

# DOSSIERTÈCNIC

FORMACIÓ I ASSESSORAMENT AL SECTOR AGROALIMENTARI

N51

Agost 2011

## MAQUINÀRIA D'APLICACIÓ DE FITOSANITARIS

**P03** Fonaments per a la correcta aplicació de productes fitosanitaris **P09** Inspecció als equips d'aplicació de fitosanitaris en ús **P15** Regulació dels polvoritzadors **P20** Cap a una aplicació sostenible de fitosanitaris. Riscos, legislació i normativa **P24** Innovacions tecnològiques en els equips d'aplicació de fitosanitaris **P28** L'Entrevista



**ruralCat**

La comunitat virtual agroalimentària  
i del món rural

[www.ruralcat.net](http://www.ruralcat.net)



Generalitat de Catalunya  
**Departament d'Agricultura, Ramaderia,  
Pesca, Alimentació i Medi Natural**  
[www.gencat.cat/daam](http://www.gencat.cat/daam)





# PRESENTACIÓ



**Joan Godia Tresanchez**  
Subdirector general d'Agricultura

En el conjunt de dossiers editats fins ara, n'hi ha que fan referència a la sanitat vegetal, però encara no s'havia publicat un dossier específic sobre la maquinària d'aplicació de fitosanitaris.

Estem vivint uns moments d'una especial conscienciació i sensibilitat dels consumidors envers la seguretat alimentària i cal que els vegetals i els productes vegetals, produïts pel nostre sector agrícola, no solament compleixin amb els requisits de seguretat, sinó que també transmetin una sensació de confiança als consumidors. L'aportació que el sector productor pot fer, als estàndards exigits pel que fa a les aplicacions fitosanitàries, passa per aplicar la dosi correcta de producte fitosanitari, que permeti controlar les plagues, les malures i les males herbes, i, en conseqüència, es minimitza el risc ambiental. Aquest dossier pretén fer una revisió dels aspectes més importants a tenir en compte, per optimitzar l'aplicació de productes fitosanitaris.

És important aprofundir en el coneixement d'aquests equips, utilitzats en la majoria de les nostres explotacions agràries, ja que d'ells depèn, en gran part, l'èxit dels tractaments fitosanitaris que es realitzen en els nostres conreus.

L'aplicador de fitosanitaris ha de mantenir l'equip en bon estat, ha de fer les revisions periòdiques i

les inspeccions oportunes, que permetin detectar-ne possibles anomalies en el funcionament i comprovar que compleix amb els requeriments de seguretat. També ha de conèixer les prestacions del seu equip, per tal de poder realitzar les regulacions oportunes, d'acord amb els condicionants de cada tractament.

Les millores tecnològiques que s'estan introduint en les màquines suposen un cost afegit, però s'han de valorar com un avantatge en la qualitat de l'aplicació. Aquestes millores estan orientades a aconseguir un ajust de la dosi sobre la vegetació, a més d'incidir en els aspectes de la seguretat, de l'ergonomia i de la protecció ambiental. Però el que resta és trobar un equilibri entre el cost d'aquestes millores i el benefici que en suposa l'ús.

Així mateix, la normativa legal i tècnica redactada a l'entorn dels equips d'aplicació de fitosanitaris, és molt àmplia i té com a finalitat contribuir a la millora de la salut de les persones i a la protecció del medi ambient, com també a la funcionalitat de les màquines. En aquest sentit, cal destacar la Directiva 2009/128/CE, segons la qual s'estableix el marc d'actuació comunitària, per aconseguir un ús sostenible dels plaguicides que, entre altres aspectes, fa obligatòria la inspecció dels equips d'aplicació de fitosanitaris en ús. Dins d'aquest marc, per tal de planificar la realització de les inspeccions, cal conèixer el parc de màquines d'aplicació de fitosanitaris, mitjançant el seu registre obligatori.

Espero que la informació continguda en aquest dossier sobre la maquinària d'aplicació de productes fitosanitaris, suposi una contribució a la millora de l'eficàcia i de l'eficiència dels tractaments fitosanitaris dels nostres conreus.

**Dossier Tècnic. Núm. 51**  
**"MAQUINÀRIA D'APLICACIÓ DE FITOSANITARIS".**  
Agost de 2011

**Edició**  
Direcció General d'Alimentació,  
Qualitat i Indústries Agroalimentàries.

**Consell de Redacció**  
Domènec Vila Navarra, Joan Godia Tresanchez, Ma. Dolors Vila Calvet, Jaume Sió Torres, Joan Barniol Garriga, Ignasi Olivella Prats, Agustí Font 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**  
What's On

**Impressió**  
Ediciones Gráficas Rey, S.L.  
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](mailto:dossier@ruralcat.net)

Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural  
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](mailto:dossier@ruralcat.net)

Més recursos, enllaços i versió electrònica al web de RuralCat: [www.ruralcat.net](http://www.ruralcat.net)

**Foto portada:**  
"Tractament fitosanitari en una plantació de fruiters"  
Autor: Francesc Solanelles.

# FONAMENTS PER A LA CORRECTA APLICACIÓ DE PRODUCTES FITOSANITARIS



Foto 1. Aplicació de productes fitosanitaris en cultius baixos. Autor: Ferran Camp.

## 01 Introducció

El control d'enemics dels conreus mitjançant lluita química és un procés que es desenvolupa en un seguit d'etapes. A gran trets, aquestes són la previsió o detecció del dany, la identificació de l'agent causant, la decisió d'actuar contra ell, l'elecció del mètode de control, el moment més adient per realitzar-ho i finalment l'execució del tractament amb l'equip d'aplicació de fitosanitaris. És evident que perquè l'èxit del tractament s'aconsegueixi serà necessari un encert en totes i cada una de les etapes del procés.

Diversos estudis i l'experiència de molts agricultors indiquen que molts tractaments són deficients o fracassen per una mala actuació en el

moment de l'aplicació i no pas per una errada en etapes anteriors. Això s'explica sovint per considerar l'execució del tractament com una etapa rutinària a la qual no cal dedicar una gran cura. Per a tenir garanties que el tractament serà correcte, caldrà que l'equip estigui en bon estat i ben regulat.

Malauradament, sempre que es realitza una aplicació de fitosanitaris es produeixen pèrdues de producte que poden ser del 5% fins al 50% o superiors en funció de com es realitza l'aplicació. Segons la tècnica emprada i de la cura que es tingui en aplicar-la ens situarem en la franja alta o baixa de pèrdues. Això té una importància considerable, ja que un augment de les pèrdues es tradueix en una disminució de l'eficàcia i en un increment del cost.



El producte no és consumeix quan es compra, sinó quan s'aplica i per tant cal aplicar-lo amb control i cura.



Foto 2. Aplicació de productes fitosanitaris en cultius arboris. Autor: Ferran Camp.

## 02 Fonaments de les aplicacions de productes fitosanitaris

S'entén per bona aplicació aquella que reuneix al mateix temps eficàcia i eficiència. Eficàcia perquè és capaç de controlar l'agent causant del dany i eficiència perquè ho fa amb la mínima quantitat de producte i, per tant, amb el màxim aprofitament d'aquest.

El camí per aconseguir eficàcia i eficiència passa per tenir clars els conceptes següents:

**Dosificació:** Correspon a la quantitat de producte que és necessari aplicar per unitat de cultiu. Al nostre país la dosi ve expressada habitualment en quantitat de matèria activa per unitat de superfície (p.e. 1 litre de producte comercial per hectàrea de cultiu) o en concentració de preparat comercial al dipòsit (p.e. 100 mL de producte comercial

per cada 100 litres d'aigua al dipòsit). Una altra forma d'expressar la dosi és establint la quantitat de brou a aplicar per volum de vegetació a tractar (p.e. 0,24 litres de brou per cada metre cúbic de vegetació). Aquest model d'expressió de dosi és més adient quan el cultiu a tractar és voluminós, com és el cas dels fruiters, la vinya o els arbres ornamentals.

**Distribució:** Correspon a la manera com l'equip d'aplicació reparteix la dosi sobre el cultiu. El principi bàsic de distribució és el següent: l'equip d'aplicació ha de subministrar per a cada tram de cultiu una quantitat de producte proporcional a la quantitat de vegetació a tractar.

**Deposició:** Fenomen d'adhesió del producte aplicat sobre la superfície del cultiu a controlar (Foto 3). En general, la finalitat de les aplicacions serà dipositar sobre totes les zones a tractar la mateixa quantitat de producte.

**Recobriment:** Expressa la quantitat de superfície coberta pel preparat fitosanitari aplicat. Pot venir expressat de diferents formes:

- a) en percentatge: p.e. un recobriment del 50% indica que el 50% de la superfície tractada ha quedat cobert pel preparat fitosanitari aplicat.
- b) en impactes/cm<sup>2</sup>: p.e. un recobriment de 100 impactes/cm<sup>2</sup> indica que, de mitjana, sobre cada centímetre quadrat de fu-

lla s'han dipositat 100 gotes de preparat fitosanitari aplicat.

## 03 Etapes en la realització d'una aplicació de fitosanitaris

L'execució d'una aplicació de productes fitosanitaris no correspon únicament a l'acció de circular amb l'equip per la parcel·la distribuint un producte fitosanitari, sinó que també engloba altres procediments:

**Preses de decisions:** En aquesta etapa s'estableixen les condicions de treball més adients (dosi, velocitat, broquets, pressió...). L'èxit o el fracàs del tractament depèn



Foto 3. Recobriment de producte depositat sobre una fulla de cultiu després d'haver rebut un tractament per polvorització. Autor: Ferran Camp.



L'èxit o el fracàs de l'aplicació dependrà de l'encert assolit en cada una de les etapes del tractament.



Foto 4. Operació d'intercanvi de broquets durant el procés de regulació de la barra de polvorització. Autor: Ferran Camp.

d'aquesta etapa i serà on s'aplicaran més coneixements i dedicaran més atencions.

**Regulació i calibració:** Correspon a l'adequació i comprovació dels diferents dispositius de l'equip (broquets, pressió, marxa, grup i revolucions del tractor) perquè les decisions preses en l'etapa anterior siguin efectives en el moment de l'aplicació.

**Barreja:** Correspon a l'acció de preparar el brou dins el dipòsit de l'equip d'acord amb les dosis establertes en l'etiqueta. Aquesta operació es donarà per acabada quan el sistema d'agitació de l'equip hagi format un preparat fitosanitari homogeni dins el dipòsit.

**Aplicació:** Correspon a l'acció de distribuir

el producte fitosanitari sobre la superfície a protegir. Si les etapes anteriors s'han realitzat correctament, no ha de revertir complicacions. És una etapa de control. Durant la seva execució s'haurà de tenir cura de les condicions meteorològiques i controlar que els paràmetres de treball (velocitat i pressió) no es modifiquin durant el tractament.

Un aspecte que juga en contra de les aplicacions és la falta de temps. No obstant això, sempre caldrà repartir el temps disponible dedicant la quantitat necessària a cada una de les etapes.

#### 04 Aplicació de fitosanitaris en estat líquid. Fonaments de la polvorització

La majoria de productes fitosanitaris han estat formulats per ésser distribuïts sobre el cultiu en forma líquida mitjançant polvorització. La polvorització és la tècnica que fracciona el brou fitosanitari del dipòsit en una població de gotes de petit diàmetre amb el propòsit que aquestes acabin dipositant-se sobre l'objectiu del tractament, com ara fulles, branques, flors o fruits.

##### 04.01 Caracterització de les poblacions de gotes

Les poblacions de gotes habitualment vénen caracteritzades per un valor de diàmetre de

gota anomenat Diàmetre de la Mediana Volumètrica (VMD). El **VMD** indica que la meitat del volum polvoritzat està contingut en gotes de diàmetre inferior a aquest i l'altra meitat en gotes de diàmetre superior. La unitat utilitzada per definir el diàmetre de les gotes és el micròmetre ( $\mu\text{m}$ ).

Tanmateix, les poblacions de gotes poden venir caracteritzades per un altre diàmetre de gota anomenat Diàmetre de la Mediana Numèrica (**NMD**). Aquest indica que la meitat del nombre de gotes de la població són de diàmetre inferior i l'altra meitat de diàmetre superior.

Hi ha altres paràmetres que caracteritzen una població de gotes, com el diàmetre volumètric del 10% ( $DV_{10}$ ) i el diàmetre volumètric del 90% ( $DV_{90}$ ).

El  **$DV_{10}$**  correspon al diàmetre de gota per sota del qual s'acumula el 10% del volum polvoritzat. El  $DV_{10}$  caracteritza la franja de gotes més fines i, per tant, més susceptibles de ser perdudes per evaporació i deriva.

El  **$DV_{90}$**  correspon al diàmetre de gota per sobre del qual s'acumula el 10% del volum polvoritzat i caracteritza la franja de gotes més grosses, més susceptibles de ser perdudes al terra per gravetat o escorrentia sobre les fulles.

A partir d'alguns dels paràmetres anteriors es poden calcular uns índexs d'uniformitat. Els més usuals són el Coeficient d'uniformitat, CU i l'SPAN. Una població serà tant més uniforme com més s'aproximi el seu coeficient d'uniformitat a 1 i el seu SPAN a 0.



Foto 5. Broquet de polvorització hidràulica. Autor: Centre de Mecanització Agrària.



El VMD, el  $DV_{90}$  i el  $DV_{10}$  són alguns dels paràmetres que els fabricants de broquets proporcionen per caracteritzar les poblacions de gotes. Conèixer-los ens pot permetre elegir el broquet més adient a la nostra situació de tractament.

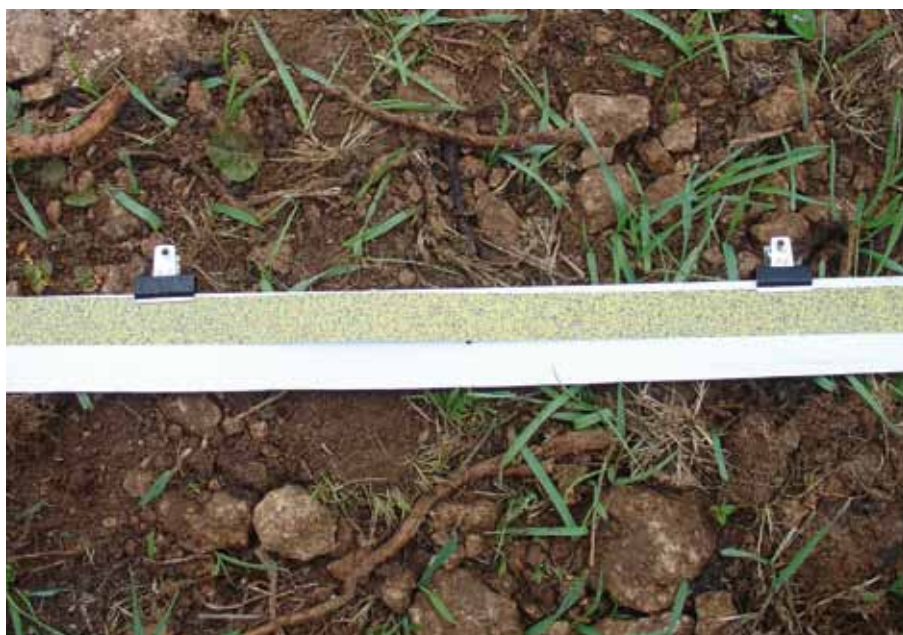


Foto 6. Recobriment assolit per una polvorització sobre un conreu baix. Autor: Àngel Bustos.

$$CU = \frac{VMD}{NMD} \quad SPAN = \frac{DV_{90} - DV_{10}}{VMD}$$

El VMD, el  $DV_{90}$ , el  $DV_{10}$ , el NMD, el CU i l'SPAN són paràmetres que s'utilitzen per caracteritzar les poblacions de gotes.

Les poblacions de gotes es poden classificar en diferents categories. El sistema de classificació més acceptat, i seguit per la majoria de fabricants, és el sistema BCPC (British Crop Production Council). El sistema BCPC classifica les polvoritzacions en molt fines, fines, grosses, molt grosses i extremadament grosses. Actualment està en elaboració una norma ISO, (ISO/CD 25358), que estableix les diferents categories de gotes en base a la comparació de l'espectre de mida de gotes de polvorització produït per un broquet a una pressió determinada en relació amb l'espec-



Foto 7. Cultius amb sistema de formació, mida i densitat diferents. Autor: Ferran Camp.



**Foto 8.** Equip convencional i amb torres deflectores amb diferent grau d'adaptació a tractaments realitzats sobre cultius arboris en espallera. Autor: Ferran Camp.

tre de gotes d'uns broquets de referència.

#### 04.02 Influència de la mida i uniformitat de les gotes en l'aplicació del producte

Les gotes, amb la matèria activa dissolta, són l'instrument final de control. Per tal que el tractament tingui èxit, és necessari comptar amb poblacions de gotes dotades d'unes característiques molt concretes: les gotes no han de ser massa grans ni massa petites, i totes han de ser aproximadament de la mateixa mida. Les mides de gota emprades van dels 10µm fins als 450 µm, encara que la majoria d'aplicacions es fan amb gotes de 100 a 250 µm de diàmetre.

La distribució del producte pot ser millorada aplicant un gran nombre de gotes petites. Aquestes gotes de reduït diàmetre permeten un major recobriment i la possibilitat de reducció dels volums d'aplicació per hectàrea. No obstant això, l'ús de gotes de petit diàmetre incrementa les pèrdues per deriva per la sensibilitat d'aquestes al vent i a l'evaporació.

Un sistema de polvorització que assoleixi major igualtat entre les gotes evitarà que molt poques gotes grans s'enduguin la major quantitat del producte o que moltes petites es perdin per evaporació.

### 05 Factors que influeixen en les aplicacions de fitosanitaris

En el moment de realitzar una aplicació fitosanitària ens trobarem amb una situació de tractament concreta. Aquesta situació vindrà definida per un seguit de factors que influirán sobre el procés d'aplicació, i que per tant caldrà tenir en consideració. Els més importants són:

– **Tipologia del cultiu:** hi ha dos tipologies clarament diferenciades:

- **Cultius baixos:** presenten estructura bidimensional o plana encara que, segons els casos, poden presentar diferents nivells d'espessor. En general, presenten baixa oposició a la penetració, ocasionen nivells de deriva baixos o moderats (del 5 al 20%) i assoleixen distribucions relativament uniformes. L'equip d'aplicació més apropiat és, en la majoria dels casos, la barra de polvorització hidràulica.

- **Cultius arbustius o arboris:** presenten estructura tridimensional o voluminosa amb formes, mides i nivells d'espessor molt variables (Foto7). En general, presenten alta oposició a la penetració, ocasionen nivells de deriva moderats o alts (del 20 al 50%) i resulta relativament difícil assolir distribucions uniformes. L'equip d'aplicació més apropiat és el polvoritzador amb assistència d'aire.

– **Mida, forma i densitat de la vegetació:**

Determina la quantitat total de fitosanitari que caldrà aplicar sobre un determinat cultiu. Cultius poc voluminosos i densos requereixen dosis inferiors que les necessàries en cultius grans i espessos.

– **Enemic a controlar:** La seva localització i tipologia determinaran l'estratègia de control.

Per exemple, enemics situats en localitzacions profundes i amagades requeriran de tractaments realitzats a menor velocitat d'avançament; enemics immòbils i petits com els fongs requeriran de tractaments amb major recobriment mitjançant la utilització de gotes de polvorització de menor diàmetre.

– **Condicions atmosfèriques:** Interaccionen acusadament amb les gotes de polvorització i condicionen la seva funcionalitat. Els paràmetres ambientals que afecten més les gotes són la temperatura, la humitat relativa i el vent



Les condicions de tractament donades al llarg de la campanya són canviants i, per tant, caldrà avaluar-les i tenir-les en compte en la realització de cada aplicació.

en intensitat i direcció. Temperatures elevades i humitats relatives baixes acceleraran l'evaporació de les gotes, escurçant la seva vida. El vent causa el transport de les gotes fora del cultiu tractat.

– **Equip d'aplicació i paràmetres de treball:**

El disseny del polvoritzador, els seus ajustos operacionals i el seu maneig influeixen en la qualitat dels tractaments. La selecció del polvoritzador i el seu maneig són dues àrees clau, on la decisió de l'aplicador pot influir en el resultat de deposició i l'eficàcia biològica de llurs tractaments.

### 06 Criteris per l'ajust dels paràmetres de treball

Els paràmetres de treball condicionen el resultat final de les aplicacions. A continuació donem un seguit de pautes per ajustar-los:

– **Volum d'aplicació:** el seu ajust es realitza

en base a la superfície (fulles, altres òrgans vegetals, terra) que es vol protegir. El volum d'aplicació utilitzat haurà de seguir les dos premisses següents:

- ha de ser prou elevat per a garantir un reco-



La mida, la forma i la densitat de la vegetació, així com l'enemic a combatre, les condicions atmosfèriques o l'equip d'aplicació són factors que determinen l'estratègia de control.

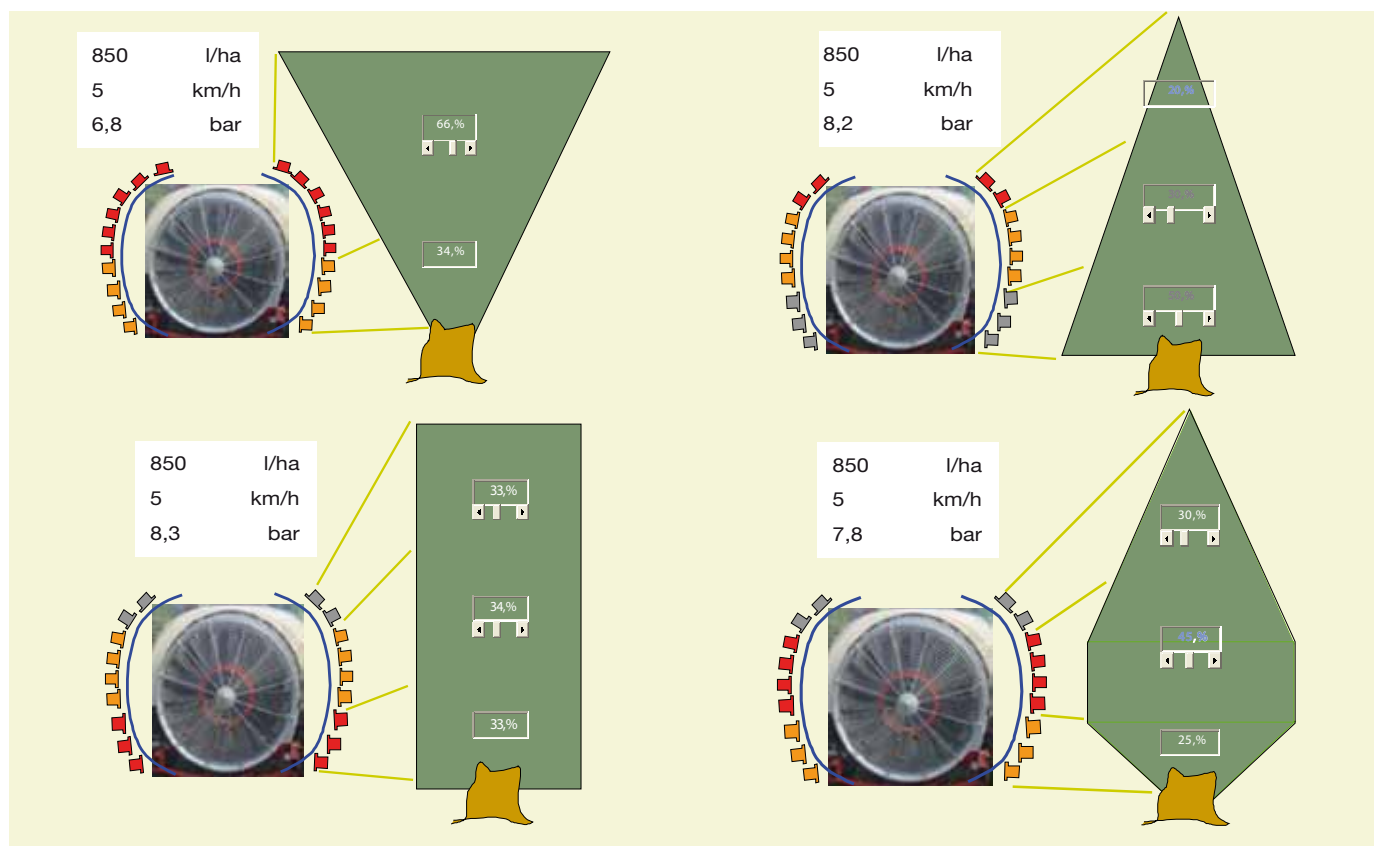


Foto 9. Diferents configuracions de broquets adaptades a diferents arquitectures de cultiu. Pressions calculades per distribuir 850 l/ha de forma apropiada (amplada de carrer 4 m). Autor: Ferran Camp.

briment suficient (deposicions de 20 a 120 gotes/cm<sup>2</sup> segons els casos)

- ha de ser prou ajustat per impedir que es produeixi degoteig o escorrentia per excés.

- **Velocitat d'avançament:** determina la capacitat de treball (ha/hora) però al mateix temps condiona l'estabilitat de la barra (en tractaments en cultius baixos) i la capacitat de penetració del producte dins el cultiu (en

tractaments en cultius arboris). S'establirà seguint les consideracions següents:

- Tractaments en cultius baixos: s'elegirà la velocitat més elevada que no comprometi l'estabilitat de la barra de polvorització i que, per tant, garanteixi una correcta distribució del producte sobre el cultiu.
- Tractaments en cultius arbustius: s'elegirà la velocitat més elevada que garanteixi un nivell de recobriment suficient en les zones més inaccessibles (interiors i elevades) dels arbres o arbustos tractats.

- **Disposició dels broquets:** haurà de ser coherent amb l'arquitectura i les característiques del cultiu.

- Tractaments en cultius baixos: per tractar-se de cultius regulars i uniformes, cal muntar broquets idèntics al llarg de tota la barra de polvorització.
- Tractaments en cultius arbustius: la disposició dels broquets a l'arc portabroquets haurà de considerar la massa vegetal present als diferents estrats del cultiu en alçada (Foto 9).



Velocitats de tractament elevades incrementen la capacitat de treball, però penalitzen la uniformitat del tractament. Velocitats baixes de tractament incrementen la penetració, però fan augmentar les pèrdues per deriva. Caldrà, doncs, buscar-ne l'equilibri.

- **Assistència d'aire:** el volum, el perfil i la velocitat d'aire subministrat pel ventilador han de garantir la distribució del producte a totes les zones del cultiu. No obstant això, volums d'aire massa elevats incrementen les pèrdues per deriva i el consum de combustible. Aquest s'haurà d'ajustar en base a les dimensions i frondositat de la vegetació seguint la consigna següent:

- S'utilitzarà la menor quantitat d'aire que sigui capaç de garantir una correcta penetració i distribució del producte arreu del cultiu a tractar.

- **Mida de gotes:** el seu ajust es realitza modificant la pressió de treball i el diàmetre del broquet. La seva elecció vindrà limitada per les condicions atmosfèriques donades (condicions atmosfèriques poc favorables exigiran l'ús de gotes més gruixudes) i ajustada pel nivell de recobriment requerit (recobriments alts exigiran mida de gotes més fines). En l'elecció de la mida de gota, per la seva transcendència, es recomana ser conservador tot seguint la premissa següent:

- S'utilitzarà la mida de gotes més gruixuda que asseguri un nivell de recobriment suficient per al control de l'enemic a combatre.



# INSPECCIÓ ALS EQUIPS D'APLICACIÓ DE FITOSANITARIS EN ÚS



Foto 1. Inspecció a un equip d'aplicació de fitosanitaris. Autor: Felp Gràcia.

## 01 Introducció

A Catalunya, des de 1985, l'Administració ha portat a terme revisions voluntàries als equips d'aplicació de fitosanitaris. A principis de la dècada del 2000 s'inicia la realització d'inspeccions de caràcter obligatori en àmbits com la producció integrada. Els conceptes de revisió i control/inspecció a les màquines d'aplicació de fitosanitaris és adient de clarificar-los. Aquests conceptes es diferencien en quina és la seva raó de ser i en qui participa en cada actuació.

En la revisió es verifica l'estat de la màquina: netja de les malles dels filtres, facilitat d'obertura i tancament dels comandaments, etc. i es comprova el funcionament dels seus components: manòmetre, broquets, sistema de distribució, ventilador, barra de polvorització, etc. Aquesta actuació la porta a terme el propi usuari de la màquina, si cal, amb assessorament tècnic. És

una actuació que s'ha de considerar com a una bona pràctica fitosanitària.

Els termes control i inspecció expressen el mateix concepte; es diferencien en el fet que la paraula 'control' s'utilitza a la normativa europea de llengua francesa, mentre que la paraula 'inspecció' és utilitzada a l'anglosaxona. És aconsellable utilitzar 'inspecció' perquè és el terme utilitzat a tot Europa i, al mateix temps, reconegut pel conjunt d'empreses de cadenes alimentàries europees que sol·liciten el certificat d'inspecció de l'equip d'aplicació de fitosanitari com a compliment de la traçabilitat del producte alimentari.

Mitjançant la inspecció, es visualitza l'estat general de la màquina i dels seus elements, i es realitzen una sèrie de mesures: contrastació del manòmetre, cabal dels broquets i lectura de les pressions en els extrems dels sectors de polvo-

rització i en el punt d'inserció del manòmetre. Aquesta tasca ha de ser duta a terme per un organisme oficial o oficialment reconegut. (Foto 1)

La progressiva implantació de la inspecció dels equips d'aplicació de fitosanitaris s'ha d'entendre com una oportunitat per comprovar que les operacions de manteniment són les adients i és una bona ocasió per a diagnosticar l'estat de la màquina.



**Cal diferenciar entre els conceptes de revisió i inspecció dels equips d'aplicació de fitosanitaris.**



Foto 2. Operacions de manteniment en un equip d'aplicació de fitosanitaris. Autor: Felip Gràcia.

## 02 Revisió i manteniment dels equips d'aplicació de fitosanitaris

El bon estat i el funcionament de l'equip al llarg dels anys s'aconsegueix mitjançant un adequat manteniment i amb la realització de revisions periòdiques. La revisió de l'equip polvoritzador comporta l'observació de l'estat dels diferents dispositius per a detectar si n'hi ha algun que està deteriorat, comprovar el seu correcte funcionament i assegurar-nos que compleix amb els requeriments relatius a seguretat. L'objectiu és evitar el risc d'avaries durant l'aplicació fitosanitària, prevenir la contaminació de l'entorn, treballar en les condicions adients de seguretat i perllongar al màxim la vida de l'equip.



**Amb les revisions periòdiques i el correcte manteniment de l'equip d'aplicació de fitosanitaris, s'aconseguirà una aplicació fitosanitària eficient i eficaç.**

Aquestes tasques, les pot realitzar el propi usuari o encarregar-la a tècnics o tallers especialitzats i s'han de realitzar durant tota la campanya.

La neteja interna i l'externa de l'equip és important, ja que s'eliminen els residus de fitosanitari del dipòsit, de l'interior del sistema de regulació, de conduccions i broquets, i s'evita la corrosió d'aquests components, a més de l'acumulació de producte fitosanitari a l'exterior de la màquina. Aquesta neteja s'ha de portar a terme al finalitzar cada tractament fitosanitari.

També cal lubricar i greixar els elements de la màquina que ho requereixin i reparar o canviar, si s'escau, aquells components que ho requereixin amb la finalitat d'assegurar el seu bon estat i correcte funcionament.

Per dur a terme aquestes tasques de manteniment, és necessari portar el vestuari protector adequat per a les diferents operacions a realitzar (Equips de Protecció Individual, EPI), que es netejarà al finalitzar cada tasca. (Foto 2)

En la Taula 1 es detallen les diferents operacions a realitzar en cadascun dels components de l'equip d'aplicació de fitosanitaris.

## 03 Inspeccions: marc legal

Les bases per a la realització de les inspeccions als equips d'aplicació de fitosanitaris es troben a la Llei 43/2002, de sanitat vegetal. En aquesta Llei 43/2002 (articles 23.4, 41.2, 45.1 i 47.3) es fa referència a les bones pràctiques fitosanitàries, a mantenir un règim de revisions periòdiques del funcionament, portades a terme per centres d'inspecció tècnica oficials o oficialment reconeguts, i a complir els requeriments que reglamentàriament s'estableixin per prevenir els riscos per a la salut de les persones o dels animals, per al medi ambient o per als conreus o les seves produccions.

En la Producció Integrada (PI) tenim a nivell estatal el Reial Decret 1201/2002, on a l'Annex I. Normes generals de PI. Control Integrat. A) Obligatòries, apartat j) s'especifica que: "La maquinària utilitzada en les aplicacions de fitosanitaris es sotmetrà a revisió i calibratge periòdics, almenys una vegada cada quatre anys en un centre oficial o reconegut i tots els anys pel productor."

A Catalunya, el Decret 413/2006, pel qual s'estableixen les Normes generals de producció integrada a Catalunya, en el seu article 14.a, referent als equips per a tractaments diu que són pràctiques obligatòries les següents: La maquinària utilitzada per als tractaments fitosanitaris, adobs foliaris i d'altres de similars ha d'estar en bon estat de funcionament i sotmetre's a una revisió i un calibratge periòdics. La persona operadora ha de realitzar una revisió i un calibratge cada any validat pel/per la tècnic/a responsable de producció integrada, i a més una vegada cada quatre anys ha de ser inspeccionada per un centre oficial o reconegut, de conformitat amb les disposicions vigents en la matèria, si n'hi hagués. En cas de contractar serveis externs, la persona productora els exigirà estar al corrent de les inspeccions i els calibratges estipulats a la legislació vigent d'aplicació. Aquest articulat es troba en cadascuna de les normes tècniques específiques, de producció integrada de fruita de llavor, fruita de pinyol, hortalisses, cítrics, fruita seca, olives, raïm per a vinificació, cereals d'hivern, cereals d'estiu, fruita seca elaborada i oli, recollides en les resolucions AAR/1418/2010 i AAR/2966/2010.

En el marc de la PI, particularment de fruita, en aquests darrers anys s'han realitzat inspeccions periòdiques en els seus equips, la qual cosa ha permès augmentar les garanties sobre les aplicacions de fitosanitaris i facilitar la traçabilitat.

Components	Operacions a realitzar
<b>Proteccions</b>	Comproveu el bon estat dels resguards: de la PdF (presa de força), de la transmissió i dels elements mòbils. Si cal, adreceu-vos al vostre taller mecànic.
<b>Bomba</b>	Comproveu que no presenta fuites. Repareu o canvieu el pistó o membrana si és necessari. Afegiu o substituïu l'oli lubricant. Greixeu les transmissions. Si s'hi observen pulsacions, caldrà posar-se en contacte amb el taller mecànic.
<b>Dipòsit</b>	Netegeu amb aigua a pressió tot l'exterior i l'interior del dipòsit, del punt de pressió de la tapa, i expressament la banda translúcida de l'indicador de nivell. Substituïu, si s'escau, el tub transparent de l'indicador de nivell. Si és necessari, caldrà afegir-hi detergent l'1-2%.
<b>Filtres</b>	Extreieu la malla de tots els filtres i netegeu-la mitjançant un raspall i aigua sabonosa. Comproveu les juntes tòriques.
<b>Manòmetre</b>	Verifiqueu-ne l'estat general. Desmunteu el manòmetre i porteu-lo a contrastar per tal de comprovar-ne el correcte funcionament davant un manòmetre calibrat.
<b>Regulador de pressió</b>	Verifiqueu-ne el funcionament comprovant l'estabilitat del sistema a una pressió de treball determinada.
<b>Conduccions</b>	Comproveu el seu estat general. En cas que presentin envelliment, signes de clivellat o obstruccions en el seu interior, s'han de substituir. Assegurar-ne les juntes.
<b>Broquets</b>	Comproveu-ne el funcionament mitjançant la mesura del cabal amb un recipient graduat. Si el cabal difereix en més d'un $\pm 10\%$ del seu cabal teòric (consulteu taules de broquets de polvorització), s'hauran de canviar. Si hi ha obstrucció, netegeu-los amb un raspall tou o amb aire a pressió.
<b>Barra de distribució</b>	Comproveu el funcionament de tots els mecanismes, les articulacions i la seva estabilitat horitzontal. Greixeu-ne les articulacions. Observeu que el conjunt portabroquets no presenta fuites i que el dispositiu antidegoteig funciona correctament.
<b>Ventilador</b>	Netegeu la carcassa del ventilador, els àleps i les reixes de protecció. Comproveu el nivell d'oli i greixeu el multiplicador. Verifiqueu el correcte funcionament del canvi de marxes.

**Taula 1.** Revisió i manteniment d'un equip d'aplicació de fitosanitaris. Operacions a realitzar en els seus components.

El Reial Decret 1013/2009, sobre caracterització i registre de la maquinària agrícola, amplia la inscripció obligatòria als equips de tractaments fitosanitaris al Registre Oficial de Maquinària Agrícola (ROMA), per tal de disposar d'un registre d'aquests equips.

La Directiva 2009/128/CE, per la qual s'estableix el marc de l'actuació comunitària per aconseguir un ús sostenible dels plaguicides, considera oportú reduir els riscos i els efectes de la utilització de plaguicides sobre la salut humana i el medi ambient. Per aconseguir-ho, proposa, entre altres mesures, establir sistemes d'inspecció tècnica periòdica dels equips d'aplicació de fitosanitaris en ús.

La Directiva 2009/128/CE, en el seu article 8, estableix que els Estats membres vetllaran perquè els equips d'aplicació de fitosanitaris per a ús professional siguin objecte d'inspeccions periòdiques. La periodicitat entre les inspeccions

no serà superior a cinc anys fins al 2020 ni a tres anys a partir d'aquesta data. Abans del 14 de desembre de 2016 hauran d'estar inspeccionats tots els equips com a mínim una vegada. Els equips nous s'han d'inspeccionar com a mínim una vegada dins d'un termini de 5 anys després de la seva compra. El registre dels equips d'aplicació de fitosanitaris al ROMA facilitarà la planificació de les inspeccions.

Actualment, s'està finalitzant el projecte de Reial Decret sobre inspeccions periòdiques dels equips d'aplicació de productes fitosanitaris. Aquest té la finalitat de regular les inspeccions periòdiques dels equips, d'acord amb l'article 8 de la Directiva 2009/128/CE, definir i tipificar aquests, establir els requeriments mínims que han de complir les estacions d'inspecció, la metodologia de realització de les inspeccions i el procés d'avaluació dels resultats.



**És obligatori inscriure els equips d'aplicació de fitosanitaris al Registre Oficial de Maquinària Agrícola (ROMA)**

## 04 Normativa tècnica

Es disposa de les normes tècniques que desenvolupen les inspeccions d'equips d'aplicació de fitosanitaris: UNE-EN 13790-1:2004. Part 1: Polvoritzadors per a conreus baixos i UNE-EN 13790-2:2004. Part 2: Polvoritzadors per a plantacions arbustives i arbòries. Aquestes normes tècniques estableixen els requeriments i els mètodes de verificació per avaluar l'estat d'ús i de funcionament dels polvoritzadors agrícoles en relació a la seguretat de l'operari, el risc potencial de contaminació del medi ambient i les possibilitats d'aconseguir una bona aplicació.

Actualment, s'està treballant en l'harmonització de la sèrie de normes tècniques d'inspecció UNE EN 13790, d'acord amb la Directiva 2009/128/CE, a través del nou conjunt de normes EN ISO 16122.

## 05 Criteris d'acceptació

Els diferents requeriments tècnics sol·licitats als equips d'aplicació de fitosanitaris, tant per a conreus baixos (PCB) com per a conreus arboris i arbustius (PCA), per superar la inspecció d'acord amb les normes tècniques UNE-EN 13790-1 i 2, es troben reflectits en la Taula 2. (Foto 3, Foto 4, Foto 5)

## 06 El perquè de les inspeccions

La realització de les inspeccions dels equips d'aplicació de fitosanitaris dona valor a la producció agrícola contribuint a:

1. Millorar la seguretat i salut en el treball i el respecte al medi ambient: En la inspecció als equips d'aplicació de fitosanitaris es detecta si l'estat de la màquina i el seu funcionament pot afectar el medi ambient, per exemple fuites en les conduccions, degoteig dels broquets, etc., i la seguretat de l'operador, la no-existència de proteccions a la presa de força, als elements mòbils de la màquina.
2. Incrementar l'eficàcia dels tractaments: Si l'equip d'aplicació de fitosanitari es troba en mal estat i/o no funciona correctament, farà que l'aplicació no sigui correcta, és a dir, dosificació deficient i deficient uniformitat de distribució del fitosanitari.
3. Reduir els costos de producció: El deficient funcionament de la màquina d'aplicació de productes fitosanitaris dona lloc a un increment dels costos de l'aplicació, ja que no



Foto 3. Inspecció. Banc de contrastació de manòmetres. Autor: Ferran Camp.



Foto 4. Inspecció. Mesura de l'equilibri de pressions. Autor: Àngel Bustos.

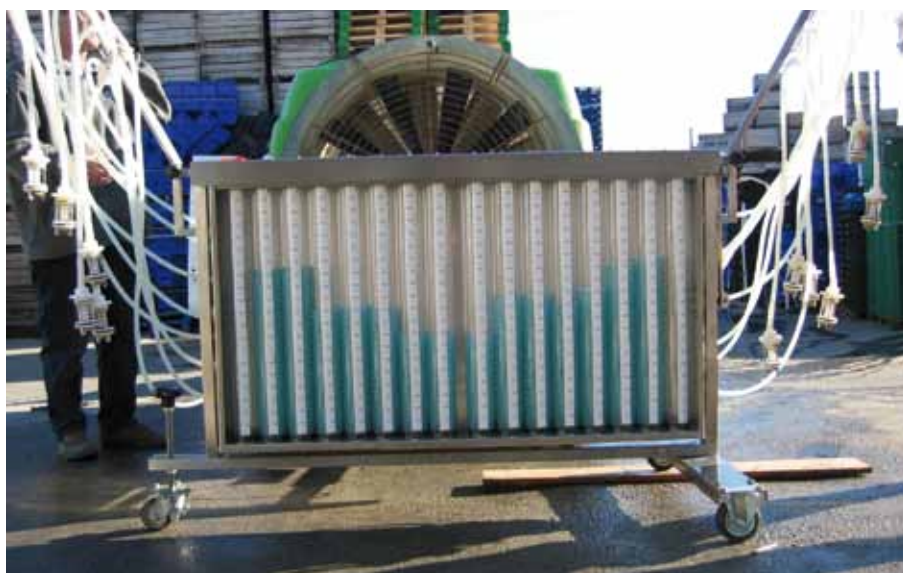


Foto 5. Inspecció. Mesura del cabal dels broquets. Autor: Ferran Camp.

<b>Protecció i seguretat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Existència i bones condicions de les proteccions a la presa de força (eix i punts de connexió).</li> <li>· Existència i funcionament correcte de l'element que evita la rotació de les proteccions de l'eix de la presa de força (PdF).</li> <li>· Existència de proteccions dels elements mòbils (corretges i politges de transmissió).</li> <li>· Existència d'un dispositiu per a subjectar l'eix de la PdF quan no s'utilitzi (no s'admetran les cadenes que eviten la rotació de les proteccions).</li> <li>· Existència i fixació correcta de les proteccions que eviten l'accés al ventilador.</li> </ul>
<b>Bomba</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Absència de pulsacions visibles causades per la bomba.</li> <li>· Estat i funcionament correcte de l'amortidor de pressió (mesura).</li> <li>· Absència de fuites.</li> <li>· Funcionament correcte de la vàlvula limitadora de pressió.</li> </ul>
<b>Agitació</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Observació de circulació suficient de líquid a l'interior del dipòsit.</li> </ul>
<b>Dipòsit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Absència general de fuites.</li> <li>· Neteja exterior (absència de restes de producte).</li> <li>· Ajust correcte i facilitat d'obertura manual de la tapa de l'orifici d'ompliment.</li> <li>· Estat correcte de l'orifici de respiració.</li> <li>· Funcionament correcte i lectura de l'indicador de nivell des del lloc de conducció i/o ompliment.</li> <li>· Facilitat d'accionament de la vàlvula de buidat.</li> <li>· Funcionament correcte de la vàlvula antiretorn (unidireccional) de l'hydrocarregador.</li> </ul>
<b>Manòmetre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Diàmetre de l'esfera &gt; o igual a 63 mm.</li> <li>· Visualització des del lloc del conductor.</li> <li>· Estabilitat de l'agulla.</li> <li>· Rang de mesura adient a la pressió de treball.</li> <li>· Resolució (divisions) de 0,2 bar per a pressions de treball inferiors a 5 bar, d'1 bar en l'interval de 5 a 20 bar i de 2 bar per a pressions &gt; 20 bar.</li> <li>· Error màxim de <math>\pm 0,2</math> bar per a pressions de treball entre 1 bar i 2 bar (inclosos) i de <math>\pm 10\%</math> del valor real per a pressions superiors a 2 bar (mesura).</li> </ul>
<b>Regulador i distribució</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Funcionament correcte i absència de fuites.</li> <li>· Possibilitat d'ajust de la pressió de treball des del lloc de conducció.</li> <li>· Obertura i tancament correcte de cadascun dels sectors i de tots els broquets simultàniament.</li> </ul>
<b>Conduccions</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Absència de fuites a la màxima pressió de treball.</li> <li>· Bon estat de conservació (absència de senyals de clivellat, desgast o abrasió).</li> <li>· En posició de treball no han d'estar en la zona de polvorització.</li> </ul>
<b>Filtres</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Absència de fuites.</li> <li>· Existència de filtres en l'orifici d'ompliment del dipòsit, en l'aspiració de la bomba i en la impulsió.</li> <li>· Facilitat d'extracció de les malles, estat correcte i neteja.</li> </ul>
<b>Broquets</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Estat de neteja correcte.</li> <li>· Idoneïtat dels broquets i identificació de la marca i el model.</li> <li>· Disposició simètrica, excepte per a funcions especials.</li> <li>· Funcionament correcte del dispositiu antidegoteig.</li> <li>· Tancament individual.</li> <li>· Possibilitat de posicionar els broquets de manera reproducible.</li> <li>· Absència de senyals de desgast i/o obturacions.</li> <li>· Uniformitat del rajos de polvorització.</li> </ul>
<b>Barra (PCB)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Estabilitat, horitzontalitat i simetria de l'estructura.</li> <li>· Funcionament correcte dels mecanismes de retractibilitat, plegament, regulació de l'alçada, amortiment i suspensió de la barra.</li> <li>· Bloqueig en posició de transport.</li> <li>· Espaiament uniforme dels portabroquets.</li> <li>· Protecció dels extrems de la barra.</li> <li>· Possibilitat de tancar individualment les diferents seccions sense variacions de pressió superiors al 10%.</li> </ul>
<b>Distribució transversal (PCB)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Uniformitat de cabals: desviació del cabal de cada broquet inferior al 10% respecte al cabal nominal (mesura).</li> <li>· Equilibri de pressions entre el punt del manòmetre de la màquina i el final de cada secció &lt; o igual a 10% (mesura).</li> </ul>
<b>Ventilador (PCA)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Estat correcte dels àleps, deflectors i carcassa.</li> <li>· Funcionament correcte del grup multiplicador (marxes/punt mort).</li> <li>· Funcionament correcte de l'embragatge.</li> <li>· Simetria (dreta/esquerra) de l'aire impulsat pel ventilador (mesura opcional).</li> </ul>
<b>Distribució (PCA)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Uniformitat de cabals: desviació del cabal de cada broquet inferior al 10% respecte al cabal mitjà o al 15% del cabal nominal (mesura).</li> <li>· Equilibri de pressions entre el punt del manòmetre de la màquina i a l'entrada Esquerra/Dreta de l'arc de distribució &lt; o igual a 15% (mesura).</li> <li>· Uniformitat de cabal esquerra/dreta &lt; o igual a 10% (mesura).</li> </ul>

**Taula 2.** Criteris d'acceptació en la inspecció dels equips d'aplicació de fitosanitaris. (PCB: criteris específics per als polvoritzadors per a conreus baixos; PCA: criteris específics per als polvoritzadors per a conreus arboris i arbustius amb assistència d'aire)



Foto 6. Procés d'inspecció a Catalunya. Autor: Centre de Mecanització Agrària.

s'aprofiten adientment els productes fitosanitaris i calen més quantitats per a combatre una determinada plaga o malaltia. També s'incrementa el nombre d'hores de tractor i per tant el consum de carburant i despeses de mà d'obra.

4. Trencar barreres de comercialització: Les grans cadenes de distribució d'aliments estan imposant garanties ambientals i alimentàries mitjançant sistemes de qualitat com a GLOBALGAP, això està portant al fet que es demanin controls periòdics als equips d'aplicació de fitosanitaris.

5. Augmentar la seguretat alimentària: Els consumidors han de tenir confiança en la qualitat dels productes agrícoles. La comprovació de l'estat, el manteniment i el funcionament dels equips de tractaments de fitosanitaris, mitjançant la seva inspecció, contribueix a donar una imatge positiva de l'agricultura.

## 07 Consideracions finals

La figura del tècnic assessor de l'Agrupació de Defensa Vegetal o de Producció Integrada ha esdevingut un element clau en l'organització de controls periòdics de l'estat i el funcionament dels equips d'aplicació de fitosanitaris.

Les inspeccions periòdiques dels equips d'aplicació fitosanitàries s'han d'acceptar i veure com un gran avantatge, ja que permeten verificar l'estat i el funcionament de l'equip, amb la finalitat de garantir una acurada distribució del producte fitosanitari sobre l'objectiu a protegir.

## 08 Per saber-ne més

GRACIA, F.; CAMP, F.; FILLAT, A.; SOLANELLES, F.; BUSTOS, A.; VAL, L. (2010) "Inspecció de equipos pulverizadores agrícolas" a *Tecnología de aplicación de agroquímicos*. Ed. Magdalena, JC. ; Castillo, B; Di Prinzio, A.; Homer, I.; Villalba, J. CYTED. Pàg. 133-146.

[www.gencat.cat/daam/cma](http://www.gencat.cat/daam/cma)

# REGULACIÓ DELS POLVORITZADORS



Foto 1. Aplicació herbicida en bandes. Autora: Alba Fillat.

## 01 Introducció

Els polvoritzadors es poden adaptar a diferents condicions de treball i per això és important que l'usuari conegui les prestacions i regulacions que pot fer al seu equip. Es pot disposar de la millor màquina del mercat, però si no es regula bé no s'obtidran els resultats desitjats. Cal recordar també que prèviament a la regulació cal verificar que el polvoritzador es trobi en bon estat de funcionament i amb les condicions de seguretat adients.

La **regulació** és el conjunt de decisions i ajustos que es realitzen en la màquina d'aplicació per aconseguir la correcta distribució d'una determinada quantitat de producte fitosanitari sobre el cultiu o sobre el sòl nu.

Els paràmetres de l'aplicació els fixarem en funció de les **característiques del conreu** (tipus, estat vegetatiu...) de l'**enemic a combatre** (plaga, malaltia o mala herba) i de les **condicions meteorològiques** (vent, temperatura i humitat relativa).

En general, els tractaments per al control de males herbes o els realitzats en conreus herbacis en primers estadis de desenvolupament no ofereixen els problemes que poden presentar els tractaments en conreus herbacis més desenvolupats o, sobretot, en conreus arboris i arbustius. En aquests s'ha d'aconseguir penetrar dins d'una massa vegetal de vegades molt densa i profunda, com és el cas dels cítrics, i realitzar un bon recobriment de l'envers de les fulles on és freqüent que es desenvolupin moltes de les plagues.



Una correcta regulació de l'equip polvoritzador ens permet ajustar la dosi de producte fitosanitari a les condicions del cultiu i distribuir-la adequadament.



Foto 2. Comprovació de la velocitat d'avanç. Autora: Alba Fillat



Foto 3. Efectes d'un excés de volum d'aplicació. Autor: Ferran Camp.



**Volums d'aplicació massa elevats poden provocar pèrdues de producte per escorrentia i fitotoxicitats.**

L'aplicació en conreus arboris i arbustius implica una polvorització orientada cap a dalt, sovint assistida per un corrent d'aire, per a poder fer arribar el producte fitosanitari fins a la capçada dels arbres. Això facilita que, si no es regula bé la màquina, part de la polvorització s'escapi de la zona objectiu del tractament i pugui ser arrossegada fora de la parcel·la per efecte dels corrents d'aire. Aquestes pèrdues augmenten en el cas de realitzar el tractament en condicions meteorològiques adverses, sobretot amb presència de vent. Tanmateix, amb una mala

regulació una fracció del producte aplicat pot dirigir-se directament al terra des de la màquina.

## 02 Procediment per a una correcta regulació

Una vegada que tenim fixada la dosi de producte fitosanitari a aplicar seguirem els passos següents per a regular l'equip de polvorització:

### 1.- Elecció del volum d'aplicació (V).

S'establirà en base a les característiques del cultiu i el tipus i grau d'infestació de la plaga, malaltia o mala herba a combatre. El volum d'aplicació determinarà el grau de cobertura del producte sobre el cultiu. (Foto 3)

En conreus herbacis els volums aplicats varien entre els 150 i 300 L/ha. En cultius arboris i arbustius aquests estan molt influenciats per les característiques dimensionals de la vegetació. En plantacions fruiteres intenses, utilitzant polvoritzadors amb deflectors verticals, s'aconsellen volums al voltant dels 700 L/ha. En tractaments amb polvoritzadors convencionals el volum augmenta als 800-1000 L/ha. En formacions en vas els volums d'aplicació són més alts, entre 1.000 i 1.200 L/ha i fins i tot poden arribar als 1.500 L/ha si es tracten arbres molt densos amb dificultat de penetrar a la zona interior. Per a tractaments d'hivern i durant la brotada es recomanen volums de 350 a 600 L/ha.

En tractaments en vinya, els volums d'aplicació varien entre els 70 L/ha en la brotada i els 200-250 L/ha en plena vegetació. Si s'utilitzen polvoritzadors pneumàtics els volums són més reduïts, al voltant dels 100 L/ha.

En plantacions de cítrics, amb arbres molt voluminosos i densos, són usuals volums de 2.500-3.000 L/ha o fins i tot de 4.000 L/ha en el cas del tractament amb olis. Per al control de plagues exteriors es poden reduir als 800-1.200 L/ha.

### 2.- Elecció de la velocitat d'avanç (v).

S'ha de tenir en compte les prestacions del tractor i escollir una marxa i un règim de motor que garanteixin el bon funcionament de la bomba, i, en el cas dels equips amb assistència d'aire, també del ventilador. Es recomana que el règim de la presa de força no sigui inferior a 400 r/min.



En les aplicacions en conreus herbacis extensius les aplicacions es realitzen entre 6 i 10 km/h encara que, amb equips que ho permetin, pot arribar-se fins als 14 km/h. En conreus arbustius i arboris s'aconsella tractar entre 4 i 6 km/h, encara que en cítrics es recomanen velocitats inferiors, entre 2,5 i 4 km/h.

És recomanable comprovar periòdicament les velocitats d'avanç de l'equip polvoritzador. Per a fer-ho, només cal marcar sobre el terreny una distància determinada (d) no inferior a 50 m i mesurar el temps (t) que tarda l'equip en recórrer-la. (Foto 2)

$$v(\text{km/h}) = \frac{d(\text{m})}{t(\text{s})} \times 3,6$$

### 3.- Determinació de l'amplada de tractament (a).

En aplicacions amb barres de polvorització, l'amplada de treball ve donada per la longitud de la barra i s'obté multiplicant el nombre de broquets per la distància que hi ha entre ells. En conreus arboris i arbustius, l'amplada de tractament es correspon a l'amplada del carrer de la plantació. En el cas de màquines que permeten tractaments de diverses fileres, com algunes per al tractament de la vinya, cal multiplicar la distància entre rengs pel nombre de rengs que es tracten al mateix temps. En el cas dels tractaments en bandes, cal multiplicar l'amplada de la banda pel nombre de bandes tractades en cada passada. (Foto 1)

### 4.- Càlcul del cabal de líquid total (Q) del polvoritzador i del cabal unitari (q) dels broquets.

El cabal total del polvoritzador es determina segons l'expressió següent:

$$Q(\text{L/min}) = \frac{V(\text{L/ha}) \times v(\text{km/h}) \times a(\text{m})}{600}$$

Per a saber el cabal unitari del broquet (q), en el cas de que tots els broquets siguin iguals, solament cal dividir el cabal total pel nombre de broquets.

En el cas de les barres de polvorització hidràulica, al ser tots els broquets iguals i amb una separació estàndard de 0,5 m, el cabal unitari es pot calcular directament amb l'expressió següent;



Foto 4. Portabroquets múltiple. Autora: Alba Fillat



Foto 5. Mesura del cabal del broquets. Autor: Centre de Mecanització Agrària.



Foto 7. Col·locació de paper hidrosensible a la vegetació per a comprovar la distribució de la polvorització. Autor: Centre de Mecanització Agrària.

Foto 6. Manca d'uniformitat de distribució a causa de l'alçada inadequada de la barra. Autor: Àngel Bustos..

$$q(L/min) = \frac{V(L/ha) \times v(km/h) \times 0,5 m}{600}$$

En els polvoritzadors hidropneumàtics, si per exigències del perfil de vegetació en alçada els broquets són de diferent calibre, que és el més habitual, s'ha de tenir en compte la proporció de cabal (P) a distribuir pels diferents tipus de broquets ( $n_i$ ).

$$q_i(L/min) = \frac{Q(L/min)}{n_i} \times \frac{P(\%)}{100}$$

#### 5.- Elecció del broquet (tipus, model i calibre) i la pressió de treball.

En base al cabal calculat i al tipus de polvorització que es desitja (fina, mitjana, grossa...) s'escollirà el broquet més adient. Per a fer-ho, s'utilitzen les taules de broquets subministrades pel fabricant. La identificació del model de broquet segons el codi ISO de colors en facilita el reconeixement. (Foto 4)

Els broquets més idonis per a les barres de polvorització són els de ventall de 110°, que amb un correcte solapament proporcionen una distribució uniforme. La pressió recomanada de treball és de 1,5 a 4 bar. Els broquets de baixa deriva, amb els quals s'aconsegueixen gotes de major diàmetre a igualtat de cabal, treballen a pressions entre 3 i 8 bar.

En conreus hortícoles és habitual utilitzar broquets cònics, amb els quals s'aconsegueix una millor penetració del producte en

el conreu, o broquets de ventall però muntats en polvoritzadors amb assistència d'aire.

En els polvoritzadors hidropneumàtics s'utilitzen preferentment broquets de con buit a pressions entre 5 i 15 bar. Per a determinades aplicacions en cítrics s'utilitzen també els broquets de con ple.

#### 6.- Mesura del cabal dels broquets (calibració).

Periòdicament cal comprovar que el cabal subministrat pels broquets a la pressió escollida es correspon amb el cabal nominal ( $q_n$ ) indicat en les taules.

*Procediment:* recollir durant un temps determinat un volum d'aigua en un recipient graduat. (Foto 5)

Per a poder fer les mesures s'ha de disposar d'un cronòmetre i d'una proveta o gerra graduada de 2 L amb divisions cada 20 mL.

$$\text{Cabal (L/min)} = \frac{\text{Volum (ml)}}{\text{Temps (s)}} \times 0,06$$

El cabal obtingut ( $q$ ) no haurà d'excedir en un  $\pm 10\%$  el cabal nominal ( $q_n$ )

$$\text{Desv}(\%) = \frac{q - q_n}{q_n} \times 100$$

Si  $q > q_n \rightarrow$  Broquet desgastat  $\rightarrow$  Canviar

Si  $q < q_n \rightarrow$  Broquet obstruït  $\rightarrow$  Netejar o canviar

#### 7.- Càlcul del volum d'aplicació real ( $V_r$ )

En cas que els cabals dels broquets muntats al polvoritzador difereixin dels nominals, sempre que la diferència sigui inferior al 10% permès, podem conèixer el volum real aplicat pel nostre polvorització a partir de l'expressió següent:

$$V_r(L/ha) = \frac{Q(L/min) \times 600}{v(km/h) \times a(m)}$$

#### 8.- Ajust del cabal d'aire del ventilador

En polvoritzadors amb assistència d'aire, és convenient ajustar els diferents dispositius del grup d'aire a les condicions de tractament.

Les característiques del flux d'aire emès pel ventilador es poden modificar:

- variant la inclinació dels àleps



Els portabroquets múltiples faciliten el canvi de broquets segons les condicions de treball establertes.

- variant la secció de sortida
- actuant sobre el grup multiplicador (marxa curta o llarga)
- canviant la posició dels deflectors

Els diferents ajustos es realitzaran seguint la informació facilitada pels fabricants en el seu manual d'instruccions.

En plantacions fruteres intensives els cabals varien entre els 15.000-20.000 m<sup>3</sup>/h, mentre que en plantacions en vas augmenta fins als 20.000-30.000 m<sup>3</sup>/h. A l'hivern és suficient amb 10.000-15.000 m<sup>3</sup>/h. En vinya, els valors oscil·len al voltant dels 10.000 m<sup>3</sup>/h.

En plantacions de cítrics els cabals solen ser elevats, entre 30.000 i 50.000 m<sup>3</sup>/h en tractaments d'arbres molt densos o de plagues interiors. En arbres menys vigorosos o plagues exteriors poden ser suficients cabals de 20.000-40.000 m<sup>3</sup>/h.

**9.- Ajust de l'alçada de la barra de polvorització.**

En polvoritzadors hidràulics és important situar la barra de polvorització respecte a l'objectiu a l'alçada mínima necessària per obtenir un bon solapament. Si s'augmenta l'alçada, el risc de deriva és més elevat. Amb broquets de 110° s'aconsella treballar a 40-60 cm i amb broquets de 80°, a 60-70 cm. Aquesta configuració permetrà una distribució uniforme del producte. (Foto 6)

**10.- Comprovació de la distribució de la polvorització.**

Per a verificar que les regulacions fetes en l'equip son les desitjades, es pot col·locar paper hidrosensible en la zona a protegir per a comprovar el recobriment. (Foto 7)

En el cas de les aplicacions en conreus arboris i arbustius, cal comprovar també que la polvorització no sobrepassa l'alçada dels arbres ni hi ha polvorització que es dirigeix directament al sòl.

**03 Eines d'ajuda per a la regulació dels polvoritzadors**

L'existència de gran nombre de condicionants i la falta de procediments sistematitzats fan de la regulació una operació difícil i no exempta de subjectivitat. En la pràctica, el volum de brou a

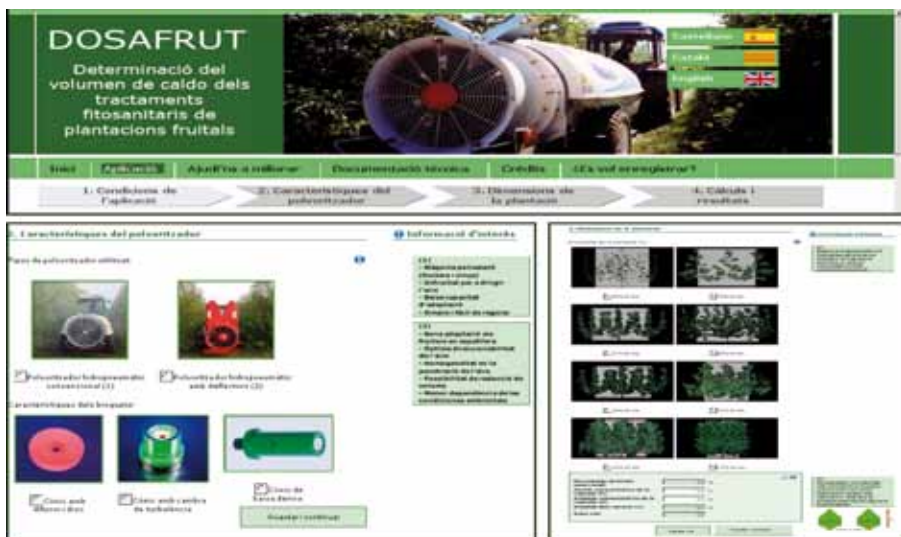


Foto 8. Menú d'entrada principal de Dosafrut i menús d'entrada de les característiques del polvoritzador i dimensions de la plantació. Autor: Ferran Camp.

aplicar respon freqüentment a pràctiques rutinàries de les pròpies explotacions o a recomanacions genèriques no degudament contrastades. Aquestes, en ocasions, resulten excessives derivant en costos de tractament superiors als necessaris, emissions de fitosanitaris al medi elevats i major risc de presència de residus en collita. Per altra banda, estudis experimentals demostren que, en múltiples situacions de cultiu, tractaments realitzats amb dosis ajustades obtenen nivells d'eficàcia equivalents als obtinguts per tractaments convencionals.

Recentment han aparegut i s'estan desenvolupant eines d'ajuda en la presa de decisions per a la determinació del volum d'aplicació en els tractaments en plantacions fruteres, vinya i cítrics. Per a les plantacions fruteres intensives de pomera i perera es disposa de DOSAFRUT, que assisteix a l'aplicador de productes fitosanitaris en la determinació de la dosi d'aplicació necessària per al control de plagues i malalties en cultius de fruita dolça.

Dosafrut és un software senzill i manejable adreçat a qui pren normalment decisions en la realització de tractaments fitosanitaris. Aquesta eina s'estructura en una sèrie de menús que permeten seleccionar fàcilment les condicions operatives referides al cultiu, el producte fitosanitari, les característiques de l'organisme a controlar, el tipus de polvoritzador, les seves condicions de treball i les condicions meteorològiques previstes. Aquestes condicions són referides en forma de resposta en menús de selecció o introduint valors de paràmetres dimensionals (per exemple, l'altura de la plantació) que solen ser coneguts amb antelació o que poden ser fàcilment determinats pel mateix operador. A partir

d'aquesta informació, el programa és capaç de proporcionar directament un volum d'aplicació ajustat a les condicions assenyalades.

En el decurs de dues campanyes successives, 2009 i 2010, Dosafrut ha estat validat en camp mitjançant estudis que inclouen mesures de deposició en fulla del producte fitosanitari aplicat i eficàcia biocida contra *Psylla piri* (psil·la de la perera), *Tetranychus urticae* (àcar roig) i *Frankliniella occidentalis* (trips) en plantacions de perera, pomera i nectarina. Els resultats obtinguts mostren que DOSAFRUT és capaç d'ajustar la dosi aconseguint reduccions del 20 al 40% de producte, sense restar eficàcia al tractament. El sistema es troba a disposició dels productors de fruita i especialistes en protecció de cultius mitjançant [www.dosafrut.es](http://www.dosafrut.es) o [www.dosafrut.cat](http://www.dosafrut.cat).

**04 Per saber-ne més**

- [www.gencat.cat/daam/cma](http://www.gencat.cat/daam/cma)
- [www.dosafrut.cat](http://www.dosafrut.cat)

→  
**DOSAFRUT és capaç d'ajustar la dosi d'aplicació aconseguint reduccions importants de producte sense restar eficàcia al tractament.**

# CAP A UNA APLICACIÓ SOSTENIBLE DE FITOSANITARIS.

## RISCOS, LEGISLACIÓ I NORMATIVA



Foto 1. Aplicació de productes fitosanitaris a l'arrossar. Autor: Francesc Solanelles.

### 01 Introducció

La realització dels tractaments fitosanitaris comporta un risc de contaminació ambiental en l'entorn on es realitzen. La part d'aquesta contaminació que té relació amb la utilització dels equips de tractament pot ser d'origen puntual, restringida a llocs concrets, o difusa en tota la zona on es fa l'aplicació. La puntual s'origina abans i després de la realització del tractament, en les operacions de preparació i neteja de la màquina. La contaminació difusa és deguda principalment a la deriva



La prevenció de la deriva s'ha convertit en un tema clau tant a nivell de recerca com normatiu.

en el mateix moment de fer el tractament, però també a altres causes com les pèrdues al sòl o l'evaporació posterior del producte.

L'efecte contaminant dels tractaments fitosanitaris és més acusat en les proximitats d'algunes àrees sensibles com llocs amb aigua, espais naturals protegits, zones amb accés freqüent de persones, etc. La preocupació creixent pels temes ambientals ha fet que s'hagin desenvolupat iniciatives legals i normatives tècniques per tal de reduir l'impacte negatiu dels tractaments fitosanitaris.

En general, els nous equips de tractament incorporen innovacions en el disseny per aconseguir unes aplicacions més eficients i, tot mantenint una bona eficàcia del tractament, reduir l'impacte ambiental negatiu. Pel que fa a les condicions d'utilització de les màquines, cal que s'ajustin al concepte de bones pràctiques ambientals per tal de reduir al màxim el risc de contaminació.

### 02 Fonts puntuals de contaminació en la realització dels tractaments fitosanitaris

En el moment d'omplir el dipòsit de la màquina, si es fa per aspiració des d'un punt d'aigua, es pot contaminar la reserva d'aigua que s'utilitza, per l'efecte del retorn del mateix líquid que ja és al dipòsit. Per altra banda, al manejar el producte fitosanitari concentrat per a fer la barreja, una part pot contaminar l'entorn del lloc on es fa aquesta operació, passant al sòl i finalment a l'aigua. Al tractar-se de producte concentrat, aquesta contaminació és especialment perillosa. D'altra banda, a l'acabar els tractaments una part de líquid queda a l'interior del dipòsit, les conduccions i la bomba. En molts casos convé treure de la màquina aquest líquid residual abans d'iniciar un nou tractament, rentant el dipòsit i el circuit de la màquina. També cal fer sempre una neteja de l'exterior de l'equip, eliminant les restes de producte que s'han acumulat durant la realització del tractament.



**Foto 2.** Lloc condicionat per a la preparació i neteja de la màquina. Autor: J. Husby. Bayer CropScience.

La prevenció d'aquest tipus de contaminació pot reduir considerablement el risc per a l'entorn del tractament. La millora del disseny de la màquina és una primera via per tal de reduir-ne el seu impacte. Així, per exemple, és molt interessant la disponibilitat d'un incorporador de productes fitosanitaris (Foto 4) per a la barreja del producte i la neteja dels envasos. També és imprescindible de disposar d'un dipòsit d'aigua neta de capacitat adequada per a la neteja tant interior com exterior de la màquina.

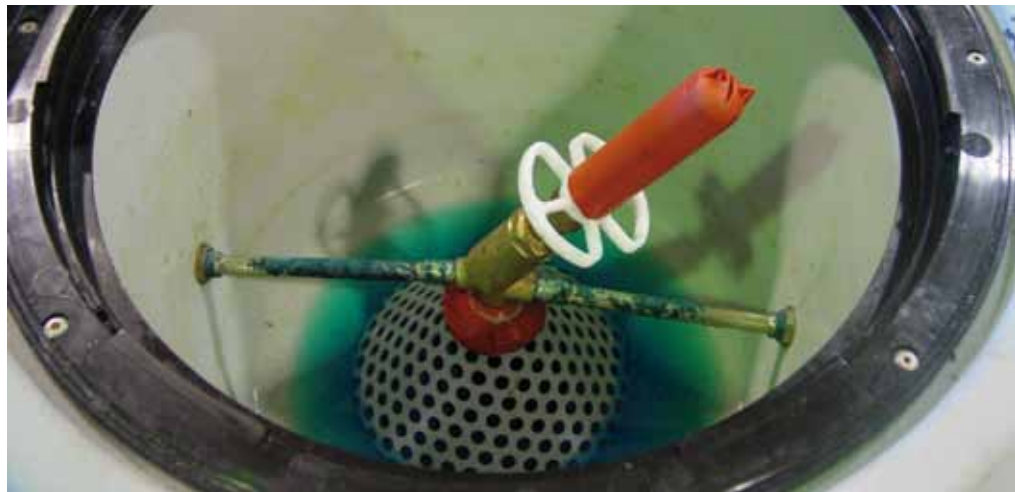
Un altra forma de reduir l'efecte de la contaminació puntual és disposar d'un sistema per a la purificació de les aigües de rentat dels polvoritzadors. En aquest cas, tant la preparació de la màquina per al tractament com la seva neteja posterior s'han de fer en un lloc degudament condicionat, que permeti la recollida de les aigües contaminades.

Una de les primeres solucions que es van proposar en els països del nord d'Europa són els *biobeds*. Es tracta d'un lloc excavat al terra que conté un substrat biològic i amb coberta vegetal i sobre el qual es realitzen la preparació i la neteja de la màquina (Foto 2). En un lloc així els residus experimenten una degradació biològica, que redueix considerablement la seva perillositat. En zones de clima més sec, s'han demostrat més efectius altres sistemes que fan passar les aigües contaminades, un cop recollides, a través de diversos contenidors plens de substrats biològics que degraden les matèries actives, fins al punt que perden la seva perillositat.

En cas de no disposar d'aquests espais, la preparació i la neteja de la màquina s'haurien de



**Foto 3.** Deriva en una aplicació de fitosanitaris en fruiters. Autor: Francesc Solanelles.



**Foto 4.** Incorporador de productes fitosanitaris. Autor: Francesc Solanelles.

fer en la mateixa parcel·la, lluny de llocs amb aigua. Sempre que sigui possible, el líquid de neteja de l'interior de la màquina després del tractament s'ha de tornar a aplicar al cultiu. De totes formes, aquesta alternativa no assegura el mateix nivell de control que els sistemes de tractament de les aigües residuals.

### 03 La contaminació difusa en els tractaments fitosanitaris

D'acord amb la norma ISO 22866:2005 de mesura de la deriva al camp, la deriva es defineix com la quantitat de producte fitosanitari que és arrossegada fora de la zona de tractament per efecte dels corrents d'aire durant el procés d'aplicació (Foto 3). El material que escapa del cultiu tractat després de l'aplicació no es considera deriva, encara que també és una font de contaminació. La deriva pot estar formada per gotes, partícules sòlides o vapor, que acaben

dipositant-se en les rodalies de la zona de tractament o romanen en suspensió a l'atmosfera en forma d'aerosols, fins que es dipositen com a conseqüència dels fenòmens atmosfèrics, a vegades a molta distància del lloc de tractament.

La protecció de l'aigua superficial ha justificat la introducció de sistemes de prevenció de la contaminació en relació a l'aplicació de pro-



**Els sistemes de biopurificació redueixen considerablement els residus de fitosanitaris en les aigües de neteja de la maquinària de tractaments.**



Foto 5. Polvoritzador per a conreus baixos amb assistència d'aire. Autora: Alba Fillat.



Foto 6. Túnel de polvorització per a la vinya. Autor: Francesc Solanelles.



**Les condicions meteorològiques influeixen en el risc de contaminació. Cal realitzar les aplicacions a una temperatura ambient menor de 25°C, humitat relativa superior al 60% i velocitats del vent inferiors a 3 m/s.**

ductes fitosanitaris en diferents països del nord d'Europa. Encara que al nostre país la distribució de masses d'aigua superficial i l'aprofitament que se'n fa és molt diferent, la contaminació deguda a les aplicacions fitosanitàries pot tenir també efectes molt negatius en algunes zones sensibles (Foto 1) com aiguamolls o alguns cursos dels rius, on hi ha aprofitament per a aigua de boca. La contaminació de l'aigua superficial es produeix tant per efecte de la deriva dels tractaments com també a causa de les pèrdues de producte per escorrentia o percolació des de la zona tractada fins a la massa d'aigua.

A part d'això, els tractaments fitosanitaris poden tenir un efecte perjudicial en la fauna útil que es troba en el marge dels cultius i això pot afectar els programes de producció integrada. També pot afectar directament els conreus veïns, principalment si aquests segueixen programes de producció ecològica amb limitació de continguts residuals de la majoria de les matèries actives. Els tractaments que es realitzen al costat de zones habitades, de lleure o de vies de comunicació poden afectar directament a la població, especialment als segments més sensibles com els nens i la gent gran.

També poden tenir efectes negatius els tractaments realitzats prop o dins d'espais d'interès natural amb diferents nivells de protecció. La contaminació amb algunes matèries actives pot afectar de forma negativa a la flora o a la fauna de l'espai protegit.

## 04 Diferents mesures per a la prevenció de la deriva

Els broquets de baixa deriva, tant cònics com d'injecció d'aire, produeixen gotes més grans que els broquets convencionals a igualtat de cabal subministrat. Per la facilitat de la seva implantació, actualment és el sistema de reducció de la deriva més utilitzat. La utilització d'aquest tipus de broquets, tant en els polvoritzadors hidràulics com en els hidropneumàtics s'ha demostrat molt efectiva en la reducció de la deriva. En aquest últim cas, es redueix principalment la deriva a llarga distància, que és la provocada per les gotes més petites en un tractament fitosanitari.

Encara que en la majoria de treballs experimentals s'ha trobat que l'eficàcia biològica d'aquest tipus de broquets és similar a la dels broquets convencionals, el fet de proporcionar un pitjor recobriment de l'objectiu a causa d'una mida de gota més grossa, podria tenir en alguns casos efectes negatius.

En el cas de les aplicacions en conreus extensius, pot donar un bon resultat en la reducció de la deriva la utilització d'assistència d'aire en les barres de polvorització. (Foto 5)

En els conreus arboris i arbustius, els túnels de polvorització són els equips que aconseguen una reducció més important de la deriva, amb valors mesurats de menys de l'1% del producte aplicat en el cas de la vinya (Foto 6). A part d'aconseguir una reducció de la deriva, es produeix també un estalvi efectiu en la quantitat de producte fitosanitari aplicat que, d'acord amb mesures realitzades també a la vinya, és del 50% en els primers estadis del cultiu. El principal problema dels túnels i que ha limitat el seu ús comercial a part del seu cost més elevat, és la dificultat de maniobra en la parcel·la, cosa que alenteix la realització del tractament.

Per altra banda, qualsevol millora de les condicions d'aplicació, com per exemple el manteniment de l'alçada adequada de la barra dels polvoritzadors hidràulics, l'ús de broquets amb la mida de gota correcta o bé l'ajust del cabal d'aire o de la velocitat de treball en els polvoritzadors hidropneumàtics, també ajuden a una reducció del risc de contaminació dels tractaments.

L'ús de les noves tecnologies en l'aplicació de fitosanitaris permeten, encara que sigui de forma indirecta, una reducció de la deriva. Es poden

posar com exemples l'aplicació variable de fitosanitaris ajustada a les necessitats reals del cultiu, tant en temps real amb la utilització de sensors sobre el mateix polvoritzador, com la prèvia realització de mapes. O bé la reducció de la dosi de producte utilitzada per tal d'ajustar-la a les característiques de cada tipus de conreu.

No es pot acabar aquest punt sense destacar la importància de les condicions meteorològiques a l'hora de preveure el risc de contaminació dels tractaments fitosanitaris. És millor sempre fer els tractaments en aquells moments en què les condicions són més favorables a la prevenció de la deriva, evitant els dies de molt vent (velocitat mitjana superior a 3 m/s) o les hores centrals del dia, quan les temperatures són més elevades i la humitat relativa més baixa.

### 05 Marc legal

L'any 2006 la Comissió Europea va fer pública l'Estratègia temàtica per a l'ús sostenible dels productes fitosanitaris. Els seus objectius principals eren: reduir al màxim els riscos i els perills que suposa la utilització dels productes fitosanitaris per a la salut i el medi ambient, millorar-ne els controls sobre el seu ús i la distribució, reduir els nivells de matèries actives nocives i fomentar pràctiques agrícoles amb un ús reduït o nul de pesticides.

Com a fruit d'aquest procés, l'octubre de 2009 es va publicar la Directiva 2009/128/CE per a l'ús sostenible dels plaguicides. Amb aquest objectiu, la Directiva inclou tot un conjunt de mesures, com per exemple restriccions als tractaments aeris, reducció de l'ús de fitosanitaris o dels reus riscos en zones específiques o la inspecció obligatòria dels polvoritzadors en ús. Un altre requeriment fa referència a la protecció del medi aquàtic. Això s'ha d'aconseguir preferentment mitjançant la millora de l'eficiència de les tècniques d'aplicació, sobretot amb la utilització de mètodes de reducció de la deriva, amb una menció especial als cultius arboris o la vinya que estiguin al costat de cursos d'aigua. Al mateix temps, estableix l'obligatorietat de definir bandes de seguretat prop de llocs amb aigua, principalment si hi ha captacions d'aigua potable i la reducció, tant com sigui possible, de l'aplicació de fitosanitaris sobre superfícies pavimentades o molt impermeables, com seria el cas de les carreteres.

Complementària a la Directiva d'ús sostenible de fitosanitaris i amb la mateixa data de publicació,



Foto 7. Marcatge CE. Autora: Alba Fillat.

la Directiva 2009/127/CE modifica la Directiva màquines (2006/42/CE), incorporant els requisits de protecció ambiental al disseny i la fabricació dels polvoritzadors. Com en la major part de les màquines, la certificació de la conformitat amb la directiva correspon al mateix fabricant a través d'un procés d'autocertificació (Foto 7). En aquest cas, però, amb l'exigència que es facilitin resultats dels assaigs corresponents, per tal de garantir l'ajust adequat de la dosi i la distribució correcta del plaguicida, evitant pèrdues fora de l'objectiu i la seva dispersió al medi ambient.

### 06 Normes tècniques

Per tal de facilitar el compliment dels requisits establerts en les directives, es disposa de les corresponents normes tècniques harmonitzades. L'aplicació d'aquestes normes durant la fabricació de les màquines suposa presumpció de conformitat amb corresponents requeriments de la directiva.

Pel que fa al compliment amb la Directiva màquines, a part de normes generals sobre seguretat com l'EN ISO 4254-1:2009, per al cas específic dels equips d'aplicació de fitosanitaris s'aplica la norma EN ISO 4254-6:2009 (antiga UNE-EN 907:1997), que preveu la seguretat dels equips d'aplicació, tant si són automotrius, com arrossegats o suspesos. Està dividida en dues parts: una sobre requisits i mesures de seguretat, on es donen requeriments per al disseny de la màquina i d'alguns dels seus components (Foto 8), i una altra sobre instruccions per a la utilització de l'equip.

Per altra banda, actualment s'està treballant en l'harmonització de la norma UNE-EN 12761:20001 a la nova directiva d'ús sostenible a través de la nova EN ISO 16119. Es tracta d'una norma de protecció ambiental actualment dividida en tres parts, encara que es previsible que se n'afegeixin més després del procés d'actualització. La primera part incorpora una sèrie



Foto 8. Protecció de la transmissió de la presa de força. Autor: Centre de Mecanització Agrària.

de recomanacions generals sobre la regulació i el marcat de la màquina i el contingut del manual d'instruccions. Les parts 2 i 3 estan dedicades respectivament als polvoritzadors hidràulics per a conreus baixos i als polvoritzadors hidropneumàtics per a conreus arboris.

Per a cada tipus de polvoritzador es detallen els requeriments que han de complir els seus components. Així, per al cas dels hidràulics, aquests requeriments afecten el dipòsit, les conduccions, la barra, els filtres, els broquets, els equips de mesura, la regulació del volum aplicat per hectàrea, la distribució de líquid, el control de la deriva, el dipòsit de neteja de la màquina i l'incorporador de fitosanitaris en cas que n'hi hagi. En el cas dels polvoritzadors hidropneumàtics, es donen instruccions també per al control del cabal d'aire i per a la seva distribució.

### 07 Per saber-ne més

- [www.topps-life.org](http://www.topps-life.org)
- [www.europa.eu](http://www.europa.eu)
- [www.aenor.es](http://www.aenor.es)
- [www.iso.org](http://www.iso.org)
- [www.cen.eu](http://www.cen.eu)



Per a l'aplicació de les directives que fan referència a la maquinària d'aplicació de fitosanitaris, es disposa de les corresponents normes tècniques harmonitzades.

# INNOVACIONS TECNOLÒGIQUES EN ELS EQUIPS D'APLICACIÓ DE FITOSANITARIS



**Foto 1.** Prototipus del CMA-UdL per a l'aplicació proporcional als fruiters. Autor: Àlex Escolà.



**Foto 2.** Sensor inductiu per a la mesura de la velocitat de treball. Autor: Ferran Camp.

## 01 Introducció

El concepte d'innovació en un producte és força més ampli del que en un principi és podria pensar. Una innovació pot ser simplement una millora que ajudi a resoldre un problema concret, encara que no tingui una gran complexitat tecnològica. En l'àmbit dels polvoritzadors agrícoles, les innovacions no s'han produït només per la incorporació de les últimes tecnologies en el camp de la informació i la comunicació. Els sistemes per donar resposta als requeriments en seguretat i protecció ambiental també hi han jugat un paper fonamental.



**L'aplicació variable proporcional de productes fitosanitaris permet un ajust de la dosi en temps real a a les necessitats del cultiu tant en l'espai com en el temps.**

Un dels objectius principals del procés d'innovació en els polvoritzadors agrícoles ha estat aconseguir millorar la qualitat de la distribució de la polvorització. En un primer moment l'objectiu va ser obtenir una aplicació més uniforme de fitosanitari en tota la superfície tractada, sense tenir en compte possibles variacions del cultiu. El desenvolupament de l'electrònica i la seva aplicació a la maquinària de tractaments fitosanitaris ha permès introduir el concepte d'aplicació variable proporcional. Aquesta ha possibilitat una dosificació més lligada a les necessitats reals del conreu en cada cas i ha permès d'introduir el principi de l'agricultura de precisió a la tecnologia d'aplicació de fitosanitaris.

Al mateix temps, la maquinària d'aplicació de fitosanitaris s'ha beneficiat també d'altres avenços tecnològics en el camp de l'agrícola. Es poden esmentar com a exemples els sistemes d'autoguiat basats en els sistemes de posicionament global (GPS) o la millora de la comunicació entre el tractor i la màquina. En aquest article es presenten de forma breu aquestes innovacions.

## 02 De la dosi uniforme a la dosi variable. Polvorització de precisió.

Qualsevol variació indesitjada de les condicions de treball pot produir una alteració en la dosi d'aplicació. És freqüent que la velocitat d'avanç, que s'ha de mantenir constant per a una dosificació uniforme, es vegi afectada, per exemple, per variacions en el lliscament de les rodes o per canvis en el pendent de la parcel·la. Aquestes variacions, que moltes vegades passen desapercibudes per al conductor de la màquina, no es poden compensar de forma manual i provoquen un increment de la variació de la dosi objectiu de la parcel·la.

Hi ha sistemes electrònics de cabal proporcional a l'avançament (CPA) (Foto 4) que permeten mantenir la dosi de fitosanitari constant davant de variacions en la velocitat d'avançament. Aquests sistemes es fonamenten en la mesura de la velocitat de treball de la màquina en temps real i en l'actuació sobre els sistemes de control de la dosi del polvoritzador. La velocitat es pot mesurar amb un sensor inductiu (Foto 2) acoblat a una de les rodes que no són de tracció o bé amb sensors de tipus radar.





Foto 3. Sensor d'ultrasons. Autor: Centre de Mecanització Agrària.

Pel que fa als sistemes d'actuació del control de la dosi, els més utilitzats es basen en la modificació del cabal aplicat pels broquets, mitjançant la modificació de la pressió de treball. També és possible de modificar la dosi de producte fitosanitari utilitzat amb sistemes d'injecció directa de producte fitosanitari que permetin una variació de la quantitat de producte injectat. El problema en aquest cas és la dificultat de barrejar la matèria activa amb el líquid de polvorització, en la distància que va des del punt d'injecció fins a la sortida pels broquets.

L'agricultura de precisió persegueix l'aplicació de recursos a un conreu de manera localitzada d'acord amb les seves necessitats. Això, aplicada al camp de l'aplicació de fitosanitaris, suposa adequar la quantitat de matèria activa a les necessitats reals del conreu.

Un primer pas en la tecnologia d'aplicació variable és polvoritzar només allí on hi ha conreu, tancant la polvorització en els espais d'entremig (Foto 3). A part de la possible absència de cultiu, en una mateixa parcel·la es poden donar variacions en alguna de les seves característiques (alçada del cultiu, superfície foliar, rendiment, etc), que impliquin unes necessitats diferents de producte fitosanitari. Per tal d'aconseguir una aplicació proporcional a alguna d'aquestes característiques, una de les possibilitats és disposar d'algun sistema de detecció de la vegetació en temps real.

Pel que fa als sistemes de detecció, els més freqüents, tant a nivell experimental com en equips comercials, són els que permeten mesurar les característiques geomètriques de la vegetació (Foto 1 i Foto 5), encara que a nivell experimental també s'estan desenvolupant sistemes de detecció d'altres propietats, com per exemple la localització de les plagues i les malalties i, fins i tot, de les condicions meteorològiques en el moment del tractament. Entre els sensors de la

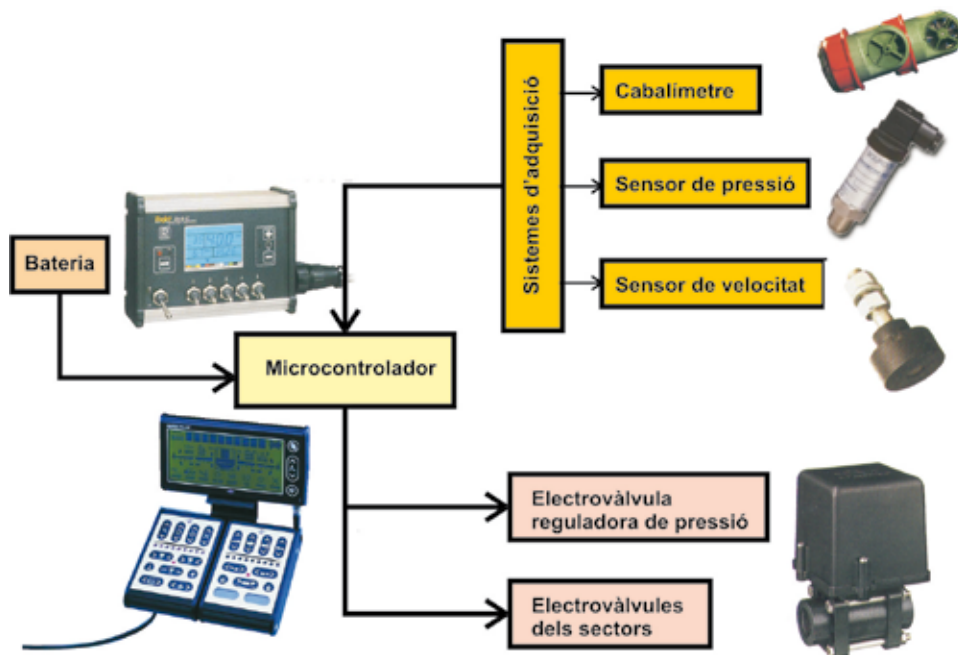


Foto 4. Esquema d'un sistema control de cabal proporcional a l'avançament. Autor: Centre de Mecanització Agrària.

mida de la plantació, els més utilitzats són els sensors d'ultrasons i els basats en el làser (lidar) (Foto 6). Es pot trobar el web d'alguns projectes de recerca que treballen en aquests temes al final d'aquest article.

En el cas de la detecció de males herbes, els sistemes més utilitzats es basen en mesures realitzades sobre la llum reflectida pel conreu i les males herbes. Aquests dispositius permeten diferenciar les males herbes del sòl nu, i així aplicar l'herbicida només en aquelles zones on és necessari (Foto 7). Un pas més suposa la detecció de les males herbes dins del cultiu, però aquesta és una tecnologia que encara es troba a nivell experimental.

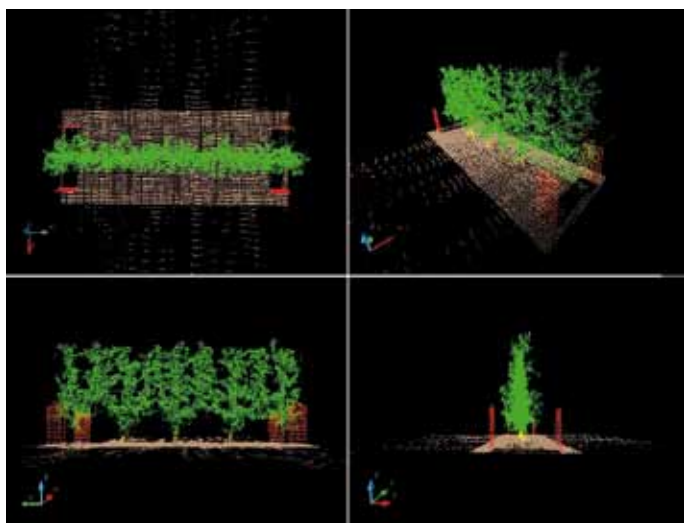
L'actuació més freqüent per tal d'aconseguir una aplicació variable, com en el cas dels sistemes CPA, es fa sobre la pressió de treball dels broquets. També és possible actuar sobre el nombre i la mida dels broquets utilitzats, amb portabroquets múltiples que permeten una selecció automàtica del broquet utilitzat. Un altre sistema que permet una modificació en temps real del cabal utilitzat és la modulació de l'amplada del pols del senyal que actua sobre electrovàlvules situades abans dels broquets. En tots els casos la resposta del sistema d'actuació ha de ser ràpida, per tal de poder compensar les variacions en les característiques del conreu que es poden donar en espais petits.



Foto 5. Prototipus per a l'aplicació proporcional a la vinya. Autor: Emilio Gil.



**Els sistemes de detecció de la vegetació dels conreus arboris basats en la tecnologia làser, coneguts com a lidar, obren un ampli ventall de possibilitats per tal de millorar l'eficiència de les aplicacions.**



**Foto 6.** Detecció de la vegetació en una plantació de fruiters amb un sensor tipus lidar. Autor: Ricardo Sanz.



**Foto 7.** Polvoritzador per a l'aplicació d'herbicides amb un sistema de detecció de les males herbes. Autor: Centre de Mecanització Agrària.

Una altra alternativa, també associada a l'agricultura de precisió, es basa en la utilització de mapes de tractament, realitzats amb anterioritat amb algun tipus de tecnologia, sigui manual o automàtica i amb més o menys resolució espacial. Per tal d'aconseguir el mapa final, les mesures realitzades sobre la parcel·la, un cop georeferenciades, es tracten amb un mètode de geostatística per tal d'aconseguir el mapa amb els diferents nivells que s'utilitzaran per al tractament. Normalment, per tal de facilitar la realització del tractament, el nombre de nivells en una mateixa parcel·la és reduït.

Tant un sistema com l'altre d'aplicació proporcional tenen els seus avantatges i els seus inconvenients. A priori, no es pot afirmar quin sistema és el més adequat, sinó que la idoneïtat d'una o altra tecnologia depèn de cada cas particular.



**Per tal que una innovació tecnològica tingui èxit en el mercat, cal que la relació entre el seu cost i el benefici que suposa el seu ús, en el sentit més ampli, sigui favorable.**

### 03 Els sistemes de guiat automàtic

En el cas dels grans polvoritzadors hidràulics per a tractaments en conreus baixos, la utilització de sistemes d'ajut a la conducció o de guiat automàtic és cada vegada més freqüent (Foto 8). El nivell de precisió dels sistemes GPS és variable en funció del sistema de correcció diferencial utilitzat i pot arribar fins als 2 cm en els sistemes més precisos basats en correcció RTK. En general, per a una correcta aplicació en conreus baixos no és necessari aquest grau de precisió, ja que el que interessa és un sistema alternatiu al tradicional marcadore de passades d'escuma.

El GPS es combina amb el sistema de control electrònic del polvoritzadors per a un millor control de les funcions de la màquina. Està clar que el futur d'aquesta tecnologia ha de passar per una unificació dels diferents programes i els sistemes de comunicació que utilitzen les diferents marques comercials, sobretot pel que fa referència a la compatibilitat entre el tractor i la màquina. Per a tot això es disposa de la norma ISO 11783, coneguda com 'Isobus'. En el cas dels polvoritzadors, la seva aplicació ha de permetre el control de les seves funcions des de la cabina del tractor.

L'obertura i el tancament dels diferents sectors de la barra de polvorització en combinació amb un GPS diferencial, permet controlar la polvorització en base a un mapa de la parcel·la. Així, per exemple, es pot tancar la polvorització de

forma automàtica quan la barra surti dels límits de la parcel·la o bé quan passi per una zona que ja ha estat tractada. Si, a més, es disposa d'un mapa de tractaments de la parcel·la, tal com s'ha comentat en l'apartat anterior, aquest sistema també permet realitzar l'aplicació variable, per exemple, per al control de males herbes de distribució irregular en una parcel·la.

### 04 Innovacions que fan referència a aspectes de seguretat, ergonomia i protecció ambiental

L'aplicació de la normativa europea vigent sobre l'ús sostenible dels productes fitosanitaris, obliga a adequar el disseny de les màquines als nous requeriments. Per tal d'evitar la contaminació de l'entorn s'han millorat els dispositius per a la neteja de la màquina abans i després del tractament, de forma que siguin més fàcils d'utilitzar per part de l'operari. Alguns polvoritzadors situen el control dels sistemes de rentat de la màquina prop de la zona d'ompliment i a la vegada s'intenta disminuir al màxim la quantitat de líquid residual que queda en la màquina després del tractament. En aquest apartat es poden incloure també els nous models d'incorporadors de fitosanitaris que ajuden a fer la barreja del producte concentrat i a disminuir els riscos de contaminació.

Un altre dispositiu molt útil en el cas de les barres de polvorització és el control de l'alçada de la barra amb l'ajut dels sensors d'ultrasons, que mesuren la distància dels broquets al conreu.



Foto 8. Sistema GPS d'ajut a la conducció. Autor: Centre de Mecanització Agrària.



Les principals marques comercials ja equipen els seus polvoritzadors hidràulics amb la tecnologia Isobus, que permet el control de les principals funcions de la màquina des de la cabina del tractor.

La utilització de barres de gran longitud, juntament amb les irregularitats topogràfiques d'una parcel·la de cultiu, fan que siguin necessàries correccions freqüents de l'alçada de la barra o d'alguna de les seves seccions per tal d'aconseguir una distribució uniforme del producte. En aquest sentit, també és molt important el treball que s'està fent per al desenvolupament de nous sistemes de suspensió més efectius.

Altres innovacions per als grans equips de polvorització arrossegats per a conreus baixos fan referència al sistema d'enganxall, de forma que en el gir les rodes de la màquina segueixin la rodada del tractor; o bé a sistemes de filtrat millorats, que permeten un manteniment més fàcil dels filtres.

En el cas dels polvoritzadors hidropneumàtics, les innovacions no arriben al nivell de complexitat tecnològica dels grans polvoritzadors hidràulics. Però les millores en el disseny també han permès una millora en les condicions de realització dels tractaments. D'aquesta manera, s'han imposat els sistemes de comandament elèctric per obrir i tancar la polvorització i també està pràcticament generalitzada la presència de dipòsits auxiliars per a la neteja de la màquina. Tot això sense oblidar les millores en la generació i la distribució del flux d'aire.

En qualsevol cas, la clau de l'èxit comercial d'una innovació rau en el grau d'acceptació per part del mercat i això depèn molt del seu cost. La pràctica ha demostrat que els avenços tecnològics moltes vegades és difícil que es pu-

guin vendre, perquè l'usuari considera que no podrà compensar el cost afegit que li suposa en el moment de la compra de la màquina. Una correcta avaluació de la relació entre el cost i el benefici, tenint en compte l'estalvi que suposa un increment de l'eficiència de l'aplicació, així com un enduriment de la legislació ambiental, poden fer més atractives les innovacions tecnològiques per als sistemes d'aplicació de fitosanitaris.

05 Per saber-ne més

- <http://agroingenieria.ivia.es/optidoso>
- <http://www.isafruit.org>

Tots els articles d'aquest dossier tècnic han estat realitzats pels següents autors, del Centre de Mecanització Agrària de Lleida:



**Felip J. Gracia Aguilà**  
 Cap del Centre de Mecanització Agrària.  
 Departament d'Agricultura, Ramaderia,  
 Pesca, Alimentació i Medi Natural.  
 felipj.gracia@gencat.cat



**Alba Fillat Morata**  
 Centre de Mecanització Agrària.  
 Departament d'Agricultura, Ramaderia,  
 Pesca, Alimentació i Medi Natural.  
 alba.fillat@gencat.cat



**Francesc Solanelles Batlle**  
 Centre de Mecanització Agrària.  
 Departament d'Agricultura, Ramaderia,  
 Pesca, Alimentació i Medi Natural.  
 fsolanelles@gencat.cat



**Ferran Camp Feria-Carot**  
 Centre de Mecanització Agrària.  
 Departament d'Agricultura, Ramaderia,  
 Pesca, Alimentació i Medi Natural.  
 ferran.camp@gencat.cat



# L'ENTREVISTA

**Joan Esteve Julià**

Director tècnic de la divisió vitícola de Codorníu, S.A.  
Sant Sadurní d'Anoia (Alt Penedès)

## “ÉS IMPORTANT LA TRANSFERÈNCIA TECNOLÒGICA PERQUÈ L'AGRICULTOR SÀPIGA CALIBRAR BÉ ELS EQUIPS I QUE EL PRODUCTE ARRIBI A LA PLANTA SENSE DERIVA NI CONTAMINACIÓ”

Extracte de l'entrevista publicada a Ruralcat



La maquinària fitosanitària és una eina indispensable per mantenir el bon estat dels conreus i prevenir-los de malalties. Escollir el producte adequat, aplicar la dosi necessària, regular correctament la màquina i evitar al màxim la deriva són alguns dels aspectes fonamentals per al bon funcionament d'aquest tipus de maquinària i alhora una manera de reduir costos i d'evitar la contaminació mediambiental.

Per aquest motiu, hem entrevistat a Joan Esteve Julià, director tècnic de la divisió vitícola de Codorníu, S.A. perquè ens expliqui quines tècniques i maquinària fan servir a les seves vinyes, quines normes bàsiques cal tenir en compte a l'hora d'utilitzar-les i conèixer la seva visió sobre la legislació vigent i la transferència tecnològica en aquest camp.

### Es dedica a la coordinació de la divisió vitícola de Codorníu a Espanya. Quins tipus o models de maquinària de tractaments fitosanitaris usen en les seves vinyes? Per què aquests i no d'altres?

Utilitzem polvoritzadors hidràulics, polvoritzadors hidropneumàtics, atomitzadors especialitzats en el tractaments fitosanitaris de la vinya, amb algunes variants respecte als atomitzadors normals, i també empolsadors. Els hem escollit, bàsicament, per temes d'eficiència (quantitat de líquid que s'acaba dipositant sobre el cultiu, respecte a la quantitat de líquid que surt de la màquina). Són equips especialitzats per al tractament de vinyes.

El que volem és que hi hagi el mínim de deriva possible i la màxima cobertura de la planta, en aquest cas de la vinya. També busquem l'eficiència energètica, ja que són màquines que et poden fer dues o tres files alhora en comptes de fer-ne una, amb la qual cosa t'estalvies de passar la meitat de vegades per la vinya, així com eficiència en el cost. Normalment són màquines amb gran format, en el que minimitzen els temps morts i maximitzen les operacions a camp.

**“És important l'educació i la transferència tecnològica perquè l'agricultor sàpiga calibrar bé**

**els equips, aplicar la dosi justa i necessària de producte, i que aquest arribi bé a la planta, sense deriva ni contaminació ambiental”.**

### Creu que la legislació vigent sobre la maquinària fitosanitària és suficient per al manteniment i correcte funcionament dels aparells?

La legislació marca uns mínims i si no recordo malament cada quatre o cinc anys s'ha de passar una inspecció de la màquina però si has d'esperar aquest temps perquè la teva màquina estigui en condicions òptimes de funcionament pot ser un desastre. En aquest sentit, és important la sensibilització, l'educació i la transferència tecnològica perquè l'agricultor sàpiga calibrar bé els equips, aplicar la dosi justa i necessària de producte, i que aquest arribi bé a la planta sense deriva ni contaminació ambiental. És més un problema d'educació que de legislació.

### Respecte al bon manteniment dels equips fitosanitaris, quines són les normes bàsiques a tenir en compte?

Per una banda, totes aquelles relacionades amb la seguretat al treball, és a dir, les proteccions, preses de força, mànegues i tots aquells elements que poden ser perillosos per al propi usuari. Després, tots aquells elements que estan lligats a un bon tractament: calibrar bé la màquina, ajustar-la perquè no hi hagi fugues, fer una bona neteja després d'acabar cada tractament, ajustar bé les dosis segons les necessitats del cultiu i unes bones pràctiques bàsiques agrícoles.

### En aquest aspecte, s'ha avançat a nivell de comunicació i prevenció de riscos?

Aquí tinc poc marge per opinar perquè només conec la nostra empresa i en aquest cas això ens ho prenem molt seriosament. A part de la sensibilització que tenim estem registrats en producció integrada, la qual cosa ens obliga a una sèrie de requeriments i procediments normals de prevenció de riscos en totes les màquines.

També tenim el nostre protocol intern de prevenció de riscos, que va lligat a qualsevol maquinària, ja sigui agrícola o de bodega. Cada màquina té la seva fitxa de prevenció i el manual de seguiment i control.

**“Les noves tecnologies, com la teledetecció o els calibratges automàtics, ajuden però si no es té el nivell tècnic suficient per fer-les servir també confonen. A vegades pots recolzar-te molt en aquestes tècniques i en comptes d'anar a millor vas a pitjor”.**

### Actualment estan sorgint moltes tecnologies de teledetecció i altres tècniques fitosanitàries, però considera que hi ha un bon nivell de transferència tecnològica des dels laboratoris o empreses que les creen envers l'agricultor?

És difícil dir perquè a vegades ens perdem en aquests accessoris molt cridaners quan fallem en el més

elemental. Per fer un bon tractament i calibratge no calen grans tecnologies. És més una qüestió de coneixement, de professionalitat del pagès, que no pas disposar d'eines sofisticades.

Les noves tecnologies, com la teledetecció o els calibratges automàtics, ajuden però si no es té el nivell tècnic suficient per fer-les servir també confonen. A vegades pots recolzar-te molt en aquestes tècniques i en comptes d'anar a millor vas a pitjor, ja que confies en elles en excés.

**“Cada vegada tenim màquines més precises, més eficients, que consumeixen menys energia, que són més ràpides, que poden tractar una superfície en la meitat de temps, que tenen menys pèrdua per deriva i estan més orientades al cultiu i al medi ambient”.**

### Quines noves tecnologies utilitza Codorníu?

Nosaltres hem utilitzat moltes d'aquestes eines en les nostres màquines. De fet, tenim ja moltes que van equipades amb GPS i fan l'ajustament automàtic de la dosi segons les situacions establertes en cada parcel·la. Però és més important ser conscients que s'està fent un bon tractament i que la dosi aplicada s'ajusta a la que teòricament havies d'aplicar que no disposar d'aquestes tecnologies.

### La realitat d'un sector tan afectat econòmicament com l'agrícola frena el progrés de la modernització de la maquinària fitosanitària?

Crec que passa el contrari. Cada vegada hi ha més gent que se n'adona que tenir màquines molt eficients és molt car i que has de tenir una superfície molt gran per amortitzar la seva inversió. Per això ha aparegut la figura de les empreses de servei que tenen un nivell tecnològic i de màquines eficients. Crec que la crisi està portant a això, la gent no compra les màquines però, en canvi, lloga l'aplicació a aquestes empreses que poden donar un bon servei a costos més baixos.

### La maquinària plaguicida actual és compatible amb la sostenibilitat i el respecte al medi ambient?

Cada vegada tenim màquines més precises, més eficients, que consumeixen menys energia, que són més ràpides, que poden tractar una superfície en la meitat de temps, que tenen menys pèrdua per deriva i estan més orientades al cultiu i al medi ambient.

Una cosa va lligada amb l'altra, si tens una màquina que és respectuosa amb el medi ambient, a la vegada és més econòmica i eficient, és a dir, si el producte fitosanitari que tu vols aplicar en el teu cultiu només va al cultiu i no a l'entorn, estàs aconseguint la mateixa eficàcia de control amb menys fitosanitari i sense impactar en el medi. Si, a més, aquesta màquina pot tractar a vuit quilòmetres per hora i tres files alhora, l'estalvi serà màxim. Cada vegada tenim millors màquines en el mercat que ens permeten millorar de forma continuada.