

EL CONTROL FITOSANITARI DE LA «BACTERIOSI» AL NOGUER. CALENDARI D'APLICACIONS AMB COURE.

Ninot, A.¹; Moragrega, C.²; Montesinos, E.²; Aletà, N.¹

Departament d'Arboricultura Mediterrània- IRTA. Apartat Correus, 415. 43280 Reus.
Institut de la Tecnologia Agroalimentària-Certa, Universitat de Girona, Avda. Lluís Santaló s/n.
17003 Girona.

RESUM

La «bacteriosi» del noguer, causada pel bacteri *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*, és la malaltia més greu en aquest conreu i pot ocasionar fins i tot la pèrdua del 80 % de la collita. El tractament fitosanitari recomanat és un tractament preventiu a base de coure durant el període vegetatiu. Al Centre de Mas Bové (IRTA) l'any 1996 va plantejar-se un assaig en una plantació adulta de noguer de 9 anys del cv. 'Serr' on es consideraven 2 calendaris de tractament amb brou bordelès. L'assaig va consistir en un tractament complet (7 aplicacions de coure); un de reduït (3 aplicacions) i un control (sense aplicació de coure). Les aplicacions de coure redueixen la població epífita de bacteris en comparació al control no tractat. No s'han observat diferències significatives entre el tractament complet i el reduït en danys externs al fruit ni en el nombre de fruits caiguts.

Introducció

El bacteri *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* (Vauterin i col., 1995) és l'agent causal de la malaltia coneguda com «bacteriosi» del noguer. Aquest patògen és present en totes les àrees de producció del noguer (Ogawa i English, 1991). A Espanya, tot i que la seva presència era evident, no va ser aïllat i identificat fins al 1994 (López i col., 1994).

Condicions d'humitat elevada acompanyades de temperatures entre els 16 i 29°C afavoreixen la proliferació dels bacteris i el desenvolupament de la malaltia (Charlot, 1991). La «bacteriosi» afecta tots els òrgans joves en creixement; la primera font d'inòcul prové dels bacteris que han passat l'hivern dins dels borrons i aments els quals infecten les primeres fulles i flors femenines, que seran els òrgans responsables de futures contaminacions (Mulrean i Schroth, 1982). La importància del pol·len com a agent disseminador de la malaltia en una plantació exigeix que en el període de la floració hi hagi una bona protecció dels òrgans florals. Per aquesta raó s'aconsella realitzar aplicacions de coure durant aquest període. Els tractaments amb coure es consideren, encara avui, el mètode de control més eficaç. L'ús d'antibiòtics no ha donat cap tipus d'efectivitat (Charlot i Radix, 1997; Olson i col., 1997).

L'aplicació continuada de coure en quantitats importants està afavorint l'aparició de soques de bacteris resistents (Gardan i col., 1991). D'altra banda, el desenvolupament de la necrosi al fruit tampoc no sembla dependre directament de la quantitat d'inòcul bacterià present en una plantació, ja que nivells anormalment elevats de coure al sòl pertorben el metabolisme dels arbres i poden afavorir l'aparició de necrosi als fruits, fent-los inercialitzables (Radix, 1994). És doncs aconsellable reduir al màxim el nombre de tractaments cùprics en les plantacions comercials de noguer.

Material i mètodes

L'any 1996 una parcel·la experimental de noguer de l'IRTA de Reus (Baix Camp) va ser sotmesa a dos calendaris fitosanitaris a base de brou bordelès (riquesa 20% de coure metall) per controlar la «bacteriosi». Els arbres eren noguers adults de 9 anys del cv. 'Serr' empeltats damunt *J. regia*. La parcel·la en qüestió té un sòl franc-argilós i és de regadiu; la densitat de plantació és de 238 arbres/ha. Tota la parcel·la havia rebut, en finalitzar el període vegetatiu anterior, un tractament a base de coure a raó de 250 g Cu²⁺/100 l d'aigua, corresponent al tractament fitosanitari de caiguda de fulla.

Els calendaris aplicats foren:

- Un calendari complet (Tc): 7 aplicacions de coure
- Un calendari reduït (Tr): 3 aplicacions de coure
- Un control (C): sense aplicació de coure

Les tres primeres aplicacions van coincidir, respectivament, amb l'inici del desborrament (4 d'abril), l'inici de la floració femenina (19 d'abril) i la plena floració femenina (8 de maig), per ambdós calendaris. Les quatre aplicacions restants, corresponents al calendari complet, van seguir una cadència de 20-21 dies, excepció feta de l'última que es va fer passats 38 dies (16 d'agost). Es va aplicar un volum d'aigua de 1000 l/ha a una dosi de 250 g de Cu^{2+} /100 l d'aigua.

El dia abans de l'aplicació de coure, i per a tots els calendaris, s'agafaven mostres de borrons o folíoles (10 agafats a l'atzar per tractament i repetició) i a les 48 hores de l'aplicació es repetia l'operació. La determinació de la població epífita de *X. a. pv. juglandis* en els borrons o fulles es van realitzar rentant per agitació orbital (200 rpm.) 5 g de material vegetal en 50 ml d'aigua destil·lada estèril durant 30 minuts. A continuació es van sembrar dilucions de l'extracte en agar YDC (Schaad, 1988) i es van incubar 4 dies a 25°C. Es va fer un recompte de colònies de *X. a. pv. juglandis* expressant els resultats en $ufc\ g^{-1}$ mostra vegetal fresca.

Tres cops, a partir de la cinquena aplicació de coure, es van determinar els danys externs que la malaltia provocava a la nou verda (assimilada a un el·lipsoide de revolució) sobre una mostra de 50 fruits recolectats de l'arbre, a l'atzar, per tractament i repetició. Els paràmetres escollits per a l'avaluació de l'afecció sobre fruit van ser els establerts per Martins (1996):

- Incidència: freqüència relativa de fruits afectats per «bacteriosi» en la mostra.
- Presència: quantitat de necrosi per unitat de mostra (cm^2 necrosats/fruit).
- Severitat: quantitat de necrosi per unitat de mostra afectada (cm^2 necrosats/fruit afectat).

Per a cadascuna de les tres èpoques es va fer, també, un recompte dels fruits caiguts a causa de la «bacteriosi».

L'afecció sobre fulles es va determinar, després de la setena aplicació (finals d'agost) segons categories establertes per Aletà i Ninot, rang de 0 a 5, (Germain i col., 1997). La presència de la malaltia a la fulla s'avaluà sobre 10 folíoles per orientació (NW, NE, SW, SE), agafades a l'atzar, per tractament i repetició (40 folíoles per arbre).

El disseny estadístic de l'assaig és de blocs a l'atzar amb 5 repeticions i 2 arbres per parcel·la elemental. Per minimitzar les contaminacions cada parcel·la elemental està envoltada per arbres guardes.

L'anàlisi de dades s'ha realitzat amb el programa informàtic SAS v. 6.03 (SAS/STAT, 1988). L'anàlisi de variances per a l'avaluació dels danys al fruit i la presència de poblacions epífitas de bacteris a la fulla s'ha fet segons el procediment estadístic Proc GLM, mentre que pels danys a la fulla s'ha utilitzat el procediment Proc RANK; per a la separació de mitjanes s'ha emprat en tots els casos el test de Duncan ($\alpha = 0.05$).

Resultats i discussió

S'ha observat una disminució significativa del nombre de colònies de *X. a. pv. juglandis*, després de l'aplicació de coure, per a tot el període de tractaments considerat (taula núm. 1).

Taula núm. 1. Incidència de les aplicacions de coure en la colonització en fulla per *Xanthomonas arboricola pv. juglandis*.

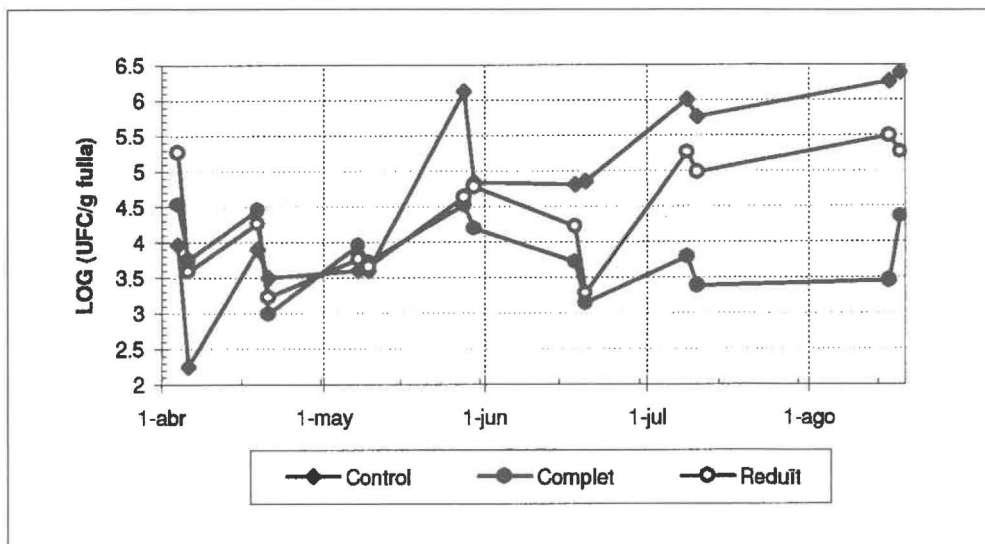
	log (UFC/g fulla)
Abans aplicació de coure	4.062 a
Després aplicació de coure	3.649 b
	★★

Separació de mitjanes pel test de Duncan $P \leq 0.05$

★★ Significatiu a $P \leq 0.01$.

En l'evolució de la població epífita del bacteri es produeix un clar descens en el nombre de colònies després de l'aplicació del coure. En alguns casos, fins i tot, en les parcel·les no tractades. Aquest fet indica que els arbres guarda no han protegit suficientment la parcel·la elemental, no obstant això els resultats no han quedat desvirtuats. En finalitzar l'assaig el nombre d'UFC en el tractament control era el més elevat, tot i que casualment a l'inici de l'assaig partia d'una menor població de bacteris (figura núm. 1).

Figura núm. 1. Evolució de la població epífita en fulla de *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* per a tot el període de tractament.



No s'han detectat diferències significatives entre els dos calendaris aplicats (Tc i Tr) pel que fa als danys externs a la nou verda i el nombre de fruits caiguts. Un major nombre d'aplicacions de coure no millora el control de la malaltia segons els paràmetres considerats. En avançar el període vegetatiu disminueix significativament la incidència de la malaltia en augmentar la severitat, el que també suposa un augment en la caiguda de fruits (taula núm. 2).

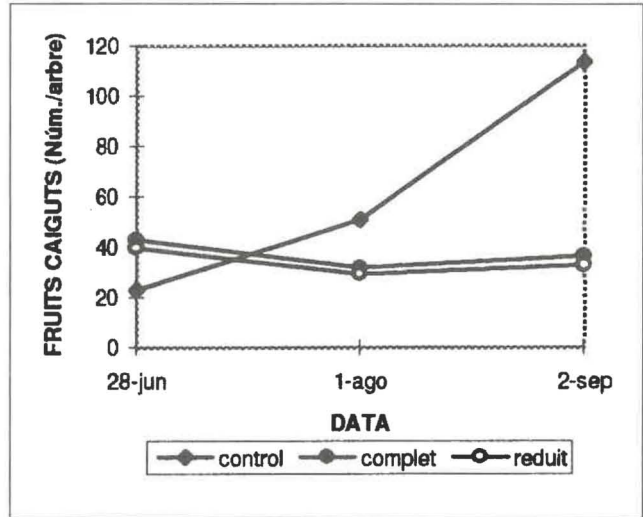
Taula núm. 2. Efecte de les aplicacions de coure en la infecció de fruits per *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*.

	Incidència (tant per ú)	Presència (cm ²)	Severitat (cm ²)	Fruits caiguts (núm./arbre)
CALENDARI (C)	★★	★★	★★	★★
Complet (7 aplicacions)	0.232 b	0.080 b	0.414 b	36 b
Reduït (3 aplicacions)	0.234 b	0.071 b	0.338 b	35 b
Control	0.545 a	0.242 a	0.500 a	63 a
DATA (D)	★★	★★	★★	N.S.
28 de juny	0.374 a	0.077 b	0.167 c	38
1 d'agost	0.358 a	0.151 a	0.411 b	34
2 de setembre	0.123 b	0.081 b	0.613 a	48
C x D	N.S.	N.S.	N.S.	★★

Separació de mitjanes en columnes pel test de Duncan, $P \leq 0.05$
 N.S., ★★. No significatiu o significatiu a $P \leq 0.01$.

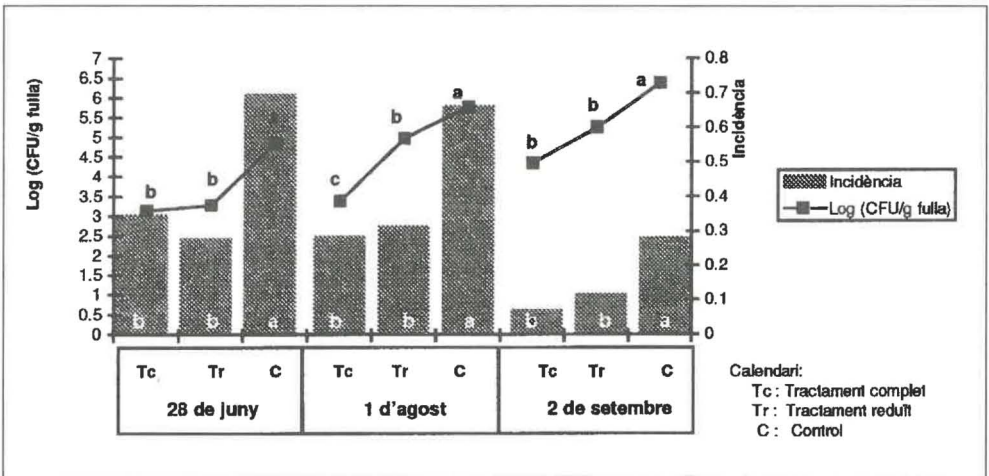
Figura núm. 2. Efecte de les aplicacions de coure sobre el nombre de fruits caiguts per *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*.

L'elevada significació de la interacció entre calendari i data s'observa a la figura núm. 2; el comportament dels calendaris complet i reduït segueix una mateixa pauta, mentre que en el control el nombre de nous caigudes augmenta considerablement en apropar-se la collita.



La incidència de la malaltia al fruit tampoc és significativament diferent entre els calendaris Tc i Tr per cap de les èpoques analitzades individualment. La colonització del bacteri en fulla és significativament més alta, en qualsevol dels controls, quan no s'aplica coure. En el segon control la clara diferència del nombre de bacteris en fulla (UFC) entre els Tc i Tr no es correspon a una menor incidència de la malaltia al fruit (figura núm. 3).

Figura núm. 3. Efecte de les aplicacions de coure en la colonització en fulla de *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* i en la incidència de la malaltia al fruit durant tot el període de tractament.



Els danys a la fulla, mesurats a finals d'estiu, són significativament diferents entre tractaments. El calendari reduït és el que mostra menys afectació. Les orientacions més càlides de l'arbre semblen afavorir el desenvolupament de la malaltia a la fulla (taula núm. 3).

Taula núm. 3. Efecte de les aplicacions de coure sobre l'afecció en fulla per *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*.

	Incidència* (23 d'agost)
CALENDARI (C)	★★
Complet (7 aplicacions)	3.7 b
Reduït (3 aplicacions)	3.0 a
Control	3.9 c
ORIENTACIÓ (O)	★★
Nord-Est	3.3 b
Nord-Oest	3.3 b
Sud-Est	3.5 a
Sud-Oest	3.5 a
C x O	N.S.

Separació de mitjanes en columnes pel test de Duncan $P \leq 0.05$
N.S., ★★. No significatiu o significatiu a $P \leq 0.01$.

* Fulles analitzades per rangs establerts de 0 a 5.

Les aplicacions de coure per controlar la «bacteriosi» són clarament efectives com altres autors ja havien esmentat. Les pèrdues de collita quan no es tracta són molt elevades tant pel fruit caigut abans d'hora com per la quantitat de fruits amb necrosi que seran inercialitzables. Allargar el període de protecció dels arbres amb coure fins a finals d'agost no millora el control efectiu de la malaltia. No és doncs necessari ni tampoc aconsellable tractar durant el període de creixement del fruit.

Referències

- CHARLOT, G., 1991. Noyer, la protection phytosanitaire. L'arboriculture Fruitière, 443: 42 - 46.
- CHARLOT, G.; RADIX, P., 1997. Influence of the type of soils on phenolic compounds of the nuts and crop losses. Proc. III Int. Walnut Congress. Ed. J.A. Gomes Pereira. Acta Hort. 442: 373-378.
- GARDAN, L.; BRAULT, T.; GERMAIN, E., 1991. Copper resistance of *Xanthomonas campestris* pv. *juglandis* in French walnut orchards and its association with conjugative plasmids. Acta Hort. 311: 259-265.
- GERMAIN, E.; ALETÀ, N.; ROUSKAS, D.; GOMES-PEREIRA, J.; MONASTRA, F.; LIMONGELLI, F.; NINOT, A.; ZAKINTHINOS, G., 1997. Prospections réalisées dans les populations de semis de noyer d'Espagne, de Grèce, d'Italie et du Portugal: caractérisation des populations et description des présélections issues de ces prospections. Options Méditerranéennes. Esp. Frutos Secos. (en premsa).
- LÓPEZ, M.M.; MARTÍ, R.; MORENTE, C.; ORELLANA, N.; NINOT, A.; ALETÀ, N., 1994. Bacterias fitopatògenas identificadas en nogal en España. Invest. Agrar.: Fuera de serie n° 2- Diciembre 1994.
- MARTINS, J.M.S., 1996. A method for measuring the intensity of walnut bacterial blight on fruits. Fao - Nucleus-Newsletter, No. 5: 15-17. December 1996.
- MULREAN, E.N.; SCHROTH, M.N., 1982. Ecology of *Xanthomonas campestris* pv. *juglandis* on Persian (English) walnuts. Phytopathology 72: 434-438.

- OGAWA, J. M.; ENGLISH, H., 1991. Disease of temperate zone tree fruit and nut crops. Chapter 5. The english walnut and its diseases. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources.
- OLSON, W.H.; BUCHNER, R.P.; ADASKAVEG, J.E.; LINDOW, S.E., 1997. Walnut blight control in California. Proc. III Int. Walnut Congress. Ed. J.A. Gomes Pereira. Acta Hort. 442: 361-365.
- RADIX, P., 1994. Etude des facteurs influençant la formation des nécroses sur fruits chez le noyer (*Juglans regia*). Implications des composés phénoliques. Thèse de docteur de l'université Joseph Fournier Grenoble I. 185 pp.
- SAS/STAT, 1988. User's Guide Release 6.03 Edition. SAS Institute Inc.
- SCHAAD, N.W., 1988. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. 2nd Edition. American Phytopathological Society. St. Paul.MN. 164 pp.
- VAUTERIN, L.; HOSTE, B.; KERSTERS, K.; SWINGS, J., 1995. Reclassification of *Xanthomonas*. International Journal of Systematic Bacteriology. Vol 45, No.3:472-489.