

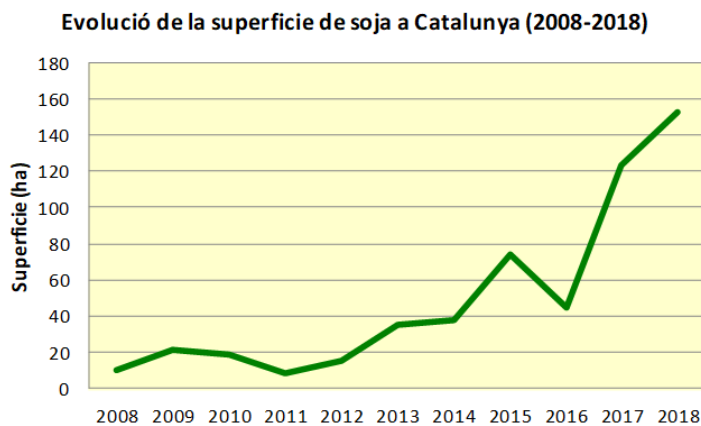
La soja com a alternativa als cultius extensius tradicionals als regadius de Catalunya

febr. 24, 2020 |

La soja és la principal font de proteïna d'origen vegetal per a l'alimentació animal i la proteaginosa més cultivada a nivell global. El seu interès és degut al seu alt contingut proteic i a que, a diferència d'altres productes vegetals, conté tots els aminoàcids essencials. La UE importa el 70% de les fonts de proteïna per a l'alimentació animal i el 97% de la soja que consumeix. Catalunya és també clarament deficitària pel que fa a producció de proteïna d'origen vegetal tant pel que respecta a la creixent demanda per a consum humà com per a la fabricació de pinsos, essent aquest un dels principals sectors de la indústria agroalimentària del país.

El sector de l'alimentació ramadera depèn actualment de les importacions de proteïna vegetal i podria veure's també beneficiat per l'existència d'una oferta local de producte que pot fer incrementar el valor afegit de la producció ramadera amb la incorporació d'un segell identitari "del país". D'altra banda, el sector de l'alimentació humana viu un accentuat increment de la demanda de productes a base de soja. La incertesa en aspectes de seguretat alimentària d'algunes importacions, juntament amb l'associació habitual de soja importada amb soja modificada genèticament fa que aquesta indústria valori cada cop més una oferta de producte local amb suficients garanties que la proximitat i el seu control garanteixen. En aquest sentit, és previsible un increment de la demanda de soja a nivell espanyol i europeu que pugui satisfer la demanda de producte per a consum humà, amb un règim de preus clarament diferenciat del sector de l'alimentació ramadera, i que pot fer la producció de soja molt més atractiva per a l'agricultor de les nostres comarques de regadiu.

Figura 1. Evolució de la superfície sembrada de soja a Catalunya en el període 2008-2018 (Font: DARP)



La superfície dedicada a la producció de soja a Catalunya ha sofert un notable increment en les darreres dues campanyes, passant de les 45 ha sembrades en 2016 a les 153 ha sembrades en 2018 (DARP, 2019) (Figura 1). Aquest increment és degut sobre tot a la forta demanda industrial de soja per a consum humà que ofereix preus de comercialització atractius i que poden fer d'aquest cultiu una opció interessant al monocultiu del blat de moro habitual en les nostres comarques productores de regadiu.

L'actual marc de baixos preus de venda del blat de moro planteja dificultats per al manteniment de la rendibilitat del cultiu, sobre tot en les zones on el seu règim de producció és més intensiu. Allà on la producció rendible de blat de moro es fa més incerta per factors econòmics i/o agroclimatològics, la introducció de la soja com a alternativa productiva pot representar una opció interessant, i pot contribuir al desenvolupament, ús i amortització d'inversions realitzades en moderns sistemes de reg. La potencial viabilitat agronòmica i econòmica de la soja pot arribar a constituir una alternativa agrícola i mediambientalment interessant al blat de moro com a cultiu d'estiu majoritari en els nostres regadius i contribuir a la producció autòctona de proteïna vegetal per a consum humà i animal, de la que Catalunya és clarament deficitària.

LA PREPARACIÓ DEL TERRENY I LA SEMBRA

Una correcta naixença de la soja és imprescindible per a l'adequada implantació del cultiu i poder optar a produccions finals normals.

La soja és especialment sensible a l'encrostament superficial del terreny, que difícilment pot vèncer. **Cal evitar doncs condicions d'encrostament del terreny.** La sembra en condicions de reg per aspersió solventa aquesta limitació.

Cal escollir sòls poc argilosos i ben drenats. Els terrenys més adequats semblen els de

sòls poc compactes, solts, de textura arenosa o franco-arenosa i amb bona aireació.



Figura 2. Naixença deficient de soja en sòl compacte (Foto: A. López)

El laboreig previ dependrà del cultiu anterior, però haurà de poder facilitar un arrelament de les plantes poc difícil i una **bona aireació del sòl**. La zona superficial ha de quedar ben treballada en els primers 10 cm, però evitant deixar-la en condicions que facilitin la formació de crosta superficial del terreny.



Figura 3. Naixença correcta de soja (Foto: A. López)

El període de sembra de la soja és ampli ja que es disposa d'una gamma varietal suficient amb tipus de precocitat ben diferenciats. En les nostres condicions, les sembres primerenques poden fer-se a mitjans d'abril amb cicles llargs, de tipus II o superiors, tot i que **les dates més habituals es situen durant la primera quinzena de maig**. La utilització de varietats amb tipus de precocitat més curts permet dates de sembra més tardanes, de manera que **la soja pot entrar perfectament com a segon cultiu** en zones on les condicions de temperatura i disponibilitat d'aigua ho permetin. Així, les varietats de soja de tipus 0 a I es poden sembrar durant la segona quinzena de juny i fins i tot tipus 0 i 00 d'alta precocitat poden sembrar-se després de la recol·lecció del cereal.

La densitat òptima de sembra en condicions de cultiu intensiu es situa al voltant de les 500.000 llavors/ha, el què suposa entre 120 i 150 kg/ha de llavor, en funció del seu pes. La llavor s'ha de sembrar a poca profunditat, entre 2 i 5 cm, sempre que hi disposi d'humitat suficient. Es pot utilitzar maquinaria de sembra convencional, amb la separació adequada entre rengs de sembra, tot i que sempre serà preferible la utilització de sembradores pneumàtiques com les utilitzades en la sembra del blat de moro.

El marc de sembra és variable en funció de zones, tipus de terreny i condicions de conreu, situant-se entre els 30 i els 70 cm. En assaigs fets en el marc del projecte demostratiu +Soja a la zona de regadius de Lleida en 2018, no s'han detectat diferències significatives entre separacions de rengs de sembra de 50 i 75 cm. pel que fa als rendiments conjunts de dates de sembra primerenques i tardanes (Figura 4). Tot i això, la separació de 50 cm entre rengs de sembra va mostrar rendiments mitjans superiors en un 7,68% a la separació de 75 cm.

Si es relaciona amb la data de sembra (Figura 5), la separació de 50 cm en sembres primerenques sembla mostrar millors resultats en el rendiment final. La deficient competitivitat de la soja amb les infestants queda més ben compensada per un marc de sembra més estret en sembres precoces, mentre que en sembres tardanes, el ràpid desenvolupament vegetatiu de les plantes de soja controla millor aquesta competència.

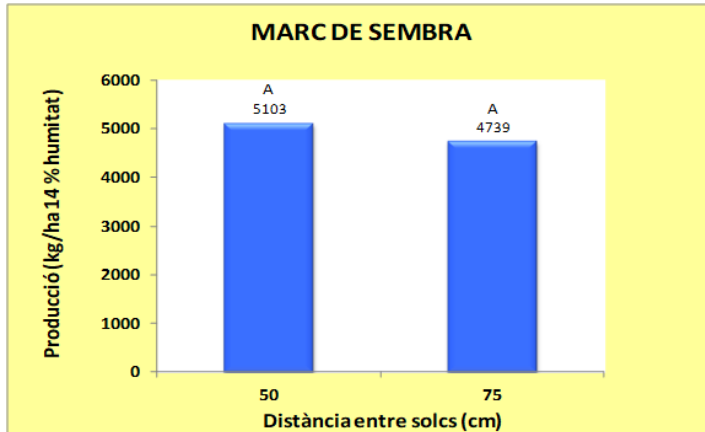


Figura 4. Rendiments mitjans (1a i 2a dates de sembra) en funció del marc de sembra. Zona de regadius de Lleida. Campanya 2018. (Projecte demostratiu +Soja)

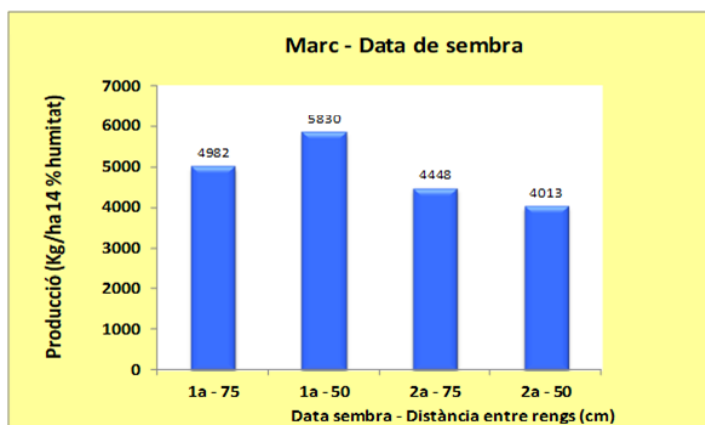


Figura 5. Rendiments mitjans en funció del marc i de la data de sembra. Zona de regadius de Lleida. Campanya 2018. (Projecte demostratiu +Soja)

LA INOCULACIÓ DE LA LLAVOR

La inoculació de la llavor de soja prèvia a la sembra ha estat un dels factors que han dificultat fins ara un major i més ràpid desenvolupament d'aquest cultiu. La soja és una espècie de la família de les lleguminoses i com a tal **és capaç d'autoabastir-se del nitrogen necessari** pel seu desenvolupament vegetatiu a través de la relació simbiòtica que estableix amb el bacteri *Bradyrhizobium japonicum*, que és capaç de sintetitzar el nitrogen atmosfèric i transferir-lo a les arrels de la planta de soja en les què viu. Aquesta relació simbiòtica implica la **inoculació prèvia a la sembra de les llavors de soja** amb aquest bacteri, que caldrà fer mecànicament amb una dilució de preparats comercials del bacteri durant les 2 h anteriors a la sembra i en condicions d'absència d'insolació directa. Per tal que la inoculació de la llavor no suposi un fre a la decisió de sembrar soja, bona part de les empreses que en comercialitzen la llavor la serveixen actualment ja inoculada i amb preparats comercials que incorporen agents conservants que permeten retardar la sembra fins a una setmana després de dur-la a terme.

Una correcta inoculació de la llavor i unes condicions adequades del medi han de fer possible el desenvolupament del bacteri a les arrels de la planta de soja. Caldrà comprovar aquesta correcta simbiosi (nodulació) unes 2 a 3 setmanes abans de la floració **comprovant l'existència de nòduls actius del bacteri en les arrels** (Figura 6). Cal tenir present que els **sòls compactes, poc airejats i mal drenats dificulten enormement una correcta nodulació**.

Figura 6. Arrels de planta de soja sense nodulació (esquerra) i amb una correcta nodulació (dreta) (Foto: A. López)



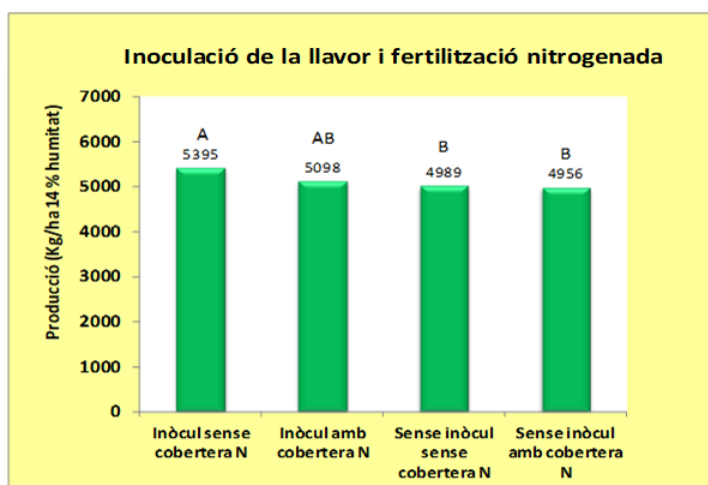
Figura 7. Les flors de la planta de soja surten en les axil·les de les fulles i defineixen el que després seran els diferents nivells de les beines amb el gra (Foto: A. López)

En cas d'absència de nòduls del bacteri a les arrels caldrà actuar ràpidament aportant la quantitat màxima de fertilitzant nitrogenat en forma nítrica que la legislació permeti a cada

zona.

En condicions de correcta nodulació, **la planta de soja és capaç d'autoabastir-se del 75% del nitrogen que necessita** pel seu correcte desenvolupament. En aquest sentit, és un dels cultius que millor poden dur a terme la funció de “neteja” de nitrogen al sòl i que poden ajudar millor a la regeneració dels nostres sòls i contribuir a una major sostenibilitat de la producció agrícola extensiva en regadiu.

Figura 8. Efecte de la inoculació de la llavor amb bacteris simbiòntics i aportacions de nitrogen en cobertura sobre el rendiment final en soja. Zona de regadius de Lleida. Campanya 2018. (Projecte +Soja)



En assaigs duts a terme per l'IRTA a la zona de regadius de Lleida en el marc del projecte demostratiu +Soja, s'ha comprovat com el rendiment final del cultiu és significativament superior en parcel·les amb inoculació de la llavor i sense aportació de nitrogen respecte a parcel·les no inoculades i amb aportació de fertilització nitrogenada en cobertura (Figura 8).

EL NOU MATERIAL VEGETAL DE SOJA. ELECCIÓ DE LA VARIETAT A SEMBRAR

L'elecció de la varietat a sembrar dependrà principalment de la data de sembra. De manera semblant als cicles en el cas del blat de moro, les diferents varietats de soja es classifiquen segons el seu tipus de precocitat (Taula 1).

Taula 1. Tipus de precocitat de les varietats de soja (Font: Elaboració pròpia)

Tipus de precocitat	Cicle a maduresa	Data de sembra aconsellada
000	Extra precoç	Exclusiu per a sembres especialment molt tardanes
00	Molt precoç	Adequat per a sembres tardanes o de 2a collita
0	Precoç	Adequat a la major part de sembres de maig a mig juny
I	Mitjà	Sembres durant el mes de maig
II	Tardà	Sembres precoces de mig abril a primers de maig
III i superiors	Molt tardà	Sembres especialment primerenques

A banda de la seva productivitat, cal escollir un **tipus de precocitat adequat** segons zona i data de sembra. Existeix una àmplia gamma de tipus de precocitat o “cicles” (Taula 1). En les condicions de la major part de les nostres zones potencialment productores, sembla que les varietats de tipus 0 i I s’adaptarien adequadament a la major part de situacions i dates de sembra més habituals. En sembres primerenques podrien entrar varietats de tipus II amb un potencial de producció teòric superior.

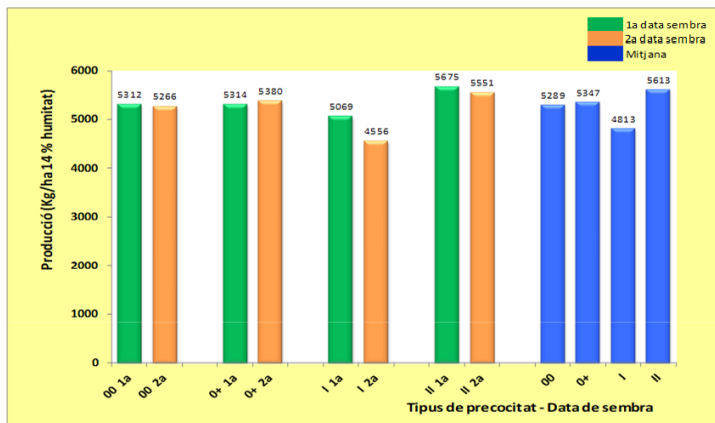
A banda de la productivitat, cal fer atenció a determinades característiques específiques de cada varietat, entre les què destacaríem les següents:

- **Resistència a l’ajagut.** Redueix el risc d’esclerotinia i facilita la recol·lecció.
- Poca susceptibilitat a la **dehiscència de les beines.** Disminueix el risc de pèrdues de gra en la recol·lecció.
- Elevat **contingut en proteïna del gra** quan la producció es destini a consum humà.

Figura 9. Plantes de soja en els primers estadis de desenvolupament (Foto: A. López)



Figura 10. Resultats productius de varietats de soja amb tipus de precocitat diferenciat en 1a i en 2a dates de sembra. Zona de regadiu de Lleida. Campanya 2018. (Projecte +Soja).



DESHERBAT, FERTILITZACIÓ I REQUERIMENTS HÍDRICS

La soja és un **cultiu molt sensible a la competència** que suposa la proliferació de males herbes. Resulta doncs necessari un bon control d'infestants sobre tot en les primeres etapes del cultiu, mentre aquest no cobreix bé la superfície de la parcel·la i pugui competir millor. Existeixen diverses matèries actives actualment autoritzades en aquest cultiu (Taula 2) i resulta **imprescindible l'eliminació d'infestants** mentre el cultiu ho permeti. **Els tractaments més efectius són en preemergència del cultiu.** La soja permet també el tractament selectiu de males herbes estiuenques de fulla estreta que sol ser també un problema habitual en cultius d'estiu en regadiu. Després d'anys de monocultiu de blat de moro resulta probable la infestació de la parcel·la per "soja borda" (*Abutilon theophrasti*). En aquest supòsit és recomanable desistir de la idea de sembrar soja ja que no existeix possibilitat de control químic per a aquesta infestant.

Taula 2. Matèries actives autoritzades per al cultiu de la soja en 2019 (Font: Servei de Sanitat Vegetal DARP)

Composició		Formulació	Grup HAC	Nom	Casa comercial	Dosatge, l o kg	Sensibilitat de les Males Herbes									
							Estiu en regadiu	Estiu en secà	Estiu en secà	Estiu en secà	Estiu en secà	Estiu en secà	Estiu en secà	Estiu en secà	Estiu en secà	Estiu en secà
HERBICIDES A APLICAR EN PREEMERGÈNCIA O POST-EMERGÈNCIA PRECOC DEL CULTIU I DE LES MALES HERBES																
Compost 36%	SC	F3	DIVERSOS NOMS	DIVERSOS MARQUES		0,34-4 l/ha	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Pendimetalina 27,5% + Clomazona 5,5%	SC	K1-F3	BESMARK	SIPCAM BEERA SL		1,5-2 l/ha	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Compost 0% + Metilazina 23,3%	0+	F3+01	METRO	BELOHM		1,5 l/ha	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Pendimetalina 33%	EC	K1	DIVERSOS NOMS	DIVERSOS MARQUES		4-6 l/ha	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Pendimetalina 34,5%	SC	K1	MOIST MICRO HL	SIPCAM BEERA SL		2,3 l/ha	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Pendimetalina 40%	SC	K1	ORDAGO SC	ADAMA		3 a 5	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Pendimetalina 45,5%	CS	K1	STOMP AQUA	BASF		2,5-3 l/ha	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Metilazina 30%	WG	C3	DIVERSOS NOMS	DIVERSOS MARQUES		250-350 g/ha	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Propaquizafop 40%	SC	K3	DIVERSOS NOMS	DIVERSOS MARQUES		1,075 l/ha	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
HERBICIDES A APLICAR EN POSTEMERGÈNCIA DEL CULTIU I DE LES MALES HERBES																
Bentazona (sol sodica) 48%	SL	C3	DIVERSOS NOMS	DIVERSOS MARQUES		2,3-125 l/ha	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Bentazona 87%	WG	C3	BASA GRAN SG	BASF		1-1,125 kg/ha	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Bentazona 48% (SAL SÓDICA) + Imazamox 2,24%	SL	C3-B	CORUM	BASF		1,075 l/ha	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Cloridim 10%	EC	A	FOCUS ULTRA	BASF		1-5 l/ha	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Fluazifop-p-butil 12,5%	EC	A	PULSLADE MAX	W.F. FARM		1-25 g/ha	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Propaquizafop 10%	EC	A	DIVERSOS NOMS	DIVERSOS MARQUES		0,5-1,5 l/ha	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Quizalofop-p-etil 12%	EC	A	WISH TOP	SHARDA		0,83 l/ha	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Quizalofop-p-etil 5%	EC	A	DIVERSOS NOMS	DIVERSOS MARQUES		1-3 l/ha	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Quizalofop-p-etil 4%	EC	A	PAIMICI	WASSO		0,5-2,5 l/ha	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
TRIFLUSULFURON-METIL 75% (WG) PIP	WG	B	HARASS	FMC		5-8 g/ha	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
MÈTODES MECÀNICS DE CONTROL																
Trèvol del sol							M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Collador							M	M	M	M	M	M	M	M	M	M

La sensibilitat de les males herbes s'indica de forma orientativa, doncs depèn del moment d'aplicació, de les dosis d'herbicides utilitzades o de la forma de realitzar el control mecànic, etc.

Pel que respecta a la fertilització, i tal com s'ha comentat en l'apartat de inoculació de la llavor, **la soja és capaç de fixar entre un 70 i un 80% del nitrogen que necessita** gràcies a la simbiosi amb *Bradyrhizobium japonicum*. Si es porta a terme una correcta nodulació del bacteri a les arrels de la planta, no hauria de resultar necessària l'aportació de fertilització nitrogenada en cobertora al cultiu (Figura 7). Tanmateix, això no vol dir que la soja no sigui un cultiu exigent en nitrogen. S'han de calcular unes extraccions de 100 UF/t de gra. Resulta doncs molt important **comprovar si la nodulació s'ha produït amb èxit** ja que, en cas negatiu, caldrà aportar una quantitat important de fertilitzant nitrogenat (atenció als límits legalment establerts segons zones de cultiu) en forma nítrica i en un plaç de temps breu.

Una referència orientativa equilibrada i raonable per a la fertilització de fons del cultiu seria 100 - 80 - 160, sempre en funció dels nivells de N-P-K existents al sòl.

En cas de producció de soja per a consum humà pot resultar interessant una aportació fraccionada del nitrogen, de manera que es reservin unes 40-50 UF per a ser aportades just a l'inici de la floració. D'aquesta manera es pot aconseguir un increment en el contingut en proteïna del gra.

Resulta freqüent l'observació de símptomes de clorosi en les fulles en parcel·les de soja amb sòls especialment calcaris. **La soja és especialment sensible a la clorosi** que ve provocada per la carència nutricional en ferro, ja que aquest element queda bloquejat en sòls alcalins amb elevats continguts en calci i no resulta absorbible per la planta. Si el problema és important es pot actuar amb aplicacions de quelats de ferro, però habitualment no és necessari i els símptomes desapareixen després d'unes setmanes.



Figura 11. Plantes de soja amb bon nivell de beines en estadi d'ompliment del gra i inici de maduració (Foto: A. López)

Les necessitats hídriques de la soja són inferiors a les del blat de moro. El període de màximes necessitats en el què el cultiu no pot patir estrès hídric va des de inici de floració a ompliment del gra, amb la maduració de les primeres beines. Normalment el cultiu requerirà entre 500 i 600 mm d'aigua per al seu correcte desenvolupament, en funció del tipus de precocitat de la varietat. En aquest sentit, es tracta d'un **cultiu de regadiu amb requeriments hídrics inferiors als de altres cultius extensius** típics de les nostres zones productores, com l'alfals o el blat de moro i que cal tenir en compte en rotacions que afavoreixin l'estalvi d'aigua en un marc de sostenibilitat de la producció agrícola.

LA RECOL·LECCIÓ. PRODUCCIÓ DE SOJA PER A CONSUM HUMÀ

El moment òptim per a la recol·lecció és quan la **humitat del gra es troba entre el 14% i el 10%**. En aquest interval el percentatge de trencament del gra és inferior al 10%, però s'incrementa clarament amb humitats inferiors. Aquest període òptim de recol·lecció es sol detectar en camp quan els grans "sonen" dins les beines. Normalment les fulles s'hauran assecat i caigut prèviament, tot i que no sempre és així.

Cal collir abans que les beines s'obrin i els grans secs caiguin a terra (dehiscència). Això no té per què succeir, però existeix variabilitat genètica varietal respecte a aquest caràcter. Cal escollir doncs una varietat poc susceptible a aquest accident. En qualsevol cas, és aconsellable evitar les hores de forta insolació en què la probabilitat de dehiscència és superior.

La màxima rendibilitat actual del cultiu passa per la producció de soja per a la indústria de transformació per al consum humà. Actualment hi ha una important i creixent demanda de producció de soja convencional i ecològica per a consum humà que es paga a preus que tripliquen els del blat de moro per a pinso, i fins i tot els quadrupliquen en el cas de soja en producció ecològica.

Les condicions de compra per part de la indústria per a consum humà són més exigents que en el cas de soja per a pinso:

- Necessitat de contracte de compra previ
- Humitat del gra standard del 12% i, en tot cas, inferior al 14%
- Contingut en proteïna $\geq 40\%$

- Absència de grans trencats
- Contingut màxim d'impureses $\leq 2\%$
- Homogeneïtat de la producció

Figura 12. Camp d'assaig de soja a la zona de regadius de Lleida (Projecte +Soja) (Foto: A. López)



Els resultats de diversos camps experimentals realitzats per l'IRTA durant la campanya 2018 han mostrat un interessant potencial productiu mitjà del cultiu, superior a les 5 t/ha de gra, tant en sèmres primerenques com tardanes, fent palès un notable increment de la productivitat del nou material vegetal de soja.

Sembla viable en les nostres condicions la sembra de varietats amb tipus de precocitat llarg (tipus II), així com l'assoliment dels nivells de qualitat exigits per la indústria transformadora en la comercialització de la producció per a consum humà.

El cultiu es mostra també com una bona opció respecte al blat de moro en segona collita en zones de regadiu que permetin aquesta opció productiva.

AUTORS

ANTONI LÓPEZ
IRTA Lleida

JOAN SERRA
IRTA Mas Badia

JOSEP ANTON BETBESÉ
IRTA Lleida

ROSER SAYERAS
IRTA Mas Badia