



**Detecció, identificació i control dels mosquits verds,
Empoasca vitis i *Jacobiasca lybica* (Hemiptera; Cicadellidae),
d'importància econòmica al cultiu de la vinya a Mallorca**

Informe Final Decembre 2016

Dr. Miguel Ángel Miranda Chueca. Direcció científica.

Sra. Alicia Marqués Prieto. Execució tècnica.

Sra. Maria Antonia Tugores Capó. Col·laboració tècnica.

Laboratori de Zoologia. UIB

ma.miranda@uib.es

Palma, 20 de Decembre del 2016

Dr. Miguel Ángel Miranda Chueca

Alicia Marqués Prieto

Índex

1. INTRODUCCIÓ.....	2
1.1 La vinya.....	2
1.2 La plaga del mosquit verd	3
1.2.1 Cicle vital	4
1.2.2 Simptomatologia i danys	4
1.2.3 Situació actual	5
2. OBJECTIUS	5
3. METODOLOGIA.....	6
3.1 Finques seleccionades.....	6
3.2 Seguiment de les poblacions de cicadèlids	7
3.3 Seguiment en fulles.....	9
3.4 Control de les poblacions de cicadèlids	10
3.5 Identificació de les espècies de cicadèlids d'importància econòmica a la vinya	12
3.6 Simptomatologia a la fulla.....	12
3.7 Dades climàtiques	12
3.8 Anàlisi estadístic	13
4. RESULTATS I DISCUSSIÓ.....	14
4.1 Climatologia.....	14
4.2 Seguiment dels adults i de les nimfes d' <i>Empoasca</i> spp.....	14
4.2.1 Seguiment a la finca Convencional (Ca'n Parrona)	14
4.2.2 Seguiment a les finques ecològiques (Ca'n Cervi i Ca'n Pau)	16
4.2.3 Seguiment de nimfes.....	16
4.2.3 Seguiment dels adults d' <i>Empoasca</i> spp. a les diferents varietats.....	17
4.3 Eficàcia del control d' <i>Empoasca</i> spp.	18
4.4 Produccions i danys de la planta.	20
4.4.1 Produccions i danys segons les varietats	21
5. CONCLUSIONS	22
6. BIBLIOGRAFIA	23

1. INTRODUCCIÓ

1.1 La vinya

El cultiu de la vinya té una gran importància econòmica i cultural a les Illes Balears des de fa dècades. Per aquest motiu, és important conèixer les plagues i malalties que poden afectar a

aquest cultiu, per tal de poder controlar-les i ajudar al manteniment del cultiu per aconseguir uns nivells adequats de producció.

La vinya (*Vitis vinifera* L.) és una planta llenyosa i perenne que pertany a la família Vitaceae. A Espanya, la vinya presenta un cicle biològic que comença quan apareixen els primers brots a final d'Abril o principis de Maig. Durant el mes de Juny es produeix la floració, i a final d'aquest mateix mes apareixen els fruits. El mes de Setembre es realitza la recollida del rem o verema i al mateix temps comencen a caure les fulles i la planta comença la seva letargia hivernal (Fernández-González, 2013; Jones & Davis, 2000)

Actualment els vins d'origen balear tenen una gran importància tant econòmica com cultural. A les Illes Balears (Taula 1) es produeix cada any unes 10.000 tones de raïm, on el 97,75% d'aquest es utilitza per la vinificació.

Taula 1: Superfícies i produccions de la vinya a les Illes Balears. Font: Estadístiques Agràries-Pesqueres. 2015

Tipus de Cultiu	Superfície en producció (ha)	Producció (t)
Raïm per a vinificació	1.675	10.498
Raïm de taula	50	241
Total	1.725	10.739

Els vins d'origen Balears es poden separar en dues denominacions d'origen (DO) i sis vins de la terra (Taula 2):

Taula 2: Producció i comercialització de vi amb denominació de qualitat. Font: Institut de Qualitat Agroalimentària (IQUA). 2015

Vins	Producció raïm (t)	Comercialització (hl)	Valor econòmic €
DO Binissalem	1.977	15.886,75	9.587.840
DO Pla i Llevant	2.088	10.602,74	5.333.651
Vi de la Terra Illes Balears	12	89,47	52.867
Vi Serra de Tramuntana	91	82,04	62.732
Vi de la Terra Eivissa	210	1.101,50	858.758
Vi de la Terra Mallorca	3.696	16.368,08	12.702.128
Vi de la Terra Illa de Menorca	196	1.122,66	779.944
Vi de la Terra de Formentera	42	168,97	265.875
Total	8.312	45.422,21	29.590.981

Com es pot observar a la Taula 2 es comercialitzen en total 45.422 hl de vi a les Balears, i això es tradueix a unes guany d'uns 29.600.000 milers d'euros cada any.

1.2 La plaga del mosquit verd

Els mosquits verds de la vinya, *Empoasca vitis* (Fig. 1) i *Jacobiasca lybica*, són insectes cicadèlids que pertanyen a l'ordre Hemiptera, tenen una gran presència a les regions vitivinícoles europees. Aquesta plaga ja afectava a la vinya als anys 60 (Pavan & Picotti, 2009) i fins fa poc temps es considerava minoritària, però en els darrers anys s'ha observat un gran

augment de les seves poblacions, provocant greus problemes a la vinya (Böll & Herrmann, 2004). Diversos autors suggereixen que l'increment de les poblacions de cicadèlids són la conseqüència de l'augment global de les temperatures o de la desaparició d'enemics naturals a causa de l'extensa aplicació d'insecticides (Reineke & Hauck, 2012).

Els cicadèlids es distribueixen a part de les Illes Balears, per tota la península Ibèrica però, les majors afeccions es troben al Nord de la península (Ramírez-Dávila et al., 2005; Spina et al., 2005).

Els adults són de color verd clar i tenen una forma allargada de 2-3 mm de longitud. El desplaçament sobre les fulles a salts és molt característic d'aquests insectes. Presenten un aparell bucal picador-xuclador, el qual permet que s'alimentin del floema que circula a les fulles.

La nimfa és similar a l'adult però de menor grandària, i es situen al revers de les fulles. Presenten 5 estadis nimfals i a les fulles es poden observar les diferents mudes. Els ous són blancs i allargats d'uns 0,7 mm, i són difícils d'identificar al camp ja que es troben dipositats al revers de les fulles pròxims als nervis principals (Böll & Herrmann, 2004; Reineke & Hauck, 2012).

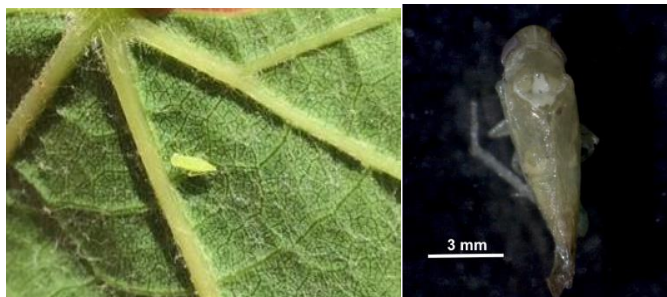


Figura 1: Individu adult i nimfa d'*Empoasca vitis*. Fotografies realitzades al camp (nimfa) i al laboratori (adult), Font: Marqués, 2016

1.2.1 Cicle vital

Els adults solen passar l'hivern a llocs aïllats, generalment sobre coníferes o en altres plantes hostes que es troben en zones adjacents a la vinya. A la primavera, poc després de que la planta broti, la majoria d'individus ja emigren a la vinya.

Les femelles d'*Empoasca vitis* depositen els ous dins els nervis de les fulles. Depenent de la regió, *E. vitis* presenta entre una o quatre generacions. Quan comença l'hivern i les fulles de la vinya estan caient, els adults es desplacen als arbres adjacents per hibernar (Decante & van Helden, 2006; Reineke & Hauck, 2012)

1.2.2 Simptomatologia i danys

Els danys directes es localitzen únicament a les fulles (Fig. 2), ja que el mosquit verd és un insecte que presenta un aparell bucal del tipus picador-xuclador que s'alimenta de la saba de les fulles, manifestant taques anguloses de color vermell a les varietats negres, que s'inicien a la vora i van penetrant cap a l'interior respectant els nervis, formant un mosaic. En les varietats blanques, aquestes decoloracions són de tonalitat groguenca (Backus et al., 2005).

També s'observen dessecacions marginals que disminueixen la capacitat fotosintètica, així com fulles enrotllades. En anys d'infecció molt intensa pot defoliar totalment la vinya, dificultant el normal agostejament dels sarments i la maduració del raïm o reduint el seu contingut de sucre, d'aquesta manera es produeix una disminució de la qualitat i producció del raïm (Decante & van Helden, 2006; Pavan & Picotti, 2009). En la campanya posterior a una incidència severa de mosquit verd, es fa perceptible una reducció de vigor en la brotació i minva en la collita (Reineke & Hauck, 2012)



Figura 2: Fulla de 'Cabernet sauvignon' amb el símptomes d'Empoasca vitis. Font: Marqués, 2016

Els danys de les fulles causats per mosquit verd es poden confondre fàcilment amb altres patologies que també produeixen alteracions en la coloració, com poden ser carències nutritives, problemes de salinitat o virus. Per assegurar-se de que es tracta del mosquit verd s'haurien de trobar nimfes al revers de la fulla.

1.2.3 Situació actual

Actualment, la plaga del mosquit verd de la vinya té un difícil control, ja que ni els mètodes convencionals basats en insecticides, ni els mètodes de control biològic aconseguen un control altament efectiu de l'insecte.

Amb hiverns suaus com el que hem tingut (2015-2016), la mortalitat de femelles hivernants és molt menor, afavorint així una forta infestació durant la primavera i l'estiu, la qual cosa pot haver propiciat que aquest any la incidència de la plaga s'hagi avançat aproximadament un mes respecte a l'any passat. Les generacions compreses entre Juliol i Agost són les més perjudicials, ja que poden causar danys de qualitat i quantitat al raïm.

2. OBJECTIUS

1. Seguiment de l'evolució i distribució de les poblacions de cicadèlids a les varietats 'Cabernet sauvignon' i 'Manto negro' de les bodegues de Mallorca, Jaume de Puntiró i Tianna Negra.

2. Control de les poblacions de cicadèlids mitjançant tractaments fitosanitaris i trampeig massiu a les varietats 'Cabernet sauvignon' i 'Manto negro' de les finques Jaume de Puntiró i Tianna Negra.
3. Identificació de les espècies del gènere *Empoasca* presents a la vinya.

3. METODOLOGIA

3.1 Finques seleccionades

Per a la realització del present estudi es varen seleccionar dues finques de l'illa de Mallorca: Les Bodegues de Tianna Negra (com a agricultura convencional) situades a Binissalem. La finca seleccionada és Ca'n Parrona (Fig.3) on s'estudiaren les parcel·les amb la varietat 'Cabernet sauvignon' (4,08 ha).



Figura 3: Mapa de les parcel·les seleccionades a la finca de Ca'n Parrona (convencional)

Per una altra banda, les Bodegues de Jaume de Puntiró (com a agricultura ecològica) situades a Santa Maria del Camí. Les finques seleccionades (Fig.4) són Ca'n Cervi amb la varietat 'Cabernet sauvignon' (0,74 ha) i Ca'n Pau amb la varietat 'Manto negro' (1,32 ha).



Figura 4: Mapa de les parcel·les seleccionades a les finques ecològiques Ca'n Pau (dreta) i Ca'n Cervi (esquerra)

3.2 Seguiment de les poblacions de cicadèlids

Per tal de dur el seguiment de la plaga, s'han col·locat trapes cromotròpiques adhesives de color groc (Horiver, Koppert Biological Systems 20x25 cm) (Fig. 5). Els mostrejos es varen començar dia 27/04/2016 i varen acabar dia 29/11/16. El recompte d'individus va ser setmanal i cada dues setmanes es varen canviar les trapes per unes noves.



Figura 5: Trampa cromotròpica groga, Font: Marqués,2016

La densitat de trapes va ser de 6 trapes/ha, en total s'han col·locat 40 trapes per fer el seguiment setmanal de la plaga. Aquestes es varen col·locar a l'altura de les fulles i es varen moure en alçada a mida que la planta creixia.

A les parcel·les seleccionades per trameig massiu, també es realitzà un seguiment amb trapes cromotròpiques adhesives de color vermell (Horiver, Koppert Biological Systems 20x25 cm) amb la finalitat de poder comparar el nombre de captures els dos tipus de trapes. S'han seleccionat 18 trapes vermelles col·locades de forma intercalada, per fer el seguiment de la plaga.

A la finca de Ca'n Parrona es varen seleccionar les parcel·les Cab 1 i Cab 3 per realitzar el seguiment de les poblacions de cicadèlids, totes les parcel·les amb la varietat 'Cabernet sauvignon'. A les Fig.6 i 7 podem observar la distribució de les trapes grogues i vermelles a les parcel·les citades.

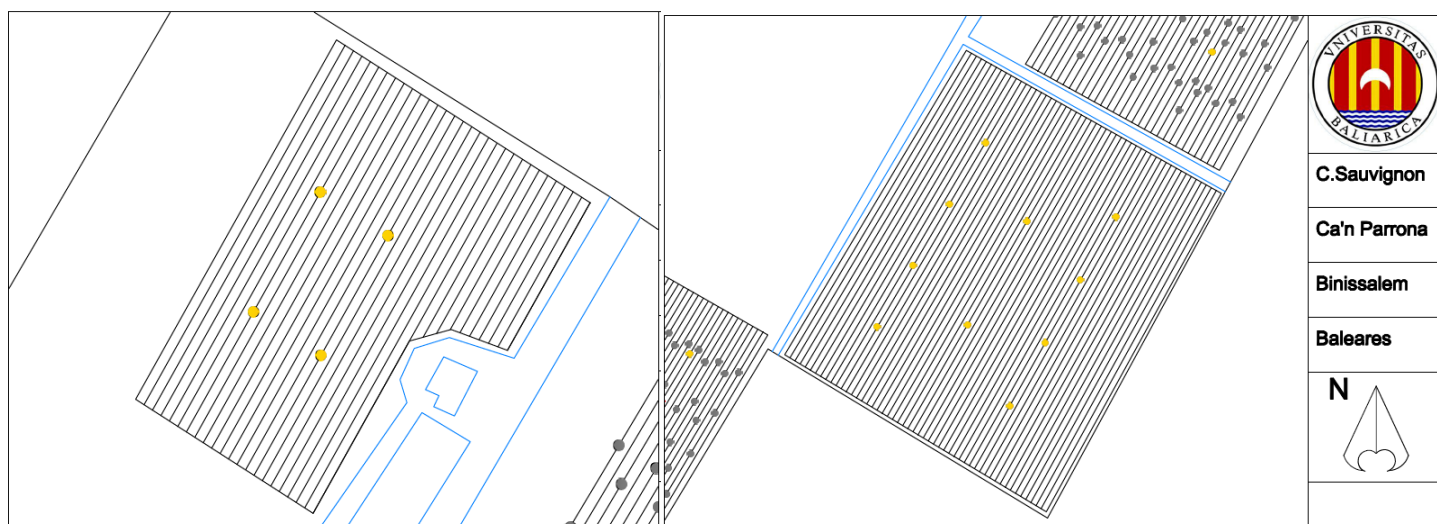


Figura 6: Parcel·la Cab 1 (esquerra) i parcel·la Cab 3(dreta) de la finca Ca'n Parrona. Les parcel·les han estat seleccionades per el seguiment de les trapes grogues.

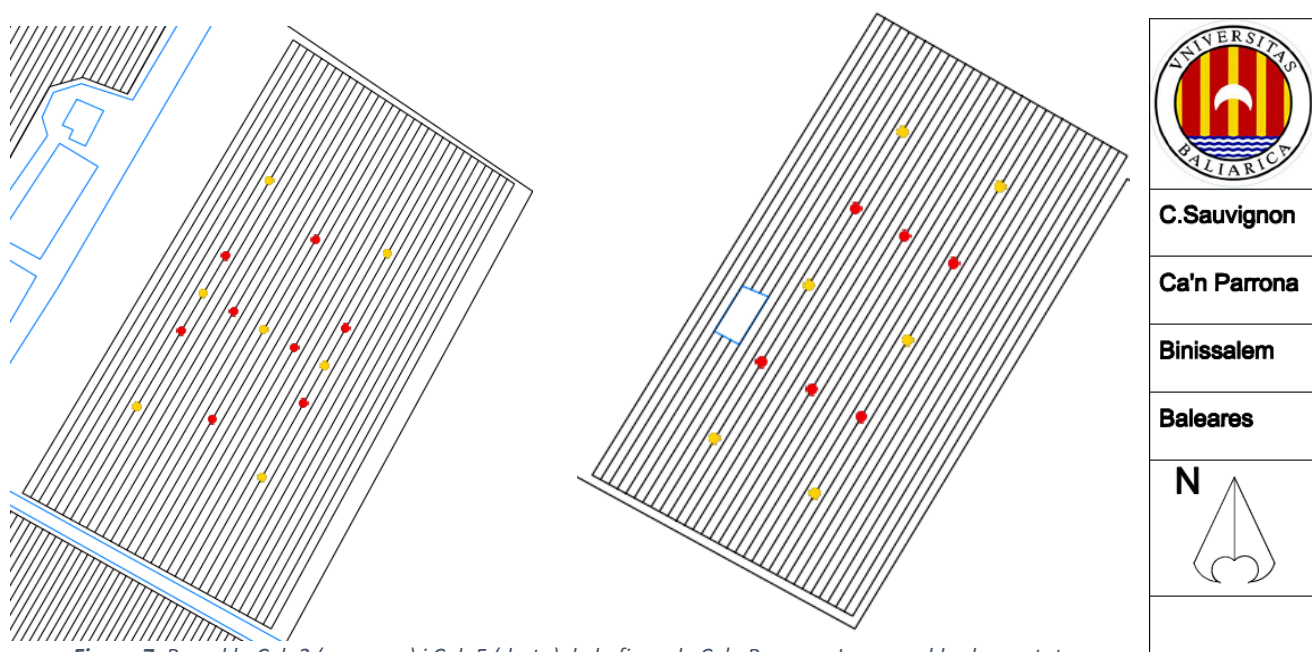


Figura 7: Parcel·la Cab 2 (esquerra) i Cab 5 (dreta) de la finca de Ca'n Parrona. Les parcel·les han estat seleccionades pel seguiment de trapes grogues i vermelles.

De les bodegues de Jaume de Puntiró es va seleccionar la finca Ca'n Cervi amb la varietat 'Cabernet sauvignon'. A la Fig. 8 es pot observar la distribució de les trapes grogues a la finca.

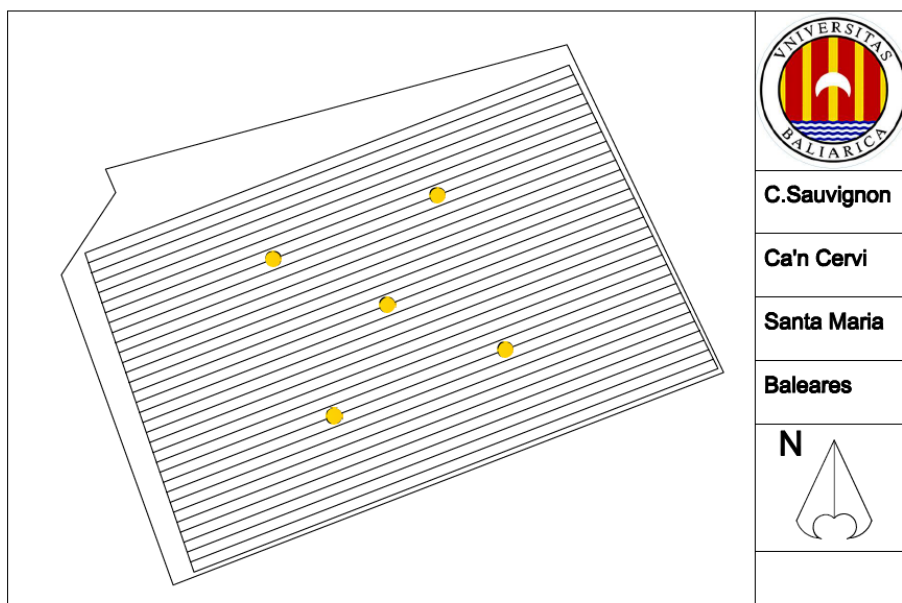


Figura 8: Finca Ca'n Cervi, que ha estat seleccionada pel seguiment de les trampes grogues

Per una altra banda, la finca de Ca'n Pau (Fig.9) va ser dividida en dues meitats i una part només es varen col·locar trampes grogues i a l'altre els dos tipus de trampes.

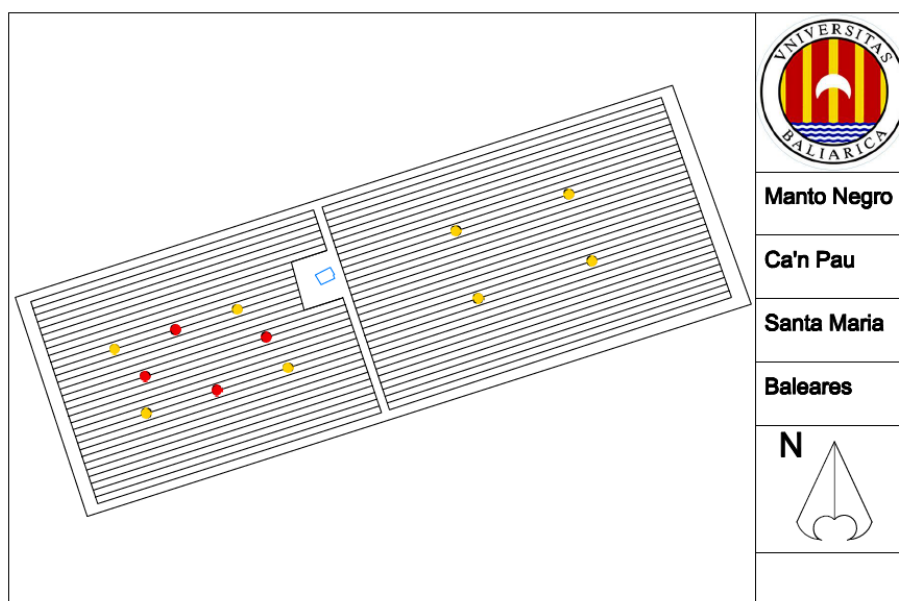


Figura 9: Finca Ca'n Pau que ha estat seleccionada pel seguiment de les trampes grogues i de les trampes vermelles.

3.3 Seguiment en fulles

Es seleccionaren 20 plantes/ha i s'analitzaren 4 fulles de cada planta, en total s'observaren 72 plantes. Aquest mostreig es realitzà cada setmana, igual que el mostreig de les trames. També es varen fer fotografies per tal de dur un correcte seguiment.

A la *Guia en Gestió Integrada de Plagues del raïm de transformació* publicada pel MAGRAMA, el llindar d'intervenció és de 2 insectes/fulla. L'observació de les fulles es duu a terme a les parcel·les citades anteriorment pel seguiment de la població.

3.4 Control de les poblacions de cicadèlids

Per al control de la població de cicadèlids s'han dissenyat dues estratègies: per una part, un assaig de control amb productes fitosanitaris autoritzats químics i ecològics i per l'altra l'ús del trampeig massiu amb trames cromotròpiques.

Control químic:

- Els tractaments químics que es varen dur a terme a la finca Ca'n Parrona (Taula 3) de les Bodegues de Tianna Negre, es realitzaren amb les següents substàncies actives:

- **Taula 3:** Tractaments fitosanitaris realitzats a la finca de Ca'n Parrona (Convencional)

Data	Producte
15/06/2016	Cipermetrin 2% + Metilclorpirós 20 %
21/07/2016	Steward
30/08/2016	Steward (*)

(*) Només es va tractar la Cab 1 (tract), ja que la verema es va avançar i no s'haguessin complit els terminis de seguretat.

- Pel que fa als tractaments ecològics que es realitzaren a la finca Ca'n Pau (Taula 4) de les Bodegues de Jaume de Puntiró, s'utilitzaren les següents substàncies actives:

- **Taula 4:** Tractaments realitzats a les finques de Ca'n Pau i Ca'n Cervi (Ecològic)

Data	Producte
15/06/2016	Azadiractin
08/07/2016	Azadiractin + Brou bordelès
16/09/2016	Azadiractin + Coure

Tots els tractaments es varen elegir en coordinació amb el personal tècnic de l'àrea de Sanitat Vegetal de la Conselleria d'Agricultura del Govern Balear.

Trampeig massiu:

D'altra banda, s'ha dissenyat un assaig de trampeig massiu mitjançant l'ús de trapes cromotròpiques adhesives de color (Fig. 10). S'han col·locat 100 trapes/ha a l'altura de les fulles, en total 260 trapes. Cada mes es varen canviar les trapes vermelles per unes noves.



Figura 10: Trampa cromotròpica vermella, Font: Marqués,2016

A la finca de Ca'n Parrona (Binissalem) s'han seleccionat les parcel·les Cab 2 i Cab 5 per realitzar el trampeig massiu amb trapes cromotròpiques vermelles. A les Fig.11 es pot observar la distribució de les trapes.

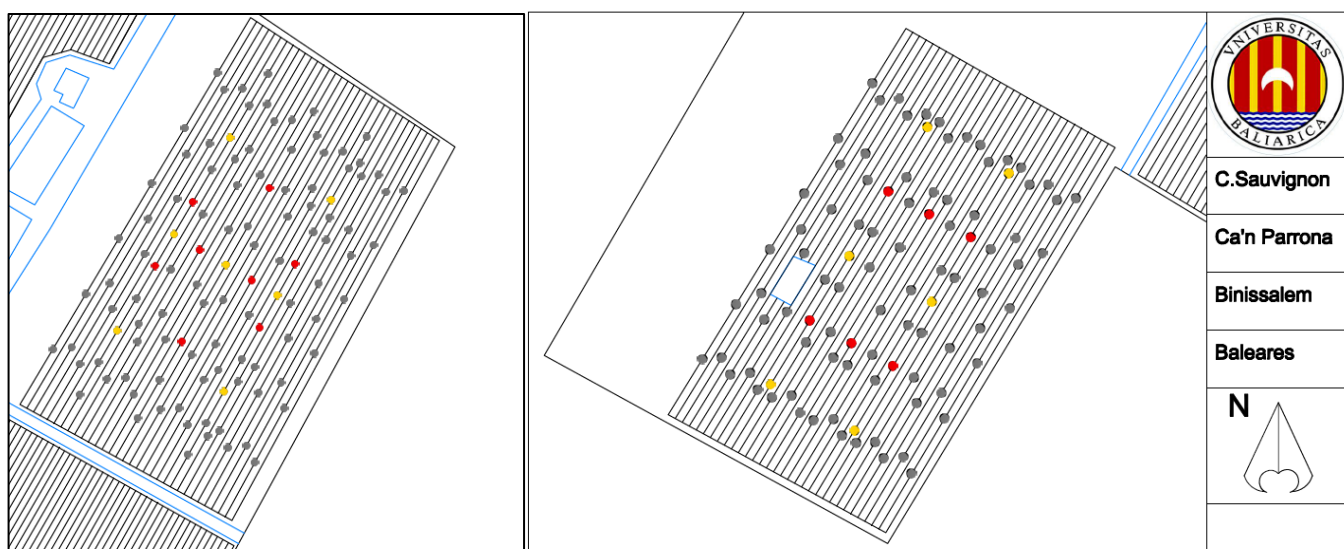


Figura 11: Parcel·la Cab 2 (esquerra) i parcel·la Cab 5 (dreta) de la finca Ca'n Parrona. Els punts grocs representen les trapes cromotròpiques grogues, els punts vermells són les trapes cromotròpiques seleccionades pel seguiment. Els punts de color gris són les trapes vermelles utilitzades pel trampeig massiu.

La finca Ca'n Pau a Santa Maria del Camí (Fig. 12) es va dividir en dos: a la part esquerra es realitza trampeig massiu, i a la part dreta es va realitzar el control químic i el seguiment de la població de cicadèlids. A diferència de les altres finques, la varietat de Ca'n Pau és 'Manto Negro'.

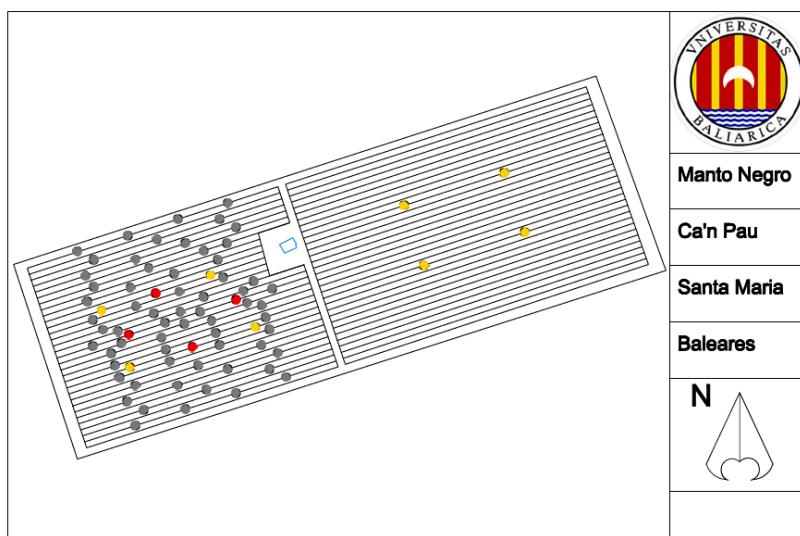


Figura 12 : Finca Ca'n Pau. Els punts grocs representen les trampes cromotròpiques grogues, els punts vermells són les trampes cromotròpiques seleccionades pel seguiment. Els punts de color gris són les trampes vermelles utilitzades pel trampeig massiu.

3.5 Identificació de les espècies de cicadèlids d'importància econòmica a la vinya

Tots els espècimens del gènere *Empoasca* detectats tant a les trampes cromotròpiques de color groc com a les de color vermell, així com els espècimens capturats a les fulles, varen ser recol·lectats i transportats al laboratori per a la seva identificació.

3.6 Simptomatologia a la fulla

Totes les plantes que presentàvem símptomes de danys per *Empoasca* spp. va ser contades per determinar el percentatge de danys a cada parcel·la de l'estudi.

3.7 Dades climàtiques

Les dades climàtiques varen ser registrades per l'estació meteorològica d'Inca del Sistema de Informació Agroclimàtica para el Regadio (SIAR). L'estació d'Inca es troba a 6 km de Binissalem i a 13km de Santa Maria. Es varen registrar els paràmetres de temperatura i precipitació des del mes de Febrer fins a Novembre del 2016.

3.8 Anàlisi estadístic

Les dades han estat analitzades amb el programa estadístic R. S'han realitzat test no paramètrics per analitzar les captures de les trapes, en concret la prova U de Mann-Whitney, s'han comprovat les diferències entre tipus de trapes (grogues i vermelles), entre varietats i entre els dos tipus de mètodes de control de la població (tractaments i trampeig massiu).

Per comprovar l'efectivitat dels diferents tractaments fitosanitaris s'ha realitzat un ANOVA i posteriorment un test de Tukey.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

4.1 Climatologia

La Fig.13 ens mostra el climograma obtingut per l'any 2016. Correspon a un clima típic de la regió mediterrània, amb un estiu calorós i sec i un hivern suau, on les temperatures no són molt baixes. Respecte a la precipitació, el 2016 ha estat un any molt sec, pràcticament no ha plogut. Durant l'hivern i la primavera no s'han superat els 75 mm (acumulats). Durant la tardor si que s'observen més pluges, on la precipitació acumulada ha estat de 200 mm, valors molt similars a l'any anterior, 2015.

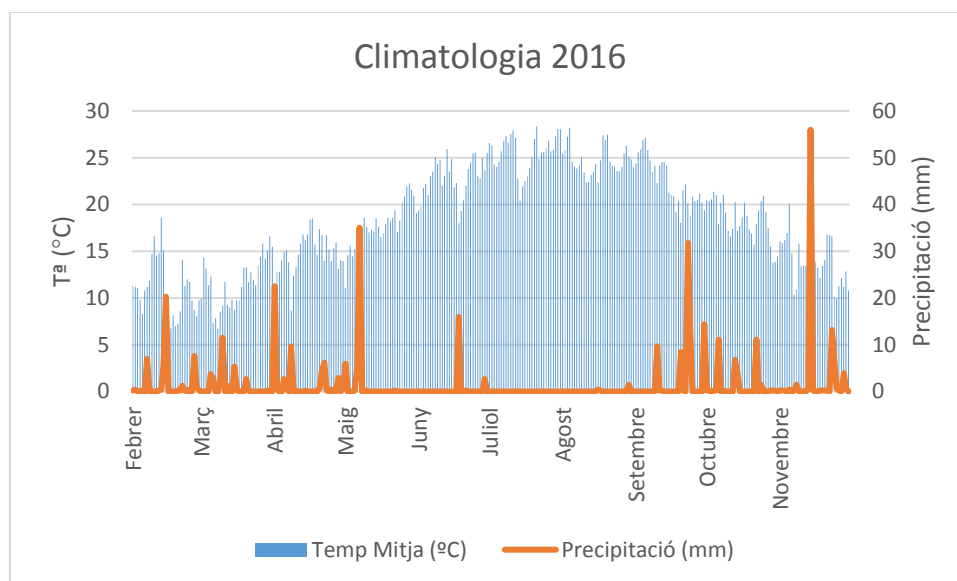


Figura 13: Climatograma de Febrer a Novembre del 2016. Es presenten les temperatures mitjanes de cada dia i les precipitacions.

4.2 Seguiment del adults i de les nimfes d'*Empoasca* spp.

4.2.1 Seguiment a la finca Convencional (Ca'n Parrona)

El seguiment d'*Empoasca* spp. es va realitzar des de Maig de 2016, quan varen sortir els primers brots fins a Novembre del mateix any, quan es varen caure les fulles. A la Fig. 14 es representa la corba de vol de la finca convencional (Ca'n Parrona). En general no s'observen diferències notables entre les corbes obtingudes a la parcel·la de trampeig massiu i a la de tractament químic. Als primers mostrejos les captures eren molt baixes (< 50 ind/trampa/setmana), no va ser fins a la primera setmana de Juny que va augmentar la població i es va realitzar el primer tractament amb Cipermertrin i Metilclorpirós, el qual no va presentar cap diferencia significativa comparat amb el nombre de captures de la setmana anterior al tractament ($p=0.078$). La darrera setmana de Juny es va produir un augment de les temperatures i es va decidir regar a la finca, això va provocar un posterior augment de la població durant la primera setmana de Juliol. De fet, el reg afecta la fotosíntesi i la transpiració de la planta i per tant la producció, el creixement i les condicions microclimàtiques de del cultiu (Escalona, 2000). Per exemple a Itàlia, (Fornasiero, 2012) constataren que el reg afavoreix una major abundància poblacional d'*Empoasca vitis* al cultiu de raïm amb

diferències significatives entre parcel·les irrigades i no irrigades. En el nostre estudi, i a conseqüència de la pujada poblacional d'*Empoasca* al juliol, es va realitzar un altre tractament fitosanitari amb Steward i no es varen observar diferències significatives ($p=0.713$) en el nombre de captures de la setmana post-tractament i la setmana anterior al tractament.

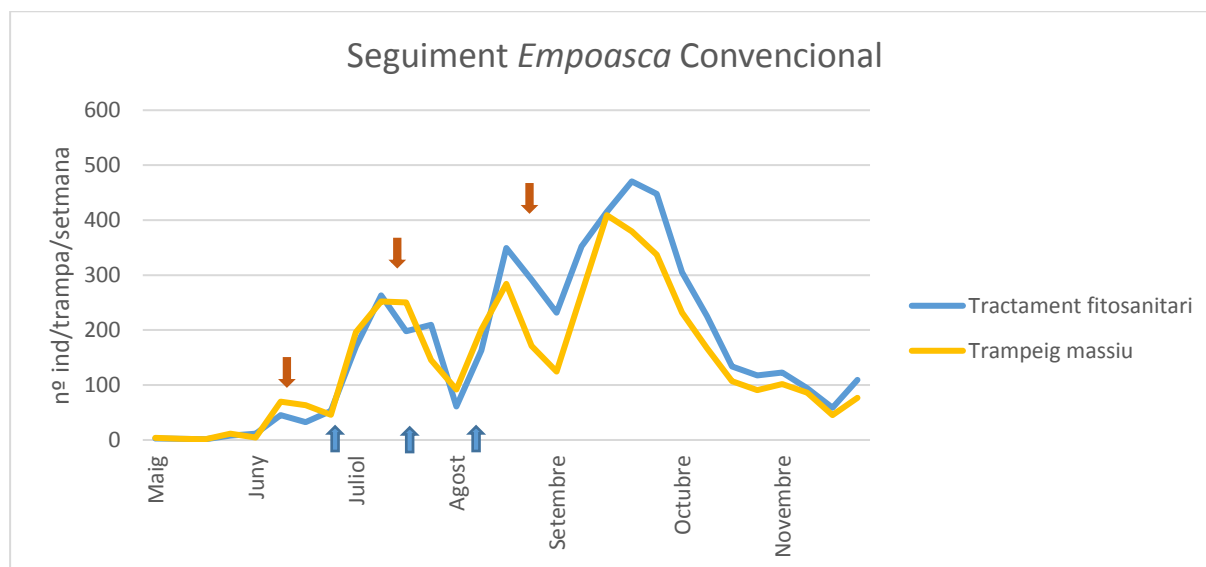


Figura 14: Corba poblacional d'*Empoasca* spp. a la finca convencional (Ca'n Parrona). Les parcel·les Cab 1 i Cab 3 representen el tractament fitosanitari i les parcel·les Cab 2 i Cab 5 el trampeig massiu. Les fletxes vermelles representen els dies que es varen fer els tractaments fitosanitaris i les blaves els dies que es va regar..

La primera setmana d'Agost es va produir una baixada natural de les poblacions, probablement deguda a les altes temperatures d'aquesta setmana, on es va arribar als 28 °C de mitja diària que és el valor més alt registrat durant l'estudi. A causa d'aquestes temperatures es va decidir regar, fet que va provocar una millora de les condicions del cultiu i per tant un increment de les captures. A finals d'aquest mes es va realitzar un tractament amb Steward però només a una de les parcel·les, ja que la collita es va avançar i no es podrien complir els terminis de seguretat del producte.

Reineke i Hauck (2012) varen estudiar el desenvolupament larvari a diferents temperatures i afirmen que les temperatures òptimes de creixement varien entre 13-15 °C la mínima i 23-25°C la màxima. També varen observar, al laboratori, una gran mortalitat de larves i ous quan es superaven el 30°C però en el present estudi no s'ha observat aquesta mortalitat al camp sinó una disminució de l'activitat dels adults. Per una altra banda, al mes de juliol les pluges varen ser escasses i l'estrès hídric de la planta fa augmentar la temperatura de les fulles i per tant disminuir l'activitat d'*Empoasca vitis* (Decante & van Helden, 2006)

A mitjan Setembre s'observà el pic més elevat de captures, aquest es deu a la baixada de temperatura i a les pluges registrades en aquell mes. Després s'observà una baixada progressiva de la població, que s'atribueix a la caiguda de fulles, a causa de que la planta inicia la seva aturada durant l'hivern i (Decante & Van Helden, 2008)

4.2.2 Seguiment a les finques ecològiques (Ca'n Cervi i Ca'n Pau)

Les parcel·les ecològiques (Fig.15) presentaren una corba poblacional diferent a la finca convencional. Durant les primeres setmanes d'estudi les poblacions varen ser molt baixes però a principi del mes de Juny varen augmentar. Es va decidir aplicar Azadiractina, però el tractament no va ser efectiu, ja que no es presentaven diferències significatives entre les setmanes pre i post-tractament ($p=0.0682$).

La segona setmana de Juliol es va produir un pic poblacional i el propietari va decidir aplicar Azadiractin i brou bordelès a totes les parcel·les (inclosa la part de trampeig massiu). Les tres parcel·les presentaren una disminució significativa de la població ($p<0.001$). En el cas de la finca de Ca'n Pau, tant la part de trampeig massiu com la de tractament, la població d'*Empoasca vitis* s'estabilitza fins al final de l'estudi, presentant valors que no superen els 35 ind/trampa/setmana.

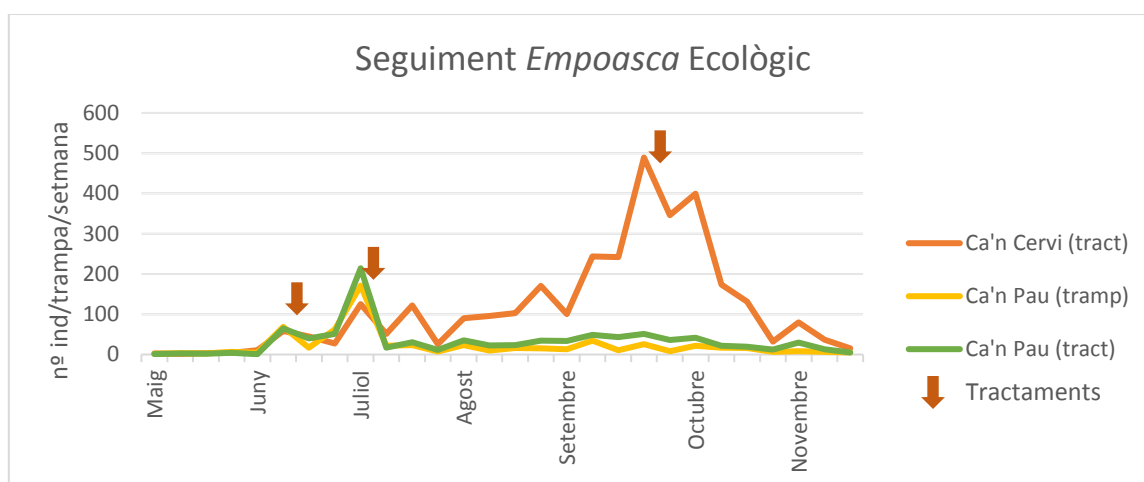


Figura 15: Corba poblacional d'*Empoasca* spp a la finca ecològica, tant a la finca de Ca'n Pau com la de Ca'n Cervi. Les fletxes marrons representen els dies que es varen fer el tractaments fitosanitaris..

Les poblacions de la finca de Ca'n Cervi varen ser molt més elevades, respecte a les de Ca'n Pau, presentant un pic poblacional al mes de Setembre, similar al pic presentat per les finques d'agricultura convencional. Aquest pic es va produir per la millora de les condicions del cultiu al disminuir la temperatura i augmentar la humitat com a conseqüència de les pluges. El propietari va decidir tractar amb Azadiractin i Coure a totes les parcel·les ecològiques (Ca'n Pau i Ca'n Cervi) per prevenir l'atac d'*Empoasca* el pròxim any. No s'aprecien diferències significatives durant la setmana pre i post- tractament ($p= 0,489$), però sí que s'observà una disminució posterior de la població que és el resultat de la caiguda de la fulla de la vinya abans de la letargia hivernal (Decante & Van Helden, 2008).

4.2.3 Seguiment de nimfes

A la figura 16 es poden observar els resultats del mostreig de nimfes a les fulles de vinya. Les nimfes tenen una mobilitat menor que els adults i per tant es poden detectar i contar més fàcilment.

A la finca convencional, el nombre de nimfes/planta més elevat va coincidir amb el primer pic poblacional de la temporada, durant el mes de Juliol (Fig. 14), mentre que a la finca ecològica va coincidir amb el pic durant el mes de Setembre (Fig.15).

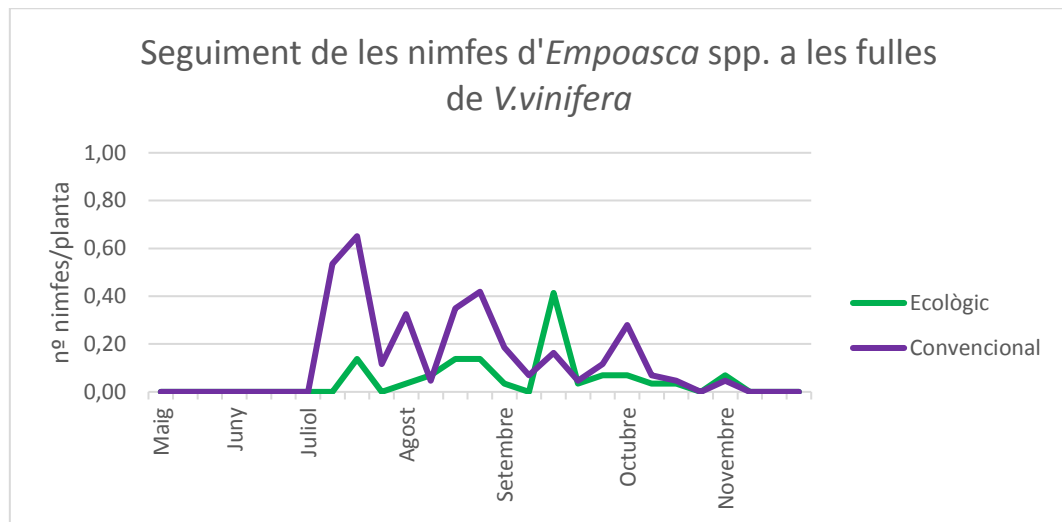


Figura 16: Seguiment del nombre de nimfes d'*Empoasca* spp. a fulles de vinya a les finques convencional i ecològiques.

El mostreig de nimfes no ha demostrat ser una tècnica viable, ni densitat depenent de la població d'*Empoasca*, a causa de que no reflexa la població d'adults capturats amb les trampes cromotròpiques. Els resultats obtinguts en tots els mesos han estat per davall 1 nimfa/planta, per tant davall del llindar de tractament mentre que les poblacions d'adults capturats amb les trampes superaven àmpliament el llindar de 200 adults/trampa. La utilització d'altres tècniques, com ara l'ús d'aspiradors podria determinar una major eficàcia en el mostreig de les nimfes.

4.2.3 Seguiment dels adults d'*Empoasca* spp. a les diferents varietats

S'ha analitzat el nombre de captures a les dues varietats de vinya (Fig. 17), on s'observen diferències significatives entre elles ($p < 0.001$). La varietat 'Cabernet sauvignon' presentà un major nombre d'individus capturats a les trampes grogues i una major sensibilitat a l'atac d'*Empoasca*.

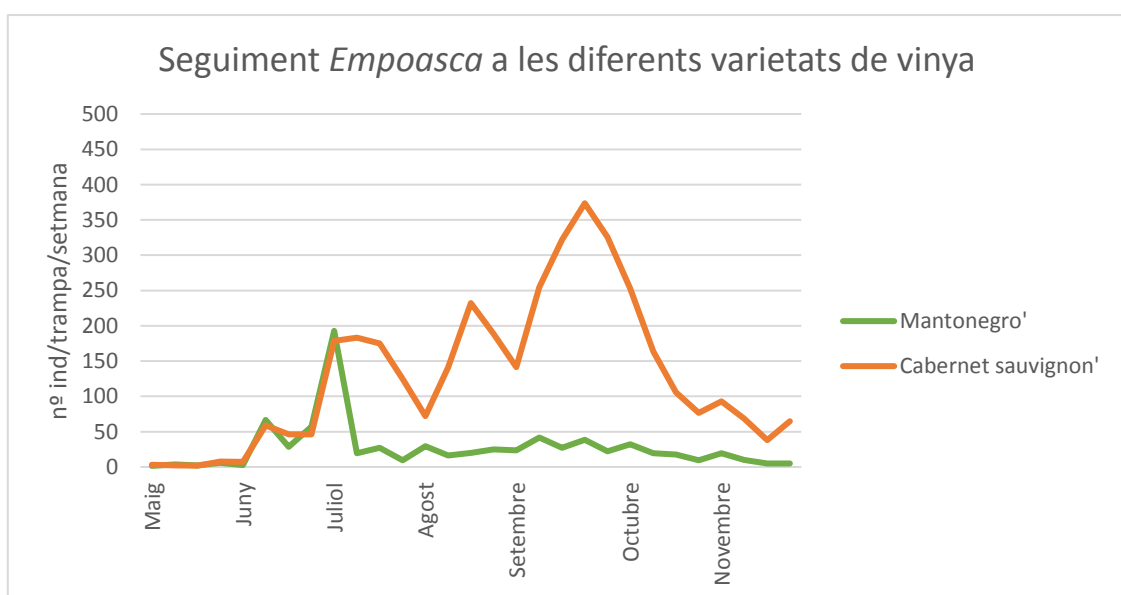


Figura 17: Corba poblacional d'*Empoasca* spp. a les diferents varietats de vinya estudiades.

La varietat 'Manto negro' presentà valors inferiors a 50 ind/trampa/setmana des del mes de Juliol i per tant mostra una estacionalitat de la plaga completament diferent a la detectada en la varietat 'Cabernet sauvignon'. Els resultats obtinguts en aquest estudi durant una temporada de cultiu de les dues varietats posa de manifest les preferències del mosquit verd en quan a les varietats. Cal dir que a agricultura ecològica, la parcel·la de Ca'n Cervi cultivada amb 'Cabernet sauvignon' va tenir un nivell d'infestació molt similar a les parcel·les de producció convencional de la mateixa varietat (Fig. 15). Pareix evident per tant que el tipus de varietat té un paper important en la presència i evolució de la plaga. Una possible explicació és l'adaptació a l'entorn de les diferents varietats. De fet, la varietat 'Manto negro' presenta una distribució molt ampla i un caràcter prioritari a l'illa de Mallorca, d'on és una varietat autòctona. És molt probable per tant que 'Manto negro' presenti una major adaptació a les condicions mediterrànies, com podria ser el clima o les condicions del sòl, i tot això faci que presenti una major resistència a l'atac d'*Empoasca* o que sigui una varietat de baixa preferència per part d'aquest insecte. Per una altra banda, la varietat 'Cabernet sauvignon' prové de les terres d'argila vermella de França, zona amb un clima on les precipitacions són més abundants i les temperatures no són tan elevades. Aquesta varietat ha estat introduïda recentment (Martorell et al, 2012) a Mallorca a diferència de 'Manto negro' i les seves característiques la poden fer més susceptible a l'atac d'*Empoasca*. A altre països de la conca Mediterrània, com ara Itàlia, també s'han trobat diferències d'infestació i sensibilitat a distintes varietats de vinya enfront al mosquit verd. Com a exemple destaquem el treball de Fornasiero, et al. (2015) a on comprovaren la sensibilitat de 12 varietats de raïm negre i 17 de raïm blanc durant 4 anys. El resultats obtinguts mostraren diferències clares entre varietats, les més afectades foren 'Carménère' i 'Syrah' i les menys 'Cabernet sauvignon', 'Barbera' i 'Pinot Gris'. Seria necessari dur a terme futurs estudis a mig termini en els que les sensibilitat de varietats autòctones, com la 'Manto negro', es pogués comparar amb d'altres varietats introduïdes a les Balears.

Altres aspectes de les varietats que poden influir en la sensibilitat enfront del mosquit verd són per exemple la seva preferència per fulles vigoroses i fullatge dens, mentre que la densitat en la pilositat de les fulles no té efecte en l'activitat d'oviposició de l'insecte a les fulles (Pavan & Picotti, 2009).

4.3 Eficàcia del control d'*Empoasca* spp.

Segons diferents estudis, el gènere *Empoasca* presenta grans migracions (Decante & van Helden, 2006; Emmen & Fleischer, 2004). El fet de que després d'un tractament no s'observi una disminució de les poblacions es pot deure a que hi ha una contínua entrada d'adults des de les parcel·les adjacents, i per tant disminueixen l'eficàcia dels tractaments fitosanitaris. Al cas de la finca convencional, les parcel·les de tractament i trampeig massiu es troben una devora l'altra i la migració de l'insecte d'una parcel·la a l'altre és molt senzilla. En canvi, a la finca de Ca'n Pau a ecològic (Fig.4), el mes de Juliol es va aplicar el producte a tota la parcel·la, inclosa la part de trampeig massiu. Això, unit al possible efecte de la varietat (apartat 4.2.3) va influir molt possiblement a una disminució dels adults de mosquit verd a la parcel·la. L'estat fisiològic de la planta també pot haver determinat la baixa preferència d'*Empoasca* enfront d'aquest cultiu, a causa de que les parres no es varen regar en cap moment de l'any a diferència de les varietats incloses a la parcel·la de producció convencional.

En quant a l'eficàcia del trampeig massiu, no es varen trobar diferències significatives ($p=0.123$) amb les poblacions de mosquit verd registrades a les parcel·les de tractament fitosanitari. El trampeig massiu no ha resultat per tant eficaç en la disminució de poblacions d'*Empoasca* al cultiu, si bé s'ha de tenir en compte que aquest resultat poden estar influenciat per la elevada taxa de migració dels adults de mosquit verd des de els cultius adjacents. S'ha de tenir en compte que s'ha fet una comparació relativa de l'eficàcia, ja que no es podia comptar amb un vertader control per mor de que totes les parcel·les es dedicaven a activitat comercial i lògicament la producció no es podia posar en risc. Les activitats dels propietaris també han modificat les condicions inicial del disseny experimental, de fet, les parcel·les d'agricultura ecològica dedicades al trampeig massiu varen ser tractades amb insecticides com s'apunta a l'apartat 4.2.2.

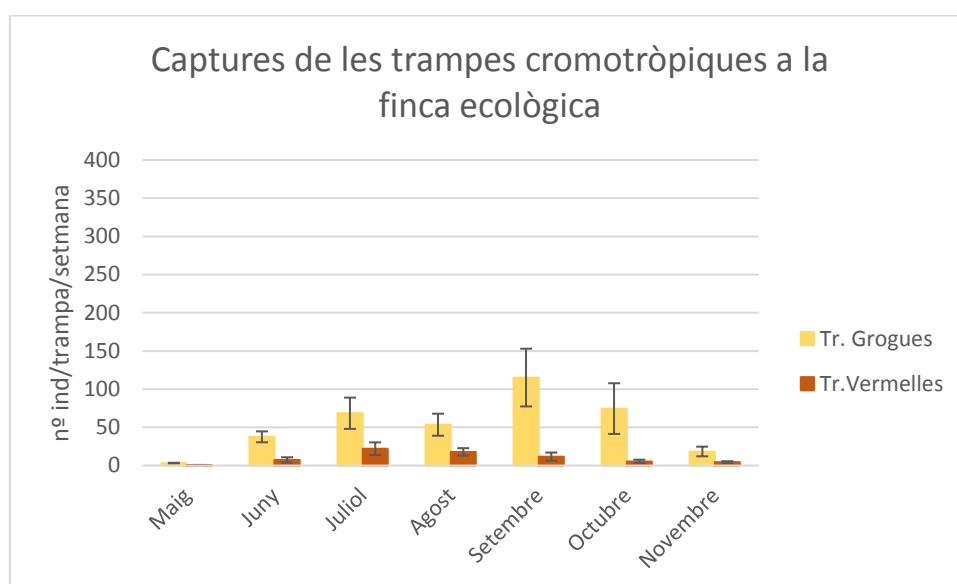


Figura 17: Comparació de la mitja de les captures mensuals del trapes grogues i vermelles utilitzades pel seguiment de la població d'*Empoasca* spp. a la finca ecològica

Quan es comparen les trapes grogues i vermelles que se varen dedicar al seguiment de la població d'*Empoasca* (Fig. 17 i 18) s'han trobat diferències significatives ($p < 0.001$), en el nombre de captures, tant a ecològic ($p < 0.001$) com a convencional ($p < 0.001$). Això posa de manifest també la baixa eficàcia de captura de les trapes vermelles en comparació amb les trapes de color groc. De fet, a la finca ecològica (Fig.17) les trapes grogues han capturat un 534% més que les trapes vermelles, mentre que a la finca convencional (Fig.18) s'han recollit un 412% més d'individus a les trapes grogues que a les vermelles. Les trapes vermelles han demostrat per tant ser poc indicades per la captura d'*Empoasca* a les condicions de la vinya de Mallorca.

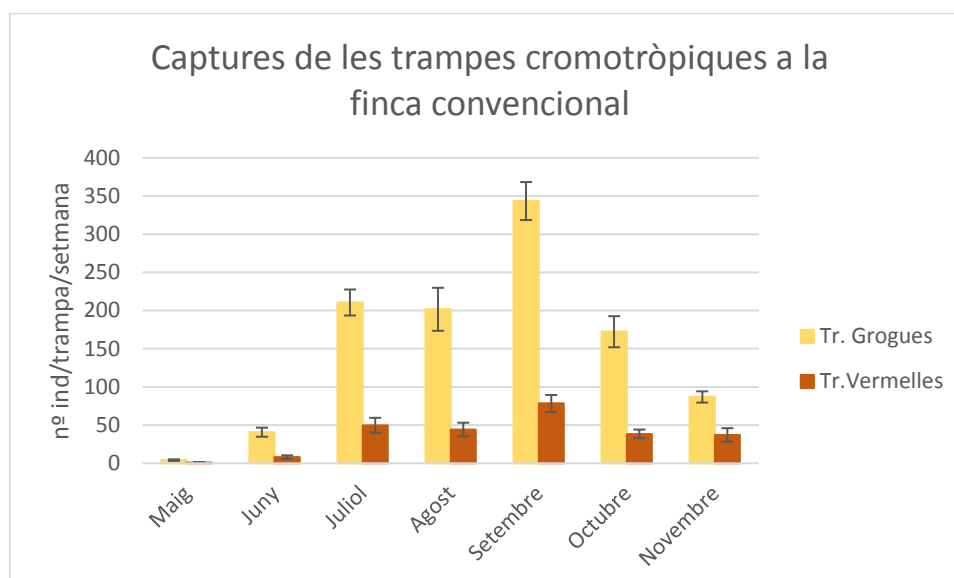


Figura 18: Comparació de la mitja de les captures mensuals del tramps grogues i vermelles utilitzades pel seguiment de la població d'*Empoasca* spp. a la finca convencional

4.4 Produccions i danys de la planta.

A la taula 5 es representa la producció de fruit (kg/ha) i el percentatge de plantes que presentaren símptomes d'*Empoasca* spp. A la finca ecològica s'observà un percentatge menor (14-15%) d'afectació que es relaciona amb el menor nombre de captures de cicadèlids, en comparació amb la finca convencional (39-43 %). També s'observa una menor quantitat de raïm produït.

Taula 5: Taula resum de la producció de rem i del nombre de plantes afectades per *Empoasca* spp. a les diferents parcel·les de les finques d'estudi

		Producció (kg/ha)	% plantes afectades
Ecològic	Tractament	5416,55	14,19
	Trampeig massiu	7181,08	15,11
Convencional	Tractament	8981,86	43,82
	Trampeig massiu	8108,81	39,41

Aquests resultats concorden amb els obtinguts a les corbes poblacionals de les finques (Fig.14 i 15), les parcel·les ecològiques han presentat un menor nombre de captures d'*Empoasca* i un percentatge menor de plantes afectades però s'ha obtingut una menor producció en relació a la finca convencional. La parcel·la ecològica de tractament (Taula 5) va presentar un valor molt baix de producció, això també es pot deure a que aproximadament un 80% de les plantes de la parcel·la de Ca'n Cervi són positives al virus GLRVA-3. Aquest virus afecta a la qualitat i a la producció del fruit, per tant podria ser la causa de la baixa producció de Ca'n Cervi (Fuchs et al., 1979).

A la finca convencional s'observà un percentatge major de les plantes afectades però la producció és major que a les finques ecològiques. Aquesta diferència es pot deure al maneig de les finques, és a dir al mètode convencional o ecològic.

4.4.1 Produccions i danys segons les varietats

La producció de fruit a les dues varietats es molt semblant, el percentatge d'afectació és més elevat a la varietat 'C. sauvignon'. Aquesta diferència es deu a la varietat, com ja s'ha comentat a l'apartat anterior (4.2.3), la varietat 'Cabernet sauvignon' presenta major sensibilitat a l'atac d'*Empoasca* spp. en comparació a 'Manto negro'. La varietat 'Manto negro' està millor adaptada a les condicions mediterrànies que la varietat francesa.

Taula 6: Taula resum de la producció de rem i del nombre de plantes afectades per *Empoasca* spp. a les diferents varietats de vinya estudiades.

Varietat	Producció (kg/ha)	% plantes afectades
'Manto negro'	7181,09	14,06
'Cabernet sauvignon'	7817,21	38,41

5. CONCLUSIONS

1. En general s'han detectat dos períodes d'abundància estacional d'*Empoasca* a vinya, un primer durant el mesos de Juny i Juliol, i un segon més elevat, durant el mes de Setembre.
2. Durant tot l'estudi, les captures d'*Empoasca* a la finca convencional han estat majors que a la finca ecològica, presentant la primera el major pic poblacional el mes de Setembre. La finca ecològica de Ca'n Pau ha presentat un únic pic durant la primera setmana de Juliol, en canvi la finca de Ca'n Cervi el presentà durant el mes de Setembre, coincidint amb la finca convencional.
3. El seguiment de nimfes a les fulles no ha demostrat ser un mètode efectiu pel seguiment de les poblacions d'*Empoasca* spp. ni per la determinació del llindar de tractament.
4. Les trapes vermelles no han demostrat ser efectives pel control ni pel seguiment d'*Empoasca* a la vinya. No són per tant recomanables ni per trampeig massiu ni per seguiment de la plaga.
5. Els tractaments fitosanitaris a les finca convencional no han disminuït les poblacions d'*Empoasca* spp. probablement per l'efecte de la migració de l'insecte des de les parcel·les adjacents. En canvi, a la finca ecològica de Ca'n Pau pareix que l'efecte dels tractaments a totes les parcel·les, juntament amb el tipus de varietat, el maneig del cultiu i l'estat fisiològic del mateix, han determinat una menor presència de la plaga al cultiu.
6. Hi ha clares indicacions de que l'abundància poblacional d'*Empoasca* està influenciada pel tipus de varietat. En aquest estudi la varietat 'Cabernet sauvignon' presentà una major sensibilitat a l'atac d'*Empoasca* spp. que 'Manto negro'.
7. El percentatge de plantes afectades presenta un valor directament proporcional al nombre de captures d'*Empoasca* spp. En canvi, la producció es veu afectada per altres factors apart de les poblacions d'*Empoasca* spp., com podrien ser virus, la varietat de vinya o el maneig de la finca.

6. BIBLIOGRAFIA

- Backus, E. A., Serrano, M. S., & Ranger, C. M. (2005). Mechanisms of hopperburn: An Overview of Insect Taxonomy, Behavior, and Physiology. *Annual Review of Entomology*, 50(1), 125–151.
- Böll, S., & Herrmann, J. V. (2004). A long-term study on the population dynamics of the grape leafhopper (*Empoasca vitis*) and antagonistic mymarid species. *Journal of Pest Science*, 77(1), 33–42.
- Decante, D., & van Helden, M. (2006). Population ecology of *Empoasca vitis* (Göethe) and *Scaphoideus titanus* (Ball) in Bordeaux vineyards: Influence of migration and landscape. *Crop Protection*, 25(7), 696–704.
- Decante, D., & Van Helden, M. (2008). Spatial and temporal distribution of *Empoasca vitis* within a vineyard. *Agricultural and Forest Entomology*, 10(2), 111–118.
- Emmen, D. A., & Fleischer, S. J. (2004). Temporal and Spatial Dynamics of *Empoasca fabae* (Harris) (Homoptera : Cicadellidae) in Alfalfa. *Environmental Entomology*, 33, 890–899.
- Escalona, J. et al. (2000). Stomatal and non-stomatal of photosynthesis under water stress in field grown grapevines. *Australian Journal of Plant Physiology*, 26(85), 421–433.
- Escalona, J. et al. (2005). Recuperación de variedades minoritarias de baleares, 1–4.
- Fernández-González, M. et al. (2013). Estudio de la producción polínica en tres variedades de *Vitis vinifera* L. y su influencia en la cosecha de uva. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 20, 11–19.
- Fornasiero, et al. (2012). Effects of Irrigation on the Seasonal Abundance of *Empoasca vitis* in North-Italian Vineyards. *Horticultural Entomology*, 105(1), 176–185.
- Fornasiero, et al. (2015). Plant Resistance Relative Infestation Level and Sensitivity of Grapevine Cultivars to the Leafhopper *Empoasca vitis* (Hemiptera : Cicadellidae). *Journal of Economic Entomology*, 1–10.
- Fuchs, M., Martelli, G. P., Aldo, B., Vegetale, V., & Bari, U. O. S. (1979). Grapevine Leafroll : A Complex Viral Disease Affecting a High-Value Fruit Crop. *Plant Disease*, 98(9).
- Jones, G. V., & Davis, R. E. (2000). Climate Influences on Grapevine Phenology , Grape Composition , and Wine Production and Quality for Bordeaux , France. *Am. J. Enol. Vitic*, 51(3), 249–261.
- LA Spina, M., de Mendoza, A., Albujer, E., Gilabert, J., Badia, V., & Fayos, V. (2005). Prospección y estudio de la dinámica poblacional de cicadélidos (Hemiptera, Cicadellidae) en viñedos de las comarcas meridionales valencianas. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 31(1999), 397–406.
- Martorell, A, et al. (2012). Evolució de les varietats de raïm a les Balears. *Dossiers Agraris ICEA* , 13, 7–23.
- Pavan, F., & Picotti, P. (2009). Influence of grapevine cultivars on the leafhopper *Empoasca vitis* and its egg parasitoids. *BioControl*, 54(1), 55–63.
- Ramírez-Dávila, J., González-Andújar, J., Ma, L. M., & Ocete, R. (2005). Modelización y mapeo de la distribución espacial de las ninfas del mosquito verde *Jacobiasca lybica* (Bergevin y Zanon)(Hemiptera, Cicadellidae) en viñedo. *Boletín de Sanidad Vegetal*, 31, 119–132.
- Reineke, A., & Hauck, M. (2012). Larval development of *Empoasca vitis* and *Edwardsiana rosae* (Homoptera: Cicadellidae) at different temperatures on grapevine leaves. *Journal of Applied Entomology*, 136(9), 656–664.