moro a distàncies de 0 m (vora del camp) 3 m i 10 m i als punts on els transsectes s'encreuaven. Així doncs, la presa de mostres es concentrava a les vores del camp, on la variació de flux és més important i dividia el camp en diferents subzones d'àrea variable (Figura 3, esquerra). D'aquesta manera, un cop fetes les anàlisis puntuals de cada mostra, es va poder assignar a cada zona un contingut en transgènic corresponent a la mitjana dels valors de l'anàlisi dels seus vèrtexs (Figura 3, mig). El contingut total en transgènic del camp es va obtenir fent la mitjana ponderada dels valors anteriors, en relació a l'àrea que representaven (Figura 3, dreta).

Cada una d'aquestes mostres estava formada per 3 panotxes, que, un cop etiquetades i mesurades (Figura 4), s'assecaren, es desgranaren i molgueren per preparar-les per a l'anàlisi. La quantificació del contingut de transgènic es va realitzar mitjançant la tècnica de la PCR quantitativa (Q-PCR), seguint la metodologia descrita a Pla et al., (2006) i Messeguer et al. (2006).

03 Resultats i discussió

A l'anitzar el percentatge de blat de moro cultivat a la zona de Foixà durant un període de 3 anys (67% el 2004, 65% el 2005 i 61% el 2006), es va detectar una disminució anual petita, però constant, sobre el total de hectàrees cultivades (Figura 5). Aquesta disminució pot atribuir-se al fet que el preu de venda durant aquests anys ha estat baix en front dels alts costos del cultiu, incluint els pagesos a canviar de conreu.

Pel que fa al cultiu de blat de moro transgènic, va ocupar uns percentatges del 37% el 2004, 22% el 2005 i 53% el 2006 sobre el total de hectàrees dedicades al blat de moro.

La disminució del 2005 de la superfície cultivada de blat de moro transgènic podria ser a causa d'un major nombre 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. Les dades provisionals del 2007 confirmen la tendència de l'augment de la superfície de blat de moro Bt respecte del convencional, a l'igual que la disminució de l'àrea total dedicada a aquest conreu .

Les varietats més cultivades durant aquests anys, en aquesta zona, han estat ELEONORA i CECILIA, entre les convencionals, i PR33P67 i DKC6575, entre les transgèniques.

Respecte a les preferències dels pagesos pel blat de moro Bt o pel convencional, es va observar que més de les tres quartes parts dels camps estudiats pertanyien a propietaris que feien servir tots dos tipus (Bt o convencional), ja fos canviant d'un any a l'altre o sembrant convencional en uns camps i transgènic en d'altres. Molt esporàdicament, es varen trobar camps amb els dos tipus de blat de moro, ja sigui per fer-hi una zona refugi, seguint les indicacions de les empreses de llavors, o senzillament per aprofitar alguna resta de grana. En un 21% dels camps es va conrear únicament blat de moro convencional; mentre que a l'1% restant s'havia cultivat solament blat de moro Bt, durant els tres anys de l'estudi.

El període de sembra en aquesta zona és molt ampli, ja que comença el mes de març i es pot allargar fins al mes de juny. Les pluges de primavera tenen una gran influència en la distribució de les sèmbrs i, si són molt copioses, com va passar el 2004, obliguen a interrompre les tasques de sembra i retardar-les considerablement (Figura 6).

Es pot constatar també la tendència dels agricultors d'aquesta zona a utilitzar més varietats convencionals en les sèmbrs primerenques i més varietats transgèniques en sèmbrs tardanes. El sobrepreu de la llavor transgènica i la major virulència de la plaga del barrinador en les sèmbrs més tardanes són possiblement les causes més determinants.

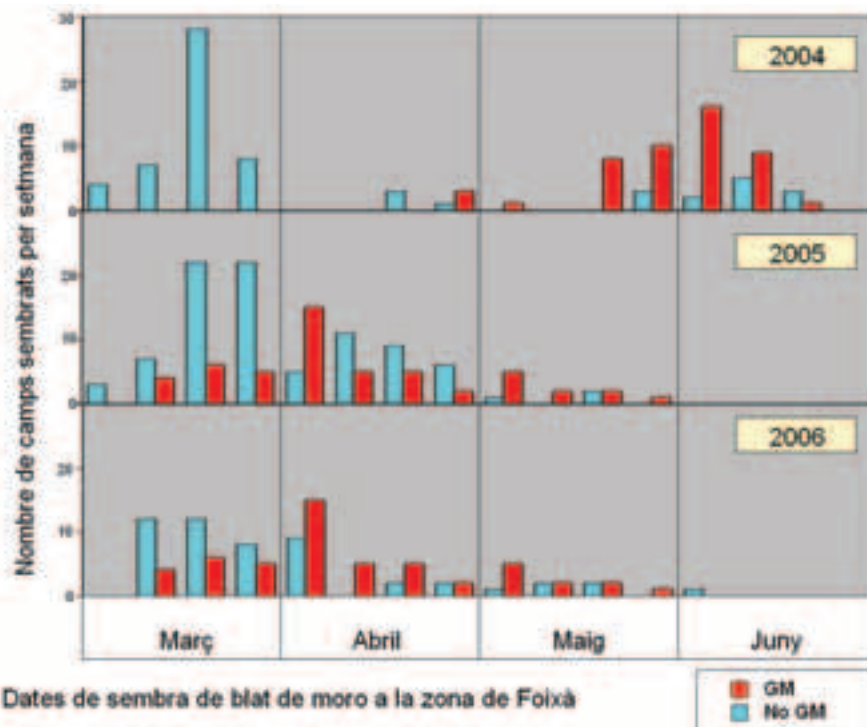


Figura 5. Gràfic del nombre de camps convencionals i transgènics sembrats cada setmana entre març i juny entre els anys 2004 i 2006.

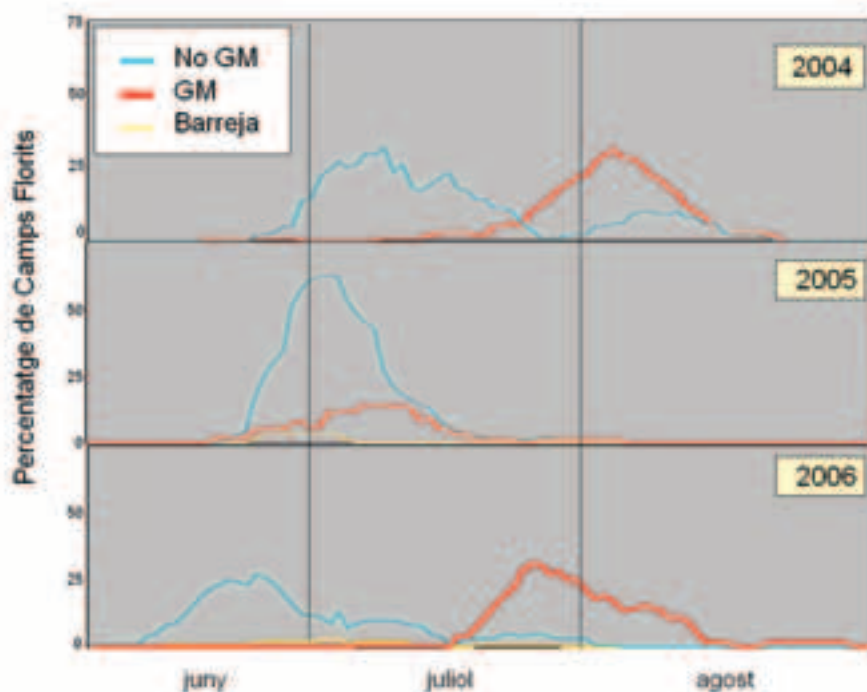


Figura 6. Gràfic comparatiu del percentatge de camps transgènics, convencionals i amb barreja de llavor florits entre els mesos de juny i agost.

La dinàmica de la floració segueix la mateixa tendència, tal i com es mostra a la Figura 6. Cal destacar, però, que les separacions temporals que es produeixen en les floracions són molt més reduïdes que en les sèmbrs, de manera que per exemple el 2004, el període de sembra va durar quatre mesos i la floració va quedar

concentrada en dos. Això és degut al fet que el blat de moro requereix acumular una certa quantitat de calor per arribar a florir. Normalment, el mesos de març i abril, quan les temperatures són més baixes, no contribueixen tant al desenvolupament de la planta com els mesos següents, més calorosos, de manera que al

2004		2005		2006	
CAMP	% GM	CAMP	% GM	CAMP	%GM
1	0	8	0	12	0,62
2	0	9	0,15	13	1,01
3	0	10	0,002	14	0,37
4	0,05	11	0,35	15	0,32
5	0,11			16	0,13
6	1,22				
7	1,89				

Taula 1. Resultats de les anàlisis de contingut de transgènic realitzats per PCR quantitativa als camps estudiats durant aquests tres anys.



Figura 7. Camp en el moment de la collita. S'aprecia la recol·lecció de l'andana abans que el centre del camp.

final les floracions s'acaben apropant. L'any 2006, que no va fer tan fred a la primavera, les floracions varen arribar més separades.

La coincidència de floració entre dos camps és un factor decisiu en la pol·linització creuada entre ells. Si no n'hi ha, no hi ha fecundació per pol·len aliè i per tant el contingut de blat de moro GM produït per aquesta causa hauria de



El flux genètic s'acumula en les vores dels camps. En els estudis fets, entre el 60% i el 80% de la pol·linització forana es troba en els tres primers metres del perímetre del camp.

ser nul. Això és el que va passar als camps 1, 2 i 3 de l'any 2004 i al camp 8 de l'any 2005 (Figura 2 i Taula 1), en els quals, malgrat que estaven envoltats de camps Bt, no hi va haver coincidència en la floració.

Així, però, hi va haver alguns camps on el contingut va ser superior al 0,9% i, per tant, la seva producció s'hauria d'haver etiquetat com a transgènica. En aquests casos, la proximitat dels camps transgènics veïns va anar acompanyada d'una floració molt coincident, de manera que el flux acumulat, principalment en les vores, va ser suficient per fer que la mitjana de la collita superés el llindar abans comentat.

En aquests estudis, s'ha de tenir en compte que el flux genètic s'acumula en les vores dels camps (Melé et al., 2006; Messeguer et al., 2006; Palaudelmàs et al., 2007). En els camps analitzats, entre el 60% i el 80% de la pol·linització forana es troba en els tres primers metres del perímetre del camp. Aquest fet té una gran importància pràctica a l'hora de prendre mostres per avaluar el contingut transgènic d'un camp. Es pot afirmar amb tota seguretat que agafant mostres de les vores s'obté una estima sobrevalorada, mentre que si s'agafen de l'interior els valors estaran per sota del contingut real del camp. Això és també vàlid si la presa de mostres es fa sobre els remolcs que porten el gra a l'assegador. Sovint, es comença a collitar un camp per l'andana (o sigui al voltant del camp, Figura 7) de manera que el gra del primer remolc tindrà un contingut molt més elevat de gra transgènic que el de la resta del camp. La presa de mostres és doncs un punt delicat, que s'ha de fer amb molta cura, ja que el resultat de l'anàlisi determinarà si la producció s'ha d'etiquetar com a transgènica o no. En col·laboració amb el Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural (DAR), l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) està

realitzant una sèrie d'estudis orientats a establir un sistema simplificat i estandarditzat de presa de mostres, tant en condicions de camp, com en el moment de la collita.

Els estudis fets el 2004 a Foixà i Tèrmens (Noguera -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, l'Índex Global, que concordava perfectament amb les dades de camp i que permetia extrapolar i predir els resultats futurs en funció només de 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 (Messeguer et al., 2006).

Aquest índex s'anomena global perquè es basa en la suma dels efectes individuals de tots els camps transgènics del voltant. Es calcula, doncs, per a cada camp transgènic un índex d'impacte sobre el camp convencional que consisteix a dividir els dies de coincidència de la floració pel quadrat de la distància entre ambdós camps. La coincidència de la floració s'expressa en dies i es calcula restant de 10 els dies de decalatge de les floracions dels camps considerats. Normalment, per data de floració es pren el moment en el qual el 50% del camp està florit. Així, entre dos camps que florissin amb tres dies de diferència, per valor de coincidència en la floració posaríem 7 dies. Per altra part, la distància entre camps s'expressa en decàmetres enters. Si la distància entre camps per exemple està compresa en el primer decàmetre (entre 0 i 10 m) es considera 1 i seria 2 si la distància estigués compresa entre 10 i 20 metres. Es podrien fer càlculs més precisos amb la distància, però s'ha escollit aquest criteri senzill, ja que sovint és difícil avaluar exactament la separació en metres quan les separacions (marges, canyissars, etc.) tenen una amplitud variable.

Així, l'Índex Global per a un camp convencional es calcula sumant els valors de tots els índexs d'impacte individuals. Si aquest índex arriba o supera un valor de 15, vol dir que molt probablement el valor mitjà del camp convencional superarà el llindar del 0,9% en contingut en transgènic i s'haurà d'etiquetar com a tal. La validesa d'aquest índex es va verificar amb les

Flux de gens segons l'Índex Global

Any	% camps per sobre del 0.9%	% de transgènic si s'agrupés la collita
2004	4	0.11
2005	2.59	0.09
2006	5.97	0.25

Taula 2. Estima, mitjançant l'Índex Global de predicció, del % de camps que estarien per sobre del llindar d'etiquetatge i del % de transgènic que tindria la collita si s'agrupés el blat de moro de tots els camps convencionals.

dades del 2005 i del 2006. Així, el coeficient de correlació entre l'avaluació del contingut de blat de moro transgènic mitjançant l'anàlisi molecular (Q-PCR) i el valor predit per l'Índex Global va ser molt alt ($R^2 = 0.93$ per $n = 9$) demostrant que és una eina molt bona per predir el contingut en transgènic en un camp convencional causat pel flux de gens.

Si apliquem l'Índex Global a tota l'àrea de Foixà i considerem que en cap camp s'aplica cap mesura de contenció com, per exemple, l'establiment de distàncies de seguretat, o zones tampó, s'observa (Taula 2) que el percentatge de camps convencionals que tindrien un contingut de transgènic superior al 0,9% és molt baix, malgrat que estem en la pitjor situació possible: camps petits i sense cap mesura de seguretat per controlar el flux de gens per la pol·linització creuada. És evident que en el moment en què s'estableixi una normativa amb una distància de seguretat (20 m són suficients segons demostren diversos estudis) aquest percentatge es reduiria pràcticament a zero.

Si, per altra banda, apliquem l'Índex Global per calcular el percentatge de transgènic que es detectaria si s'agrupés tota la collita dels camps convencionals, s'observa que durant els tres anys de l'estudi s'obtenen uns percentatges molt inferiors al 0,9%. Per tant, la producció global no s'hauria d'etiquetar, malgrat que, com hem dit abans, s'ha considerat que en cap camp no s'ha aplicat cap mesura de contenció.

04 Conclusions

Aquest estudi s'ha portat a terme en una zona on hi ha unes condicions reals de coexistència entre el blat de moro convencional i el blat de moro transgènic. Durant els tres anys de l'estudi s'observa una progressiva acceptació del blat de moro transgènic, com ho demostra l'augment de l'àrea cultivada amb aquest cultiu.

La utilització d'un o altre tipus de blat de moro depèn, a més de les preferències dels pagesos, de les condicions climàtiques durant el període de sembra, que influeixen en la possibilitat de fer sembres primerenques o tardanes.

L'Índex Global, dissenyat en funció de les distàncies entre camps transgènics i convencionals i de la coincidència de la floració, pot ser una eina molt útil per predir quin serà el contingut de transgènic dins d'un camp convencional que és degut a la pol·linització creuada i per determinar quin o quins dels camps transgènics veïns poden ser responsables d'aquest contingut.

05 Referències

MAPA, 2007

MELÉ, E., MESSEGUER, J., PALAUDELMÁS, M., PEÑAS G., SALVIA J. I SERRA J. 2006. "Coexistència entre blat de moro Bt i convencional". *Dossier Tècnic* n. 10. Formació i assessorament al sector agroalimentari. <http://www.ruralcat.net>. pp19-23

MESSEGUER J., PEÑAS G., BALLESTER J., BAS M., SERRA J., SALVIA J, PALAUDELMÁS M AND MELÉ E. 2006. "Pollen mediated gene flow in maize in real situations of coexistence". *Plant Biotechnology Journal* 4:633-645.

PALAUDELMÁS, M., PEÑAS, G., MESSEGUER, J., MELÉ, E., SERRA, J., SALVIA, J., PLA, M., AND NADAL, A. "Coexistència entre blat de moro convencional i transgènic: Influència de la data de sembra en la coincidència de la floració". 2007. Generalitat de Catalunya. RuralCat. *Dossier Tècnic* n. 19. pp25-31.

PLA M., LA PAZ J.L., PEÑAS G., GARCÍA N., PALAUDELMÁS M., ESTEVE T., MESSEGUER J. AND MELÉ E. 2006. "Assessment of real-time PCR based methods for quantification of pollen-mediated gene flow from GM to conventional maize in a field study". *Transgenic Research* 15:219-228.

05 Autors



Montserrat Palaudelmàs Carles
IRTA. Genètica Vegetal. Cabrlis
Montserrat.palaudemas@irta.es

Gisela Peñas Civit
IRTA. Genètica Vegetal. Cabrlis
Gisela.penas@gmail.com

Joaquima Messeguer Peypoch
IRTA. Genètica Vegetal. Cabrlis
Joaquima.messeguer@irta.cat

Enric Melé Grau
IRTA. Genètica Vegetal. Cabrlis
Enric.mele@irta.cat

Joan Serra Gironella
IRTA-Mas Badia
Joan.serra@irta.cat

Jordi Salvia Fuentes
IRTA-Mas Badia
Jordi.salvia@irta.cat

Maria Pla de Sola-Morales
INTEA. Universitat de Girona
Maria.pla@udg.es

Anna Nadal Matemala
INTEA. Universitat de Girona
Anadal@intea.udg.es

07 Agraïments

Aquest assaig es va portar a terme dins del marc del projecte europeu SIGMEA. Volem agrair als pagesos de la zona de Foixà la seva gran col·laboració, sense la qual aquest estudi no s'hagués pogut portar a terme.



Foto: IRTA Cabrlis



Nascut al Poal fa 37 anys, és el gerent de la Cooperativa Agrària de Miralcamp des de fa 14 anys. Fill de família pagesa, aquest llicenciat en Ciències Empresarials s'encarrega de la gestió econòmica, empresarial, comercial i social de l'entitat. Parlem amb ell per analitzar els canvis produïts en el conreu del panís i com els afronten des de la Cooperativa, just abans que comenci la temporada d'aquest cereal.

Quina relació té la Cooperativa de Miralcamp amb el conreu del panís?

En la nostra Cooperativa, cal destacar dos vessants en el conreu del panís:

- El soci com a productor, ja que n'hi ha que cultiven panís des de la construcció de l'embassament d'Oliana (principis dels anys seixanta) que va permetre tenir aigua al Canal d'Urgell amb més regularitat durant l'estiu.
- La pròpia Cooperativa com a productora, gestionant finques en règim d'arrendament molt ràpidament i actualment les sembradores molt sofisticades són indispensables, igual que les adobadores i màquines de sulfatar.

Com ha evolucionat aquest conreu amb els anys i les noves tecnologies?

En els inicis, principis dels anys seixanta, el conreu del panís era molt manual, tant la sembra, l'adobatge, el desherbatge i la collita. En el tema de les llavors es va produir un gran avenç amb les híbrides i la revolució han estat els transgènics. Amb la irrupció de la maquinària s'ha evolucionat molt ràpidament i actualment les sembradores monogrà de precisió són indispensables, igual que les adobadores i màquines de sulfatar. Pel que fa a l'aparició dels herbicides pre i post-emergents van suposar un estalvi important en el tractament de les males herbes. A més, les recol·lectores de panís van ser un pas decisiu per a generalitzar aquest cultiu.

L'ENTREVISTA

Santi Vergé Fallada
Gerent de la Cooperativa Agrària de Miralcamp (Urgell)

"ELS AVENÇOS MÉS IMPORTANTS QUE TINDREM SERAN LES MILLORES GENÈTIQUES EN LES LLAVORS DE PANÍS"

Personalment crec que els avenços més importants i sorprenents que tindrem en poc temps seran les millores genètiques en les llavors de panís.

"Actualment, l'objectiu principal és invertir en maquinària i a les pròpies finques"

Quines varietats de conreu de blat de moro treballen? Què els fa decidir per una o altra?

A la Cooperativa, disposem d'un tècnic de l'Agrupació de Defensa Vegetal (ADV) que està al corrent de totes les novetats i assaigs que es fan a les Xarxes Experimentals de l'IRTA. El tècnic és l'encarregat de fer les recomanacions en funció del tipus sòl i la data de sembra. Bàsicament, treballem amb cicles 600-700 on predominen les varietats transgèniques de Pioneer, Dekalb i Limagrain.

Com afecta la pujada del preu del gra del blat de moro d'aquest darrer any als cultivadors?

A tall d'anècdota recordo que la meua primera venda de panís, al mes de juliol de l'any 1994, va ser de 32 pts/kg, mentre que a dia d'avui el preu aproximat és de 36 pts/kg. Això suposa una pujada de menys d'un 1 per cent anual, molt lluny del 4 per cent que ha pujat l'IPC en el mateix període. Aquesta pujada de preus necessària, però massa sobtada, ha fet canviar positivament la perspectiva als productors, ja que fins ara l'objectiu principal amb uns preus molt baixos era reduir costos i ara, en canvi, serà invertir en maquinària i en les finques.

Ens trobem davant d'un any de greu dèficit pluviomètric, com creu que incidirà aquesta manca en els resultats de les collites?

A dia d'avui estem en una situació molt similar a la de l'any passat, i a finals de març unes pluges abundants i oportunes van salvar la collita. Esperem que aquest any també ho faci. Evidentment el conreu del panís exigeix unes necessitats importants d'aigua i també requereix una inversió econòmica important (llavors, herbicides, adobs...).

Davant d'aquesta situació hem de dir que la sembra de cereal d'hivern, menys exigent en aigua i diners, ha augmentat respecte el 2007 guanyant terreny a les hectàrees previstes de panís. Està clar que l'aigua és vida i si no n'hi ha, la producció i l'agroindústria se'n ressentirà.

Segons el seu parer, quin seria el sistema de reg més eficient?

Evidentment, el sistema de reg per aspersió és el més eficient en els conreus extensius, per estalvi d'aigua, per costos i per increments de producció. Pel que fa a la nostra zona regable del Canal d'Urgell, amb reg tradicional a manta, em consta que s'està treballant per modernitzar els antics regadius.

"Les petites i mitjanes explotacions tenen difícil la seva viabilitat"

Enguany també hem vist com s'incrementaven els preus de les matèries primeres (fertilitzants, gasoil...), com hi fan front? Hi veuen alguna alternativa?

El gasoil ja fa anys que està pujant però en el cas dels fertilitzants és un escàndol amb increments de gairebé un 100 per cent en pocs mesos. Per fer-hi front hem anticipat les compres amb la previsió de pujades i, en paral·lel, el Servei Tècnic està recomanant l'aplicació de fems i purins com una alternativa als fertilitzants minerals.

Vista la situació, quins aspectes recomanen des de la cooperativa per garantir la supervivència de les explotacions? Quines ajudes els poden oferir des de la cooperativa?

En la nostra zona d'influència les explotacions són petites i mitjanes, i amb moltes parcel·les repartides pel terme municipal amb una superfície mitjana d'1 ha, fet que complica la viabilitat d'aquestes explotacions. A través de la Cooperativa els oferim tots els serveis agrícoles: preparar el terreny, sembrar, aplicar l'adobatge i l'herbicida, transportar el panís per reduir costos i el servei d'arrendament de finques.

RuralCat.
redaccio@ruralcat.net