



Associació Catalana
de Ciències
de l'Alimentació
Filial de l'Institut d'Estudis Catalans



MENGEM SA?

XI Jornada Protecció Vegetal

28 de febrer de 2014.

Sala Prat de la Riba.

IEC, Barcelona.

Índex

Pg. 5 Introducció

Pg. 7 Programa

Pg. 9 Comunicacions

Pg. 9 A. Giné, M. López-Gómez, M. D. Vela, C. Ornat, M. Talavera, S. Verdejo-Lucas, F. J. Sorribas. Requeriments tèrmics, dinàmica de població i pèrdues de producció de *Meloidogyne spp.* en cogombre.

Pg. 17 M. López-Gómez y S. Verdejo-Lucas. Comportamiento y potencial parasítico de *Meloidogyne incognita* y *M. javanica* en cultivares de calabacín y pepino.

Pg. 19 M. Ercilla, M. Gallart, J. Llop, E. Gil. Projecte formatiu per a la millora de les pràctiques fitosanitàries a la conca de l'Ebre.

Pg. 28 Patrocini i col·laboracions.

Introducció

En el moment actual hi ha un interès social creixent per saber com es cultiva i com de segurs són els aliments que consumim, i en aquest sentit hi ha qui veu en la producció ecològica el camí per assolir una alimentació sana i segura per tothom, mentre que altres sostenen que amb ella sola no n'hi ha prou. Cal produir més, però al mateix temps s'ha de reduir la petjada ambiental de l'agricultura sobre el medi ambient, per això ens calen les millores que ens aporten la ciència i la tecnologia.

En aquesta Jornada, organitzada per la Institució Catalana d'Estudis Agraris (ICEA) i l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació (ACCA), respondrem a la pregunta Mengem sa? des de tres perspectives diferents: la del consumidor, la de la producció i la de la seguretat. El debat es desenvoluparà en tres sessions:

CONSUMIDOR. Quina percepció té el consumidor de les estratègies de producció, quin grau de confiança té en els aliments que són al seu abast.

SEGURETAT I VALOR NUTRITIU. Quines garanties tenim de la seguretat dels productes, com controlem els riscos sanitaris, quin és el valor nutritiu dels aliments.

PRODUCCIÓ. Què aporten els diferents sistemes de producció agrícola (integrada, ecològica, convencional, altres marques ...), com en garanteixen la qualitat.

El comitè organitzador us dona la benvinguda i desitja que la jornada us sigui útil i satisfactòria.

El Comitè Organitzador,

Josep Maria Espelta (ICEA)

Carles Folch (ICEA)

Abel Mariné (ACCA)

Cèsar Ornat (ESAB)

Xavier Sorribas (ESAB)

Ignasi Torrella (SIGFITO)

Ester Torres (ICEA)

Eduard Vidal (ICEA)

Programa

9.15h	Benvinguda a càrrec de Joandomènec Ros, president de l'Institut d'Estudis Catalans.
9.30h	Conferència inaugural « ALIMENTACIÓ, EL REPTE DE LA HUMANITAT », a càrrec de Francesc Llauradó , membre de la Junta directiva d'AEPLA i director de l'àrea Mediterrània de Nufarm.
10.15h	Pausa
10.45h	Taula de debat CONSUMIDOR Moderador: Josep Tejero, director general de Mercabarna Participants: Anna Burgués, de l'associació de consumidors UNAE. Raimon Bagó, director general del grup SERHS. Ricard Chifré i Catherine Vidal, de l'empresa ORDESA. Joan Sabartés, membre del comitè de direcció del grup BON PREU. Òscar Ubide, Gerent del Mercat de la BOQUERIA
12.15h	Presentació de comunicacions
13.30h	Dinar
15.00h	Taula SEGURETAT I VALOR NUTRITIU Presentador: Abel Mariné, president de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació i membre de l'Institut d'Estudis Catalans. Participants: Victòria Castell, de l'Agència Catalana de Seguretat Alimentària Rosaura Farré, catedràtica de Nutrició i Bromatologia de la Universitat de València.
16.00h	Conferència « BIOTECNOLOGIA VEGETAL, L'ÈXIT PER DAMUNT DEL MITE », a càrrec de José Miguel Mulet , investigador de l'IBMCP de la Universitat Politècnica de València i CSIC.
16.30h	Taula de debat PRODUCCIÓ Moderador: Emili Montesinos, catedràtic de Producció Vegetal de la Universitat de Girona. Participants: Judith Arnó, investigadora de l'IRTA. Pere Cabiscol, director departament tècnic de Fruits de Ponent. José Miguel Mulet, investigador de l'IBMCP de la UPV i CSIC. Joan Rubió, de l'empresa Recaredo. Daniel Valls, president del CCPAE..
18.00h	Conclusions de la Jornada a càrrec de Jordi Peix, vicepresident del Banc del Aliments de Barcelona
18.30h	Adjudicació del Premi Claudi Barberà
18.45h	Cloenda a càrrec de: Abel Mariné president de l'ACCA i membre de l'IEC. Josep Maria Vives president de la ICEA

Requeriments tèrmics, dinàmica de població i pèrdues de producció de *Meloidogyne* spp. en cogombre.

A. Giné^a, M. López-Gómez^b, M. D. Vela^c, C. Ornat^a, M. Talavera^d, S. Verdejo-Lucas^b, F. J. Sorribas^{a*}

^aDEAB-UPC. Esteve Terradas 8, 08860 Castelldefels, Barcelona, Espanya

^bIRTA, Protecció vegetal, Crta. de Cabrils, Km 2, 08348 Cabrils, Barcelona, Espanya.

^cIFAPA Chipiona, Camino de Esparragosa, Chipiona, Espanya

^dIFAPA Camino de Purchil, Granada, Espanya

Resum

Els nematodes formadors de nòduls radiculars, *Meloidogyne* spp., són animals poiquilotèrmics. La temperatura del sòl influeix la velocitat de desenvolupament, el nombre de generacions que completa durant el cultiu, la taxa de creixement de la població i les pèrdues de producció. El cogombre, junt amb el tomàquet, és un dels principals cultius integrants de la seqüència de rotació en hivernacle. No obstant, i malgrat patir pèrdues de producció que arriben al 60% , no es disposa d'informació bàsica sobre la biologia i epidemiologia del nematode en aquest cultiu per a elaborar models de predicció que ajudin a la presa de decisions per a la gestió integrada del nematode. Es van realitzar diferents estudis per determinar a) els requeriments tèrmics de desenvolupament, producció d'ous i emergència de juvenils, i del cicle complet de *Meloidogyne incognita* i *M. javanica* en cogombre i b) la taxa màxima de multiplicació (a) i la densitat d'equilibri (E) de *M. incognita* i pèrdues de producció de cogombre en hivernacle. Els requeriments tèrmics de *M. incognita* i *M. javanica* en cogombre no van diferir entre processos biològics. El nombre de graus dia (S) necessaris per assolir l'estadi de femella adulta, des de la infestació del sòl, va ser de 294 per sobre d'una temperatura base (T_b) de 12.1 °C; 213 GD ($T_b=8.0$ °C) per producció d'ous i emergència de juvenils, i 500 GD ($T_b=11.4$ °C) per completar el cicle de vida. *M. incognita* va completar tres generacions en cogombre cultivat en hivernacle entre juliol i novembre de 2009 al 2012. Els valors de a i E van ser 1,147 i 625 J2 250 cm⁻³ sòl, respectivament. La relació entre la densitat del nematode en sòl en pretransplantament del cultiu i la producció de cogombre s'ajustava a la funció de dany de Seinhorst. El llindar de tolerància va ser inferior al de detecció, amb pèrdues màximes de producció del 88%.

Introducció

El cultiu del cogombre (*Cucumis sativus* L.) a Espanya ocupa una superfície de 8,148 ha amb una producció anual de 664,975 tones, les quals un 63.5% és sota coberta i concretament a Catalunya ocupa una superfície de 114 ha amb una producció anual de 3475 tones (Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, 2012). Es tracta d'un cultiu susceptible a les espècies del nematode *Meloidogyne* més comunes (*Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* i *M. javanica*) les quals poden reduir la seva producció fins un 60% en hivernacles comercials (Ornat *et al.*, 1997). *Meloidogyne* spp. és un animal poiquiloterm i la temperatura del sòl afecta la seva taxa de desenvolupament (Tyler, 1933), el nombre de generacions que pot completar, la taxa de creixement i les pèrdues de producció en un cultiu (Ehwaeti *et al.*, 1998). Per a què el nematode completi el seu cicle en un cultiu o per canviar d'un estadi al següent requereix un nombre de graus dia acumulats (S) per sobre una temperatura base (T_b). El cicle de vida de *Meloidogyne* podem diferenciar els següents estadis biològics: a) infecció: els juvenils (J2) penetren a les arrels de la planta hoste establint un lloc d'alimentació permanent i esdevindran sedentaris; b) desenvolupament dins l'arrel: sota condicions favorables, els J2 muden tres vegades fins arribar a femella adulta; c) emergència de J2: les femelles es reproduïxen partenogènicament, ponen un gran nombre d'ous dins d'una matriu gelatinosa, la massa d'ous, que es localitza en la superfície i/o dins de les agalles. La majoria dels ous es desenvolupen fins a juvenils de primer estadi que mudaran una vegada dins l'ou. Els J2 emergiran de l'ou, deixaran la massa d'ous en busca d'una arrel (Taylor & Sasser, 1978). En absència de factors limitants, les poblacions de *Meloidogyne* incrementen proporcionalment a la densitat prèvia al transplantament (P_i). La taxa de multiplicació (P_f / P_i , on P_f és la densitat de població al final del cultiu) és màxima a valors baixos de P_i . No obstant, decreix quan P_i incrementa degut a la competència per l'aliment (Seinhorst, 1970), tendint a estabilitzar-se al voltant de la densitat d'equilibri (E) en la qual la planta pot proporcionar suficient aliment per mantenir la població ($P_f = P_i$). Les dues constants són indicadors del estatus de l'hoste (Seinhorst, 1967). La P_i també està relacionada amb la producció, i es descriu amb la funció de dany de Seinhorst (1965), que ens dona també informació sobre la tolerància de la planta.

Els objectius del present estudi van ser determinar a) els requeriments tèrmics de desenvolupament, producció d'ous i emergència de juvenils, i del cicle complet de *M. incognita* i *M. javanica* en cogombre i b) la taxa màxima de multiplicació i la densitat d'equilibri de *M. incognita* i pèrdues de producció de cogombre en hivernacle.

Material i mètodes

Requeriments tèrmics

Es va determinar el desenvolupament de *M. incognita* i *M. javanica* en cogombre cv Dasher II a temperatura de 17, 21, 25, i 28°C en cambra climàtica (16:8 llum:foscor). Plantes de cogombre de dues setmanes es van trasplantar en pots de 200-cm³ amb sorra estèril i es van inocular amb 200 J2 una

setmana més tard amb poblacions de la col·lecció del laboratori de sanitat vegetal del DEAB.

Diferents valoracions es van duu a terme per estimar el nombre de dies fins la infecció; des de la infecció fins la femella que comença a pondre ous; i des de la producció d'ous fins l'eclosió. Tres plantes per cada temperatura es van prendre diàriament fins observar infecció. A partir de la infecció, es prenen plantes periòdicament per seguir el desenvolupament i diàriament quan l'estadi biològic s'esperava que aparegués. Per observar els nematodes dintre de les arrels aquestes es van tenyir amb 0,05% de fucsina àcida (Bridge & Page, 1982). Per observar la producció d'ous i l'emergència de J2 (ous buits), les arrels es van submergir en una solució d'erioglucina a raó de 0,1 g L⁻¹ durant 2 hores per tenyir de blau la gelatina de les masses d'ou (Omwega *et al.*, 1988), poder-les col·locar en una solució de 1% NaOCl per a desfer-les i així observar els ous buit i/o els J2.

Les temperatures de cada cambra es van registrar diàriament cada 30 minuts dins dels pots. El nombre de dies requerits per cada estadi biològic es va expressar com la inversa del temps transcorregut entre estadi (dies⁻¹) per obtenir la relació lineal amb les temperatures del sòl i així calcular la temperatura base (T_b) quan la inversa del temps= 0 (inversa del temps= $a T - b$; $T_b = b/a$), i S (constant tèrmica: graus dies acumulats DD per sobre de T_b) com la inversa de la pendent ($1/a$) (Trudgill, 1995). Les rectes de regressió per estadi biològic i pel cycle complet es van comparar entre les espècies de *Meloidogyne* i si no es trobaven diferències ($P < 0.05$) es va generar un model general.

Assaig a hivernacle

Paral·lelament es va determinar en un hivernacle infestat de *M. incognita* localitzat a Viladecans (Barcelona, Espanya) la taxa màxima de multiplicació (a), la densitat d'equilibri (E) i les pèrdues de producció de cogombre.

En parcel·les individuals de 9.6 m² es van plantar 24 plantes de cogombre cv. Dasher II durant els mesos de juliol fins novembre dels anys 2009 al 2012. Les temperatures del sòl es van registrar diàriament a intervals de 30 min amb sondes col·locades a una profunditat de 15 cm.

Es va determinar la producció amb els fruits de les vuit plantes centrals de cada parcel·la pesant-los quan assolien els estàndards comercials. Per a estimar la P_i i la P_f , mostres de sòl de cada parcel·la van ser preses al començament i al final de cada cultiu i col·locades en safates Baermann (Whitehead & Hemming, 1965). La producció relativa de cogombre amb els valors de P_i es van sotmetre a un anàlisi de regressió per determinar si s'ajusta a la funció de dany de Seinhorst ($y = m + (1-m) z^{(P_i-T)}$). Si no es trobaven diferències entre els valors de producció mínima relativa, el límit de tolerància, i z , les dades es van agrupar per a construir un model general. La taxa de multiplicació (P_f/P_i) es va calcular transformant les dades a log₁₀ (x) i la relació entre P_f/P_i i P_i per any va ser sotmesa a anàlisi de variància per comparar les rectes de regressió. Quan no es trobaven diferències ($P < 0.05$), les dades es van agrupar per construir un model general per estimar la taxa màxima de multiplicació (a) i la densitat d'equilibri (E).

Resultats i discussió

Requeriments tèrmics

El moment d'infecció no va mostrar que hi hagués una relació lineal inversa amb la temperatura. Per tant, el nombre de dies entre infecció fins l'inici de la producció d'ous es va prendre per determinar els requeriments tèrmics del desenvolupament del nematode. La inversa del temps fins producció d'ous i emergència de J2, igual que per completar el cicle de vida va incrementar de manera lineal amb la temperatura, i alhora no difereix entre espècies ($P < 0.05$). Els requeriments tèrmics van ser $T_b=12,1$ °C i $S=294$ DD, $T_b=8,0$ °C i $S=213$ DD per producció d'ous i emergència de J2, i $T_b=11,4$ °C i $S=500$ DD per el cicle de vida complet (Fig.1).

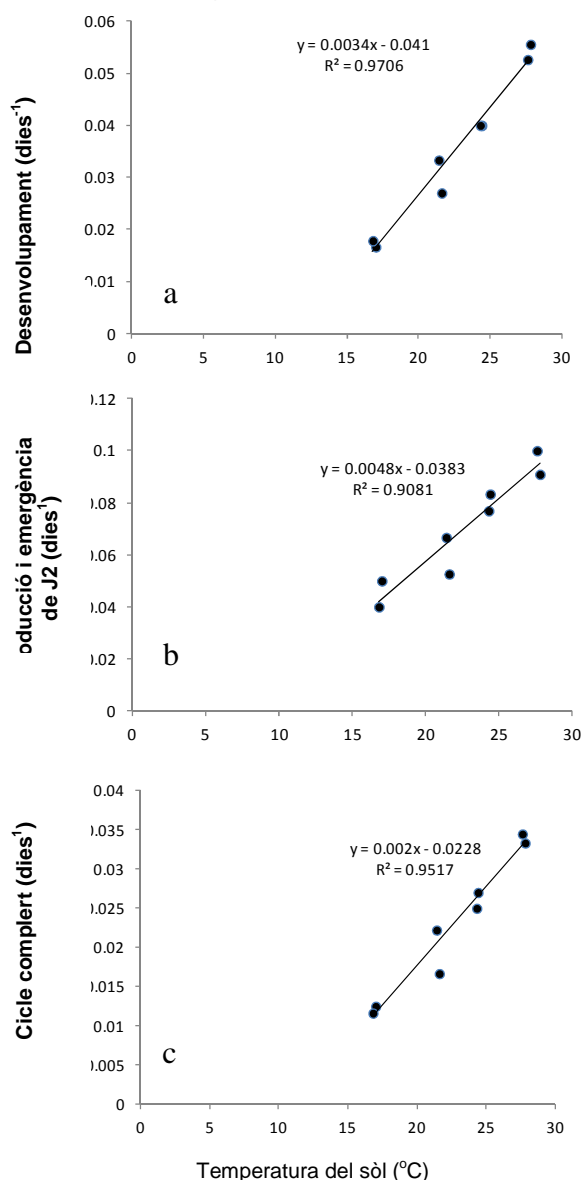


Figura 1. Relació entre la temperatura del sòl i la inversa del temps (dies⁻¹) pel desenvolupament (a), la producció d'ous i eclusió (b), i per completar el cicle de vida (c) de *Meloidogyne incognita* i *M. javanica* en cogombre cv Dasher II.

S'han desenvolupat models fenològics de cicles de vida complet i per estadis biològics per a moltes espècies de *Meloidogyne* en plantes cultivades (Ferris *et al.*, 1978; Lahtinen *et al.*, 1988; Madulu & Trudgill, 1994; Ploeg & Maris, 1999; Tzortzakakis & Trudgill, 2005; Maleita *et al.*, 2012). Separar els requeriments tèrmics per estadis biològics és útil per a prendre decisions a camp com canviar les dades de plantació per a prevenir la infecció de les arrels, reduir el nombre de generacions i prevenir les pèrdues de producció o reduir la infestació utilitzant cultius trampa. A més, també pot ser útil per incrementar l'eficàcia d'antagonistes o nematicides per aplicar-los quan les femelles comencen a pondre els ous o els J2 comencen a emergir. No obstant, els requeriments tèrmics han de ser validats a camp per tal que puguin ser utilitzats per tècnics i agricultors tal com s'utilitza ja pel cultiu de tomàquet a Califòrnia ($T_b = 10\text{ }^\circ\text{C}$ i $S=600-700\text{ DD}$) (Ferris *et al.*, 1985).

Assaig a hivernacle

Les temperatures del sòl van oscil·lar de $16.8\text{ }^\circ\text{C}$ a $33.5\text{ }^\circ\text{C}$ durant els quatre anys de producció. *M. incognita* va completar tres generacions ($T_b=11.4\text{ }^\circ\text{C}$) en 2009 (1,596 DD) i 2012 (1,524 DD), i dos en 2010 (1,465 DD) i 2011 (1,473 DD). El rang de valors de P_i va oscil·lar de 0 a 11,802 J2 per 250 cm^{-3} sòl. Les relacions entre P_i i P_f/P_i es van ajustar a una funció potencial negativa. Les funcions entre els anys no van diferir estadísticament ($P < 0.05$), per tant, es va obtenir un model general ($P_f / P_i = 1,147.2 (P_i^{-1.0932})$; $R^2 = 0.6105$, $P < 0.0001$) on la taxa màxima de multiplicació (a) va ser 1,147 i la densitat d'equilibri (E) $625\text{ J2 }250\text{ cm}^{-3}$ sòl. La producció de cogombre en parcel·les sense nematodes va ser entre 5.4 i 4.3 kg m^2 en 2009, 2010 i 2012. En 2011, les plantes de cogombre no van produir cap fruit comercial a causa de l'avortament d les flors. La relació entre la producció de cogombre i la P_i es va ajustar a la funció de dany de Seinhorst els anys 2009, 2010 i 2012 (Taula 1). El límit de tolerància va ser inferior al de detecció, amb pèrdues màximes de producció del 88%.

Taula 1. Paràmetres estimats de la funció de dany de Seinhorst per cogombre cv. Dasher II cultivat en hivernacle infestat per *Meloidogyne incognita* de juliol a novembre durant els anys 2009, 2010, i 2012.

Any	m	T (J2 250 cm^{-3} sòl)	z	R^2	P	Temperatura acumulada del sòl ($^\circ\text{C}$)
2009	0.34 ± 0.08	0.0004 ± 0.0004	0.92 ± 0.13	0.662	< 0.0001	2,862
2010	0.14 ± 0.06	0.4 ± 0.3	0.90 ± 0.07	0.685	< 0.0001	2,674
2012	0.12 ± 0.06	0.0003 ± 0.0004	0.96 ± 0.03	0.489	< 0.0001	2,642

Mitjana \pm interval confiança (95%); m : Producció mínima relativa de cogombre cv Dasher II; T : límit de tolerància; z : constant relacionada l'efecte d'un nematode.

En hivernacle, la taxa màxima de multiplicació i la densitat d'equilibri de *M. incognita* en cogombre va ser 31.5% i 27% menor que en tomàquet susceptible cv. Durinta on el nematode completa tres generacions (Giné *et al.*, 2012). Per tant, la densitat de *M. incognita* incrementarà més en tomàquet que en cogombre. El límit de tolerància en cogombre es troba a nivells molt baixos, es a dir, que pot experimentar pèrdues de producció a baixes densitats del nematode. Doncs, el cogombre cv. Dasher II es considera un hoste susceptible-intolerant comparat amb un tomàquet cv. Durinta susceptible-tolerant.

Aquest treball dona informació sobre desenvolupament de *Meloidogyne* spp. en cogombre considerant els requeriments tèrmics (T_b i S), el creixement de la població (a) i quina serà la seva tendència (E) i l'efecte sobre la producció en les nostres condicions climàtiques. Amb aquestes dades i registrant les temperatures del sòl en un cultiu comercial ens permetrà prendre decisions més acurades per a un control integrat del nematode.

Agraïments

Agrair al INIA i FEDER per finançar el projecte RTA2010-00017-C02

Bibliografia

- Bridge J, Page SLJ, 1982. The rice root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola*, on deep water rice (*Oryza sativa* subsp. *indica*). *Revue de Nematologie* **5**, 225-32.
- Ehwaeti ME, Phillips MS, Trudgill DL, 1998. Dynamics of damage to tomato by *Meloidogyne incognita*. *Fundamentals and Applied Nematology* **21**, 627-35.
- Ferris H, Du Vernay HS, Small RH, 1978. Development of a soil-temperature data base on *Meloidogyne arenaria* for a simulation model. *Journal of Nematology* **10**, 198-201.
- Ferris H, Roberts PA, Thomason I J, 1985. Nematodes. In: Project, University of California Statewide Integrated Pest Management, eds. *Integrated pest management for tomatoes*. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3274, 60-65.
- Giné A, Ornat C, Sorribas FJ, 2012. Dinámica de población de *Meloidogyne incognita* en cultivo de tomate y de pepino en invernadero. *Phytoma España* **237**, 103.
- Lahtinen AE, Trudgill DL, Thlikkala K, 1988. Threshold temperature and minimum time requirements for the complete life cycle of *Meloidogyne hapla* from northern Europe. *Nematologica* **34**, 443-51.
- Madulu J, Trudgill DL, 1994. Influence of temperature on *Meloidogyne javanica*. *Nematologica* **40**, 230-43.
- Maleita C, Curtis R, Abrantes I, 2012. Thermal requirements for the embryonic development and life cycle of *Meloidogyne hispanica* *Plant Pathology* **61**, 1002-10.
- Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, 2012. Anuario de estadística 2011. Superficies y producciones de cultivos: pepino. [<http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/2011/default.aspx?parte=3&capitulo=13&grupo=6&seccion=23>]
- Omwega C, Thomason IJ, Roberts PA, 1988. A non-destructive technique for screening bean germplasm for resistance to *Meloidogyne incognita*. *Plant Disease* **72**, 970-72
- Ornat C, Verdejo-Lucas S, Sorribas F J, 1997. Effect of the previous crop on population densities of *Meloidogyne javanica* and yield of cucumber. *Nematologica* **27**, 85-90.
- Ploeg AT, Maris PC, 1999. Effects of temperature on the duration of the life cycle of a *Meloidogyne incognita* population. *Nematology* **1**, 389-93.

- Seinhorst JW, 1965. The relation between nematode density and damage to plants. *Nematologica* **11**, 137-54.
- Seinhorst JW, 1967. The relationship between population increase and population density in plant parasitic nematodes. III. Definition of terms host, host status and resistance. IV. The influence of external conditions on the regulation of population density. *Nematologica* **13**, 429-42.
- Seinhorst JW, 1970. Dynamics of population of plant parasitic nematodes. *Annual review of Phytopathology* **8**, 131-56.
- Taylor AL, Sasser JN, 1978. *Biology, identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne species)*. A Cooperative Publication of the Department of Plant Pathology, North Carolina State University and the US Agency for International Development, Raleigh, North Carolina.
- Trudgill DL, 1995. An assessment of the relevance of thermal time models to Nematology. *Fundamentals and Applied Nematology* **18**, 407-417
- Tyler J, 1933. Development of the root-knot nematode as affected by temperature. *Hilgardia* **7**, 391-415.
- Tzortzakakis A, Trudgill DL, 2005. A comparative study of the thermal time requirements for embryogenesis in *Meloidogyne javanica* and *M. incognita*. *Nematology* **7**, 313-15.
- Whitehead AG, Hemming JR, 1965. A comparison of some quantitative methods of extracting small vermiform nematodes from soil. *Annual of Applied Biology* **55**, 25-38.

Comportamiento y potencial parasítico de *Meloidogyne incognita* y *M. javanica* en cultivares de calabacín y pepino

M. López-Gómez¹ y S. Verdejo-Lucas²

¹IRTA, Crta. de Cabriels, Km 2. Cabriels 08348, Barcelona. ²IFAPA. Centro de La Mojonera. La Mojonera 04745, Almería

Resum

La familia de las cucurbitáceas engloba especies importantes en el sector agroalimentario, como son el calabacín (*Cucurbita pepo*) y el pepino (*Cucumis sativus*). Estas dos especies son susceptibles a *Meloidogyne* spp., provocando pérdidas significativas en el sector. La carencia de resistencia al nematodo dentro de la familia y la restricción de productos fitosanitarios por la legislación hace necesario el uso de nuevas estrategias de manejo integrado con el objetivo de obtener una producción agrícola sostenible. Para ello, se realizaron experimentos con el objetivo de i) determinar el comportamiento de *M. incognita* y *M. javanica* en 5 cultivares de calabacín: Amalthee, Floridor, Parador, Pixar y Satelite, y tres cultivares de pepino: Dasher II, Taray y Urano, y ii) comparar el potencial infectivo de diversas poblaciones de *M. arenaria*, *M. incognita* y *M. javanica* en calabacín cv. Amalthee y pepino cv. Dahser II. La susceptibilidad de los cultivares dentro de cada especie de cucurbitáceas al nematodo fue similar. *Meloidogyne* mostró una tasa de reproducción menor en los cultivares de calabacín (comparado con los cultivares de pepino). En calabacín, la tasa de reproducción de *M. incognita* en los cinco cultivares fue menor o igual que la unidad, a diferencia de *M. javanica* que mostró una alta tasa de reproducción (de 20 a 54). En los cultivares de pepino, ambas especies de *Meloidogyne* mostraron una tasa de reproducción alta, aunque la de *M. javanica* (63) fue mayor ($P < 0.05$) que la de *M. incognita* (46). Respecto al potencial infectivo, se encontraron diferencias significativas entre poblaciones de *Meloidogyne* en calabacín. Las poblaciones de *M. incognita* PM26, AL48 y AL09 mostraron una producción de masas de huevos significativamente inferior a las restantes 11 poblaciones ensayadas debido a un alto número de hembras no productoras de huevos (36 %) y de agallas vacías (32 %). El comportamiento de estas tres poblaciones es similar al comportamiento de *Meloidogyne* en huéspedes pobres y en no huéspedes. En pepino, todas las poblaciones presentaron una tasa de reproducción similar excepto *M. arenaria* AL47 que fue significativamente menor. La fecundidad de las cinco poblaciones de *M. incognita* en calabacín fue inferior ($P < 0.05$) a la de las poblaciones de *M. arenaria* y *M. javanica* en calabacín, e inferior a todas las poblaciones ensayadas en pepino. Estos resultados proporcionan información de la interacción entre poblaciones de *M. incognita* y la especie de calabacín, la cual

puede ser usada en la toma de decisiones del sistema de manejo integrado de la enfermedad.

Projecte formatiu per a la millora de les pràctiques fitosanitàries a la conca de l'Ebre

Mireia Ercilla, Montse Gallart, Jordi Llop, Emilio Gil

Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia. Universitat Politècnica de Catalunya. Campus del Baix Llobregat, Edifici D4, C/ Esteve Terradas, 8, 08860 Castelldefels (Barcelona)

Resum

El Reial Decret 60/2011, que transposa a la legislació espanyola la Directiva 2008/105/CE, estableix les normes de qualitat ambiental (és a dir límits màxims de concentració) de les substàncies prioritàries i altres contaminants (Annex I) i les substàncies preferents (Annex II) en les aigües superficials. Algunes d'aquestes substàncies corresponen a matèries actives de productes fitosanitaris. En aquest context, i emmarcat dins de les activitats de la Càtedra Syngenta-UPC, sorgeix un projecte formatiu per a la millora de les pràctiques fitosanitàries. La hipòtesi de partida és que la millora d'aquestes pràctiques comporta una reducció significativa i perceptible de la contaminació de les aigües per plaguicides, fet que és especialment rellevant en zones on es detecten excessos d'aquestes matèries.

El projecte planteja demostrar aquesta hipòtesi de treball mitjançant la realització d'una prova pilot a la conca del riu Ebre, concretament a les zones dels rius Flumen i Alcanadre. Es tracta d'una àrea eminentment agrícola i en la qual en els últims anys s'han detectat problemes de contaminació d'aigües per plaguicides. La gestió mediambiental i control de qualitat de les aigües de la conca de l'Ebre la realitza la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) que disposa d'una Xarxa de Control mitjançant la qual controla la contaminació de les aigües superficials.

El projecte s'ha iniciat l'any 2013 amb la col·laboració del Gobierno de Aragón. En aquesta zona les concentracions detectades a l'estació de control de la CHE de Sariñena (riu Flumen) excedeixen reiteradament els límits marcats pel Reial Decret 60/2011. Cal remarcar que, en general, els moments en els quals s'observen majors concentracions de plaguicides coincideixen amb els moments d'aplicació de productes fitosanitaris en els cultius d'estiu de la zona. Aquests excessos de plaguicides poden estar relacionats amb les diferents pràctiques fitosanitàries. També, però, poden veure's afectats per les condicions ambientals pròpies de la zona ja que és destacable la presència del "Cierzo", vent que pot provocar elevades pèrdues de producte fitosanitari cap als cursos d'aigua.

Per conèixer la realitat actual de les pràctiques fitosanitàries més àmpliament utilitzades a la zona es va realitzar una enquesta entre els agricultors de tres cooperatives locals (Cooperativa de Barbastro, Secadero de Cereales Santiago i Cooperativa de Los Monegros). Els resultats obtinguts han demostrat la necessitat d'emprendre activitats formatives per tal de proporcionar als agricultors coneixements i eines per millorar les pràctiques agrícoles, difondre la legislació que els afecta directament i conscienciar de la necessitat de disposar d'una maquinària en condicions i que hagi estat inspeccionada d'acord al RD 1702/2011 d'inspecció d'equips d'aplicació de fitosanitaris en ús.

Introducció

La utilització generalitzada de productes fitosanitaris suposa greus perills per al medi ambient i per a la salut humana quan no se'n fa un ús adequat. Per garantir un ús sostenible d'aquests productes i minimitzar l'impacte a la societat, el Reial Decret 1311/2012 estableix el marc que regula tots els àmbits relacionats amb els pesticides. A banda d'obligar la formació dels usuaris, promoure tècniques de producció integrada o l'assessorament d'un tècnic especialista, aquest Reial Decret estableix la necessitat d'inspecció i calibratge dels equips d'aplicació de fitosanitaris. La regulació del equips es basa principalment en el control del cabal, la pressió i la velocitat d'avançament. Cal tenir present que la pressió s'ha d'ajustar en funció de les característiques de l'aplicació. En algunes ocasions augmentar la pressió amb la intenció d'augmentar el volum de caldo pot tenir l'efecte contrari al desitjat i generar gotes més fines que son més susceptibles a ser empeses pel vent i per tant a generar major deriva.

Per altra banda, el Reial Decret 60/2011, transposa a la legislació espanyola la Directiva 2008/105/CE que estableix les normes de qualitat ambiental (és a dir, els límits màxims de concentració) de les substàncies prioritàries i altres contaminants (Annex I) i les substàncies preferents (Annex II) en les aigües superficials. Algunes d'aquestes substàncies corresponen a matèries actives de productes fitosanitaris.

En aquest context, i emmarcat dins de les activitats de la Càtedra Syngenta-UPC, sorgeix un projecte formatiu per a la millora de les pràctiques agrícoles d'aplicació de fitosanitaris o pràctiques fitosanitàries.

El projecte es va iniciar l'any 2013 amb la col·laboració del Gobierno de Aragón i 3 cooperatives de la zona (Cooperativa de Barbastro, Secadero de Cereales Santiago i Cooperativa de Los Monegros). En aquesta zona les concentracions detectades a l'estació de control de Sariñena (riu Flumen) de la Confederación Hidrografía del Ebro (CHE) excedeixen reiteradament els límits marcats pel Reial Decret 60/2011 (Confederación Hidrogràfica del Ebro, 2009). Cal remarcar que, en general, els moments en els quals s'observen majors concentracions de plaguicides coincideixen amb els moments d'aplicació de productes fitosanitaris en els cultius d'estiu de la zona. La gestió mediambiental i control de qualitat de les aigües de la conca de l'Ebre la realitza la CHE que disposa d'una Xarxa de Control mitjançant la qual controla la contaminació de les aigües superficials. Aquests excessos de plaguicides poden estar relacionats amb les diferents pràctiques fitosanitàries. Aquestes pràctiques comprenen aspectes tant bàsics com la manipulació pròpia del pesticida, el procediment de calibratge i l'aplicació del producte. Cal destacar, que la zona àmbit d'estudi, està afectada per un vent de direcció NO que potencialment pot provocar elevades pèrdues de producte cap als cursos d'aigua per efecte de la deriva.

La hipòtesi de partida és que la millora d'aquestes pràctiques comporta una reducció significativa i perceptible de la contaminació de les aigües per

plaguicides (Sacchetti, 2012), fet que és especialment rellevant en zones on es detecten excessos d'aquestes matèries. Es planteja demostrar aquesta hipòtesi de treball a través d'una prova pilot a la conca del riu Ebre, concretament a les zones dels rius Flumen i Alcanadre. Es tracta d'una àrea eminentment agrícola i en la qual en els últims anys s'han detectat problemes de contaminació d'aigües per plaguicides.

L'objectiu del projecte és desenvolupar i difondre unes mesures apropiades per a la protecció de les aigües amb el convenciment que la millora de les pràctiques fitosanitàries comporta tant un benefici econòmic per a l'usuari (estalvi de producte) com un benefici mediambiental, ja que redueix el risc de contaminació de les aigües superficials i subterrànies.

Material i mètodes

El projecte es va iniciar l'any 2013 amb la col·laboració del Gobierno de Aragón i 3 cooperatives de la zona (Cooperativa de Barbastro, Secadero de Cereales Santiago a Grañen i Cooperativa de Los Monegros a Sariñena).

Al inici del projecte, es va presentar la iniciativa a les autoritats (Gobierno de Aragón) i entitats de la zona (les 3 cooperatives) amb l'objectiu d'involucrar-les i comptar amb el suport institucional. Posteriorment es va delimitar l'àmbit d'actuació a la conca de l'Ebre tenint en compte dos aspectes clau. El primer era la delimitació de la conca hidrogràfica dels afluents on estan situats els punts de mostreig en els quals s'havien detectat problemes d'altres concentracions de plaguicides. La finalitat era definir una superfície representativa, les aigües de la qual, aboquin en un punt superior del tram del riu on es realitza el mostreig de les aigües. D'aquesta manera en cas que les accions desenvolupades en el projecte siguin efectives, es podran apreciar els resultats en les estacions de mostreig escollides. Seguidament es va contactar amb les cooperatives interessades a participar en el projecte de la zona definida y es va acabar de delimitar l'abast del projecte. Finalment, les comarques que formen part de l'àmbit d'actuació són Los Monegros i Somontano de Barbastro. Concretament l'àrea en la que es preveu tenir incidència es divideix en dues zones. La primera, correspon a la conca del riu Flumen entre Vicién i Lanaja. La segona, és la de la conca del riu Alcanadre entre Lascellas Ponzano i San Miguel del Cinca (Figura 1).

La següent tasca realitzada va ser la difusió del projecte als agricultors ja que l'èxit d'una iniciativa d'aquestes característiques es fonamenta en una elevada participació dels professionals del sector. Els participants han de conèixer per endavant la idea del projecte i els avantatges que els pot reportar. La difusió de projecte als agricultors es va realitzar mitjançant xerrades presencials a cada una de les 3 cooperatives involucrades en el projecte (els dies 23 i 24 de setembre i el 4 de novembre).

Decret 60/2011 durant els mesos de la campanya dels cultius d'estiu, des de març fins a setembre.

A partir dels resultats de l'anàlisi de les enquestes es va elaborar un pla d'actuació detallat per a la millora de les pràctiques fitosanitàries a la zona. Aquest pla inclou les següents activitats (algunes de les quals ja s'han realitzat a dia d'avui) com per exemple:

- Organització de jornades teòrico-pràctiques relacionades amb les bones pràctiques agrícoles per a l'aplicació de productes fitosanitaris (neteja dels equips, gestió de residus, rentat d'envasos, etc.) d'acord amb les conclusions del projecte TOPPS (Gil et al., 2013a).
- Organització de jornades de camp per mostrar tècniques de reducció de la deriva.
- Organització de jornades de calibratge. En aquest cas aquestes jornades es van realitzar els dies 6,7 i 10 de febrer de 2014.
- Organització de jornades teòric-pràctica sobre inspecció d'equips d'aplicació de fitosanitaris en ús.
- Elaboració de material divulgatiu (pamflets, web, vídeo promocional, etc.) que incideixi sobre aspectes com els punts claus per a la reducció de la contaminació difusa i puntual causada per productes fitosanitaris, importància de la definició de les bandes de seguretat, tècniques per reduir/controlar la deriva, etc.
- Proporcionar broquets de baixa deriva, discos de calibratge o altres elements per millorar les pràctiques fitosanitàries.

Com a acció complementària directament relacionada amb la millora de les tècniques d'aplicació, es va proposar l'organització de diverses jornades de preinspecció d'equips d'aplicació. La inspecció dels equips son una activitat obligatòria després de la publicació del Reial Decret RD 1702/2011, els beneficis de la qual des del punt de vista de millora de la qualitat de les aplicacions està absolutament demostrat (Gil i Gràcia, 2004). Aquesta campanya s'ha realitzat durant els dies 18-21 de febrer de 2014 en les diferents cooperatives participants.

Tenint en compte la durada proposada del projecte (2 anys) el programa de treball s'ha establert en dues fases: una primera que durarà la primera campanya completa que permetrà, a la finalització de la mateixa, elaborar un informe preliminar de quantificació dels canvis de criteri adoptats pels agricultors. Es quantificaran i avaluaran els possibles canvis d'hàbits aconseguits (freqüència de calibratge, mètodes de neteja, volums d'aplicació,...). I una segona fase on a partir de l'avaluació dels resultats preliminars es modificarà, si és necessari, el plantejament de les accions a executar durant la segona campanya del projecte.

L'avaluació de l'impacte del projecte es realitzarà sobre la base de tres propostes de quantificació:

- L'avaluació de la satisfacció dels agricultors, entitats i altres que participin en la iniciativa mitjançant una enquesta. S'avaluarà l'interès generat entre els

usuaris, els avantatges que reporta el canvi d'hàbits, la percepció personal del projecte i l'efecte de la campanya d'inspecció d'equips realitzada entre tots els agricultors participants.

- La quantificació de la millora de les tècniques d'aplicació emprades. Mitjançant el seguiment d'una mostra pilot d'agricultors es valorarà la possible reducció del risc de contaminació i, si s'escau, la conseqüent reducció de la quantitat de plaguicides emprats durant la campanya. Tanmateix es quantificarà la reducció de la deriva assolida, i es valorarà l'aplicació de les bones pràctiques a la gestió de les restes de producte i la neteja d'equips.
- La constatació (o no) de la millora de la qualitat de les aigües de la zona. En aquest cas, les anàlisis periòdiques que realitzen la CHE en les estacions de control de qualitat de les aigües donaran informació sobre l'impacte real del projecte en la qualitat de les aigües.

Resultats i discussió

A continuació es detallen els resultats obtinguts en les enquestes realitzades durant les jornades de presentació del projecte a les 3 cooperatives participants. Al inici s'exposen els aspectes relacionats amb les bones pràctiques fitosanitàries, a continuació els resultats han estat segmentats en 4 franges d'edat i finalment es discuteixen els resultats obtinguts en la segmentació segons les respostes a la pregunta *Abans d'assistir a la xerrada coneixia la Directiva d'ús sostenible de productes fitosanitaris i les seves principals implicacions en la inspecció d'equips d'aplicació?*

L'enquesta permet observar la importància dels cultius de cereals, sobretot per l'extensió ocupada pel blat de moro (2371 ha) i en menor mesura, per cada un dels cultius d'hivern (ordi 1868 ha, alfals 1251 ha) (Figura 2).

L'alfals és el cultiu on més aplicacions es realitzen de productes fitosanitaris (3,7 tractaments de mitjana anual), seguit de l'arròs (2,6 tractaments de mitjana anual). Tanmateix les dosis d'aplicació mitjana (L/ha) més elevades es produeixen al blat de moro i al grup cereals.

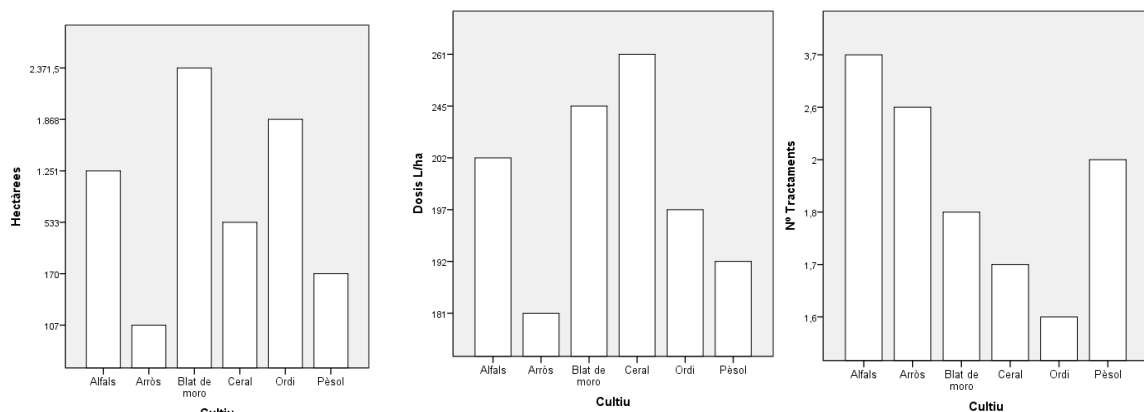


Figura 2. Hectàrees, n° de tractaments i dosis d'aplicació mitja dels cultius principals de la zona

Pel que fa a les pràctiques d'aplicació de fitosanitaris s'ha observat en general un bon coneixement en els aspectes més genèrics però en aprofundir en quines mesures s'apliquen per millorar-los s'han observat unes clares deficiències. Aquests resultats estan en concordança amb estudis similars realitzats prèviament (Gil, 2013b). Un 72% dels enquestats afirmen modificar el volum d'aplicació segons el desenvolupament del cultiu. No obstant, les respostes sobre com realitzar l'ajust del volum d'aplicació són diverses i majoritàriament no segueixen les bones pràctiques fitosanitàries. Un 42% dels enquestats afirmen que per modificar el volum de l'aplicació s'ha de variar el cabal i només el 8% especifica fer-ho en base al canvi de broquets. Aquesta dada posa de manifest la necessitat de formar als usuaris, ja que l'elecció dels broquets és l'element clau per un bon ajust del volum de caldo a les característiques del tractament. El 70% dels enquestats ajusta el caldo en funció de la pressió i el 62% en base a la velocitat. Per altra banda tan sols un 44% utilitza de forma habitual o puntual broquets de baixa deriva, dada que està en concordança amb el percentatge d'agricultors que calibren els equips d'aplicació almenys un cop l'any. També s'observa que un 64% reconeix llegir només una part de l'etiquetatge dels productes fitosanitaris que utilitza.

Un 69% dels enquestats ha respòs conèixer la Directiva d'Ús Sostenible de Plaguicides. Respecte les bandes de seguretat (tema clau a la Directiva), un 29% afirma deixar una banda de seguretat quan ha de realitzar algun tractament prop d'una zona sensible, un 27% afirma no fer res i un 44% no ha contestat aquesta pregunta.

Els resultats de l'enquesta varien en funció de la franja d'edat dels agricultors enquestats. Destaquen la diferència de respostes principalment de la gent més gran de 65 anys respecte a la resta de franges d'edat. Es tracta del grup que en major percentatge treballa sense tenir en compte les bones pràctiques agrícoles d'aplicació de fitosanitaris (Figura 3). Un bon exemple és que més d'un 60% afirma no calibrar mai la màquina mentre que entre la resta dels enquestats aquest percentatge és molt més baix.

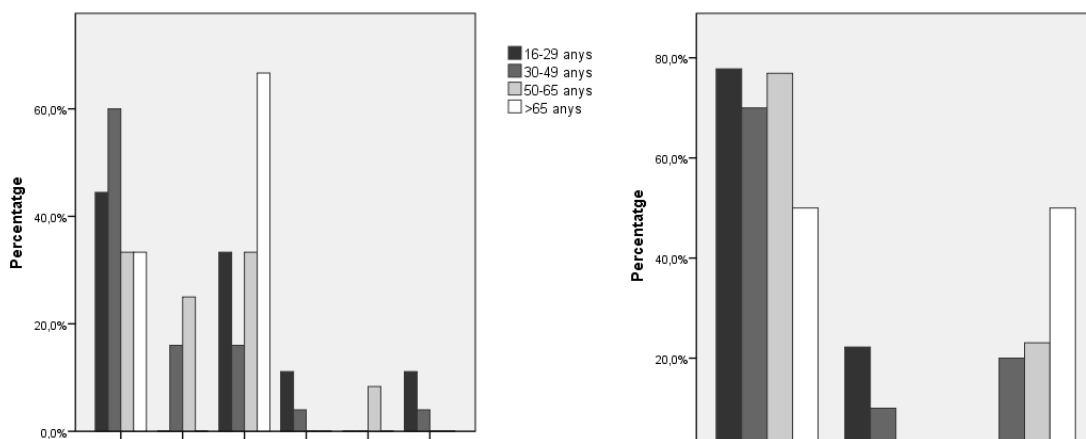


Figura 3. Resultats (%) de freqüència de calibratge de la màquina i variacions de volum de caldo segons desenvolupament del cultiu, segmentats segons l'edat dels agricultors

Aquestes diferències queden també reflectides en les preguntes relatives a la variació del volum d'aplicació segons l'estadi de cultiu on un 50% dels

enquestats majors de 65 anys ha respost que no realitza aquesta pràctica. I també a la pregunta sobre quins paràmetres canvia per variar el volum d'aplicació on cap enquestat d'aquest grup ha respost canviar els broquets o modificar el cabal (un 100% afirma modificar la pressió de treball). Precisament, aquest és el grup que considera en un 100% dels enquestats que el principal responsable de la contaminació d'aigües per productes fitosanitaris és la indústria fitosanitària.

Per últim, i relacionat amb el següent apartat de resultats, també un percentatge més alt dels agricultors de major edat, 50%, no coneix la Directiva d'Ús Sostenible de Plaguicides (Figura 4).

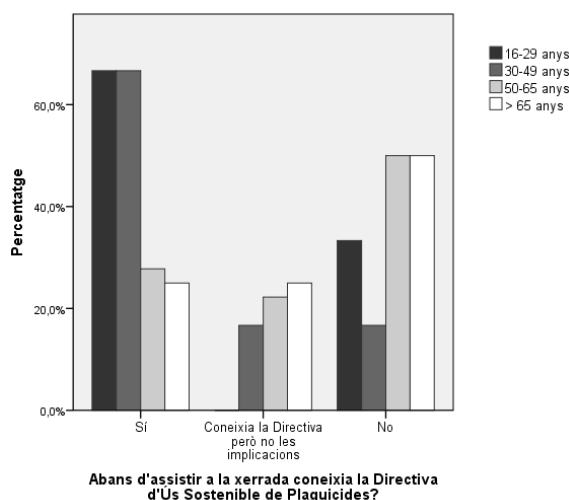


Figura 4. Percentatge de coneixement de la Directiva d'Ús Sostenible de Plaguicides.

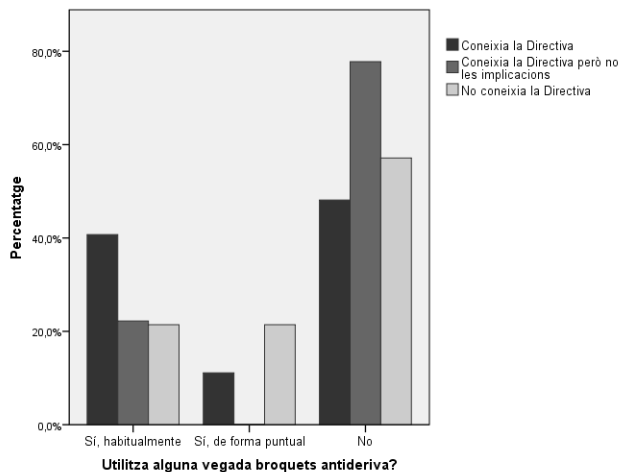


Figura 5. Percentatge d'ús de broquets antideriva de forma habitual y puntual.

Pel que fa als resultats obtinguts en la segmentació basada en el coneixement de la Directiva es destaca en primer lloc que no s'observen grans diferències entre els grups de segmentació de la mostra d'agricultors enquestats. Tanmateix, en algunes preguntes es detecta que els que afirmen conèixer la Directiva treballen més en acord amb les bones pràctiques, per exemple, reconeixent en major percentatge (40%) utilitzar broquets de baixa deriva (Figura 5). Per contra, un 42% dels que afirmen no conèixer la Directiva o conèixer-la però no les seves implicacions, diu no haver calibrat mai la màquina. Respecte a la variació de volums d'aplicació segons l'estadi de cultiu tots tres grups han respòs de manera similar tot i que ressalta que un 35% d'aquells que coneixen la Directiva però no les implicacions, afirmen no realitzar aquesta pràctica. En relació a què es canvia per modificar el volum es detecta un major encert entre aquells que sí que coneixien la Directiva tot i que un alt percentatge afirma variar la pressió i la velocitat, i en canvi no diuen res sobre la modificació del cabal, per aconseguir-ho.

Conclusions

L'enquesta que es va realitzar a les 3 cooperatives participants denota que la formació i el coneixement de la normativa és imprescindible per tal de protegir el medi ambient amb les bones pràctiques agrícoles.

Els resultats indiquen que un alt percentatge d'agricultors són conscients de la problemàtica que existeix i quins canvis cal fer. També hi ha un elevat coneixement de la Directiva d'Ús Sostenible de Plaguicides. Tanmateix es detecta una mancança sobre les eines necessàries per aplicar les bones pràctiques agrícoles posada de relleu amb el baix percentatge d'agricultors que calibren la maquinaria habitualment, utilitzen tècniques per disminuir la deriva quan es necessari o ajusten de forma correcta el volum d'aplicació.

En finalitzar aquest projecte s'espera poder quantificar els beneficis aportats a la zona valorant en primer lloc la millora de les pràctiques agrícoles i en segon lloc avaluant les concentracions de contaminants mostrejats a l'estació de control de la CHE.

Agraïments

Aquest projecte forma part de les activitats de la càtedra Syngenta-UPC i s'ha comptat amb la col·laboració del Gobierno de Aragón i la Cooperativa de Barbastro, el Secadero de Cereales Santiago i la Cooperativa de Los Monegros.

Bibliografia

- Gil, E.; Gallart, M.; Ercilla, M.; Llop, J. 2013a. Formación para la prevención de la deriva: factor clave para la mejora de las aplicaciones de fitosanitarios. Proyecto TOPPS-Prowadis. A: VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas. "Libro de Actas del VII Congreso de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas". 2013, p. 1-6.
- Gil, E.; Gallart, M.; Doruchowski, G.; Balsari, P.; Codis, S.; Marucco, P.; Roettele, M.; Herbst, A.; Pauwelyn, E. 2013b. Drift mitigation training: Key point to improve pesticide use. A: 12th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing. "Book of Abstract of the 12th Workshop on spray application techniques in fruit growing (SuproFruit 2013)". València: Universitat Politècnica de València, 2013, p. 159-161.
- Gil, E.; Gracia, F. 2004. Compulsory inspection of sprayers in use: Improving its efficiency by adding training and formative aspects. Proceedings of the First European Workshop on Standardised Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe, SPISE. Braunschweig, Germany, 2004, p. 114-119.
- Sacchettini, G.; Calliera, M.; Marchis, A.; Lamastra, L.; Capri, E. 2012. The stakeholder-consultation process in developing training and awareness-raising material within the framework of the EU Directive on Sustainable Use of Pesticides: the case of the EU-project BROWSE. Science of the Total Environment, vol. 438, p. 278-285.
- Confederación Hidrográfica del Ebro 2009. Web de Consulta de Datos de Calidad de Aguas Superficiales. [Consulta: 14 desembre 2013]. Disponible a: <http://www.datosubterraneas.chebro.es:81/WCAS/>

Patrocinadors



Col·laboradors



**lavinyeta*