

# DISSENY D'UNA NOVA GENERACIÓ DE POLVORITZADORS PER A FRUITERS, CÍTRICS I VINYA

---

Francesc Solanelles, Santiago Planas, Alba Fillat  
*Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca*  
*Centre de Mecanització Agrària*  
*Rovira Roure, 177. 25006 Lleida. Tel. (973) 249846. Fax (973) 249403*

## RESUM

L'èxit d'una aplicació de fitosanitaris depèn de l'optimització de factors relacionats amb el propi cultiu, amb les condicions meteorològiques i amb el funcionament mecànic de l'equip. Cal poder mesurar la influència de cada un d'ells en el resultat final del tractament per a poder-los millorar en cada cas. Això inclou tant mesures físiques com d'eficàcia biològica. L'optimització dels paràmetres del tractament es pot aconseguir amb la correcta regulació de l'equip o, millor encara, amb l'adequació del seu disseny. En el cas dels fruiters, la vinya i els cítrics s'estableixen com a possibles vies: la millora del disseny dels actuals models comercials amb deflectors, la introducció dels túnels de polvorització i la incorporació de controladors electrònics.

## SUMMARY

The success of a spray application depends on the improvement of the parameters related with the crop, with the weather conditions and with the mechanical operation of the equipment. It is necessary to measure the influence of each one in the result of the treatment to match them with every need. To this effect, both physical and biological efficacy measurements have to be carried out. The improvement of the parameters of the treatment can be achieved with the right setting of the equipment or, better, with design changes. For fruit crops, vineyards and citrus groves the following possibilities are pointed out: design improvement of the current ducted sprayer models and the use of tunnel sprayers and electronic control systems.

## 1.-INTRODUCCIÓ

El procés d'aplicació de fitosanitàries als cultius arboris amb els equips actuals presenta una sèrie de dificultats, entre les quals cal destacar:

- Pèrdues de producte fora de la zona que ens interessa tractar, amb els problemes que això comporta de contaminació mediambiental. Aquestes pèrdues són degudes principalment a la deriva, les deposicions al terra i l'evaporació. Assaigs realitzats en plantacions de pomera de la zona fructícola de LLeida, amb polvoritzadors comercials, demostren que les pèrdues són normalment superiors al 30 % del producte aplicat (Fillat *et al*, 1995)
- Distribució deficient del producte en la zona tractada. Això pot comportar problemes de dosificació de la matèria activa que es vol aplicar i per tant un mal control de les plagues o malalties i problemes de residus sobre la fruita.

Per a evitar aquestes inconvenients cal tenir un bon coneixement dels paràmetres que intervenen en una aplicació i intentar millorar-los. Aquests paràmetres depenen del funcionament del propi equip d'aplicació (volum d'aplicació, velocitat de treball, cabal d'aire, mida de les gotes), de les condicions meteorològiques (velocitat del vent, temperatura, humitat relativa) i de la plantació (dimensions dels arbres, densitat foliar)

Tots ells s'han de tenir en compte a l'hora de fer una aplicació en una plantació. En aquesta comunicació

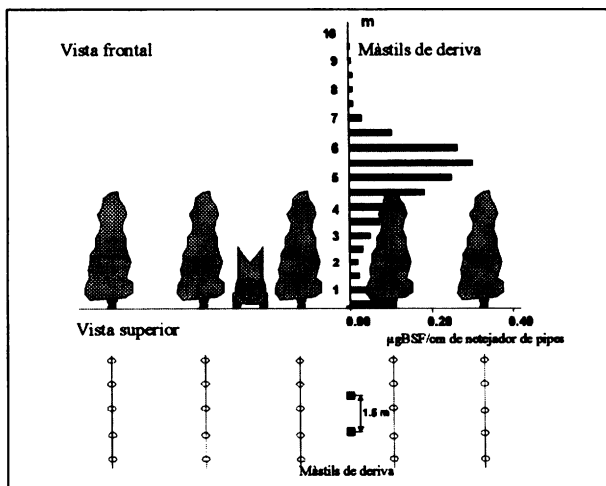
s'exposa com es pot avaluar la seva incidència en el resultat d'un tractament fitosanitari i les possibilitats d'optimitzar-los, en especial aquells que estan relacionats amb el disseny mecànic dels equips.

## 2.- MILLORA DELS SISTEMES D'APLICACIÓ DE PRODUCTES FITOSANITARIS.

Com a primer pas en la millora dels equips d'aplicació de fitosanitaris caldrà conèixer amb profunditat les seves prestacions actuals.

Per tant caldrà fer mesures físiques al camp de la distribució de la polvorització que s'obté amb els equips d'aplicació en les seves condicions més habituals de treball en diferents plantacions i condicions meteorològiques. Aquest treball s'ha estat desenvolupat en els últims anys (Solanelles *et al*, 1996) en el Centre de Mecanització Agrària (CEMA) i principalment en plantacions de pomera. (figura 1).

**Figura 1.** Mesura de la deriva d'un polvoritzador amb deflectors verticals en una plantació de pomeres utilitzant Brilliant Sulfoflavina (BSF) com a traçador i netejador de pipes com a colectors.



Això s'ha de completar amb estudis de l'eficàcia biològica dels tractaments pel que fa al control de les plagues o malalties de les plantacions. És molt interessant a nivell pràctic de disposar d'una bona relació entre aquesta eficàcia biològica i alguns resultats dels tractaments de més fàcil mesura (impacte de gotes, recobriments, deposició).

El problema de les mesures de camp és el seu cost, tant en temps com en recursos econòmics, si es vol obtenir la precisió necessària per extreure'n conclusions fiables. Per tant, s'està fent un esforç aquests darrers anys en el desenvolupament de models matemàtics que permetin obtenir aquests resultats sense necessitat d'haver de fer mesures exhaustives al camp (Walklate *et al*, 1992; Hobson *et al*, 1993). Cal destacar els paquets informàtics CFD (Computational Fluid Dynamics) que es troben al mercat en diverses versions i són de gran utilitat al modelitzar el fenomen relacionat amb la polvorització.

Com a conseqüència de tot això es poden donar, d'una banda, una sèrie de consells pràctics sobre la millora del funcionament dels equips que actualment s'estan utilitzant, ajustant-los més a les exigències de cada tractament. Així s'ha observat, en plantacions de pomera (Bosch *et al*, 1994) que la incorporació de deflectors als polvoritzadors hidropneumàtics té un efecte positiu en la distribució de la polvorització sobre l'objectiu i en la reducció de les pèrdues al permetre una aproximació dels broquets a la capçada dels arbres. En assaigs realitzats amb posterioritat amb aquest polvoritzadors, s'observa una reducció de les pèrdues de producte al terra i per deriva si s'incrementa la velocitat d'avanç del polvoritzador i es disminueix el cabal

d'aire. En els casos més favorables, aquestes pèrdues van ser aproximadament només d'un 15% del producte total aplicat.

D'altra banda, aquest coneixement dels resultats dels equips de polvorització també permet fixar les bases per a la millora del seu disseny. Per això és molt interessant la col·laboració tant dels centres de recerca com de la indústria per a conjuntar el aspectes tècnics i comercials que intervenen en el procés.

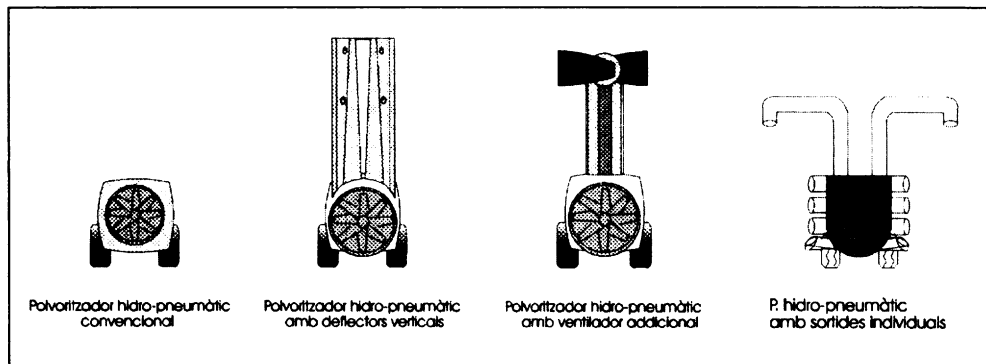
### 3.- DISSENY D'UNA NOVA GENERACIÓ DE MÀQUINES

#### 3.1.- Situació actual

Les aplicacions fitosanitàries als cultius de fruiters, vinya i cítrics han evolucionat bàsicament des dels primers polvoritzadors hidràulics que utilitzaven pistoles per a distribuir el producte sobre la vegetació fins als equips més comuns actualment amb assistència d'aire que utilitzen un flux d'aire per a transportar la polvorització fins al seu objectiu. En les plantacions de cítrics, però, la utilització de les pistoles és encara una pràctica freqüent, principalment a causa de la dificultat d'accedir a les plantacions actuals amb els equips hidropneumàtics.

En les plantacions de fruiters, la implantació de les formes de conducció planes dels arbres, ha permès l'equipament dels polvoritzadors amb deflectors verticals que condueixen el flux d'aire originat pel ventilador i permeten apropar els broquets a la capçada dels arbres (figura 2). També hi ha models que incorporen sortides individuals de l'aire per a cada broquet o grups de broquets, la qual cosa permet de dirigir la polvorització a aquella part de la vegetació que més ens interessa. Són, per exemple, els tractaments localitzats al raïm en la vinya. En el cas de polvoritzadors amb sortides individuals, en molts casos la polvorització no es realitza en un broquet aprofitant la pressió hidràulica a la que se sotmet el líquid (polvorització hidropneumàtica), sinó que és provocada per un flux d'aire a elevada velocitat (polvorització pneumàtica).

**Figura 2.** Alguns models comercials de polvoritzadors hidropneumàtics.



Si el sistema de formació de la plantació ho permet, és possible la utilització dels túnels de polvorització. La seva utilització en fruiters i, principalment, en vinya està bastant desenvolupada en alguns països encara que es pràcticament nul·la a Catalunya. El principal avantatge és la disminució radical de les pèrdues de producte (Baraldi *et al* 1993; Cross *et al*, 1993; Doruchowski, 1933), ja que l'equip incorpora un sistema de recollida i recirculació del líquid sobrant. També es possible la incorporació d'assistència d'aire per a millorar el resultat de l'aplicació.

Amb la intenció de mantenir constant la dosi aplicada de producte fitosanitari durant el tractament, alguns models de polvoritzadors s'han equipat amb sistemes de control electrònic. Els més corrents al mercat són el que permeten ajustar el volum de líquid proporcionat per l'equip a canvis moderats de la velocitat

d'avanç del tractor. El sistema consta bàsicament d'un autòmat que en base a la informació que rep d'un sensor de velocitat regula el flux de líquid del polvoritzador actuant sobre una electrovàlvula. Normalment el sistema també incorpora sensors de pressió i cabal per a controlar el funcionament de la màquina en tot moment.

A nivell més experimental, encara que disponibles en alguns equips comercials sobretot de barres, es troben els sistemes d'injecció directa on la barreja del producte fitosanitari no es realitza en el dipòsit sinó en algun lloc del circuit hidràulic mitjançant una bomba injectora. El temps de resposta del sistema als canvis de les condicions de treball i la uniformitat en la concentració de producte en el líquid polvoritzat són punts crítics en aquests sistemes (Tompkins *et al*, 1990; Miller *et al*, 1992)

Per últim, s'han desenvolupat sistemes comercials basats en la detecció de la presència o absència de vegetació, normalment amb sensors d'ultrasons. D'aquesta forma és possible l'apertura o tancament de la polvorització de forma automàtica amb el corresponent estalvi de producte fitosanitari. Un pas endavant en aquesta mena d'equips és la possibilitat de regular la polvorització en funció del volum de vegetació amb la utilització de sistemes de detecció més complexos, però basats també en sensors d'ultrasons (Giles *et al*, 1988; Rosell *et al*, 1996).

### 3.3.- Previsions futures

D'acord amb les característiques de les plantacions de fruiters, vinya i cítrics a Catalunya, unes possibles vies per a l'optimització del disseny dels equips de polvorització són:

- Obtenir dissenys millorats però similars als que actualment s'estan utilitzant en les plantacions comercials. En aquest aspecte el CEMA està desenvolupant un projecte amb col·laboració amb altres centre europeus i el sector industrial per a la reducció de l'aplicació de pesticides als fruiters, la vinya i els cítrics millorant la regulació i el disseny dels equips d'aplicació de fitosanitaris. En aquest projecte, a part d'obtenir una extensa base de dades que permeti millorar l'eficàcia dels tractaments fitosanitaris, s'intentarà donar un pas endavant en el disseny dels equips de polvorització per a fer-los més adaptats a les condicions de les plantacions de les àrees mediterrànies, fent especial incidència en el sistema de distribució del flux d'aire. En aquest procés té cabuda també la utilització de paquets informàtics com el CFD o altres d'assistència al disseny.
- Introducció dels túnels de polvorització, especialment a la vinya que per les seves característiques s'adapta bé a aquests equips. En aquest sentit és interessant la realització d'assaigs comparatius amb els sistemes actuals de polvorització, per tal d'avaluar l'estalvi efectiu de producte i el manteniment de l'eficàcia de les aplicacions.
- Desenvolupament del sistema de control electrònic. En el cas de plantacions irregulars o amb marcs molt amplis és interessant la incorporació de sensor d'ultrasons als polvoritzadors per tal d'ajustar la polvorització al volum de la vegetació. Amb aquest sistema de control es pot millorar la distribució del producte, evitant, sobretot, bona part de les pèrdues que es produeixen per una excessiva polvorització en zones de la plantació amb poca o nul·la vegetació.

Per últim, es poden citar com a noves tecnologies d'introducció a més llarg termini el sistema GPS (*Global Positioning System*) que amb les dades provinents de satèl·lits espacials permeten fer aplicacions de fitosanitaris en funció de variacions del conreu o del nivell d'infestació amb elevada precisió. Per que això sigui possible s'ha de disposar del receptor adequat instal·lat sobre l'equip d'aplicació. També és interessant el desenvolupament d'equips mecànics per al transport i distribució d'enemics naturals de les plagues i malalties i així poder reduir la quantitat de fitosanitaris aplicats sobre el conreu.

#### 4.- REFERÈNCIES

- BARALDI G., BOVOLENTA S., PEZZI F., RONDELLI V. Air-assisted Tunnel Sprayers for Orchard and Vineyard: First Results. International Symposium on Pesticide Application. Strasbourg. France. 1993
- BOSCH M., FILLAT A., GRÀCIA F., PLANAS S., PONS L., SOLANELLES F. Assaigs de polvoritzadors hidro-pneumàtics realitzats durant 1993 en fruiters. DARP. Centre de Mecanització Agrària. Informe intern. 1994
- CROSS J.V., BERRIE A.M. Spray Deposits and Efficacy of a Tunnel Sprayer at Three Volume Rates (50, 100, 200 L/ha) in Comparison with an Axial Fan Sprayer (50 L/ha) on Apple. International Symposium on Pesticide Application. Strasbourg. France. 1993
- DORUCHOWSKI, G. Use of Tunnel Sprayers in Orchards and Berry Plantations. International Symposium on Pesticide Application. Strasbourg. France. 1993
- FILLAT A., SOLANELLES F., PLANAS S. La millora de l'eficiència de les aplicacions fitosanitàries com a mesura de respecte mediambiental. III Congrés "Agricultura i Qualitat Ambiental a Catalunya". Girona, 1995
- GILES D.K., DELWICHE M.J., DODD R.B. Electronic Measurement of Tree Canopy Volume. Vol. 31(1) 264-272. 1988
- HOBSON P.A., MILLER P.C.H., WALKLATE P.J., TUCK C.R., WESTERN N.M. Spray Drift from Hydraulic Spray Nozzles: the use of a Computer Simulation Model to Examine Factors Influencing Drift. J. agric. Engng. Res. 54, 293-305. 1993
- MILLER M.S., SMITH D.B. A Direct Nozzle Injection Controlled Rate Spray Boom. Transaction of the ASAE. Vol 35(3), 781-785. 1992
- ROSELL, J.R., NOGUÉS, A., PLANAS, S. Development of an Electronic Selective Orchard Spraying System Based on the Control of Applied Flow Rate. International Conference on Agricultural Engineering. Madrid. 1996. (In Press)
- SOLANELLES F., FILLAT A., PIFARRÉ C., PLANAS S. A Method of Drift Measurement for Spray Applications in Tree Crops. International Conference on Agricultural Engineering. Madrid. 1996. (In Press)
- TOMPKINS F.D., HOWARD K.D., MOTE C.R., FREELAND S.R. Boom Flow Characteristics with Direct Chemical Injection. Transactions of the ASAE. Vol. 33(3) 737-743. 1990
- WALKLATE P.J. A Simulation Study of Pesticide Drift from an Air-Assisted Orchard Sprayer. J. agric. Engng Res. 51, 263-283. 1992