SYMPOSIO XYLELLA: SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LAS ENFERMEDADES CAUSADAS POR *Xylella fastidiosa* EN LA CUENCA MEDITERRÁNEA

Vectores de *Xylella fastidiosa* y posibles estrategias para su control

Alberto Fereres
Instituto de Ciencias Agrarias. CSIC. Madrid
(a.fereres@csic.es)

Valencia. 28 de septiembre, 2017

SÍNTOMAS CARACTERÍSTICOS

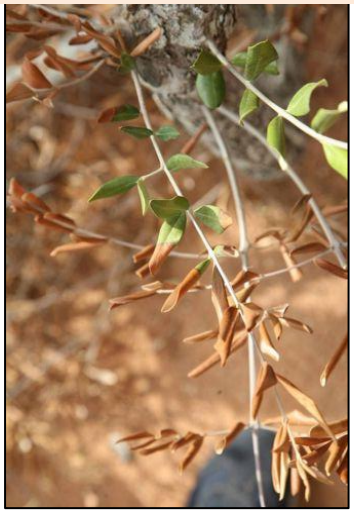
VID (Pierce Disease)

CÍTRICOS
(Citrus Variegated Chlorosis)

ALMENDRO
Almond leaf scorch

OLIVO
(CODIRO)

Xylella fastidiosa en ITALIA (2013) y en Mallorca (2016)



Acebuche

MALLORCA

Olivo

APULIA

¿ Que insectos son vectores de la bacteria?

Orden: Hemiptera, Suborden: Cicadomorpha

- **Superfamilia Membracoidea**

  Familia Cicadellidae
  Subfamilia Cicadellinae

- **Superfamilia Cercopoidea**

  Familia Aphrophoridae
  Familia Cercopidae

- **Superfamilia Cicadoidea**

  Familia Cicadidae
  Familia Tibicinae

VECTORES DE XYLELLA FASTIDIOSA EN LAS AMERICAS, EFSA. 2015

Insect group	Most important species	Distribution	Role as vector	Role as vector: criteria
Sharpshooters (Cicadellidae, Cicadellinae): 38 spp.	*Bucephalogonia xanthophis* (Berg)	Neotropical: Argentina, Bolivia, Brazil, Paraguay	High in citrus	Common, abundant on ornamental plants, citrus and nursery stocks
	Dilobopterus costalimai Young	Neotropical: Brazil	High in citrus	Common, abundant on ornamental plants and citrus
	Graphocephala atropunctata (Signoret)	USA and Central America	High in grapevine	Common in diverse ecosystems, on grapevine and ornamental plants
	Homalodisca vitripennis (Germar)	USA (southern states), Mexico (northern part), French Polynesia, Easter Island	High in grapevine	Common and abundant in diverse ecosystems, on grape, ornamentals, citrus and nursery stock
Spittlebugs (Cercopoidea): six species	*Philaenus spumarius* L.	USA Including Hawaii, Mexico, Tahiti	Low	Not associated with disease epidemics
Cicadas (Cicadoidea): two species	*Diceroprocta apache* Davis *Dorisiana viridis* (Olivier)	Mexico, Arizona, Utah, Nevada, California	Doubtful	Missing information on transmission capacity

Los llamados "Sharpshooters" (Cicadellidae, subfamilia Cicadellinae) llamados así por su comportamiento de camuflaje son abundantes en América pero no en Europa.

Los Cercópidos y Cícadas, sin embargo sí son muy frecuentes en Europa

TABLE 1 Reported transmission efficiencies of *Xylella fastidiosa* by single insects in controlled experiments

Vector species	Disease transmitted[a]	Source/indicator plant	n	Percent transmission (Reference)
Cicadellidae, Tribe Cicadellini				
Amphigonalia severini DeLong	PD	Grape/Grape	50, 50[b]	12, 14 (123)
Bucephalogonia xanthophis (Berg)	CVC	Citrus/Citrus	>150	12 (67)
Dilobopterus costalimai Young	CVC	Citrus/Citrus	>150	5 (67)
		Grape/Grape	20, 18	15, 11 (106)
			100, 100[b]	27, 3 (123)
			50–60	<95 (148)
Draeculacephala minerva Ball	PD	Grape/Almond	29	3 (106)
		Grape/Alfalfa	50, 50[b]	1, 0 (123)
	ALS	Almond/Almond	31, 29, 23	10, 0, 9 (106)
		Almond/Grape	20, 18	15, 11 (106)
		Grape/Grape	25	92 (106)
			90	92 (59)
			150, 100[b]	67, 62 (123)
Graphocephala atropunctata (Signoret)	PD	Grape/Almond	34, 6	32, 33 (106)
		Grape/Alfalfa	50, 100[b]	22, 35 (123)
	ALS	Almond/Almond	8, 9	77, 75 (106)
		Almond/Grape	8, 19	100, 89 (106)
Graphocephala versuata (Say)	PPD	Peach/Peach	28	29 (135)
Helochara delta Oman	PD	Grape/Grape	50, 50[b]	36, 28 (123)
Paragonia confusa Oman	PD	Grape/Grape	25, 25[b]	8, 4 (123)
Plesiommata corniculata Young	CVC	Citrus/Citrus	>150	3 (67)
Xyphon fulgida Nottingham	PD	Grape/Grape	50, 50[b]	18, 48 (123)
Cicadellidae, Tribe Proconiini				
Acrogonia citrina Marucci & Cavichioli	CVC	Citrus/Citrus	>150	2 (67)
Acrogonia virescens (Metcalf)	CVC	Citrus/Citrus	400	1 (145)
Cuerna coastalis (F.)	PPD	Peach/Peach	101	25 (135)
Friscanus friscanus (Ball)	PD	Grape/Grape	50, 50[b]	8, 20 (123)
Homalodisca coagulata (Say)	PD	Grape/Grape	46	32 (5)
	PPD	Peach/Peach	217	15 (135)
Homalodisca ignorata Melichar	CVC	Citrus/Citrus	300	1 (145)
Homalodisca insolita (Walker)	PPD	Peach/Peach	23	48 (135)

TABLE 1 (*Continued*)

Vector species	Disease transmitted[a]	Source/indicator plant	n	Percent transmission (Reference)
Oncometopia facialis (Signoret)	CVC	Citrus/Citrus	>150	1 (67)
Oncometopia nigricans (Walker)	PPD	Peach/Peach	100	33 (135)
Cercopidae				
Aphrophora angulata Ball	PD	Grape/Grape	35	29 (124)
		Grape/Alfalfa	25	4 (124)
Aphrophora permutata Uhler	PD	Grape/Grape	50, 50[b]	50, 48 (124)
Clastoptera brunnea Ball	PD	Grape/Grape	50, 50[b]	12, 12 (124)
Philaenus leucophthalmuus (L.)	PD	Grape/Grape	2–50[c]	0–66 (124)
Philaenus spumarius L.	ALS	Almond/Almond	5	60 (106)
		Almond/Grape	5	100 (106)

[a]Insects were placed on infected plants for acquisition of *X. fastidiosa* before being placed on noninfected indicator plants for inoculation. Indicator plants were later examined for symptoms of infection or presence of the pathogen by detection methods. All experiments reported were designed to optimize transmission. PD, Pierce's disease; CVC, citrus variegated chlorosis; PPD, phony peach disease; ALS, almond leaf scorch.

[b]Number of males and females examined, respectively.

[c]Variable number of males and females in 10 examinations of different varieties of *P. leucophthalmus*.

Purcell, 1980. *J. Econ. Entomol.* 73:834–38 ya menciona el papel de *P. spumarius* como vector eficaz de *X. fastidiosa* en almendro y viña

Redak et al. 2004 Annu. Rev. Entomol. 49: 243-270.

Amplia gama de vectores conocidos

- **Cicadellinae: 39 especies (19 generos)**
- **Cercopoidae: 5 especies (3 generos)**

Redak et al. (2004)

Principales vectores de PD (enfermedad de Pierce de la Vid) en California

Glassy-winged sharpshooter

Homaladisca vitripennis

Blue-green sharpshooter

Graphocephala atropunctata

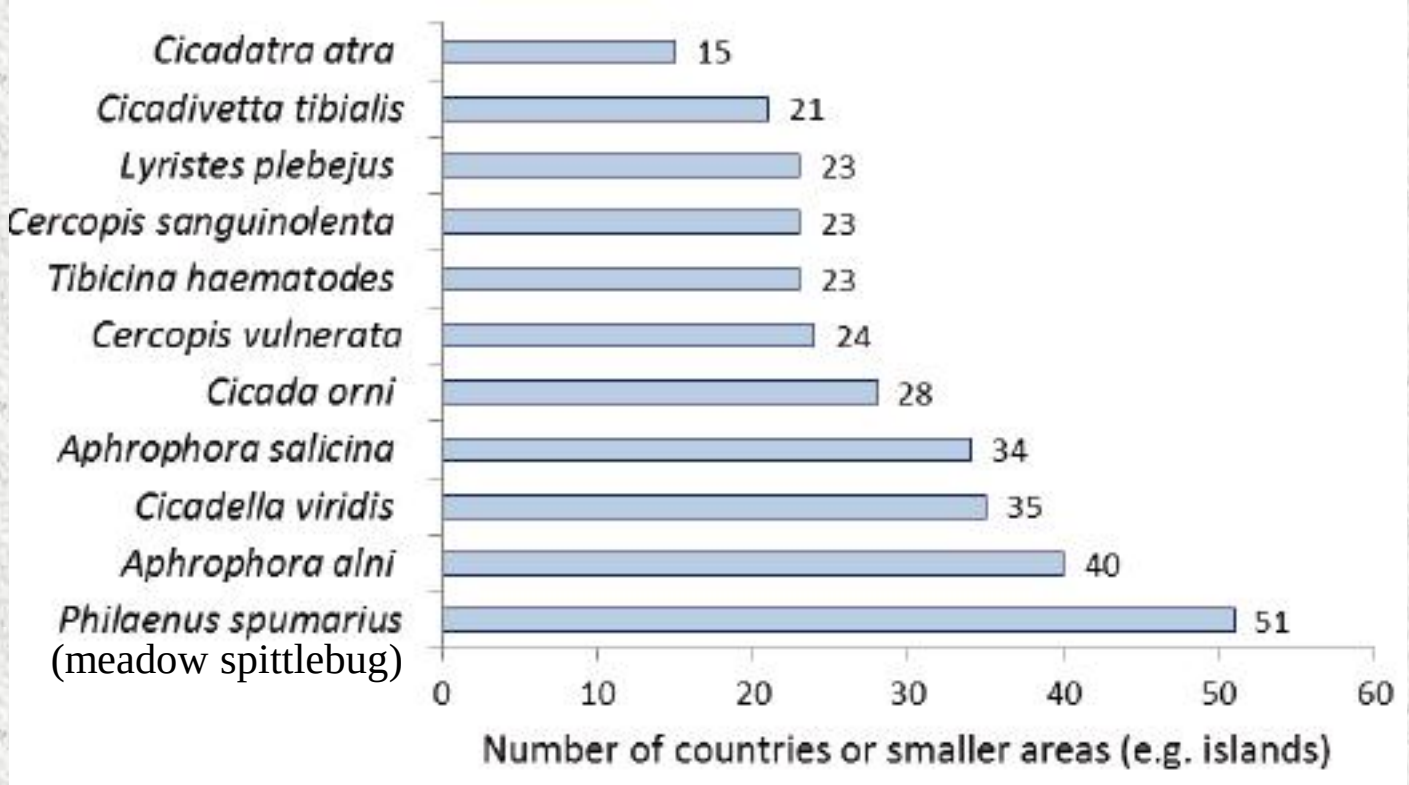
Otros vectores de Pierce Disease en California

Green sharpshooter
(*Draeculacepahala minerva*)

Red-headed sharpshooter
(*Xyphon fulgida)*

Posibles especies en Europa que podrían actuar como vectores de *X. fastidiosa*

Listado en base a nivel de **polifagia, abundancia y adaptacion** a diferentes condiciones ambientales, basado en Fauna Europea, De Jong., 2013



Entre todas estas especies, la única que se ha confirmado como vector en Europa es *PHILAENUS SPUMARIUS*, aunque aun no se sabe si otros Aphrophoridos, Cercópidos o Cicadas pueden transmitir la bacteria

Otras especies que podrian transmitir en España

Lepyronia coleoptrata

Cercopis intermedia

Neophilaenus campestris

Cicadella viridis

Condiciones necesarias para la transmisión de *X. fastidiosa* por vectores

- Cualquier especie de Cicadomorpha que se **alimente de xilema** podría ser vector potencial de la bacteria.

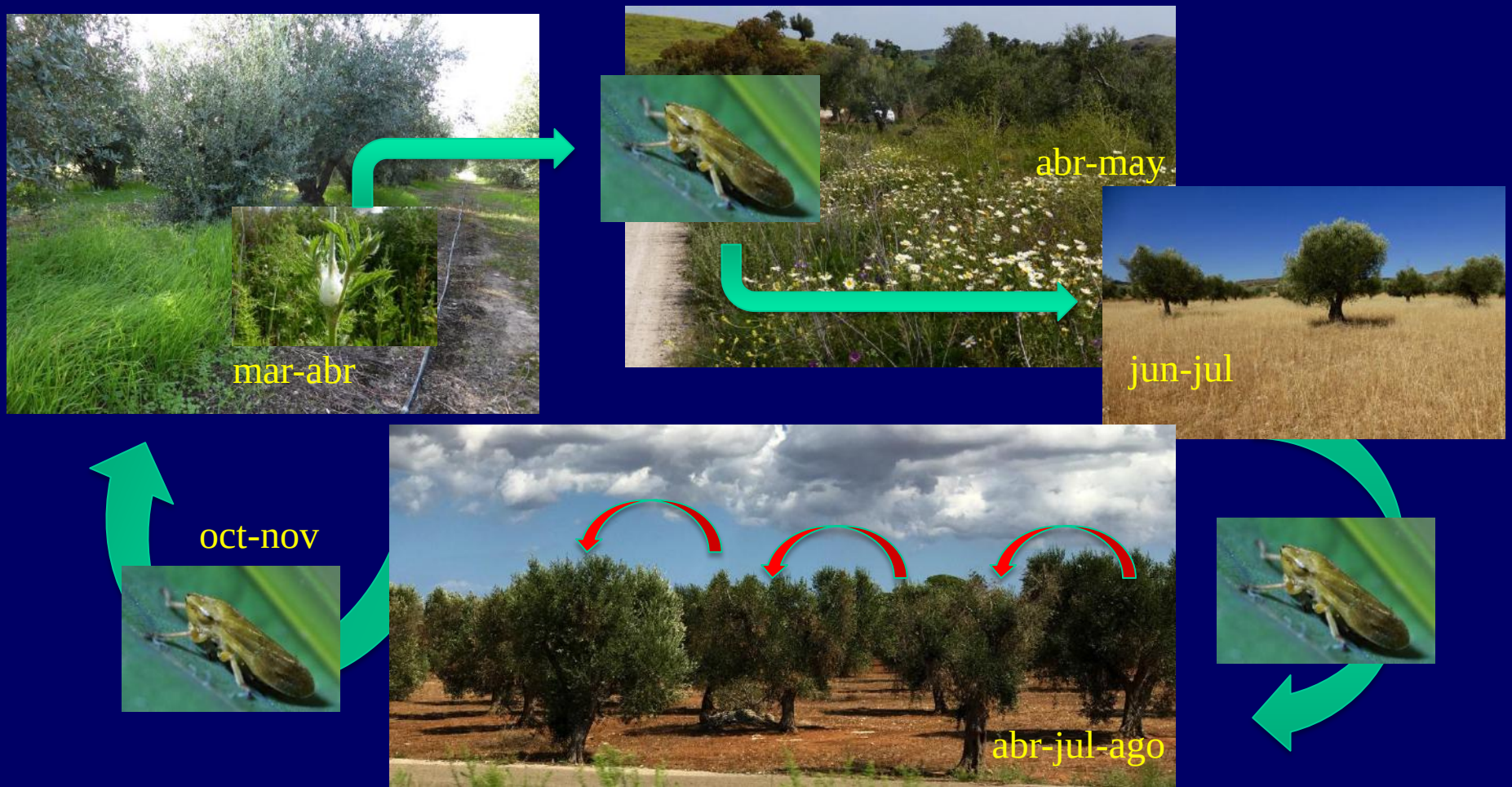
- Pero **muchos insectos pueden alimentarse de xilema**, incluso pulgones y mosca blanca pero no transmiten la bacteria

- Pero además, **la bacteria necesita adherirse y multiplicarse** en el precibario del insecto. Pero además el insecto debe **ser capaz de inocularla - liberarla-** en una planta sana-

Por tanto :

- La **detección** de la bacteria en el insecto **no implica** que se pueda transmitir:
  - Es obligatorio hacer **ensayos de transmisión** planta a planta
  - La transmisión vectorial a una planta test (receptora) no implica que pueda ser transmitida **a otra especie de planta**

Epidemiologia de CoDIRO en olivar en la region de Apulia



Prospección de Vectores en 2016 y 2017 en España y Portugal

- Un total de 21 olivares en España + 3 olivares en Portugal
- Madrid, Andalucía, Levante y Mallorca
- Muestreos realizados en colaboración con Universidades, Sanidad Vegetal y empresas privadas
- Diferentes tipos de prácticas culturales y manejo del suelo
- Diferentes condiciones edafoclimáticas y fincas con cobertura vegetal prolongada
- Frecuencia de muestreo de vectores cada 2 semanas (adultos) cada semana (ninfas) desde marzo a noviembre
- Se emplearon varios tipos de muestreo de adultos y ninfas

RESULTADOS
Agregación en hábitats ruderales: muy alterados, próximos a caminos, muros

Espumas típicas de los “spittlebugs”

Las ninfas apenas se desplazan: muy vulnerables

Ninfas de *Philaenus spumarius*

Ninfas de *Neophilaenus campestris*

Adultos: Gran Polimorfismo

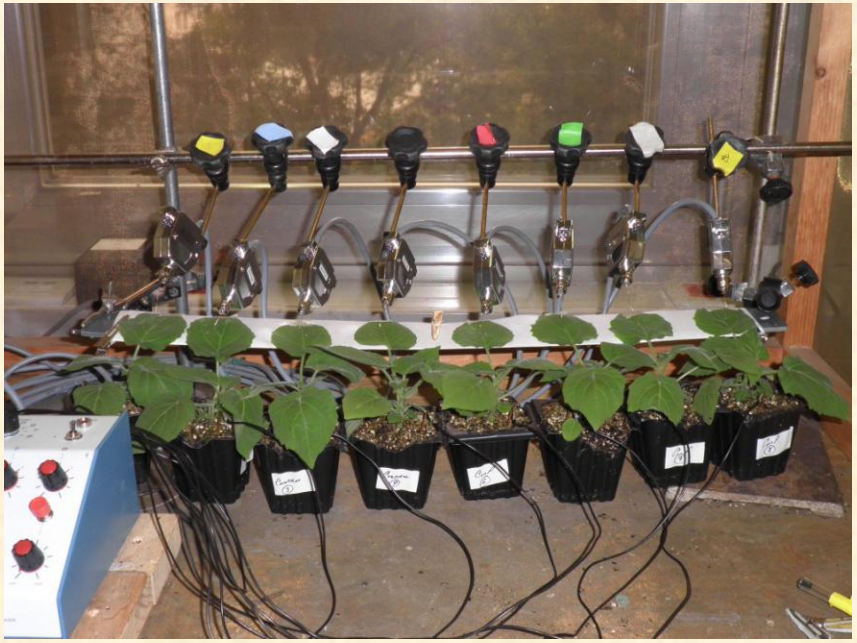
En Colmenar, verano 2017:
- en la flora bajo y próxima al muro: posiblemente para protegerse del sol directo.
- En Morata, verano 2016: Aparecen bajo arboles en zonas muy sombreadas

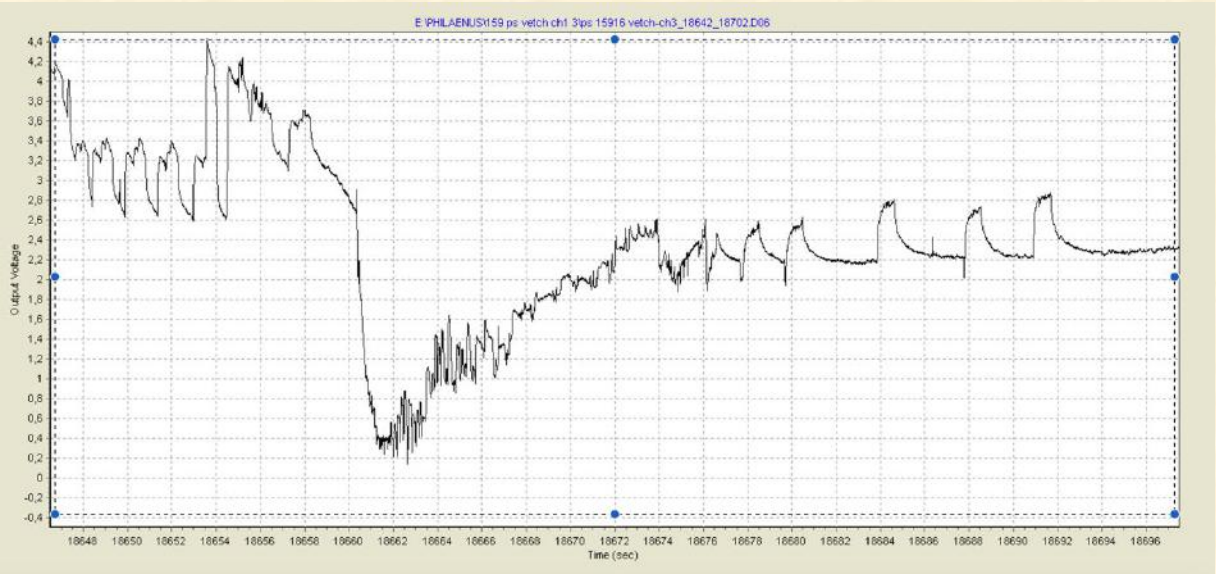
Aparecen en zonas sombreadas bajo arboles en diversas plantas vivaces o perennes

Trabajos en curso sobre vectores en Europa (3 proyectos EU)

- Prospección, identificación y dinámica poblacional de insectos vectores potencialmente transmisores de la bacteria *Xylella fastidiosa* en olivares, almendros, viña y cítricos de España, Portugal y otros países de la UE
- Estudio del ciclo biológico y ecología del principal vector, *P. spumarius* (fenología, plantas hospedantes, preferencias, biología reproductiva)
- Estudios de comportamiento de *P. spumarius* (alimentación, comunicación química y acústica, atrayentes, feromonas)
- Estudios sobre la transmisión de *X. fastidiosa* por *P. spumarius* y sus endosimbiontes
- Métodos de control : culturales, estrategia push-pull, repelentes, control químico, plantas-trampa, etc…

Técnica de EPG – Permite conocer las actividades del insecto en el interior de la planta

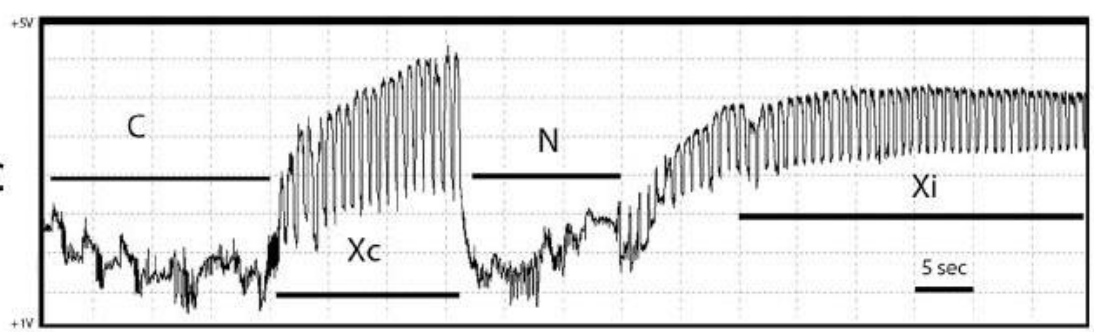




Caracterización de
los patrones de alimentación
de *Philaenus spumarius*

Ondas DC-EPG producidas por *Philaenus spumarius* en olivo y su posible relación con la transmisión de la bacteria

¿ Cual es el momento exacto y cuanto tarda en inocularse la bacteria ?



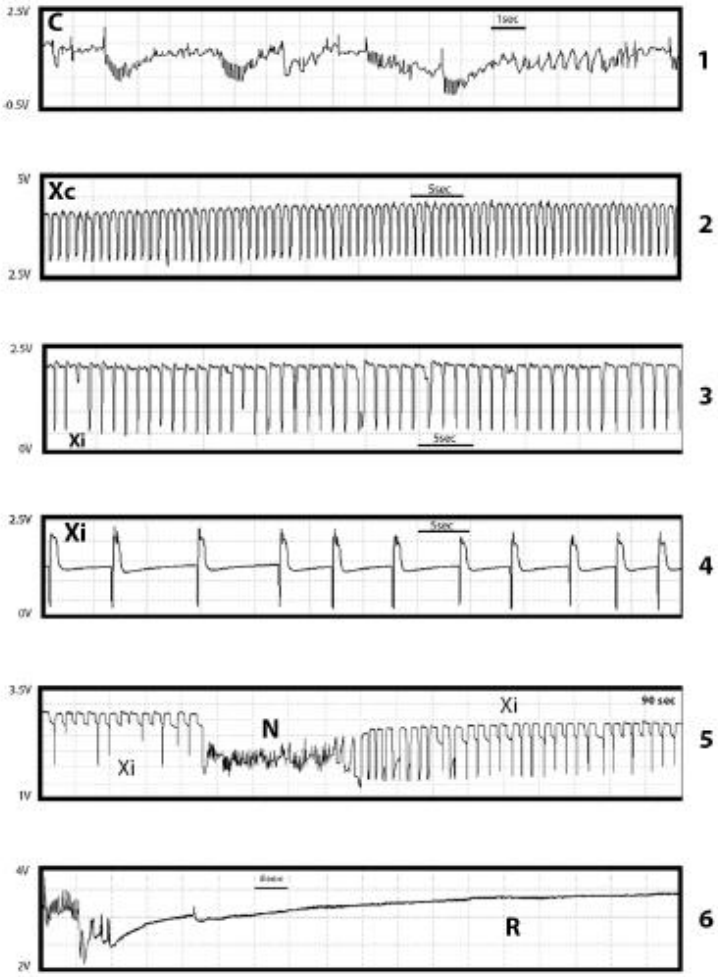


Figure 2. From top to bottom: 1) pathway C; 2) xylem contact Xc; 3) high frequency xylem sap ingestion Xi; 4) low frequency xylem sap ingestion Xi; 5) non pathway interruption N; 6) resting during pathway R.

Cornara el al. 2017

PREDICCION DE UNA ENFERMEDAD TRANSMITIDA POR VECTORES

-Tipos de infección :

a. Infección primaria

b. Infección secundaria

- Grado o Magnitud de la Infección: I = f (N, i, a, t, f)

N: Nº de vectores presentes
i: Grado de infectividad de esos vectores
a: Grado de actividad o movimiento de los vectores entre planta y planta (numero de visitas)
t: Momento en que se produce la infección
f: Estado vegetativo del cultivo en el momento de la infección

- Índices para Cuantificar el Riesgo de Infección:

Indice de Intensidad Vectorial (Irwin & Ruesink, 1986)

I = ∑ (Ai x Pi); donde Ai es la actividad vectorial (nº de vectores aterrizando en el cultivo) x Pi su propensión vectorial (capacidad o competencia para transmitir)

¿ Como reducir el riesgo de epidemia ?

→ Ai ↓

→ Pi ↓

Estrategias para el Control del Vector (I)

- **REDUCIR LA ACTIVIDAD VECTORIAL** : Reducir el numero de vectores y visitas:

  - ✓ El control del vector **no debería realizarse** en ausencia de la enfermedad. Actualmente no estaría justificada ninguna intervención salvo en zonas demarcadas con Xf (las cubiertas vegetales pueden fomentar el CB y ayudar a frenar la erosión)

  - ✓ **CONTROL TEMPRANO DE LAS NINFAS** (con métodos culturales, biológicos y/o químicos)- Es la fase mas vulnerable del insecto (se reduce el numero de vectores disponibles para transmitir, Ai)

  - ✓ **Eliminar o reducir las puestas**: enterrar los huevos incorporando los restos de cosecha tras el otoño podría reducir el número de espumas en la primavera siguiente

  - ✓ **Identificar plantas refugio** y movimientos de vectores en los meses estivales e intentar reducir las poblaciones de vectores antes de que realicen la puesta

  - ✓ Aplicación de **productos repelentes** o materiales que reduzcan el numero de visitas al árbol : p.e. caolín

Estrategias para el Control del Vector (II)

- **REDUCIR LA PROPENSION VECTORIAL**: incidir sobre la capacidad o competencia del vector para transmitir la enfermedad.

  - ✓ Conocer **distribución espacio-temporal** de vectores y detección de adultos infectivos (no es fácil dada la dificultad en capturar *P. spumarius* en numero suficiente, dado que no existen aun trampas eficientes)

  - ✓ **ELIMINAR LAS FUENTES DE INOCULO**, lo que reduciría el numero de insectos infectivos

  - ✓ La aplicación de insecticidas convencionales sobre arboles no seria muy efectiva porque la transmisión es muy rápida.

  - ✓ En viveros hay que frenar la dispersión de la enfermedad en plántulas eliminando los posibles vectores – **por exclusión (barreras físicas) o métodos químicos** que impidan al insecto asentarse en la planta.

  - ✓ Compuestos que **reduzcan la competencia** para transmitir (compuestos que incidan sobre el mecanismo de transmisión de la bacteria, antibiofilms, peptidos, etc…)

CONCLUSIONES

- Las principales especies de posibles vectores de *Xylella fastidiosa* en flora asociada a olivar fueron ***Philaenus spumarius*** y ***Neophilaenus campestris*** (Familia Aphrophoridae)

- Aparecieron en regiones con **humedad ambiental alta** y sometidas durante muchos años **a no laboreo**, con **cubierta vegetal** prolongada y sobre plantas herbáceas **vivaces**

- *Philaenus spumarius* apareció en dicotiledóneas, preferentemente en Compuestas. *Neophilaenus campestris* aparecio en *Bromus* sp. y otras gramíneas. **No colonizan la copa de olivo**, aunque se detectó **algún individuo adulto** de forma esporádica. **Casi nunca en trampas amarillas**

- **Las ninfas de *P. spumarius*** aparecen en vegetación espontánea a partir de marzo y los primeros adultos a final de abril. **El control de las ninfas permitiria reducir la población de adultos que son los que transmiten la enfermedad -**

- Otros vectores potenciales como ***Lepyronia coleoptrata*** y ***Cercopis intermedia*** aparecen de forma muy esporádica y siempre en vegetación espontanea. **Las cigarras** aparecen en verano-Julio-Agosto en olivo. Otros posibles vectores de *X. fastidiosa* como *Cicadella viridis o Graphocephala fennahi* no han sido encontrados.

- El único grupo abundante de Auchenorryncha colonizando olivo es el de la familia **Issidae** (barrillos), que en principio no son vectores

Adultos de *Philaenus spumarius*

Agalmatium (barrillo)

Ninfa de *Neophilaenus campestris*

AGRADECIMIENTOS

Grupo IVPP del ICA

Carmen Capiscol	CITOLIVA, Centro Tecnológico del Olivar y del Aceite. Mengíbar, Jaén
Manuel Ruiz Torres	Laboratorio de Producción y Sanidad Vegetal de Jaén
José Manuel Durán Álvaro	Laboratorio de Producción y Sanidad Vegetal de Sevilla
Mercedes Campos Francisca Ruano	Estación Experimental El Zaidin. CSIC Universidad de Granada
Carmen Ruz Blanca Landa Juan Antonio Navas	Instituto de Agricultura Sostenible. CSIC
Juan Sánchez Bravo	Aceites La Pincelada. Morata de Tajuña. Madrid
Cristina de Lorenzo Carretero Alejandro Benito Barba	Finca La Chimenea. IMIDRA. Comunidad de Madrid
Susana Sanjuan	Agricola Villena Coop. Villena (Alicante)
José Alberto Pereira	Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança. Portugal

Este estudio ha sido financiado por el proyecto del Horizonte 2020, PONTE (Grant Agreement Number 635646) y por XF-ACTORS (Grant Agreement Number 727987)

Agradecemos la gran ayuda de a los profesores Sandy Purcell, Joao Spotti-Lopes & Rodrigo Almeida