

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Territorio e Sistemi Agro-Forestali

Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Viticole ed Enologiche

Distribuzione spazio-temporale di *Scaphoideus titanus* in vigneti biologici

Relatore

Prof. Carlo Duso

Correlatore

Dott. Stefan Cristian Prazaru

Laureando: Pietro Merotto

Matricola: 1223041

ANNO ACCADEMICO 2021-2022

*Alla mia famiglia, esempio straordinario di integrità e tenacia,
unica luce nei momenti più bui della mia vita.
A tutti gli educatori che, nel corso degli anni, hanno contribuito
alla mia formazione umana, culturale e professionale.*

Sommario

Riassunto	4
Abstract.....	4
1. Introduzione	5
1.1 Zona di produzione.....	5
1.2 <i>Scaphoideus titanus</i>	6
1.3 Flavescenza dorata della vite	7
1.4 Scopo della tesi.....	8
2. Materiali e metodi.....	9
2.1 Caratteristiche aziendali e metodi di campionamento	9
2.2 Analisi dei dati	11
3. Risultati	11
3.1 Fenologia	11
3.2 Dinamica spazio-temporale di <i>Scaphoideus titanus</i>	13
4. Discussione	21
5. Bibliografia	23
6. Sitografia.....	25

Riassunto

La recrudescenza della Flavescenza dorata della vite nell'area del Consorzio di Tutela Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG ha suggerito di approfondire lo studio della biologia del principale vettore, *Scaphoideus titanus*. La presente tesi ha voluto studiarne la fenologia e la distribuzione spazio-temporale. Le osservazioni sono state condotte tra maggio ed ottobre 2021 in due vigneti siti nel comune di Refrontolo, in provincia di Treviso. I dati sulla fenologia evidenziano sfasamenti anche di una settimana, tra i due siti, per quanto riguarda la comparsa e la permanenza in vigneto delle forme giovanili, la cui presenza tuttavia si è mantenuta su livelli non preoccupanti. Al contrario, la numerosità degli adulti è risultata più elevata con differenze evidenti tra i due vigneti; l'andamento delle popolazioni nei due vigneti è risultato comparabile. La distribuzione è risultata di tipo aggregato solo successivamente alla comparsa degli adulti, che rivestono un ruolo centrale sulla diffusione della malattia.

Abstract

The recent outbreak of the Flavescence dorée disease in the production area of Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG has increased the necessity to carry out further research on the biology of the main vector, *Scaphoideus titanus*. The aim of this study was to investigate the phenology and the spatial and temporal distribution of this species. Data were collected in 2021, from May to October, in two vineyards located at Refrontolo, in the province of Treviso. Phenology data show variations of about a week between the two sites as concerns the emergence and the occurrence of the nymphal instars, which were present in relatively low numbers. Conversely, the densities of adults were higher, and clear differences appeared between the two vineyards; however, the populations trends were comparable. An aggregate distribution pattern appeared after the emergence of adults that have a key role in the spread of the disease.

1. Introduzione

1.1 Zona di produzione

L'area di produzione del Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore DOCG si estende su una superficie di circa 8500 ettari, all'interno di 15 comuni della provincia di Treviso. Nei terreni collinari che caratterizzano la zona, la varietà maggiormente diffusa è la Glera, ma trovano spazio anche vitigni complementari, sia autoctoni (Perera, Verdiso, Bianchetta, Glera lunga) sia internazionali (Pinot nero, Pinot grigio, Pinot bianco, Chardonnay) (Consorzio di Tutela del Prosecco DOCG, 2022). Dal 2019, il sito "Le colline del Prosecco di Conegliano Valdobbiadene" è riconosciuto patrimonio dell'umanità da parte dell'UNESCO, dopo un iter iniziato nel 2008 (UNESCO, 2019).

Il microclima, particolarmente favorevole alla viticoltura, è influenzato dalla vicinanza con le Prealpi, che bloccano le correnti di aria fredda, e con la laguna di Venezia che favorisce il mantenimento di temperature miti. L'esposizione dei terreni vitati favorisce l'intercettazione della radiazione solare, determinando una minor bagnatura fogliare anche nei periodi più piovosi ed il verificarsi di notevoli sbalzi termici. La natura collinare degli appezzamenti, inoltre, impedisce l'insorgere di condizioni di ristagno idrico (Tomasi et al., 2013).

Tra i principali insetti ed acari fitofagi diffusi sul territorio si segnalano raghetto giallo e raghetto rosso della vite (*Eotetranychus carpini*, *Panonychus ulmi*), tignola (*Eupoecilia ambiguella*), tignoletta (*Lobesia botrana*), lepidotteri fillominatori (*Holocacista rivillei*, *Phyllocnistis vitegenella*, *Antispila oinophylla*), cocciniglia farinosa (*Planococcus ficus*) e varie cicaline, tra cui cicalina verde (*Empoasca vitis*), cicalina gialla (*Zygina rhamni*) e la cicalina vettrice della Flavescenza dorata (*Scaphoideus titanus*).

1.2 *Scaphoideus titanus*

Scaphoideus titanus (Ball, 1932) è una cicalina nearctica appartenente all'ordine degli Emitteri. È una specie monovoltina: le uova, deposte tra agosto e settembre, svernano sotto la corteccia e schiudono in maniera scalare, tra maggio e giugno; successivamente sviluppano cinque età giovanili, due come neanide e tre come ninfa (Chuche e Thiéry, 2014). A partire dalla prima decade di luglio si ha la comparsa degli adulti che permangono in vigneto fino ad ottobre inoltrato (Bocca et al., 2020). Dalla comparsa delle neanidi di prima età a quella degli adulti trascorrono, negli areali italiani, dalle 5 alle 7 settimane (Vidano, 1964). Questa cicalina è stata introdotta accidentalmente in Europa, probabilmente attraverso l'importazione di materiale vivaistico (Boudon-Padieu, 1999; Bertin et al., 2007). È stata segnalata per la prima volta in Francia nel 1958 (Bonfils e Schvester, 1960); successivamente venne riscontrata in Italia (Schvester et al., 1962; Vidano, 1964) e in Svizzera (Baggiolini et al., 1968; Clerc et al., 1997). Attualmente la specie è presente nella maggior parte delle aree viticole europee (Chuche e Thiéry, 2014).

Schaphoideus titanus è una cicalina floemomiza ampelofaga, dunque vive esclusivamente sulla vite pungendone le foglie, in modo da suggerire linfa elaborata dal floema; il comportamento alimentare, di per sé, non causa danni alle piante (Seljak, 1987). L'importanza economica di questa cicalina, tuttavia, risiede nel suo ruolo di vettore del fitoplasma agente causale della malattia denominata Flavescenza dorata della vite (*Candidatus Phytoplasma vitis*) (Schvester et al., 1963; Carraro et al., 1994; Pavan et al., 2012). A partire dal quarto stadio giovanile, infatti, è in grado di trasmettere il fitoplasma a piante sane, dopo averlo acquisito da piante infette mediante l'attività trofica. Prima che *S. titanus* sia infettivo, è necessario un periodo di incubazione di circa un mese, a partire dall'acquisizione del fitoplasma, durante il quale quest'ultimo si moltiplica e colonizza il corpo del vettore (Boudon-Padieu, 2000); le ghiandole salivari, in particolare, sono un sito di proliferazione intensa (Lefol et al., 1993, 1994); il fitoplasma viene trasmesso alle viti, tramite l'apparato boccale (Chuche e Thiéry, 2014). Recenti studi effettuati sugli adulti di *S. titanus* hanno dimostrato la loro capacità di acquisire il fitoplasma e divenire infettivi in appena 7/14 giorni su fava (*Vicia faba*) (Alma et al., 2018).

Un ruolo decisamente rilevante circa la diffusione della malattia è assunto dagli adulti (Bressan et al., 2006; Belli et al., 2010), i quali, essendo in grado di volare, possono spostarsi maggiormente all'interno delle coltivazioni e penetrare da vigneti vicini, specie se caratterizzati da una gestione della Flavescenza dorata poco accorta (Pavan et al., 2012). Inoltre, protraggono la loro presenza in vigneto

anche successivamente alla raccolta, periodo durante il quale non sono più effettuati, solitamente, trattamenti insetticidi.



Figura 1: Adulti di *S. titanus* (Pietro Merotto)

1.3 Flavescenza dorata della vite

I primi casi di Flavescenza dorata in Europa sono stati riscontrati in Francia a partire dagli anni '50; in Italia le prime segnalazioni sono degli anni '60, mentre, a partire dagli anni '80 la patologia si è ampiamente diffusa (Belli et al., 2010). Il fitoplasma era già presente in Europa, in quanto è stato identificato su ontano (*Alnus glutinosa*) (Malembic-Maher et al., 2020) e, probabilmente, è stato trasmesso alla vite da altre cicaline. A seguito dell'introduzione di *S. titanus* nel continente europeo, la patologia si è progressivamente diffusa grazie alla capacità di questa specie di fungere da vettore (Schvester et al., 1961; Malembic-Maher et al., 2020). Altre cicaline possono trasmettere il fitoplasma alla vite, tra cui *Orientus ishidae* e *Dictyophara europaea* (Mehle et al., 2010; Filippin et al., 2009)

ma, non essendo strettamente ampelofaghe, assumono un ruolo di minore importanza (Ripamonti et al., 2020).

Il fitoplasma Candidatus *P. vitis* colonizza il floema della pianta, alterandone la funzionalità; i sintomi sono: accartocciamenti, ingiallimenti/arrossamenti fogliari, filloptosi, accrescimento stentato dei germogli, mancata lignificazione, disseccamento dei grappoli ed in alcuni casi dopo pochi anni dall'infezione porta anche alla morte della pianta (Caudwell, 1964; Credi, 1989; Boudon-Padieu, 2000; Chuche e Thiéry, 2014). I sintomi, tipicamente, si manifestano nell'annata successiva l'infezione, a partire da maggio/giugno, ma in taluni casi, a seconda della varietà e, probabilmente, dell'età della pianta, si possono riscontrare periodi di latenza maggiori (Caudwell et al., 1987; Morone et al., 2007). La sensibilità del vitigno influenza notevolmente l'efficienza di trasmissione di *S. titanus*, oltre che la severità dei sintomi (Bressan et al., 2005). Si può assistere, inoltre, ad una remissione spontanea della sintomatologia, fenomeno che non appare legato alla sensibilità varietale (Morone et al., 2007); in alcune cultivar, interventi di capitozzatura o potature severe possono velocizzare la remissione dei sintomi.

1.4 Scopo della tesi

Negli ultimi anni, la recrudescenza della malattia in diversi areali italiani ha attirato l'attenzione dei viticoltori e dei ricercatori. Anche nell'area del Conegliano Valdobbiadene Prosecco DOCG si è assistito ad una crescente incidenza della patologia, che ha fatto avvertire la necessità di approfondire gli studi circa la biologia e l'ecologia del vettore, in modo da poter comprendere le cause delle pullulazioni e perfezionare le strategie di lotta.

2. Materiali e metodi

2.1 Caratteristiche aziendali e metodi di campionamento

Lo studio è stato condotto in due vigneti contigui siti nell'area di produzione del Prosecco Superiore Conegliano Valdobbiadene DOCG, nel comune di Refrontolo, in provincia di Treviso. Entrambi gli appezzamenti sono coltivati a Glera e condotti in regime biologico. Il vigneto 1, allevato a Sylvoz, aveva un'età di 15 anni ed un sesto d'impianto di 1,2 m (entro fila) x 3 m (tra le file); il vigneto 2, allevato con il metodo del doppio capovolto, aveva un'età compresa tra gli 8 e i 10 anni, con un sesto d'impianto di 1,2 m (entro fila) x 2 m (tra le file). Gli appezzamenti presentavano un'esposizione a sud / sud-est ed erano caratterizzati da una buona ventilazione. L'attività di monitoraggio è iniziata a partire dalla terza decade di maggio ed è proseguita fino ad ottobre. Per effettuare un monitoraggio omogeneo dell'intera area interessata dai due vigneti (complessivamente circa 5 ettari) sono stati individuati quaranta punti di campionamento (figura 2), in corrispondenza dei quali sono stati eseguiti i rilievi con cadenza settimanale. Durante il periodo iniziale dei campionamenti, quando si riscontravano solo forme giovanili, si esaminavano in campo dieci foglie per ciascun punto, scelte tra quelle sviluppatesi dalle gemme basali dei capi a frutto o dai succhioni, quando presenti, per verificare la presenza e la numerosità degli stadi giovanili di *S. titanus*. A partire dal ritrovamento della quinta età giovanile, si è proceduto a collocare in ogni punto una trappola cromotropica gialla Serbios (Rovigo, Italia), di dimensione 20 cm x 12,25 cm. Le trappole sono state sostituite settimanalmente. Parallelamente, si è impiegato il frapping, tramite ombrello entomologico di dimensione 100 cm x 100 cm; in ogni punto si eseguivano cinque scuotimenti e altrettanti conteggi delle forme cadute sull'ombrello entomologico. Una volta cessato il ritrovamento di forme giovanili l'attività di monitoraggio delle foglie è stata interrotta.



Figura 2: Mappa dei punti di campionamento, suddivisi tra vigneto 1 (a destra) e vigneto 2 (a sinistra)



Figura 3: Trappola cromotropica ed ombrello entomologico posizionati in uno dei punti di campionamento

2.2 Analisi dei dati

I dati raccolti con il monitoraggio eseguito nei 40 punti sono stati analizzati mediante il software “Spatial analysis by Distance IndicEs” (SADIE) (<http://www.rothamsted.bbsrc.ac.uk/pie/sadie>) (Perry et al., 1999), il quale verifica l’eventuale distribuzione e aggregazione nello spazio dell’organismo sottoposto ad analisi. Per ogni data di campionamento si è proceduto al calcolo dell’indice di aggregazione (Ia) e la sua probabilità (P) associata. La distribuzione risulta casuale se il valore di questo indice è inferiore o pari a 1, mentre per valori maggiori di 1 la distribuzione risulta aggregata. Il livello di significatività è stato posto uguale a 0,05. Sono state disegnate delle mappe di distribuzione sulla base dell’analisi di distribuzione. Queste mappe sono basate sull’indice di raggruppamento locale (v_i) stimato con il programma SADIE, dove valori $v_i > 1.5$ indicano punti di raggruppamento e valori di $v_i < - 1.5$ indicano presenza di punti di dispersione (Perry et al., 1999; Winder et al., 2019), che vengono visualizzati nelle mappe, i primi come macchie rosse ed i secondi come macchie blu. Le mappe sono state realizzate con il software Surfer 8.2 con il metodo del kriging.

3. Risultati

3.1 Fenologia

Il vigneto 1 ha presentato una minore numerosità di stadi giovanili di prima (L1) e seconda (L2) età rispetto al vigneto 2; nel vigneto 2 le catture di L1 sono iniziate con una settimana di anticipo e quelle di L2 si sono protratte di una settimana; successivamente, nel vigneto 1 le catture delle ninfe di terza età (L3) sono state più prolungate nel tempo di circa una settimana. La quarta età giovanile (L4) è comparsa con due settimane di ritardo nel vigneto 1 rispetto al vigneto 2 mentre le catture della quinta età (L5) sono iniziate con una settimana di anticipo nel vigneto 1 rispetto al vigneto 2. Il medesimo andamento si è riscontrato per quanto riguarda gli adulti. In entrambi i siti, comunque, le catture degli adulti hanno fatto registrare un primo picco il 30/07, che nel vigneto 2 è poi andato a plateau, per poi registrare un secondo picco di catture il 13/08; anche in questo caso nel vigneto 2 le catture sono rimaste stabili per una settimana prima di iniziare successivamente a diminuire, anche se la decrescita si è in seguito arrestata e la presenza di adulti è risultata maggiormente prolungata nel tempo rispetto al vigneto 1.

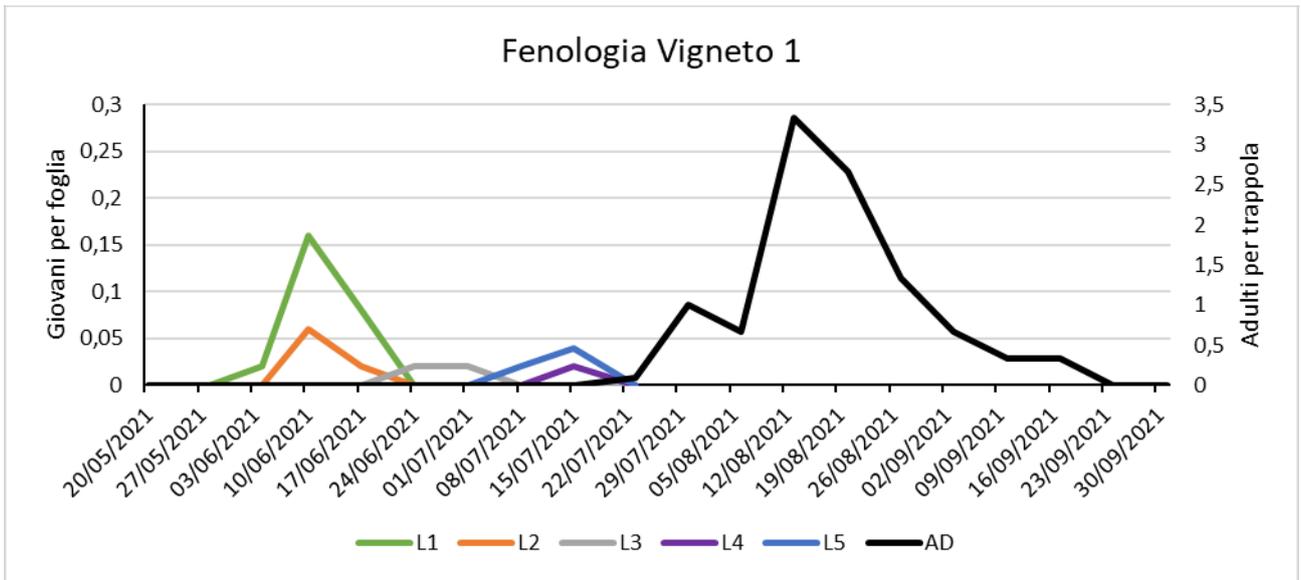


Figura 4: Andamento delle forme giovanili e degli adulti nel vigneto 1

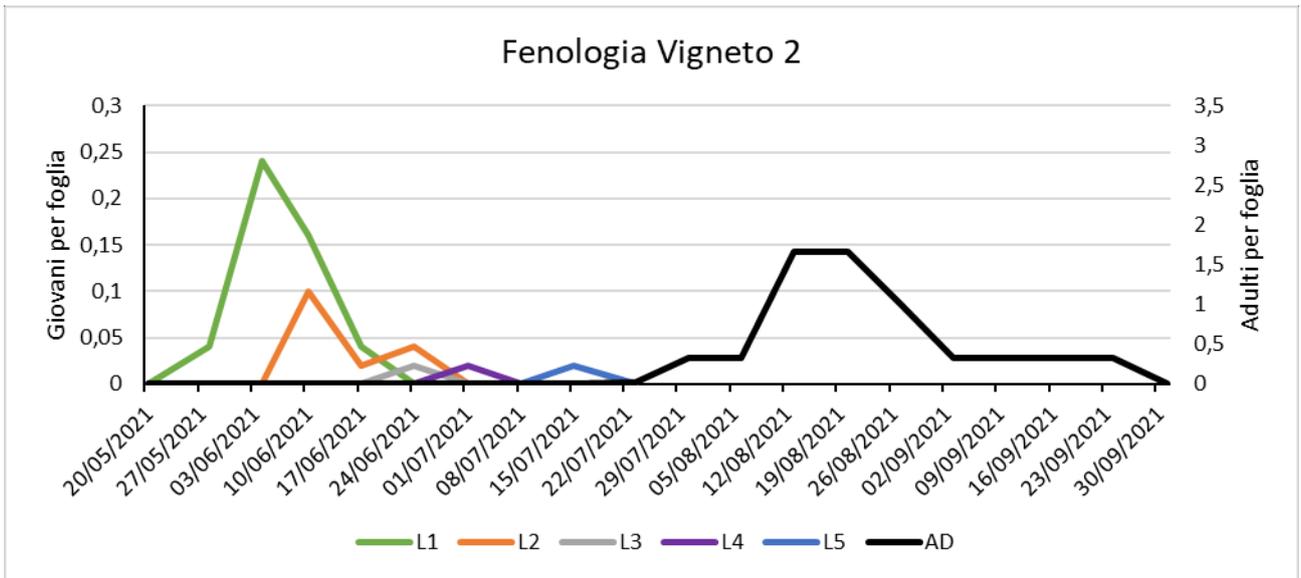


Figura 5: Andamento delle forme giovanili e degli adulti nel vigneto 2

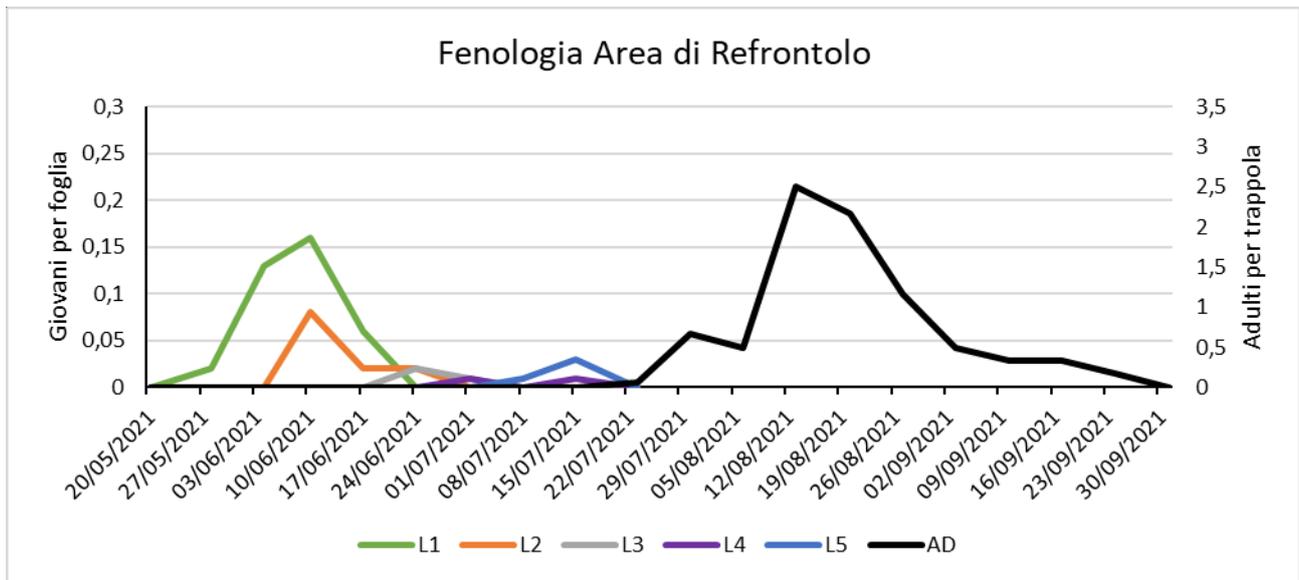


Figura 6: Andamento delle forme giovanili e degli adulti nell'area oggetto di studio

3.2 Dinamica spazio-temporale di *Scaphoideus titanus*

Dall'analisi delle catture si evince come la distribuzione dell'insetto appaia aggregata unicamente nel mese di agosto: si evidenziano due aree di aggregazione nei rilievi effettuati il 30/07 ed il 6/08 per quanto riguarda le catture su trappola e tramite frappinge; successivamente, in data 20/08, appare un'altra zona di aggregazione dalle catture su trappola. I focolai sono rimasti localizzati principalmente nel vigneto 1 ove nel tempo, si sono estesi progressivamente. Le aree di dispersione sono state localizzate principalmente nel vigneto 2.

<i>Data</i>	<i>Pa</i>	<i>la</i>	<i>v_j</i>	<i>v_i</i>	<i>P(v_j)</i>	<i>P(v_i)</i>
18-giu	0.1329	1.226	-1.206	1.353	0.1565	0.067
25-giu	0.7483	0.844	-0.833	0.846	0.7679	0.7694
02-lug	0.4543	0.979	-0.953	1.109	0.5239	0.3114
09-lug	0.0164	1.545	-1.578	1.401	0.0161	0.0451
16-lug	0.056	1.386	-1.396	1.414	0.0565	0.0464

Tabella 1: Analisi della dinamica spazio-temporale degli stadi giovanili di *S. titanus* rilevati sulle foglie.

<i>Data</i>	<i>Pa</i>	<i>la</i>	<i>mean v_j</i>	<i>mean v_i</i>	<i>P(mean v_j)</i>	<i>P(mean v_i)</i>
23-lug	0.1569	1.204	-1.186	1.319	0.1859	0.0783
30-lug	0.0623	1.373	-1.373	1.514	0.061	0.0208
06-ago	0.0027	1.783	-1.793	1.877	0.0035	0.0022
13-ago	0.7101	0.866	-0.863	0.894	0.7081	0.642
20-ago	0.0654	1.367	-1.364	1.363	0.0685	0.0639
03-set	0.7433	0.846	-0.823	1.005	0.7769	0.4275
10-set	0.3704	1.022	-1.007	0.999	0.4433	0.8103

Tabella 2: Analisi della dinamica spazio-temporale degli adulti di *S. titanus* rilevati mediante frappe.

Nel rilievo effettuato in data 30/07, le catture ottenute tramite frappage hanno evidenziato la comparsa di una prima zona di aggregazione, localizzata nel vigneto 1; in data 6/08 appare evidente l'allargamento del focolaio.

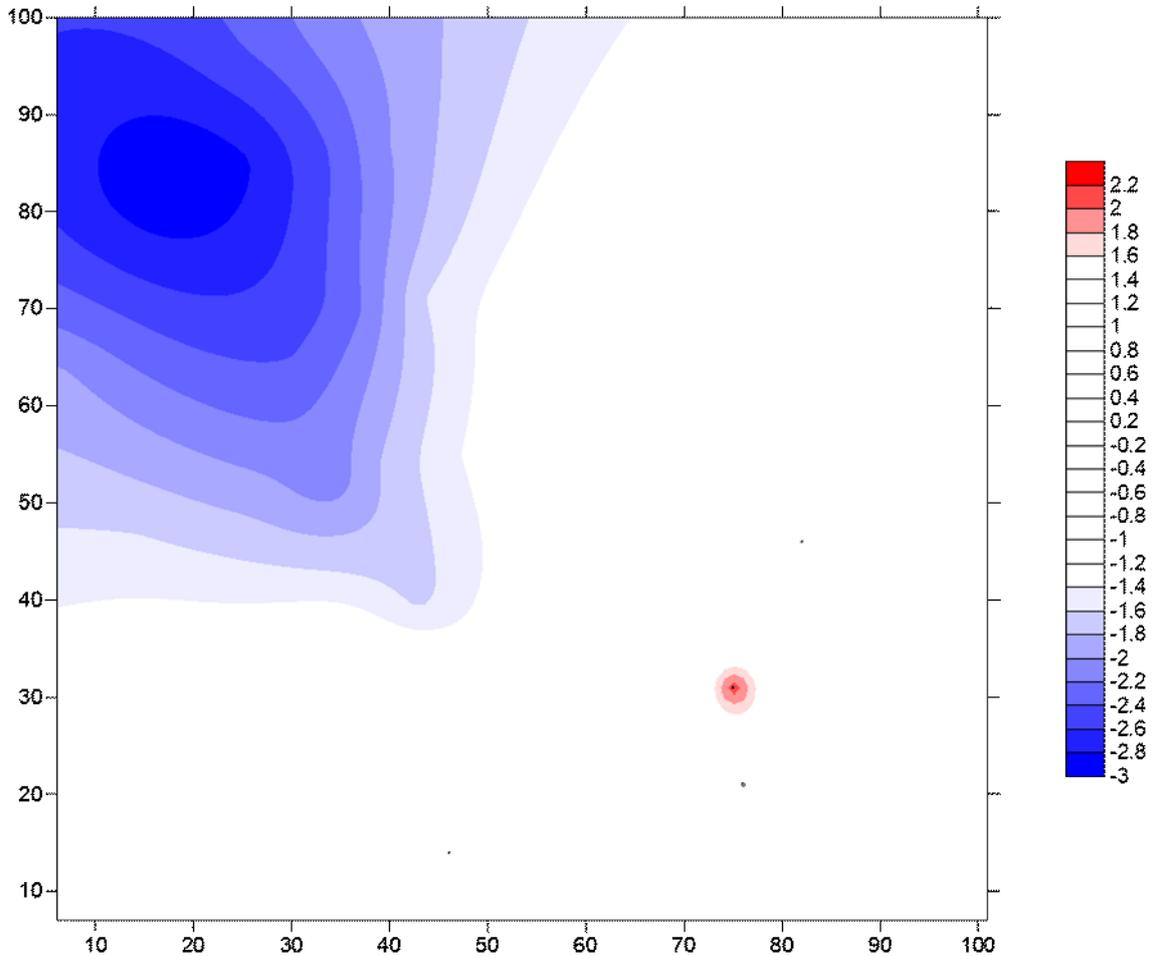


Figura 7: Rappresentazione grafica della distribuzione spaziale dei *S. titanus* campionati mediante frappage nell'area di Refrontolo in data 30 luglio. L'area nei diversi toni del rosso rappresenta una zona di aggregazione (punti con una importante presenza di insetti), l'area in blu rappresenta una zona di dispersione (punti dove non sono stati trovati insetti o in numero molto basso), le zone in bianco rappresentano zone dove la distribuzione è casuale.

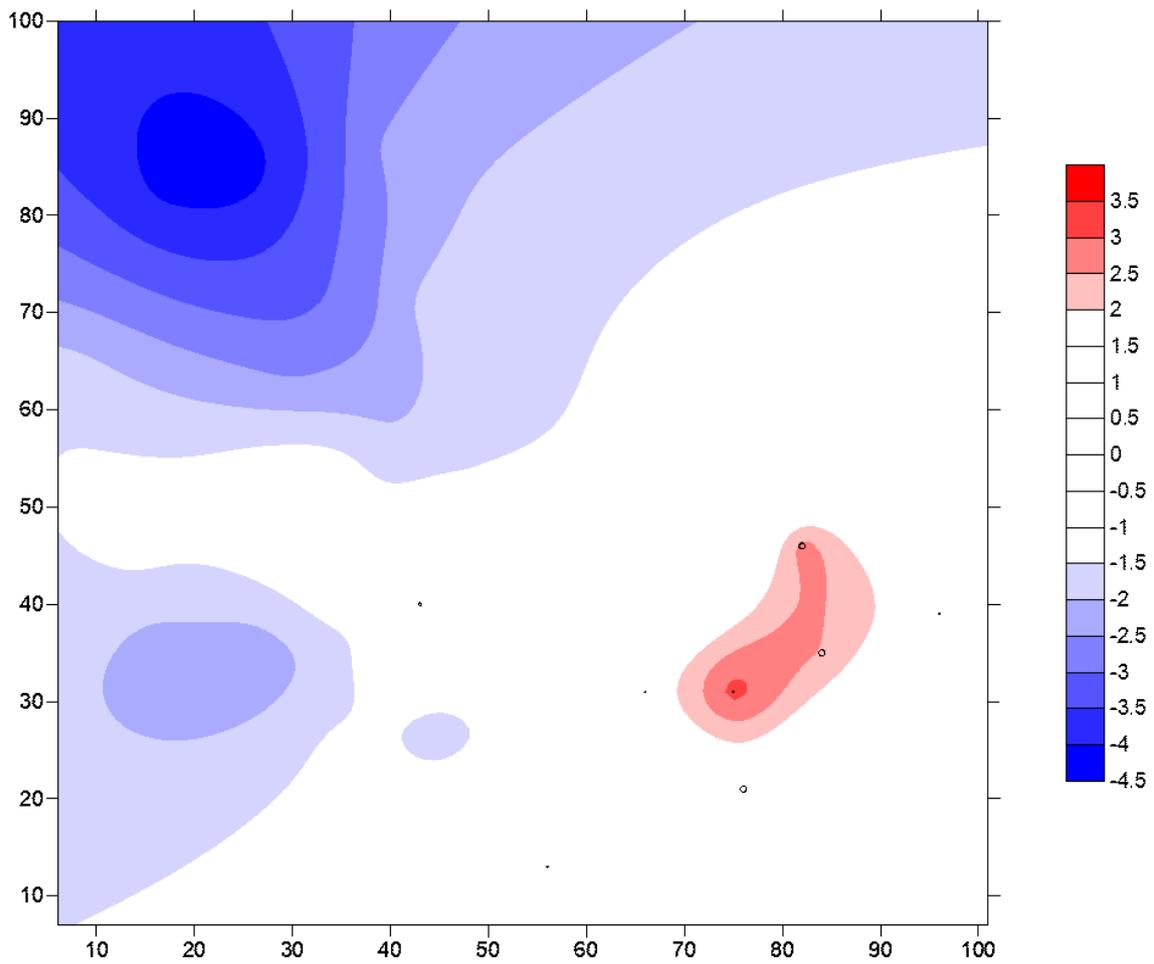


Figura 8: Rappresentazione grafica della distribuzione spaziale dei *S. titanus* campionati mediante frappe nell'area di Refrontolo in data 6 agosto. L'area nei diversi toni del rosso rappresenta una zona di aggregazione (punti con una importante presenza di insetti), l'area in blu rappresenta una zona di dispersione (punti dove non sono stati trovati insetti o in numero molto basso), le zone in bianco rappresentano zone dove la distribuzione è casuale.

<i>Data</i>	<i>Pa</i>	<i>la</i>	<i>mean v_j</i>	<i>mean v_i</i>	<i>P(mean v_j)</i>	<i>P(mean v_i)</i>
16-lug	0.025	1.505	-1.534	1.308	0.0204	0.0825
23-lug	0.159	1.206	-1.187	1.125	0.1698	0.2485
30-lug	0.0002	2.048	-2.092	2.007	0.002	0.0002
06-ago	0.001	1.965	-2.016	1.887	0.004	0.001
13-ago	0.0218	1.502	-1.474	1.285	0.034	0.0932
20-ago	0.0017	1.888	-1.915	1.753	0.0005	0.005
28-ago	0.0476	1.383	-1.387	1.239	0.0483	0.1133
03-set	0.0466	1.413	-1.453	1.304	0.0339	0.0774
10-set	0.4724	0.973	-0.96	0.956	0.4905	0.5081
17-set	0.6052	0.913	-0.93	0.908	0.5638	0.6316
24-set	0.4634	0.996	-0.984	0.997	0.4711	0.9891
01-ott	Nessun <i>S. titanus</i> trovato					

Tabella 3: Analisi della dinamica spazio-temporale degli adulti di *S. titanus* rilevati sulle trappole.

Nel rilievo effettuato in data 30/07, le catture su trappola hanno evidenziato la comparsa di tre zone di aggregazione, di cui due localizzate nel vigneto 1 e una tra il vigneto 1 e il vigneto 2; l'area più estesa è situata in alcuni filari di bordo del vigneto 1. In data 06/08, appare un'unica zona di aggregazione, localizzata nel vigneto 1, ma spostata più internamente.

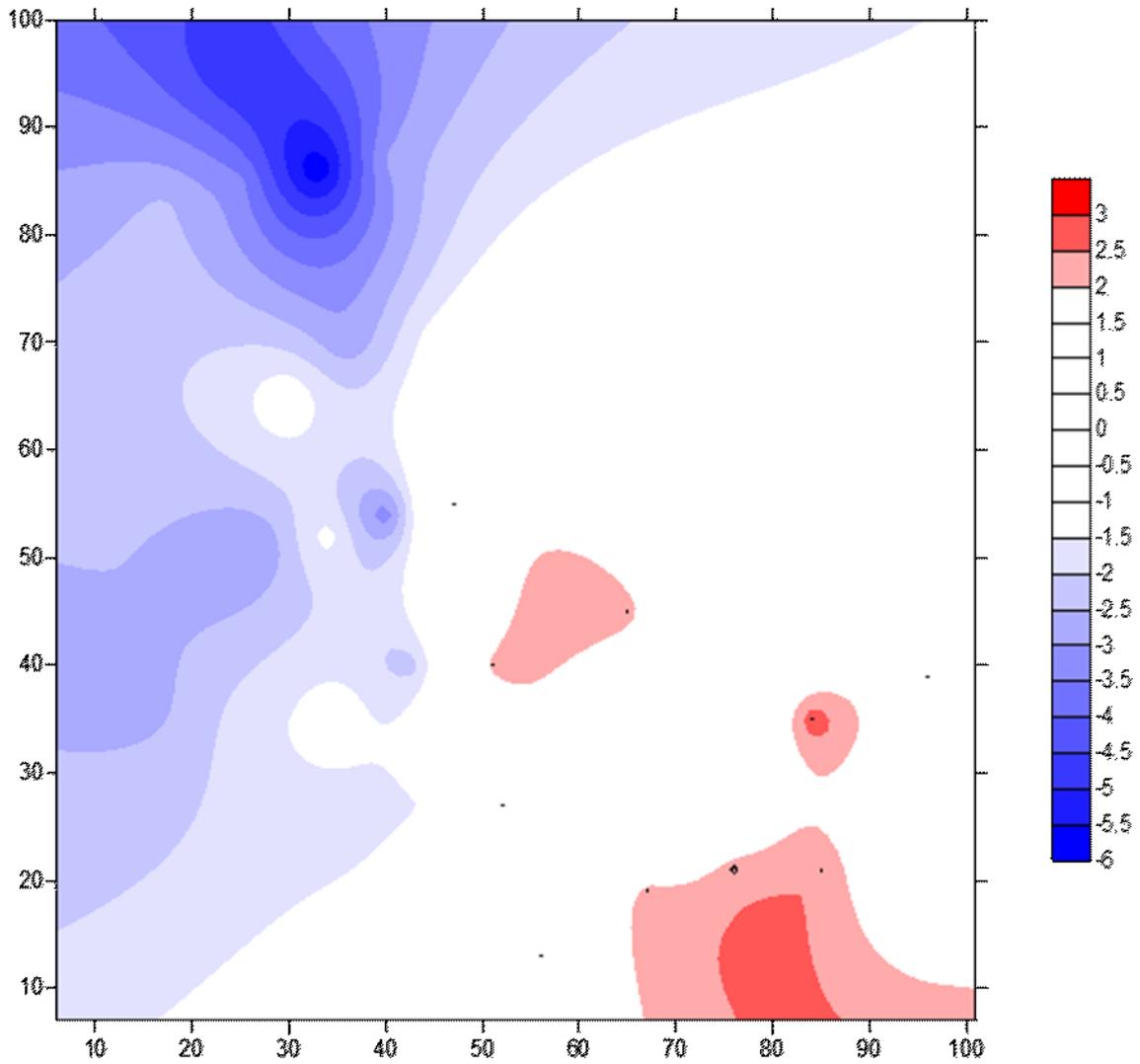


Figura 9: Rappresentazione grafica della distribuzione spaziale dei *S. titanus* ritrovati su trappola nell'area di Refrontolo in data 30 luglio. L'area nei diversi toni del rosso rappresenta una zona di aggregazione (punti con una importante presenza di insetti), l'area in blu rappresenta una zona di dispersione (punti dove non sono stati trovati insetti o in numero molto basso), le zone in bianco rappresentano zone dove la distribuzione è casuale.

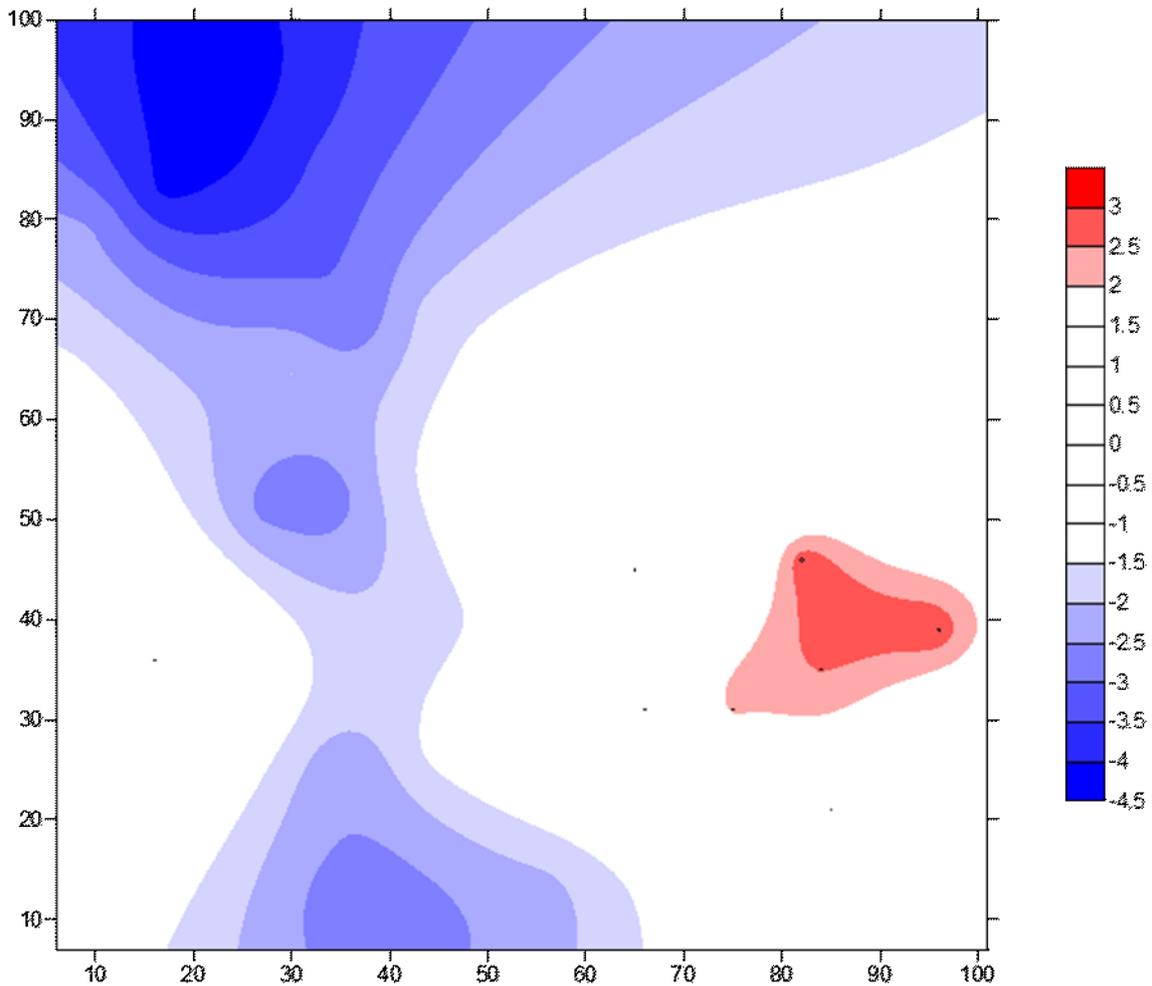


Figura 10: Rappresentazione grafica della distribuzione spaziale dei *S. titanus* ritrovati su trappola nell'area di Refrontolo in data 06 agosto. L'area nei diversi toni del rosso rappresenta una zona di aggregazione (punti con una importante presenza di insetti), l'area in blu rappresenta una zona di dispersione (punti dove non sono stati trovati insetti o in numero molto basso), le zone in bianco rappresentano zone dove la distribuzione è casuale.

In data 20/08, le catture su trappola denotano la presenza di una zona di aggregazione piuttosto estesa nel vigneto 1, anche se caratterizzata da diversi gradienti d'intensità.

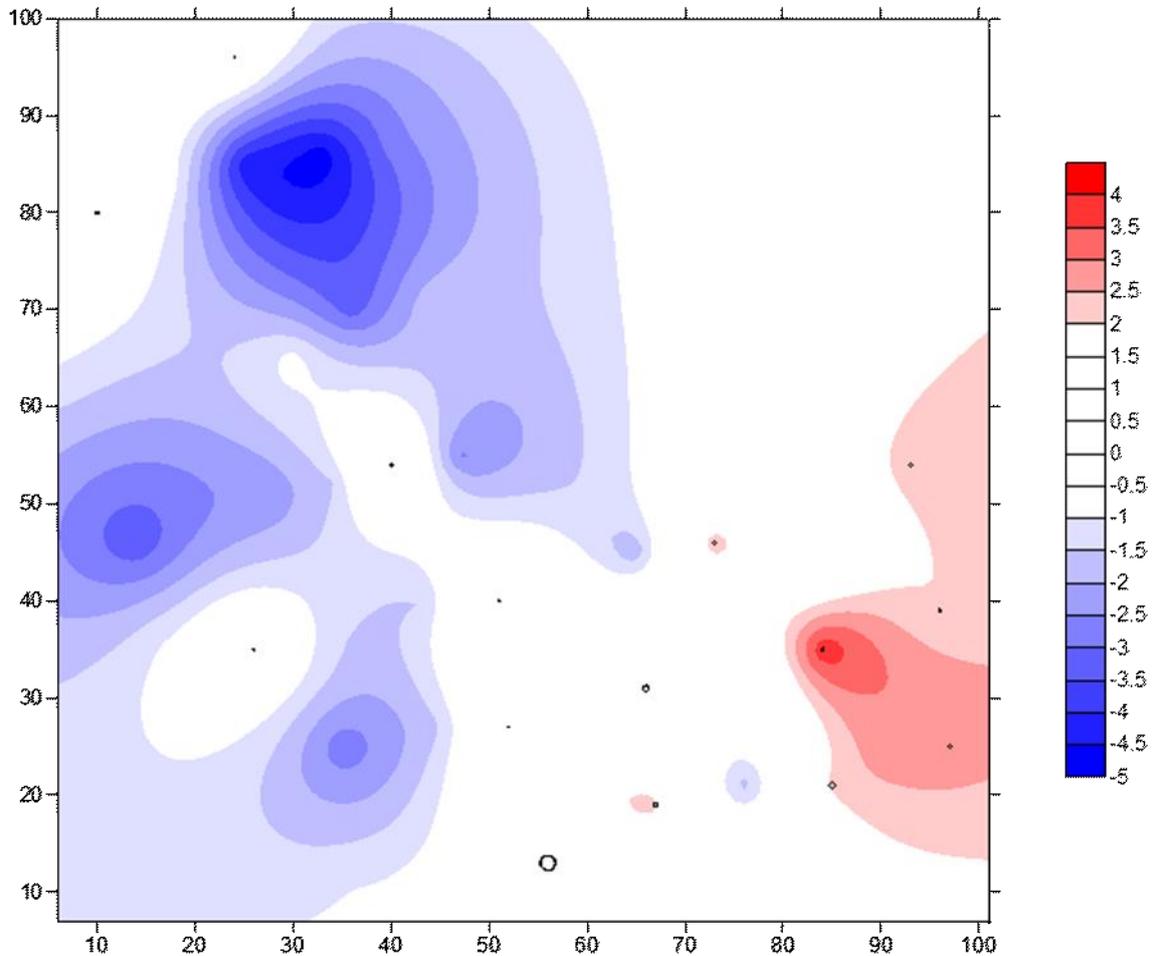


Figura 11: Rappresentazione grafica della distribuzione spaziale dei *S. titanus* ritrovati su trappola nell'area di Refrontolo in data 20 agosto. L'area nei diversi toni del rosso rappresenta una zona di aggregazione (punti con una importante presenza di insetti), l'area in blu rappresenta una zona di dispersione (punti dove non sono stati trovati insetti o in numero molto basso), le zone in bianco rappresentano zone dove la distribuzione è casuale.

4. Discussione

Analizzando la fenologia di *S. titanus* nei due vigneti oggetto di studio si nota, inizialmente, una maggior presenza di stadi giovanili L1 e L2 nel vigneto 2. Queste evidenze suggeriscono la presenza di un maggiore “inoculo” nel vigneto 2, imputabile in parte alla gestione fitosanitaria dell’anno precedente e forse alla diversa modalità di gestione dei sarmenti: trinciatura nel vigneto 2, trinciamento ed allontanamento dall’appezzamento nel vigneto 1. *S. titanus*, infatti, ovidepone preferibilmente sui tralci di due anni (Chuche e Thiéry, 2014): se, mediante la trinciatura, i residui di potatura non vengono sufficientemente disgregati, nel vigneto permane un’elevata quantità di uova, che, successivamente, si traduce in una maggior numerosità di stadi giovanili.

Le catture della terza età giovanile (L3) si sono protratte nel vigneto 1 rispetto al 2, ma le densità di popolazione nei due siti sono apparse confrontabili. Il picco della quarta età giovanile (L4) nel vigneto 1 si registra il 15/07, con due settimane di ritardo rispetto al vigneto 2; in questa data si ha anche il picco di catture della quinta età (L5), peraltro già iniziate la settimana precedente. Questa anomalia può forse trovare spiegazione nel fatto che la presenza di L3 è stata abbastanza prolungata; ciò può aver determinato la comparsa di L4, non rilevate durante il monitoraggio, da cui si sarebbero sviluppati individui di quinta età (L5) in parallelo con le ninfe di quarta età (L4). Il fatto che alcuni individui di quarta età non siano stati rilevati rappresenta un elemento critico nella gestione della lotta al vettore, poiché questo stadio di sviluppo *S. titanus* può già trasmettere il fitoplasma a piante sane. Si presenta la necessità, dunque, di implementare il monitoraggio in questa fase cruciale, incrementando il numero di foglie esaminate oppure utilizzando altre tecniche, come il frapping.

Le catture degli adulti denotano un andamento simile tra i due vigneti, facendo registrare un primo picco tra luglio e agosto, ed un secondo picco durante la seconda decade di agosto. Nel vigneto 1, tuttavia, gli adulti sono risultati più numerosi, con un picco di 3,3 adulti/trappola, contro il valore di 1,7 registrato nel vigneto 2; questi risultati ricalcano quelli rilevati per la quinta età (L5). In entrambi i siti, comunque, è palese l’elevata numerosità degli adulti catturati a confronto con le densità degli stadi giovanili. Ciò fa pensare a possibili incursioni di adulti dall’esterno, soprattutto per la presenza, nelle vicinanze, di un piccolo vigneto, presumibilmente a gestione familiare, con un’elevata incidenza di piante sintomatiche e fallanze. Questa ipotesi, tuttavia, va indagata maggiormente, poiché le mappe di distribuzione spazio-temporale non evidenziano in modo così cristallino tale dinamica. Inoltre, anche qualora risultasse veritiera, vanno in ogni caso ricercati i motivi della maggior densità di popolazione nel vigneto 1.

I primi focolai, comunque, evidenziati tra luglio e agosto, risultano coincidenti con il primo picco di catture di adulti, e permangono fino all'ultima decade di agosto, quando la presenza di adulti inizia a scemare. Va sottolineato il ruolo centrale assunto dagli stessi sulla diffusione della malattia. Anche questa evidenza va certamente tenuta in considerazione nell'impostazione di un efficace piano di lotta, cercando di ottenere la maggiore efficacia possibile dai trattamenti eseguiti contro le forme giovanili e intraprendendo azioni di coordinamento con i proprietari limitrofi, in modo da evitare lo spostamento del vettore tra vigneti contigui.

5. Bibliografia

- Alma A, Lessio F, Gonella E, Picciau L, Mandrioli M & Tota F (2018) New insights in phytoplasma-vector interaction: acquisition and inoculation of flavescence dorée phytoplasma by *Scaphoideus titanus* adults in a short window of time. *Annals of Applied Biology*, 173(1), 55-62
- Baggiolini M, Canevascini V, Caccia R, Tencalla Y, Sobrio G (1968) Présence dans le vignoble du Tessin d'une cicadelle néarctique nouvelle pour la Suisse, *Scaphoideus littoralis* Ball (Hom., Jassidae), vecteur possible de la flavescence dorée. *Bull Soc Entomol Suisse* 40:270–275
- Belli G, Bianco PA & Conti M (2010) Grapevine yellows in Italy: past, present and future. *Journal of Plant Pathology*, 303-326
- Bertin S, Guglielmino CR, Karam N, Gomulski LM, Malacrida AR & Gasperi G (2007) Diffusion of the Nearctic leafhopper *Scaphoideus titanus* Ball in Europe: a consequence of human trading activity. *Genetica*, 131(3), 275-285
- Bonfils J, Schvester D (1960) Les cicadelles (Homoptera Auchenorrhyncha) dans leurs rapports avec la vigne dans le Sud-Ouest de la France. *Ann Epiphyt* 3:325–336
- Boudon-Padieu E (1999) Grapevine phytoplasmas. In: First internet conference on phytopathogenic Mollicutes, 24–29 May 1999
- Boudon-Padieu E (2000) Cicadelle vectrice de la flavescence dorée, *Scaphoideus titanus* Ball, 1932. In: Stockel J (ed) *Ravageurs de la vigne*. Féret, Bordeaux, pp 110–120
- Bressan A, Spiazzi S, Girolami V & Boudon-Padieu E (2005) Acquisition efficiency of Flavescence dorée phytoplasma by *Scaphoideus titanus* Ball from infected tolerant or susceptible grapevine cultivars or experimental host plants. *Vitis-Geilweilerhof-*, 44(3), 143
- Carraro L, Loi N, Kuszala C, Clair D, Boudon-Padieu E, Refatti E, (1994) On the ability-inability of *Scaphoideus titanus* Ball to transmit different grapevine yellow agents. *Vitis*, 33: 231-234
- Caudwell A (1964) Identification d'une nouvelle maladie à virus de la vigne, la "Flavescence dorée". Etude des phénomènes de localisation des symptômes et de rétablissement. *Ann Epiphyt* 15 (Hors Série 1), 193 pp
- Caudwell A, Boudon-Padieu E, Kuszala C and Larrue J (1987) Biologie et étiologie de la Flavescence dorée. Recherches sur son diagnostic et sur les méthodes de lutte (Abstr.:175). *Convegno sulla Flavescenza dorata della vite*
- Chuche J & Thiéry D (2014) Biology and ecology of the Flavescence dorée vector *Scaphoideus titanus*: a review. *Agronomy for sustainable development*, 34(2), 381- 403
- Clerc L, Linder C, Gunthart H (1997) Première observation en Suisse romande de la cicadelle *Scaphoideus titanus* Ball (Homoptera, Jassidae), vecteur de la flavescence dorée de la vigne. *Rev Suisse Vitic Arboricult Hortic* 29:245–247
- Credi R (1989) Flavescenza dorata della vite in Emilia-Romagna: evoluzione della malattia nelle piante e suoi effetti sulla produzione e sullo sviluppo vegetativo. *Phytopathol Mediterr* 28:113–121

- Filippin L, Jović J, Cvrković T, Forte V, Clair D, Toševski I & Angelini E (2009) Molecular characteristics of phytoplasmas associated with Flavescence dorée in clematis and grapevine and preliminary results on the role of *Dictyophara europaea* as a vector. *Plant Pathology*, 58(5), 826-837
- Lefol C, Caudwell A, Lherminier J, Larrue J (1993) Attachment of the flavescence dorée pathogen (MLO) to leafhopper vectors and other insects. *Ann Appl Biol* 123:611–622
- Lefol C, Lherminier J, Boudon-Padieu E, Larrue J, Louis C, Caudwell A (1994) Propagation of flavescence dorée MLO (mycoplasma-like organism) in the leafhopper vector *Euscelidius variegatus* Kbm. *J Invertebr Pathol* 63:285–293
- Malembic-Maher S, Desqué D, Khalil D, Salar P, Bergey B, Danet JL & Foissac X (2020) When a Palearctic bacterium meets a Nearctic insect vector: Genetic and ecological insights into the emergence of the grapevine Flavescence dorée epidemics in Europe. *PLoS pathogens*, 16(3), e1007967
- Mehle N, Seljak G, Rupar M, Ravnikar M & Dermastia M (2010) The first detection of a phytoplasma from the 16SrV (Elm yellows) group in the mosaic leafhopper *Orientalus ishidae*. *New Disease Reports*, 22(11), 2044-0588
- Morone C, Boveri M, Giosue S, Gotta P, Rossi V, Scapin I & Marzachi C (2007) Epidemiology of Flavescence dorée in vineyards in northwestern Italy. *Phytopathology*, 97(11), 1422-1427
- Pavan F, Mori N, Bigot G & Zandigiacomo P (2012) Border effect in spatial distribution of Flavescence dorée affected grapevines and outside source of *Scaphoideus titanus* vectors. *Bull. Insectol*, 65(2), 281-290
- Perry J. N., Winder L., Holland J. M., Arston R. D., 1999. Red-blue plots for detecting clusters in count data. *Ecology Letters*, 2: 106-113
- Ripamonti M, Pegoraro M, Rossi M, Bodino N, Beal D, Panero L & Bosco D (2020) Prevalence of Flavescence dorée phytoplasma-infected *Scaphoideus titanus* in different vineyard agroecosystems of Northwestern Italy. *Insects*, 11(5), 301
- Schvester D, Carle P, Moutous G (1961) Sur la transmission de la flavescence dorée des vignes par une cicadelle. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences*, 18:1021–4
- Schvester D, Moutous G, Carle P (1962) *Scaphoideus littoralis* Ball (Homopt. Jassidae) cicadelle vectrice de la Flavescence dorée de la vigne. *Rev Zool Agr Appl* 10–12:118–131
- Schvester D, Carle P, Moutous G, (1963) Transmission de la Flavescence dorée de la vigne par *Scaphoideus littoralis* Ball. (Homopt. Jassidae). *Annales des Épiphyties*, 14 (3): 175-198
- Seljak G (1987) *Scaphoideus titanus* Ball (= *Sc. littoralis* Ball), novi stetnik vinove loze u Jugoslaviji. *Zast Bilja* 38:349–357
- Tomasi D, Gaiotti F, Jones GV (2013) The power of the terroir: the case study of prosecco wine. ISBN 9783034806282
- Vidano C (1964) Scoperta in Italia dello *Scaphoideus littoralis* Ball cicalina americana collegata alla “Flavescence dorée” della Vite. *Ital Agric* 101:1031–1049

Winder L, Alexander C, Griffiths G, Holland J, Woolley C, Perry J (2019). Twenty years and counting with SADIE: Spatial Analysis by Distance Indices software and review of its adoption and use. *Rethink Ecol.* 4:1–16.

6. Sitografia

<https://www.prosecco.it/it/territorio/> (accesso: 07/03/2022)

<http://whc.unesco.org/en/list/1571> (accesso: 07/03/2022)

Ringraziamenti

Desidero rivolgere un sentito ringraziamento al Prof. Duso per avermi offerto l'opportunità di partecipare a questo progetto, per la disponibilità e la pazienza dimostrate nei miei confronti e per la passione e le competenze trasmesse con i suoi insegnamenti.

Ringrazio altresì il Dott. Prazaru per avermi seguito lungo tutte le tappe di questo percorso, per le innumerevoli occasioni di confronto tecnico e per il valore dei consigli ricevuti.

Un ringraziamento anche a tutti i colleghi, i tecnici e gli imprenditori con i quali ho avuto il piacere di collaborare durante questa ricerca.

Ringrazio infine la mia famiglia per avermi sempre garantito il supporto necessario, nonché gli amici, i compagni di corso e quanti mi hanno accompagnato verso questo nuovo inizio.