



STSN  
Società ticinese  
di scienze naturali



Museo  
cantonale  
di storia  
naturale

12

Memorie  
2017

## Diversità dei vigneti della Svizzera italiana: stato attuale e prospettive



A cura di  
Valeria Trivellone  
Marco Moretti

# Fattori che determinano la biodiversità di piante e invertebrati nei vigneti nella Svizzera italiana. Quali soglie critiche di gestione?

Marco Moretti<sup>1</sup>, Nicola Schoenenberger<sup>2,4</sup>, Lucia Pollini Paltrinieri<sup>2</sup>, Bruno Bellosi<sup>2,3,5</sup> & Valeria Trivellone<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto federale di ricerca WSL, Biodiversità e biologia della conservazione, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, Svizzera

<sup>2</sup> Museo cantonale di storia naturale, Viale Cattaneo 4, 6900 Lugano, Svizzera

<sup>3</sup> Istituto federale di ricerca WSL, Ecosistemi insubrici, a Ramél 18, 6593 Cadenazzo, Svizzera

<sup>4</sup> Fondazione Innovabridge, Contrada al Lago 19, 6987 Caslano, Svizzera

<sup>5</sup> Via Ronco 2, 6883 Novazzano, Svizzera

marco.moretti@wsl.ch

**Riassunto:** Con questo contributo desideriamo presentare una parte dei risultati scaturiti dal progetto BioDiVine sulla biodiversità dei vigneti della Svizzera italiana. Desideriamo in particolare rispondere alle seguenti domande: 1) Quante e quali specie di piante e invertebrati sono presenti nei vigneti della Svizzera italiana? 2) Quali sono i fattori che influiscono sulla biodiversità dei vigneti della Svizzera italiana? 3) Quali pratiche gestionali hanno maggiore impatto sulle comunità e quali sono le soglie critiche? 4) Ci sono specie in grado di indicarci lo stato del vigneto in relazione alle pratiche gestionali e alle caratteristiche del suolo?

Lo studio è stato condotto nel Cantone Ticino in 48 vigneti rappresentativi del paesaggio viticolo ticinese scelti sulla base di variabili topografiche locali e della composizione del paesaggio circostante. Nel 2011, dati sulle specie e comunità di piante vascolari e di cinque gruppi di invertebrati (cicaline, ragni, carabidi, isopodi e diplopodi) sono stati raccolti con tecniche miste e analizzati in modo quantitativo. Con 441 specie di piante vascolari e 543 specie di invertebrati (di cui 18 nuove specie per la Svizzera), i vigneti della Svizzera italiana risultano ambienti con un grande potenziale a livello di ricchezza specifica. Il numero di specie e le comunità sono influenzate sia dai fattori topografici (pendenza, altitudine e radiazione solare) che dalle pratiche gestionali, in particolare, la frequenza dello sfalcio, il numero di applicazione di erbicidi e di insetticidi, nonché il contenuto di azoto totale e di materia organica nel suolo. Con adeguate scelte gestionali, i viticoltori possono quindi contribuire enormemente a massimizzare la biodiversità nei propri vigneti.

Abbiamo in fine individuato soglie di gestione superate le quali le comunità subiscono modifiche significative. Questi valori soglia sono: a) praticare un massimo di tre sfalci annui delle interfile e delle scarpate; b) nessun trattamento con erbicidi sulla fila; c) nessuna concimazione organica sulle file o al massimo un'applicazione annua di concimi a base di fertilizzanti NPK. Per ognuna di queste soglie abbiamo definito una lista di specie indicatrici e rappresentanti di comunità particolarmente sensibili. Sarebbe molto utile che tali specie indicatrici venissero integrate nelle attuali liste di specie utilizzate per definire la qualità ecologica dei vigneti utili per monitorare l'intensità della gestione e la qualità ambientale dei vigneti.

**Parole chiave:** composizione delle comunità, conservazione, intensità di gestione, paesaggio, ricchezza specifica, scale spaziali, specie minacciate, specie indicatrici, viticoltura.

**Factors affecting plant and invertebrate biodiversity in vineyards of Southern Switzerland – Which are the management thresholds?**

**Abstract:** With this contribution we aim to present some of the results emerged from the project BioDiVine on the biodiversity of vineyards Southern Switzerland. We aim in particular to answer the following questions: 1) How many and which species of plants and invertebrates occur in the vineyards Southern Switzerland? 2) Which factors drive biodiversity in those vineyards? Which management practices do mainly affect community composition and which are possible critical thresholds? 4) Are there indicator species reflecting management intensity and soil characteristics in those vineyards.

The study was carried out in the Canton of Ticino, in 48 vineyards representative of the vineyard landscape of this region. These vineyards have been selected based on topographical local conditions and landscape features around the focal vineyards. In 2011 we sampled species and community data of vascular plants and five taxonomic groups of invertebrates (leafhoppers, spiders, ground beetles, woodlice and millipedes). We used several techniques and used quantitative analytical methods.

With 441 species of plants and 543 species of invertebrates (18 of which new records for Switzerland), the vineyards of Southern Switzerland can be considered of great potential from the perspective of the species richness.

Our study showed that both the number of species and the community composition are affected by topographical factors (slopes, altitude, solar radiation) and management practices, in particular: mowing frequency, the number of both herbicide and insecticide applications, as well as the total nitrogen and organic matter in the soil. Depending on the management practices they apply, vine producers can have a great influence on the overall biodiversity in the vineyards.

At the end we identified critical thresholds of management practices, beyond which the community composition change significantly. These critical thresholds are: a) mowing no more than three times a year; b) no applications of herbicides; c) no organic fertilizers on the rows and no more than one single application of NPK fertilizers. For each of these thresholds we identified a list of indicator species representing communities which are particularly sensitive to given management practices. It would be very useful if such list of indicator species could be integrated in the current lists of species used to define the ecological quality of the vineyards which is useful to monitoring the management intensity and the environmental quality of such vineyards.

**Key words:** community composition, conservation, endangered species, indicator species, management intensity, landscape, species richness, spatial scales, viticulture.

## INTRODUZIONE

Nel Cantone Ticino il settore viticolo rappresenta circa il 20% della produzione agricola lorda e circa il 40% di quella vegetale (Poretti & Bernasconi 2009). Oltre a un valore puramente economico le superfici vitate nel Cantone rappresentano un elemento paesaggistico peculiare della Svizzera italiana e in particolare del Cantone Ticino.

Negli ultimi decenni il paesaggio viticolo ticinese ha tuttavia subito notevoli trasformazioni (Panzerà 2017; Krebs & Bertogliatti 2017 in questo volume): la superficie complessiva è diminuita drasticamente, le parcelle sui versanti rimaneggiate e le modalità di allevamento profondamente cambiate (Ferretti *et al.*, 2017 in questo volume). Sebbene i vigneti preservino una certa ricchezza di tipologie e strutture (p.es. terrazzamenti, muretti a secco, scarpate gestite estensivamente), soprattutto in parcelle su pendio, la tendenza in atto sembra andare verso una perdita di questi elementi, a favore di impianti predisposti per una gestione meccanizzata e mirata alla produzione.

Se l'evoluzione del paesaggio viticolo è facilmente quantificabile a larga scala geografica (Krebs & Bertogliatti 2017 in questo volume), risulta ben più difficile quantificarne i cambiamenti a scala locale.

Questo è importante per capire in che misura due componenti (modifica del paesaggio viticolo e fattori a scala locale) influenzano le componenti naturali (biodiversità *in primis*) dei vigneti.

I vari aspetti della biodiversità, sia tassonomica (numero e diversità di specie), che funzionale (caratteristiche fenotipiche delle comunità) e quelle legate alla conservazione (specie minacciate) sono importanti per il funzionamento degli ecosistemi e per l'Uomo. Le interazioni tra specie garantiscono lo svolgimento processi ecologici chiave per il mantenimento di ecosistemi equilibrati in grado di reagire ai cambiamenti globali in corso, quali il riscaldamento climatico e l'arrivo di organismi esotici. Questo vale in particolare per gli ambienti creati e gestiti dall'uomo tipici degli agroecosistemi, tra cui i vigneti, dove la biodiversità offre importanti servizi ecosistemici, come il

controllo biologico dei parassiti, il ciclo dei nutrienti nel suolo, il filtraggio delle acque meteoriche ecc. (es. Duru, 2015), certamente interessanti per i viticoltori.

La biodiversità e i processi ecologici sono a loro volta influenzati da fattori ambientali, topografici e gestionali che agiscono a diverse scale spaziali (Begon *et al.*, 1999; Bruggisser *et al.*, 2010). Diventa pertanto prioritario capire se, come e quale scala, i cambiamenti ambientali, biotici e climatici in corso si ripercuotono sulla biodiversità e, potenzialmente, sul funzionamento degli agroecosistemi. Questo è oltremodo urgente in quei settori, tra cui la viticoltura in Ticino oggi, nei quali l'aspetto economico legato alla produzione, alla qualità e allo smercio di prodotti assume sempre maggiore importanza a discapito degli aspetti ecologici e dove cambiamenti globali in corso rappresentano le sfide alle quali gli agroecosistemi dovranno confrontarsi.

Negli ultimi vent'anni sono purtroppo poche le indagini condotte nei vigneti della Svizzera italiana che possono aiutarci a definire lo stato e il valore naturalistico di questi agroecosistemi (si vedano Patocchi & Moretti 1998; Rossi 1999; Pythoud & Monico 2007; Persico 2009 e l'Introduzione a queste Memorie).

A nostra conoscenza, il progetto BioDiVine "Biodiversità, qualità biologica e conservazione delle specie nell'agroecosistema vigneto" rappresenta il primo studio integrato che si propone di quantificare diversi aspetti della biodiversità dell'agrosistema viticolo della Svizzera italiana e di identificare i fattori che la determinano. Questo studio, promosso da Valeria Trivellone nell'ambito il proprio lavoro di dottorato, si è posto le quattro domande seguenti: 1) Quante e quali specie di piante e invertebrati sono presenti nei vigneti della Svizzera italiana? 2) Quali sono i fattori che influiscono sulla biodiversità dei vigneti della Svizzera italiana? 3) Quali pratiche gestionali hanno maggiore impatto sulle comunità e quali sono le soglie critiche? 4) Ci sono specie in grado di indicarci lo stato del vigneto in relazione alle pratiche gestionali e alle caratteristiche del suolo?

Il presente contributo riporta parte dei risultati presentati nel rapporto finale del progetto Bio-

DiVine trasmesso all'Ufficio federale dell'ambiente a Berna (Trivellone *et al.*, 2014) relativi all'analisi di sei gruppi tassonomici: piante vascolari, cicaline, ragni, carabidi, isopodi e diplopodi.

**MATERIALE E METODI**

**Area di studio**

Lo studio è stato condotto all'interno dell'areale viticolo del Cantone Ticino che si estende da Ludiano (717°717/141°675) a Pedriate (722°600/76°304) su una superficie totale di circa 1'000 ha. All'interno di questo areale abbiamo selezionato 48 vigneti con superficie minima di 2'000 m<sup>2</sup> su un totale di 1'177 parcelle (Fig. 1) presenti nelle mappe vettoriali dell'uso del suolo (VECTOR25@swisstopo) dalla Swisstopo mediante sistemi d'informazione geografica, ArcGis 10.0 (ESRI 2011; licenza WSL).

I vigneti sono stati selezionati in modo stratificato in base a tre criteri principali: (i) l'esposizione del vigneto, (ii) la sua pendenza e (iii) la tipologia ambientale dominante (coltivi, area urbana, bosco) in un raggio di 500 m attorno al vigneto (paesaggio) (vedi schema di selezione all'allegato 1). Per ognuno di questi criteri abbiamo proceduto a una scelta casuale delle parcelle di studio, ottenendo così 48 vigneti distribuiti tra il Sopra- e Sottoceneri che possono così considerarsi rappresentativi dal profilo geo-morfologico dell'intera area vitata della Svizzera italiana.

**Campionamenti di flora e fauna**

Per la stima della biodiversità, abbiamo scelto sei gruppi di organismi (taxa) appartenenti a quattro diversi livelli trofici: le piante vascolari (produttori primari), le cicaline (fitofagi), i ragni e carabidi (carnivori), gli isopodi e i diplopodi (entrambi detritivori). I campionamenti sono stati eseguiti da marzo a ottobre 2011 in quattro zone del vigneto (Fig. 2): la fila (F), l'interfila (IF), la scarpata (S) e la chioma della vite (V).

I vari gruppi tassonomici sono stati campionati con l'uso di tecniche miste e tra loro complementari.

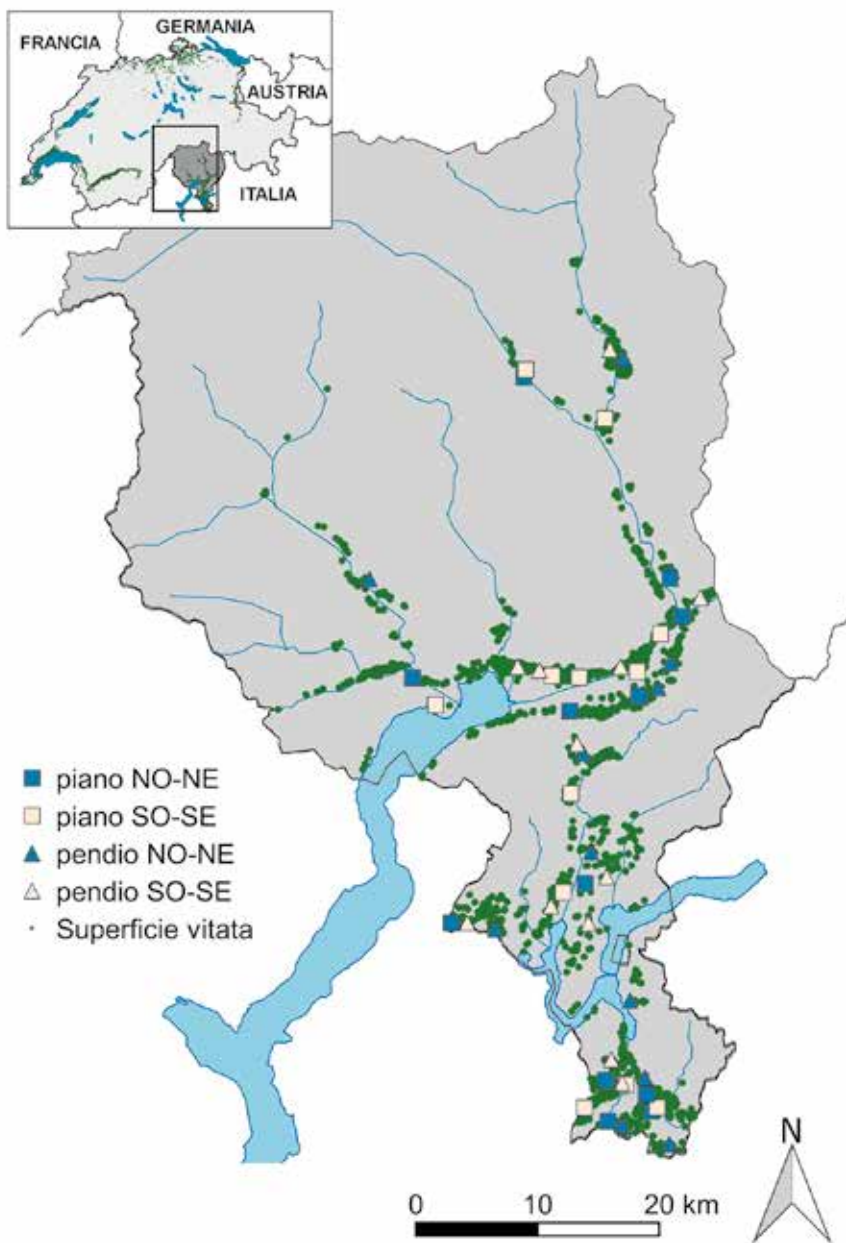


Fig. 1 – Distribuzione dei 48 vigneti del progetto BioDiVine (triangoli e quadrati) all'interno dell'areale viticolo ticinese (punti verdi). Nella cartina è rappresentata la combinazione di esposizione e pendenza (vedi legenda).

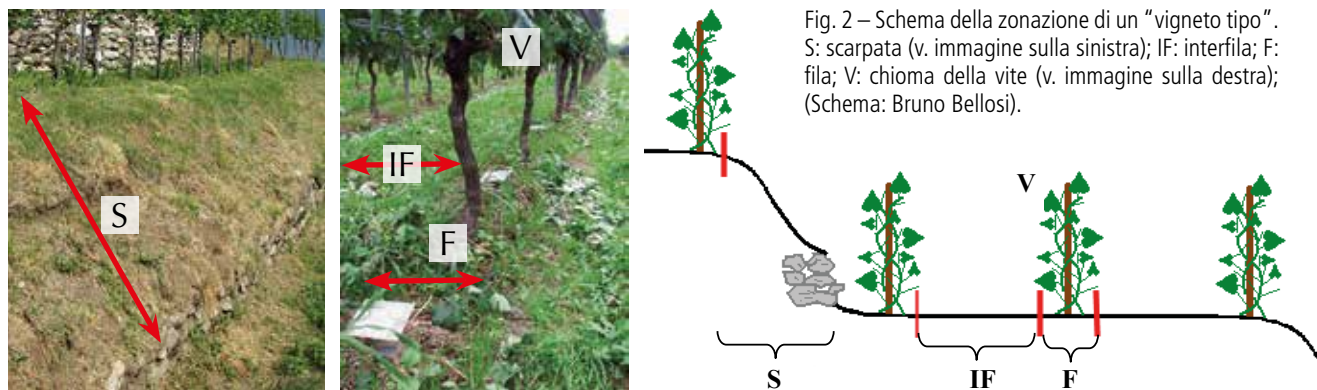


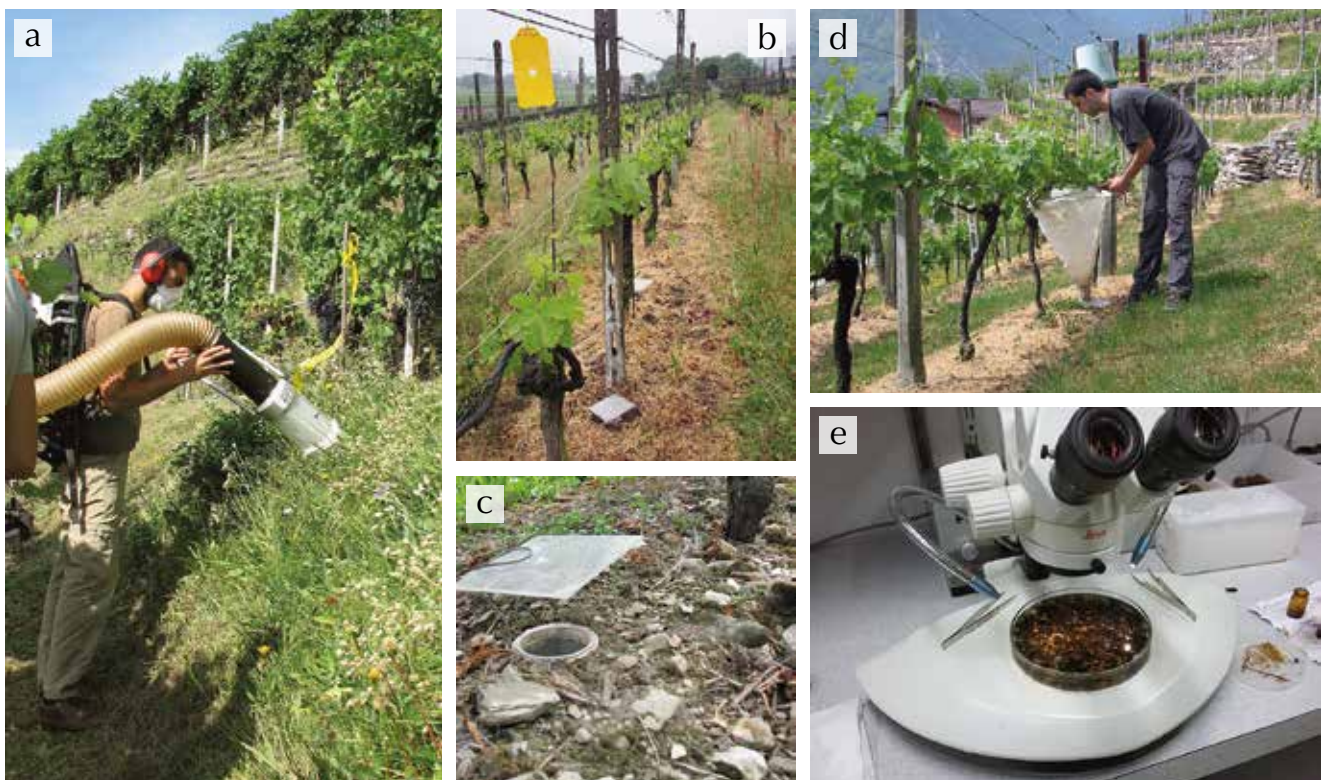
Fig. 2 – Schema della zonazione di un "vigneto tipo". S: scarpata (v. immagine sulla sinistra); IF: interfila; F: fila; V: chioma della vite (v. immagine sulla destra); (Schema: Bruno Bellosi).

Fig. 3 – Metodo Londo utilizzato da Bruno Bellosi (nella foto) per i rilievi semi-quantitativi della vegetazione. A ogni specie è stato assegnato un valore percentuale di copertura all'interno di un quadrato di 1m x 1m suddiviso in 100 quadrati di 10 cm x 10 cm calcolato sulla base del numero di quadrati nei quali questa era presente (foto: Valeria Trivellone).



**Piante vascolari** – Le piante vascolari sono state campionate utilizzando due approcci complementari: (i) un approccio semi-quantitativo con l'applicazione del metodo di Londo (1971) (Fig. 3). In ogni vigneto la copertura delle diverse specie sono state stimate all'interno di cinque quadrati distribuiti a caso in ognuna delle tre zone del vigneto descritte alla figura 2 (fila, interfila e scarpata, quando presente) per un totale di 15 quadrati; (ii) un approccio qualitativo (presenza-assenza delle specie) esteso alle aree non coperte dal metodo Londo. Tutti i rilievi sono stati eseguiti all'interno di un'area di 2000 m<sup>2</sup> durante i periodi di maggio-giugno e luglio-agosto 2011. Per maggiori dettagli sul campionamento delle piante vascolari si veda Bellosi *et al.*, 2013.

Fig. 4 – Metodi di raccolta della fauna nei vigneti e laboratorio: a) D-Vac -Corrado Cara; b) cartela cromotropica gialla appesa e trappole Barber lungo la fila; c) dettaglio di una trappola Barber; d) retino entomologico di Steiner - Giorgio Nidola; e) binocolare per lo smistamento della fauna raccolta (foto: Valeria Trivellone).



**Fauna** – All'interno di ogni vigneto abbiamo scelto due stazioni di campionamento distinte (distanza minima tra le stazioni: 40 m). In ogni stazione gli invertebrati sono stati campionati nelle quattro zone del vigneto citate (scarpata, interfila, fila e chioma della vite; v. Fig. 2) utilizzando quattro distinte tecniche di campionamento (Fig. 4a-d): a) aspiratore D-Vac lungo le scarpate e le interfile (campionatore a suzione modello Stihl SH 86 modificato da EcoTech; [www.ecotech-bonn.de/en/produkte/oekologie/insektensauger.html](http://www.ecotech-bonn.de/en/produkte/oekologie/insektensauger.html)), b) cartelle cromotropiche gialle tipo Rebel® per la fauna presente sulla chioma della vite, c) trappole a caduta tipo Barber per campionare la fauna epigea lungo le scarpate e le file e d) retino entomologico di Steiner per la fauna della chioma della vite. Per dettagli sui metodi, vedi allegato 1.

#### Fattori ambientali

I fattori ambientali potenzialmente importanti per la composizione delle comunità dei sei taxa investigati sono stati raggruppati in quattro categorie e rilevati in ciascun vigneto (topografia, suolo, gestione e paesaggio) (v. Tab. 2 e dettagli all'allegato 1).

#### Analisi dei dati

Le analisi sono state condotte su sei gruppi tassonomici: piante vascolari (produttori primari), cicaline (erbivori), ragni e carabidi (carnivori), e isopodi e diplopodi (macro-detritivori). Dapprima abbiamo proceduto a un'analisi delle specie campionate, descrivendo quali sono le specie dominanti (abbondanza relativa >10%), quelle rare e quelle importanti dal profilo della conservazione. Abbiamo quindi proceduto all'analisi dei

Categoria	Fattori	Unità	Fonte
<b>Topografia</b> (dati raccolti a livello del vigneto)	Altitudine	m	GIS
	Esposizione	rad*cos	GIS
	Pendenza	gradi	campo
	Ore di sole	N ore	campo
	Radiazione solare	W/m <sup>2</sup>	GIS
<b>Suolo</b> (dati raccolti a livello del vigneto)  * dati raccolti a livello delle singole strutture	Contenuto di materia organica	%	laboratorio
	Reazione chimica del terreno		laboratorio
	Contenuto totale di carbonato di calcio	%	laboratorio
	Contenuto di argilla	%	laboratorio
	Contenuto di limo	%	laboratorio
	Contenuto di sabbia	%	laboratorio
	Rapporto C/N		laboratorio
	Contenuto totale di azoto (N)	%	laboratorio
	Contenuto di nitrati	kg/ha	laboratorio
	Contenuto azoto ammoniacale	kg/ha	laboratorio
	Contenuto totale di azoto inorganico	kg/ha	laboratorio
	Copertura erbacea al suolo*	%	campo
	Copertura di muschio*	%	campo
	Percentuale di roccia*	%	campo
Strato di lettiera*	%	campo	
<b>Gestione</b> (dati raccolti presso le diverse strutture del vigneto)	Numero di sfalci della vegetazione	N/anno	intervista
	Numero di sfalci della fila	N/anno	intervista
	Numero applicazioni di erbicida sulla fila	N/anno	intervista
	Numero applicazioni di fungicida su vite	N/anno	intervista
	Numero di applicazioni di insetticida su vite	N/anno	intervista
	Numero di applicazioni di fertilizzante	N/anno	intervista
<b>Paesaggio</b> (Fig. 5) (dati raccolti attorno al vigneto in un raggio di 200 m pari a 12.5ha)	Vigneto	m <sup>2</sup>	GIS
	Area aperta vegetata (prati, pascoli ecc.)	m <sup>2</sup>	GIS
	Incolto	m <sup>2</sup>	GIS
	Bosco	m <sup>2</sup>	GIS
	Area antropica (edifici, strade ecc.)	m <sup>2</sup>	GIS
	Superfici d'acqua	m <sup>2</sup>	GIS

Tab. 1 – Fattori ambientali considerati nello studio in quanto ritenuti importanti per la distribuzione delle specie di piante e invertebrati nei vigneti. I fattori sono raggruppati in quattro categorie principali (topografia, suolo, gestione, paesaggio) e raccolti a diverse scale spaziali (singola struttura, vigneto, paesaggio circostante) nei 48 vigneti investigati. Sono riportati l'unità di grandezza, i valori minimi e massimi misurati e la fonte (mappe cartografiche digitalizzate (GIS), rilievi sul campo, analisi in laboratorio, interviste presso i viticoltori).

fattori ambientali e gestionali (Tab. 1, anche chiamate variabili esplicative) che maggiormente influenzano il numero di specie (ricchezza specifica) e la composizione delle comunità dei sei gruppi tassonomici in esame (variabili risposta). La figura 6 mostra lo schema generale delle analisi statistiche, mentre una descrizione più dettagliata di ciascuna di esse è riportata nell'allegato 1.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Qui di seguito proviamo a rispondere alle domande dello studio consapevoli che le tecniche analitiche a disposizione, come pure le teorie e i paradigmi esistenti in ecologia, in particolare ecologia delle comunità, non permettono una piena comprensione dei fenomeni e della complessità presenti in natura.

Fig. 5 – Situazioni contrastanti di paesaggi circostanti i vigneti investigati: a) paesaggio dominato dal bosco; b) paesaggio dominato dall'agglomerato urbano; c) vigneto su pendio al margine del tessuto urbano nel Luganese.

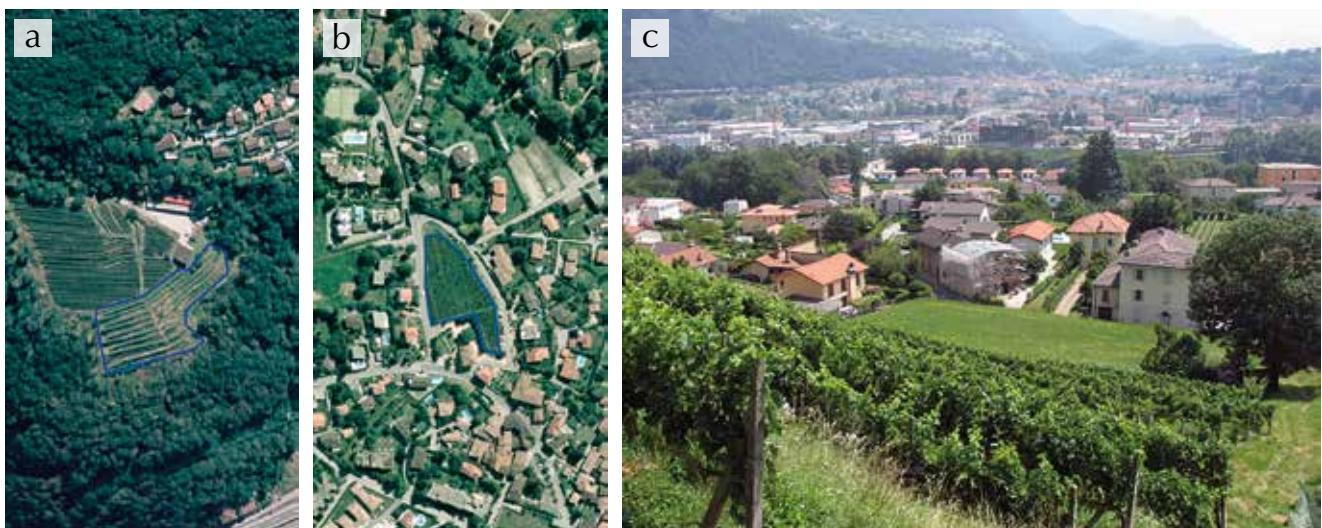
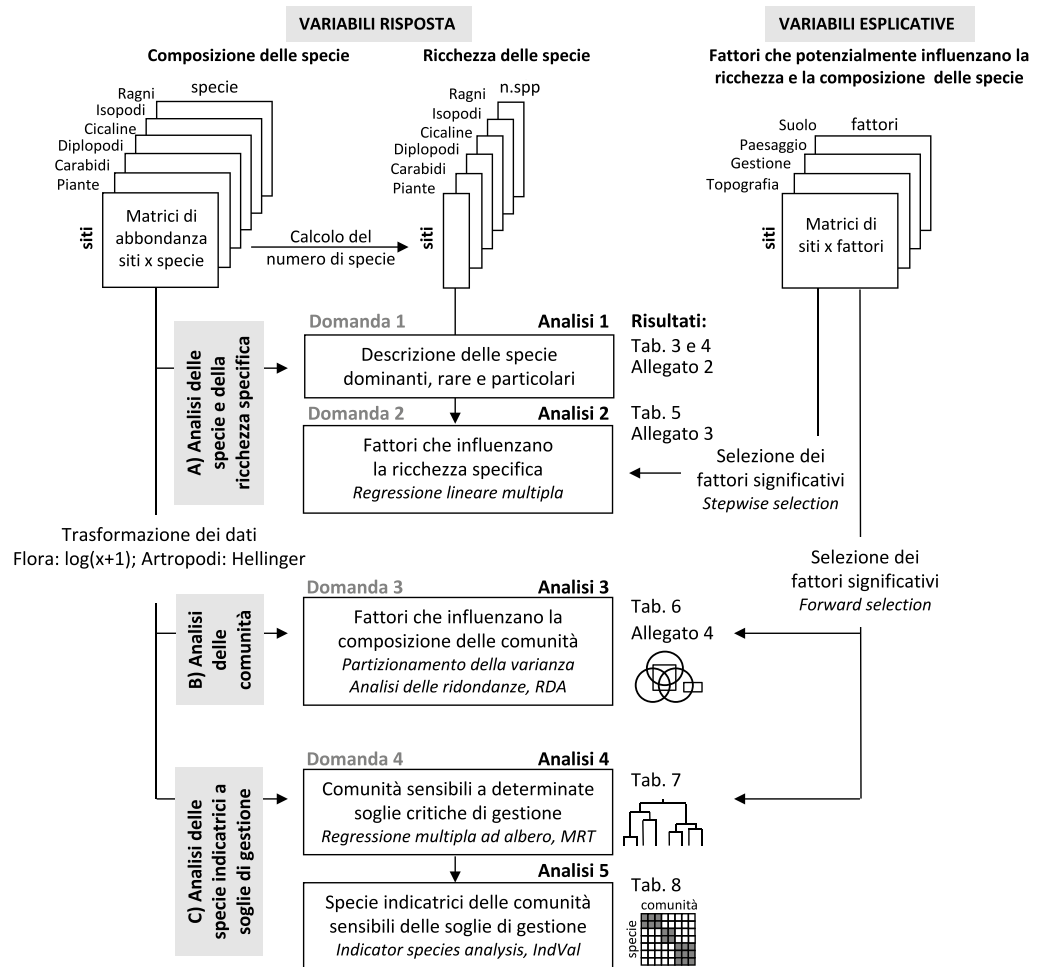


Fig. 6 – Schema delle diverse analisi eseguite (v. riquadri in grigio): A) Analisi delle specie e della ricchezza specifica; B) Analisi delle comunità; C) Analisi delle specie indicatrici di comunità sensibili a determinate soglie critiche di gestione. Le variabili risposta sono rappresentate dalle matrici delle specie dei sei gruppi tassonomici campionati nei 48 vigneti del progetto BioDiVine nel 2011 (riquadri in alto a sinistra) e dal numero di specie per ogni gruppo tassonomico (al centro; n.spp = numero di specie). Le variabili esplicative sono rappresentate dalle matrici delle quattro categorie di fattori presentati alla tabella 1: suolo, paesaggio, gestione e topografia (v. riquadri in lato a destra). Le varie analisi sono descritte in dettaglio all'allegato 1.



Tab. 2 – Diversità di specie di piante vascolari e invertebrati rilevati nei vigneti ticinesi nel 2011 nell'ambito dello studio BioDiVine (N.spp. = numero totale di specie raccolte nei vigneti; Media ± ds = numero medio di specie per vigneto ± deviazione standard; N.ind. = numero totale di individui campionati; %CH = percentuale di specie rispetto a quelle conosciute in Svizzera; Spp. nuove = numero di specie nuove per la Svizzera; Singletons = numero di specie rilevate in un solo vigneto; Double = numero di specie rilevate solo in due vigneti). Per dettagli sui metodi di raccolta si veda la sezione *Campionamenti di flora e fauna* nel capitolo *Materiali e Metodi*).

**Domanda 1 – Quante e quali specie di piante e invertebrati sono presenti nei vigneti della Svizzera italiana?**

La tabella 2 mostra il numero di specie e di individui dei sei gruppi tassonomici campionati durante lo studio. In totale sono stati identificate 441 specie di piante (259 delle quali rilevate col metodo semi-quantitativo di Londo) e 521 specie di invertebrati, di cui 18 nuove per la Svizzera. Il numero di specie campionate rappresenta una buona porzione delle specie conosciute a livello nazionali soprattutto per le cicaline (30%), isopodi (27%) e ragni (25%). Questo suggerisce che i vigneti, complessivamente, sono ambienti potenzialmente idonei ad ospitare numerose specie di piante e animali. Le ragioni di questa potenzialità sono

presentate più avanti alla Domanda 2a. Questa potenzialità è data dall'ubicazione stessa dei siti favorevoli agli impianti di vigneti ben esposti e soleggiati, tradizionalmente su pendii aperti. Quindi non sarebbe corretto dire che i vigneti favoriscono di per sé la biodiversità. Certamente, una gestione rispettosa dei contenuti naturalistici sia delle strutture e del mosaico di ambienti all'interno e ai margini dei vigneti, dei valori naturalistici può contribuire a mantenere alti livelli di biodiversità.

*Piante vascolari*

Durante il progetto BioDiVine abbiamo campionato 441 specie di piante vascolari (di cui 259 specie risultate dal rilievo semi-quantitativo di Londo) appartenenti a 256 generi e 81

Taxa	N.spp.	Media±ds	N.ind.	%CH	Spp. nuove	Singetons	Double	Metodo di raccolta
Piante vascolari	441		–	14%	0	110	57	Londo + a vista
	259	26.6± 9.0	–			78	21	solo Londo
Ragni	248	40.4± 8.7	17'290	25%	11	65	31	Barber, D-Vac
Cicaline	167	30.6± 6.1	60'936	30%	7	43	20	Tutti
Carabidi	89	16.6± 5.5	11'013	15%	0	16	18	Barber
Isopodi	16	3.7± 1.8	25'910	27%	0	4	1	Barber
Diplopodi	23	2.9± 2.1	1'674	19%	0	5	4	Barber

Nomenclature utilizzate - Piante vascolari: Aeschmann & Heitz, 2005; Ragni: Platnick, 2012; Cicaline: Ribaut, 1936, 1952, Della Giustina, 1989, Holzinger et al., 2003 e Biedermann & Niedringhaus, 2009; Carabidi: Luka et al., 2009; Isopodi: Schmalfluss, 2003; Diplopodi: Enghoff, 2010.

famiglie (Bellosi *et al.*, 2013; Schoenenberger *et al.*, 2017 in questo volume). Esse rappresentano il 14% della flora svizzera e il 16.9% di quella ticinese (Moser *et al.*, 2002).

Confrontando i dati del progetto BioDiVine con quelli di uno studio analogo condotto in Svizzera romanda (Clavien & Delabays, 2005, 2006), risulta che i vigneti ticinesi ospitano quasi il doppio di specie (441 specie contro 230). La differenza è da attribuire, in parte, al diverso metodo di rilievo, ma anche (supponiamo) a una minore pressione di gestione nei vigneti ticinesi (Bellosi *et al.*, 2013).

Le specie di piante dominanti nel nostro progetto si differenziano in funzione della zona: nelle interfile dominano *Taraxacum officinale*, *Trifolium* spp. e *Lolium perenne*; nelle file: *Digitaria sanguinalis*, *Stellaria media* aggr., *Taraxacum officinale*, *Veronica persica* e *Trifolium* spp. e sulle scarpate: *Arrhenatherum elatius*, *Brachypodium pinnatum*, *Anthoxanthum odoratum* e *Galium mollugo* aggr. (Fig. 7).

Ventinove delle specie campionate sono minacciate secondo la Lista Rossa delle felci e piante a fiori minacciate della Svizzera (Moser *et al.*, 2002) (Tab. 3), pari al 31.5% delle



Fig. 7 – *Galium mollugo* aggr. specie dominante lungo le scarpate del progetto BioDiVine (foto: Albert Krebs).

Specie	Tipologia di vigneto	Freq.	Tipo struttura	LR TI	Specie bersaglio	Specie prioritaria
<i>Alopecurus geniculatus</i>	Pe	1	I	EN	x	4 (0, 1)
<i>Amaranthus bouchonii*</i>	Pe-Pi	2	F	VU	-	-
<i>Aphanes australis</i>	Pe-Pi	5	I-F	EN	-	3 (0, 1)
<i>Arenaria leptoclados</i>	Pe	2	I	VU	-	-
<i>Aristolochia rotunda</i>	Pe	1	S	CR	x*	2 (0, 2)
<i>Arum italicum</i>	Pe	1	S	EN	-	3 (0, 0)
<i>Asparagus officinalis</i>	Pe	5	S	NT	x	-
<i>Bidens bipinnata*</i>	Pe	3	I	VU	-	-
<i>Campanula bononiensis</i>	Pe	1	S	VU	-	4 (0, 1)
<i>Coronopus didymus*</i>	Pi	1	M	CR	-	-
<i>Cyperus flavescens</i>	Pe	1	M	VU	x	4 (0, 1)
<i>Fragaria moschata</i>	Pe	2	S,M	VU	-	4 (0, 0)
<i>Fumaria capreolata</i>	Pe-Pi	2	Z	VU	-	4 (0, 1)
<i>Geranium dissectum</i>	Pi	1	I-F	VU	x*	-
<i>Hieracium laevigatum</i>	Pe	3	Ec	VU	-	-
<i>Matteuccia struthiopteris</i>	Pe	1	NS	VU	-	4 (0, 1)
<i>Medicago falcata</i>	Pe	1	S	VU	x	-
<i>Mentha spicata</i>	Pe	2	NS	VU	-	-
<i>Myosotis ramosissima</i>	Pe	2	I	VU	-	-
<i>Olea europaea</i>	Pi	1	NS	VU	-	-
<i>Orobanche minor</i>	Pi	1	F-I	EN	-	-
<i>Phyteuma scorzonerifolium</i>	Pe	2	S	VU	-	4 (0,0)
<i>Potentilla norvegica</i>	Pi	1	M	VU	-	-
<i>Ranunculus sardous</i>	Pi	1	I-F	CR	-	-
<i>Scleranthus annuus</i>	Pe	1	M	VU	x	4 (0,1)
<i>Silene viscaria</i>	Pe	1	M	VU	x	-
<i>Solanum chenopodioides*</i>	Pe	6	I-F	VU	-	-
<i>Tragopogon dubius</i>	Pi	2	M	VU	x	-
<i>Vinca major</i>	Pe	3	M	VU	-	-

Tab. 3 – Specie di piante vascolari minacciate rilevate nel progetto BioDiVine.

Sono indicati la tipologia di vigneto (Pe = pendio; Pi = pianura), la frequenza (numero di vigneti) e il tipo di struttura (I = interfile, F = fila, S = scarpata, Ec = ecotono, M = margine, Z = zonale) nelle quali sono state trovate. È data l'appartenenza alla Lista rossa, LR delle specie minacciate in Svizzera (EN = fortemente minacciato di estinzione, CR = minacciato di estinzione, VU = vulnerabile, NT = potenzialmente minacciato; \* = neofite con origine extra-europea), alla lista delle Specie bersaglio (secondo gli Obiettivi Ambientali per l'Agricoltura, 2008) e alla lista delle Specie prioritarie a livello nazionale (UFAM 2011) con indicazione sulla priorità (1 = molto elevata, 2 = elevata, 3 = media, 4 = esigua), e (tra parentesi) sulla responsabilità (valore a sinistra: 0 = inesistente, 1 = esigua, 2 = media, 3 = elevata, 4 = molto elevata) e la necessità d'intervento (valore a destra: 0 = inesistente; 1 = incerta; 2 = evidente).



specie minacciate in Svizzera e al 34.3% nel Cantone Ticino.

Delle 29 specie minacciate (Tab. 3), 22 sono state osservate in vigneti su pendio (Pe), mentre solo 10 in vigneti in piano (Pi). Solo tre specie (*Aphanes australis*, *Asparagus officinalis* e *Solanum chenopodioides*) sono state rilevate in più di quattro vigneti.

In generale concludiamo che le specie di piante della LR non sono molto diffuse nei vigneti ticinesi e, dove presenti, non costituiscono mai popolazioni importanti. Segnaliamo anche 9 specie bersaglio (UFAM 2011); tra queste soltanto due (*Aristolochia rotunda* e *Gernium dissectum*) sono segnalate come presenti sulle superfici viticole ad elevata diversità biologica, mentre le altre non sono in pericolo di estinzione. Altre 11 specie sono considerate prioritarie a livello nazionale di cui tre (*Aphanes australis*, *Aristolochia rotunda* e *Arum italicum*) con priorità medio alta. In particolare per *A. rotunda* è necessario e opportuno prevedere piani d'azione specifici per contrastarne la diminuzione a livello nazionale. Anche per sette specie (*Alopecurus geniculatus*, *Aphanes australis*, *Campanula bononiensis*, *Cyperus flavescens*, *Fumaria capreolata*, *Matteuccia struthiopteris* e *Scleranthus annuus*) sono da prevedere misure di protezione.

Per un approfondimento sugli aspetti floristici dei vigneti della Svizzera italiana rimandiamo a Bellosi *et al.*, 2013 così come a Trivellone *et al.*, 2017 e Schoenenberger *et al.*, 2017 entrambi in questo volume.

#### Fauna

**Cicaline** (Hemiptera, Auchenorrhyncha): sono stati complessivamente catturati 60'936 individui adulti, appartenenti a 167 specie (11 famiglie), pari al 30% delle specie conosciute in Svizzera (Mühlethaler *et al.*, 2016). Le specie dominanti delle comunità di cicaline dei vigneti investigati sono: *Psammotettix confinis* (13.0%), *Laodelphax striatella* (8.8%), *Macrostelus cristatus* (8.5%), *Anaceratagallia ribauti*

(6.3%), *Reptalus cuspidatus* (5.0%) e *Zyginidia pullula* (2.1%).

Si tratta di specie ubiquitarie e tipiche di ambienti ruderali. Tra le specie campionate ve ne sono alcune di potenziale interesse per la conservazione, specialmente nella famiglia dei delfacidi. Tuttavia, in Svizzera, le conoscenze sul gruppo devono essere approfondite ed estese anche ad altri ambienti ancora poco indagati. Nell'ambito delle raccolte sono state inoltre segnalate almeno sette nuove specie per la Svizzera (Trivellone, 2009; Trivellone *et al.*, 2015) (v. Fig. 8). Sulla base di quanto riportato da Trivellone *et al.* (2015), è probabile che la presenza di queste nuove specie sia dovuta ad introduzioni involontarie mediante piante ornamentali provenirenti dall'estero, oltre che alle condizioni micro-climatiche favorevoli offerte dai vigneti.

**Ragni** (Arachnida, Araneae): dalle catture Barber e D-Vac sono stati campionati 17'290 individui adulti appartenenti a 248 specie (144 generi e 26 famiglie), pari al 25% delle specie conosciute in Svizzera (v. Lista delle specie presenti in Svizzera - info fauna, CSCF). Le specie dominanti delle comunità sono *Pachygnatha degeeri* (11.8%), *Erigone dentipalpis* (7.9%), *Erigone autumnalis* (7.1%), *Pardosa proxima* (6.1%), *Alopecosa pulverulenta* (5.5%) e *Meioneta rurestris* (5.2%). Si tratta di specie legate a prati da falcio estensivi tendenzialmente magri e cespuglieti meso-xerofili. Alcune di queste specie (*E. dentipalpis* e *E. autumnalis*) sono considerate pioniere in grado di colonizzare ambienti ruderali e aree boschive nei primi stadi di successione dopo eventi di disturbo (incendi, tagli).

Sebbene non esista una Lista Rossa dei ragni minacciati in Svizzera, il confronto delle specie campionate in questo progetto con quelle rilevate in ambienti diversi in Ticino (zone golenali, prati magri e pascoli) ha permesso di caratterizzare in modo qualitativo le comunità dei vigneti.

Accanto alle specie dominanti citate, segnaliamo la presenza di una ventina di specie relativamente abbondanti (min. 30 individui) osservate finora principalmente in prati estensivi ben esposti, in parte prati magri di pendio o di golena (v. Allegato 2). Tra queste troviamo (in ordine decrescente di abbondanza) *Meioneta mollis*, *Aulonia albimana*, *Phrurolotus minimus*, *Enoplognatha latimana*, *Zelotes petrensis*, *Ozyptila atomaria*, *Euophrys frontalis*, *Xysticus ninnii*, *Xysticus robustus*, *Heterotheridion nigrovariegatum* e *Hypsosinga sanguinea*. Si tratta di specie che necessitano di ambienti caldi e secchi e, in effetti, nel nostro studio, la maggior parte di esse sono state osservate in prevalenza in vigneti su pendio ben esposti, quindi con presenza di scarpate. Tali strutture, soprattutto se gestite in modo estensivo possono mantenere condizioni di vita favorevoli a specie particolarmente esigenti dal profilo microclimatico.

Interessante anche il ritrovamento, sempre in diversi vigneti su pendio, di specie come *Par-*

Fig. 8 – *Aconurella prolixa*, una specie nuova per la Svizzera campionata durante il progetto BioDiVine (foto: Kunz Gernot).



*dosa alacris*, *Myrmarachne formicaria* e *Nematogmus sanguinolentus* di cui si conoscono poche stazioni in Ticino e in Svizzera.

Nei vigneti in piano, per contro, solo quattro specie sono state campionate quasi esclusivamente in questo tipo di vigneto. Si tratta di *Pardosa proxima*, *Xerolycosa miniata*, *Trochosa ruricola* e *Meioneta fuscipalpa*, tutte relativamente abbondanti e frequenti, ad eccezione di *T. ruricola*, relativamente sporadica in Ticino e in Svizzera.

Non da ultimo, il progetto BioDiVine ha permesso di scoprire 11 nuove specie per la Svizzera (Hänggi et al., 2014) (Fig. 9): per certi versi una sorpresa, essendo i ragni un gruppo assai bene investigato in Svizzera. Di queste specie, sette hanno origine mediterranea o persino tropicale (vedi approfondimento in Pollini Paltrinieri & Abderhalden 2017 in questo volume).

Il loro ritrovamento per la prima volta in Svizzera è solo parzialmente da attribuire alle diverse tecniche di campionamento utilizzate nel nostro progetto. È possibile che la loro presenza sia anche da attribuire alle condizioni (micro)climatiche favorevoli presenti nei vigneti che hanno permesso a individui delle regioni mediterranee di trovare condizioni ideali per espandere il loro areale di distribuzione. Come nel caso delle cicaline, anche la presenza di specie esotiche di ragni in Ticino, potrebbe essere favorita dal trasporto e commercio di materiale, piante ornamentali e prodotti alimentari provenienti dall'estero.

**Carabidi** (Coleoptera, Carabidae): dalle catture Barber sono stati campionati 11'013 individui adulti appartenenti a 89 specie (37 generi), pari al 15% delle specie note in Svizzera (v. Lista delle specie presenti in Svizzera - info fauna, CSCF). Le specie dominanti sono *Amara aenea* (23.6%), *Harpalus tardus* (12.3%), *Abax continuus* (8.6%), *Harpalus rufipes* (6.9%) e *Harpalus griseus* (5.2%).

Si tratta in prevalenza di specie presenti gene-



Fig. 9 – *Phorocidia paradoxa*, nuova specie per la Svizzera campionata in un vigneto a Claro durante il progetto BioDiVine. La specie era finora nota nelle regioni più meridionali dell'Europa e del Nord Africa (Hänggi et al., 2014) (foto: Martin Lemke).



Fig. 10 – *Notiophilus substriatus*, specie minacciata di estinzione in Svizzera campionata in quattro vigneti sia su pendio che in piano del progetto BioDiVine (foto: Tim Faasen).

ralmente ambienti aperti e cepugliati, in parte anche prati magri o ambienti ruderali ben esposti, anche campi arati. Presenti in anche nei primi stadi di successione di ambienti boschivi dopo eventi di disturbo come incendi e tagli.

Quattordici (16%) delle specie campionate sono considerate specie minacciate di estinzione in Svizzera (Huber & Marggi 2005) (Tab. 4). Tra queste segnaliamo la presenza di *Brachinus sclopeta*, *Philorhizus sigma* e *Notio-*

Tab. 4 – Specie di carabidi rare o minacciate rilevate nel progetto BioDiVine in ordine di abbondanza (N.ind.) e dominanza (%).

Specie	Tipologia vigneto <sup>1</sup>	N.ind.	%	Freq. <sup>2</sup>	LR <sup>3</sup>	Specie bersaglio <sup>4</sup>	Specie prioritaria <sup>5</sup>
<i>Cylindera germanica</i>	Pi	156	1.4	2	2	-	3 (1, 1)
<i>Anisodactylus nemorivagus</i>	Pe-Pi	93	1.0	12	V	-	-
<i>Brosicus cephalotes</i>	Pi	38	0.4	2	V	-	-
<i>Harpalus calceatus</i>	Pe-Pi	16	0.2	5	V	-	-
<i>Dolichus halensis</i>	Pi	9	1.1	2	R	-	-
<i>Harpalus smaragdinus</i>	Pe-Pi	9	0.1	5	3	-	4 (1, 1)
<i>Amara anthobia</i>	Pi	8	0.1	1	R	-	-
<i>Amara fulvipes</i>	Pe-Pi	8	0.1	3	R	-	-
<i>Brachinus sclopeta</i>	Pi	6	<0.1	3	1	-	2 (1, 1)
<i>Notiophilus substriatus</i>	Pe-Pi	6	<0.1	4	1	-	3 (0, 1)
<i>Carabus convexus</i>	Pe-Pi	3	<0.1	3	3	-	4 (1, 1)
<i>Harpalus modestus</i>	Pi	1	<0.1	1	R	-	-
<i>Philorhizus sigma</i>	Pe	1	<0.1	1	1	-	1 (2, 1)
<i>Platyderus rufus</i>	Pe	1	<0.1	1	R	-	4 (2, 0)

Sono indicate la tipologia di vigneto (Pe = pendio; Pi = pianura) e la frequenza (numero di vigneti) nelle quali sono state trovate. È data l'appartenenza alla Lista rossa, LR (Huber & Marggi, 2005) delle specie minacciate in Svizzera (1 = minacciata di estinzione; 2 = fortemente minacciata; 3 = minacciata; R = specie rara ma non minacciata; V = potenzialmente minacciata), alla lista delle Specie bersaglio (secondo gli Obiettivi Ambientali per l'Agricoltura, 2008) e alla lista delle Specie prioritarie a livello nazionale (UFAM 2011) con indicazione sulla priorità (1 = molto elevata, 2 = elevata, 3 = media, 4 = esigua), e (tra parentesi) sulla responsabilità (0 = inesistente, 1 = esigua, 2 = media, 3 = elevata, 4 = molto elevata) e la necessità d'intervento (0 = inesistente; 1 = incerta; 2 = evidente).

*philus substriatus* (Fig. 10) sono considerate minacciate di estinzione in Svizzera, mentre *Cylindera germanica*, campionata in soli due vigneti ma con un elevato numero di individui (156), è considerata fortemente minacciata. Infine sono stati riscontrati importanti popolamenti di *Anisodactylus nemorivagus*, specie ritenuta potenzialmente minacciata e rinvenuta in 12 vigneti. Le restanti specie sono state riscontrate con effettivi relativamente bassi (da 1 a 38 individui) e presenti solo in meno di sei vigneti. Di queste, due sono minacciate e cinque rare (ma non minacciate). Sebben non figurino 'specie bersaglio', sette specie sono classificate come prioritarie. Tra queste segnaliamo *Philorhizus sigma* (priorità molto elevata e responsabilità media), *Brachinus sclopeta* (priorità elevata e responsabilità esigua), *Notiophilus substriatus* e *Cylindera germanica* (priorità media e responsabilità esigua).

*Isopodi* (Crustacea, Isopoda): dalle catture Barber sono stati campionati 25'910 individui adulti appartenenti a 16 specie (13 generi e 8 famiglie), pari al 27% delle specie note in Svizzera. Le specie strutturanti sono *Trachelipus razzauti* (55.4%), *T. rathkii* (32.2%) e *T. arcuatus* (9.4%). Si tratta di specie assai diffuse in Europa. *Trachelipus razzauti* è una specie tipica di ambienti aperti; *T. rathkii* e *T. arcuatus* vivono anche in ambienti forestali e prati-pascoli (Pascal Stucky, Neuchâtel, com. orale). Anche le altre specie campionate sono assai bene distribuite in Europa e occupano in diversi tipi di ambienti sia aperti che forestali.

*Diplopodi* (Myriapoda, Diplopoda): dalle catture Barber sono stati campionati 1'674 individui adulti appartenenti a 23 specie (12 generi), pari al 19% delle specie note in Svizzera. Le specie dominanti sono *Ophiulus rubrodorsalis* (29.3%), *Glomeris pustulata* (15.9%), *Glomeris klugii* (13.3%), *Glomeris connexa* (12.5%) e *Chordeuma silvestre* (5.6%). In base all'Atlante dei diplopodi della Svizzera (Pedrioli 1992), si tratta di specie assai frequenti e abbondanti sia in Ticino che in Svizzera. Solo *O. rubrodorsalis* risulta soprattutto distribuito a Sud delle Alpi, mentre la presenza di *G. pustulata* in Svizzera è assai frammentata, sebbene apparentemente assai ubiquista. Purtroppo per i diplopodi le attuali conoscenze non permettono una valutazione delle singole specie dal profilo della conservazione.

### Domanda 2a – Quali sono i fattori che influenzano il numero delle specie presenti nei vigneti?

I risultati delle analisi dei fattori che influenzano il numero totale di specie dei vari gruppi tassonomici sono riassunti nella tabella 5 e riportati per esteso nell'allegato 3.

Tra le *variabili topografiche* (Tab. 5-Topografia) la pendenza influisce positivamente sul numero di specie di piante e invertebrati (v. Fig. 11) ad eccezione dei carabidi dove la relazione è negativa. Anche altitudine, radiazione solare e ore di sole agiscono positivamente sul numero di specie di piante e invertebrati. Possiamo pertanto affermare che i vigneti su pendio con maggiore radiazione solare sono più ricchi in

Tab. 5 – Fattori che influenzano il numero di specie di piante e invertebrati risultati dai modelli di regressione lineare multipla. I simboli indicano se il coefficiente di correlazione è significativamente positivo (+), negativo (-) o non significativo (*n.s.*). Il numero di simboli indica l'importanza della variabile.

Categoria	Fattori	Piante	Cicaline	Ragni	Carabidi	Isopodi	Diplopodi
<b>Topografia</b>	Pendenza	+++	<i>n.s.</i>	(+)	--	++	+
	Altitudine	++	+	(+)	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
	Ore di sole al suolo	++	<i>n.s.</i>	(+)	<i>n.s.</i>	(+)	<i>n.s.</i>
	Radiazione solare	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	+	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<b>Suolo</b>	Materia organica	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	++	(+)	(-)	+
	Calcare (CaCO <sub>3</sub> )	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	+++	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
	Rapporto C/N	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	(-)	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
	Azoto totale N <sub>tot</sub>	+	+	<i>n.s.</i>	(-)	(+)	<i>n.s.</i>
	Copertura strato erbaceo	<i>n.s.</i>	+	<i>n.s.</i>	-	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
	Roccia	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	-	+	<i>n.s.</i>
	Lettiera	(+)	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	-	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<b>Gestione</b>	Erbicida	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	(+)	+
	Sfalcio	--	-	--	<i>n.s.</i>	-	--
	Sfalcio sulla fila	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	(+)	<i>n.s.</i>
	Insetticida	<i>n.s.</i>	-	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	-	<i>n.s.</i>
	Fungicida	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	-	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	(-)
	Fertilizzante	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	+	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	(+)
<b>Paesaggio</b>	Area aperta vegetata	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	---	+++	<i>n.s.</i>	--
	Acque correnti	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	++	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
	Vigneti	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	+	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
	Foresta	+++	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	+++	+	<i>n.s.</i>
	Area antropica	+	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	(+)	<i>n.s.</i>



specie (Fig. 9). I vigneti su pendio sono spesso ricchi di strutture (muretti a secco, scarpate, sentieri, punti di erosione) favorevoli alla convivenza di numerose specie. Possiamo quindi ipotizzare che sia l'ubicazione dei vigneti su pendio che la presenza di strutture gestite in modo ecologicamente sostenibile contribuiscono a mantenere e a favorire la biodiversità nei vigneti.

Riguardo alle *proprietà chimico-fisiche del suolo* (Tab. 5-Suolo), il contenuto di azoto totale ( $N_{tot}$ ) ha un effetto positivo sul numero di specie di tutti i taxa, eccetto i carabidi, i quali sembrano prediligere suoli più calcarei

( $CaCO_3$ ). Il numero di specie di ragni, carabidi e isopodi sono influenzati positivamente dalla materia organica.

Tra i *fattori gestionali* (Tab. 5-Gestione), la frequenza di sfalcio ha un effetto negativo su numero di specie di piante e di invertebrati. L'applicazione di insetticidi chitino-inibitori impiegati per controllare le popolazioni di cicaline, alcune delle quali vettori di fitoplasma che causa una malattia da quarantena (*Flavescence dorée*), ha avuto effettivamente un effetto negativo sul numero di specie di cicaline, ma anche di isopodi, seppure quest'ultimi non siano un gruppo target. Si consideri che almeno la metà dei vigneti investigati è in regime di lotta obbligatoria contro la *Flavescence dorée* e devono, quindi, sottomettersi obbligatoriamente ad almeno due applicazioni di insetticida durante il mese di giugno. Si noti che gli insetticidi chitino-inibitori impediscono la formazione di chitina e agiscono quindi su tutti gli insetti eterometaboli (a metamorfosi incompleta o graduale), quindi non solo le cicaline, ma potenzialmente anche gruppi quali eterotteri, cavallette, blatte, psocotteri, tisanotteri, da noi però non investigati. L'applicazione di erbicida e lo sfalcio sulle file sono, per contro, risultati positivi sul numero di specie di isopodi e diplopodi. Ciò è probabilmente dovuto al fatto che entrambe le pratiche incrementano la disponibilità di materia organica morta al suolo.

A livello del *paesaggio attorno al vigneto* (Tab. 5-Paesaggio) risulta che il numero di specie di ragni, carabidi e diplopodi sia influenzato positivamente dalla percentuale di aree vegetate aperte, mentre piante, carabidi e isopodi dalla presenza di zone boschive circostanti.

Categorie	Fattori	Piante	Cicaline	Ragni	Carabidi	Isopodi	Diplopodi
<b>Topografia</b>	<b>Varianza totale spiegata</b>	<b>8%</b>	<b>20%</b>	<b>13%</b>	<b>13%</b>	<b>19%</b>	<b>14%</b>
	Pendenza	***	***	***	***	*	***
	Altitudine	<i>n.s.</i>	***	**	**	***	<i>n.s.</i>
	Radiazione solare	*	***	**	***	<i>n.s.</i>	*
<b>Suolo</b>	<b>Varianza totale spiegata</b>	<b>9%</b>	<b>15%</b>	<b>8%</b>	<b>13%</b>	<b>14%</b>	<b>7%</b>
	Materia organica	***	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	***
	Azoto totale ( $N_{tot}$ )	<i>n.s.</i>	***	***	***	**	<i>n.s.</i>
	Nitrati ( $NO_3^-$ )	**	*	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
	Azoto ammoniacale ( $NH_4^+$ )	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	*	<i>n.s.</i>
	Sabbia	***	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	***	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
	Argilla	<i>n.s.</i>	**	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
Copertura strato erbaceo	<i>n.s.</i>	**	**	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	
<b>Gestione</b>	<b>Varianza totale spiegata</b>	<b>6%</b>	<b>10%</b>	<b>7%</b>	<b>5%</b>	<b>0%</b>	<b>1%</b>
	Erbicida	***	**	***	***	***	***
	Sfalcio	***	***	**	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<b>Paesaggio</b>	<b>Varianza totale spiegata</b>	<b>2%</b>	<b>8%</b>	<b>8%</b>	<b>6%</b>	<b>13%</b>	<b>6%</b>
	Aree aperte vegetate	***	***	***	**	**	<i>n.s.</i>
	Acque correnti	<i>n.s.</i>	*	*	**	*	<i>n.s.</i>
	Vigneti	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	*	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
	Foresta	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	***

Fig. 11 – Vigneto su pendio. La pendenza favorisce una buona radiazione risultata positiva per la biodiversità di diversi gruppi tassonomici studiati (foto: Valeria Trivellone).

Tab. 6 – Fattori che influenzano in modo significativo (contrassegnati da asterischi) la composizione delle specie di piante e invertebrati. I fattori sono stati selezionati dall'analisi di selezione a passi (*Forward selection*).

Per ogni taxa è riportata la percentuale di varianza spiegata dall'insieme diversi fattori (in grassetto) e il grado di significatività dei vari fattori per ciascun gruppo tassonomico (\*\*\*  $P < 0.001$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*  $P < 0.05$ , *n.s.*: non significativa). La definizione dei vari fattori è riportata nella tabella 1. Una rappresentazione dei risultati in forma di diagrammi di Venn è riportata nell'allegato 4.



Fig. 12 – Esempi di diverse pratiche di gestione delle file e interfile: a) file inerbite e interfile sarchiate; b) file diserbate con erbicida e interfile inerbita; c) file sarchiate e interfile sfalciate in modo alternato (sfalcio sulla destra; non sfalcio sulla sinistra) (foto: Valeria Trivellone).

### Domanda 2b – Quali sono i fattori che influenzano la composizione delle specie presenti nei vigneti?

I fattori che invece influenzano la composizione delle specie (comunità) dei vari gruppi tassonomici sono riportati nella tabella 6.

Tra le *variabili topografiche* del vigneto (Tab. 6-Topografia), la pendenza e la radiazione solare influenzano la composizione delle comunità di piante e di invertebrati, mentre l'altitudine ha un effetto unicamente sugli invertebrati. L'insieme di questi fattori crea situazioni microclimatiche diversificate che aumentano la disponibilità di nicchie ecologiche che favoriscono specie diverse (Schirmel & Buchholz, 2011; Trivellone *et al.*, 2012).

A *livello del suolo* (Tab. 6-Suolo), il contenuto di azoto influenza la flora e i gruppi di invertebrati ad eccezione dei diplopodi che risultano invece influenzati dal contenuto di materia organica. La presenza di azoto nel suolo, soprattutto se in forma di nitrati prontamente disponibili, influisce in modo diretto sulla flora con probabili ripercussioni sugli invertebrati, sia in termini di risorse alimentari (fitofagi) sia per la struttura del substrato (predatori al suolo). Anche il contenuto di sabbia influenza le comunità delle piante e dei carabidi mentre le comunità di cicaline sono influenzate dal contenuto di argilla. Il tipo di copertura del suolo (strato erbaceo piuttosto che suolo nudo, rocce o lettiera) ha un'influenza sulla composizione delle comunità di cicaline (presenti sulla vegetazione essendo prettamente fitofaghe) e di ragni (predatori al suolo e in parte sulla vegetazione) (v. Fig. 12).

Tra le *variabili gestionali* (Tab. 6-Gestione), quelle più importanti risultano essere il numero di applicazioni di erbicidi, che influenza la comunità di tutti i taxa considerati, e il numero di sfalci della vegetazione (Fig. 10), che ha effetto soltanto sulle comunità di piante e di fitofagi ad esse associati.

Le *variabili di paesaggio* (Tab. 6-Paesaggio) più importanti sono la quantità di aree aperte vegetate e di superfici d'acqua presenti in un raggio di 200 m attorno ai vigneti. Le aree aperte vegetate comprendono prati a differente grado di gestione, coltivazioni, orti domestici, giardini e campi di calcio. Le comunità biologiche, sembrano quindi essere influenzate da un mosaico di differenti aree vegetate. La presenza di altri vigneti influenza solo i ragni, mentre la presenza di bosco influenza i diplopodi.

### Domanda 3 – Quali pratiche gestionali hanno maggiore impatto sulle comunità e quali sono le soglie critiche?

I risultati dell'analisi *Multiple Regression Tree* (MRT) applicata sui fattori di gestione e delle proprietà del suolo hanno permesso di individuare le soglie critiche oltre le quali la composizione delle specie dei sei gruppi tassonomici in esame cambia in modo significativo (Tab. 7).

Riguardo alla gestione, possiamo notare che la composizione delle comunità di piante e di cicaline subiscono cambiamenti significativi a partire da tre sfalci per anno (sfalcio > 3 nella Tab. 7). Oltre questa soglia lo sfalcio ha effetti negativi sulla ricchezza di specie della flora e dei fitofagi associati e favorisce piante

Tab. 7 – Valori di soglia calcolati per i fattori legati alla gestione e al proprietà del suolo superati i quali la composizione delle comunità di piante e invertebrati cambiano in modo significativo. Per esempio: Erbicida (prima riga) – i valori rappresentano il numero massimo di applicazioni di erbicida all'anno (N.appl./anno), soglie oltre le quali la composizione delle specie dei diversi taxa (piante, cicaline, ragni, carabidi, isopodi e diplopodi) cambiano in modo significativo. Nel caso specifico la composizione delle specie di piante, cicaline e isopodi cambia significativamente a partire da una singola applicazione di erbicida all'anno. Mentre le comunità di ragni, carabidi e diplopodi cambiano significativamente partire a 2 applicazioni (*n.s.* = non significativo).

Fattori di gestione e del suolo	Unità di misura	Piante	Cicaline	Ragni	Carabidi	Isopodi	Diplopodi
<b>Gestione</b>							
Erbicida	N. appl./anno	<1	<1	2	2	<1	2
Sfalcio	N. sfalci/anno	3	3	3	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<b>Suolo</b>							
Materia organica	%	5	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	4.5
Nitrati (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Kg/ettaro	30	30	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
Azoto totale (N <sub>tot</sub> )	%	<i>n.s.</i>	33	33	27	21	<i>n.s.</i>
Copertura strato erbaceo	%	<i>n.s.</i>	73	81	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

ruderali (es. *Veronica persica*, *Poa* spp.) e specie di fitofagi pioniere (es. *Psammotettix* spp. e *Macrostelus* spp.) caratteristiche di ambienti disturbati.

Per quanto riguarda, appare evidente che l'applicazione di erbicidi sulla file non è assolutamente tollerata (<1 nella Tab. 7) né dalle piante (gruppo target), né dalle cicaline (che si nutre di piante). In particolare la flora subisce un'influenza negativa, non tanto sulla ricchezza di specie, ma piuttosto sulla composizione delle comunità, essendo favorite specie tipiche di suoli rimossi e disturbati (es. *Digitaria sanguinalis* e *Stellaria media*). Al contrario sembra che ragni e carabidi (entrambi predatori) e i diplopodi (decompositori della materia organica) sembrano approfittarne. L'uso di erbicidi potrebbe infatti creare ambienti di caccia favorevoli a talune specie di predatori e una maggiore disponibilità di materia organica morta per i decompositori, rispettivamente per i due gruppi tassonomici.

Per quanto riguarda le caratteristiche del suolo, i valori di soglia per la materia organica sono del 5 e 4.5% rispettivamente per le piante e i diplopodi; per i nitrati di 30 kg/ha per piante e cicaline mentre per l'azoto totale tra 21% e 33% per cicaline, predatori e isopodi. A livello di copertura erbacea, le comunità di cicaline che ragni subiscono cambiamenti importanti a partire da soglie di copertura relativamente alte pari a 73%, rispettivamente 81%. Sulla base di questi risultati consigliamo l'uso di concimi organici delle interfile. Riguardo invece all'applicazione di concimi NPK (azoto-fosforo-potassio) consigliamo al massimo un'applicazione annua, se necessario. L'azoto

infatti influisce favorisce specie tipiche di prati pingui, come *Rumex acetosa*, *Urtica dioica*, *Glechoma hederacea* e *Ranunculus repens* oltre che a eventuali fitofagi dannosi alla vite, come *Hyalesthes obsoletus*, vettore del fitoplasma che causa la malattia del Legno Nero.

#### Domanda 4 – Quali sono le specie in grado di indicarci lo stato del vigneto in relazione alle pratiche gestionali e alle caratteristiche del suolo?

La tabella 8 riporta le specie indicatrici di comunità che subiscono modifiche significative della composizione al momento in cui le soglie critiche di gestione e le caratteristiche del suolo mostrate nella tabella 7 sono superate (v. anche Fig. 13).

Per quanto riguarda l'applicazione dell'erbicida sono state selezionate sei specie indicatrici: una pianta, una cicalina, tre carabidi e un isopode (Tab. 8a). Le specie indicatrici di sfalci frequenti (>3 sfalci/anno) sono quattro piante notoriamente associate a prati intensivamente gestiti, una cicalina pioniera e una specie di ragno. Viceversa le specie indicatrici di sfalci più estensivi (≤3 sfalci/anno) sono specie spesso presenti su scarpate gestite in modo estensivo. Si tratta di sei piante, tre cicaline e ben otto specie di ragni (Tab. 8b).

Riguardo alla materia organica nel suolo sono state invece selezionate sette specie indicatrici di elevati valori di materia organica e in particolare, quattro piante tipiche di prati pingui e tre diplopodi favoriti tipicamente detritivori di materia organica (Tab. 8c). Mentre per le specie indicatrici di azoto nel suolo sono cinque specie di piante che tollerano elevati valori di

Tab. 8 – Specie indicatrici di soglie critiche di gestione: a) due applicazioni di erbicidi all'anno; b) tre o più sfalci della vegetazione e di proprietà del suolo; c) valori superiori al 5% di materia organica nel suolo; d) valori superiori al 30Kg/ha di azoto nitrico (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) nel suolo; e) valori superiori al 33% di azoto totale (N<sub>tot</sub>) nei vigneti ticinesi. IndVal = valore di indicazione (min: 0.1, max 1.0); i simboli +/- indicano se la specie è favorita (+) o penalizzata (-) dalla pratica gestionale specifica; soglie di significatività statistica, valore P: \* < 0.05, \*\* < 0.01.

#### a) Erbicidi: 2 applicazioni/anno

Specie indicatrici	IndVal + valore P	Effetto
<b>Piante</b>		
<i>Lamium purpureum</i>	0.8*	+
<b>Cicaline</b>		
<i>Eupteryx decemnotata</i>	0.6*	+
<b>Carabidi</b>		
<i>Harpalus affinis</i>	0.6**	+
<i>Amara lucida</i>	0.6*	+
<i>Cicindela campestris</i>	0.5*	+
<b>Isopodi</b>		
<i>Trachelipus arcuatus</i>	0.7**	+
<b>Diplopodi</b>		
<i>Cylindroiulus latzeli</i>	0.6**	-

#### b) Numero di sfalci: >3 sfalci/anno

Specie indicatrici	IndVal + valore P	Effetto
<b>Piante</b>		
<i>Ranunculus repens</i>	0.8*	+
<i>Hypochaeris radicata</i>	0.8*	+
<i>Prunella vulgaris</i>	0.7*	+
<i>Agrostis stolonifera</i>	0.6*	+
<i>Leontodon hispidus</i>	0.7*	-
<i>Vicia sepium</i>	0.7*	-
<i>Thalictrum minus</i>	0.7*	-
<i>Agrostis capillaris</i>	0.6*	-
<i>Silene dioica</i>	0.5*	-
<i>Sedum maximum</i>	0.5*	-
<b>Cicaline</b>		
<i>Eupteryx decemnotata</i>	0.6*	+
<i>Megadelphax sordidula</i>	0.7*	-
<i>Asiraca clavicornis</i>	0.7*	-
<i>Ribautodelphax pungens</i>	0.6*	-

continuazione da b) Numero di sfalci: &gt;3 sfalci/anno

Specie indicatrici	IndVal + valore P	Effetto
<b>Ragni</b>		
<i>Drassyllus pusillus</i>	0.7*	+
<i>Xysticus robustus</i>	0.7**	-
<i>Episinus truncatus</i>	0.7**	-
<i>Crustulina guttata</i>	0.6**	-
<i>Pisaura mirabilis</i>	0.6*	-
<i>Pardosa saltans</i>	0.6*	-
<i>Tegenaria fuesslini</i>	0.6*	-
<i>Pocadicnemis juncea</i>	0.5**	-
<i>Trachelas minor</i>	0.5*	-

c) Materia organica nel suolo &gt; 5%

Specie indicatrici	IndVal + valore P	Effetto
<b>Piante</b>		
<i>Silene vulgaris</i>	0.8*	+
<i>Silene pratensis</i>	0.8*	+
<i>Paucedanum oreoselinum</i>	0.7*	+
<i>Salvia preatensis</i>	0.6*	+
<b>Diplopodi</b>		
<i>Ophiulus rubrodorsalis</i>	0.8**	+
<i>Glomeris connexa</i>	0.7**	+
<i>Glomeris klugii</i>	0.5*	+

d) Azoto nitrico (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) nel suolo > 30Kg/ha

Specie indicatrici	IndVal + valore P	Effetto
<b>Piante</b>		
<i>Leontodon hispidus</i>	0.7*	+
<i>Echium vulgare</i>	0.7*	+
<i>Hordeum murinum</i>	0.7*	+
<i>Senecio vulgaris</i>	0.6*	+
<i>Sonchus oleraceum</i>	0.5*	+

e) Azoto totale (N<sub>tot</sub>) nel suolo >33%

Specie indicatrici	IndVal + valore P	Effetto
<b>Cicaline</b>		
<i>Ebarrius cognatus</i>	0.6*	+
<i>Utecha trivia</i>	0.5*	+
<i>Thamnotettix sp</i>	0.5*	+
<i>Chlorita paolii</i>	0.5*	+
<b>Ragni</b>		
<i>Zelotes petrensis</i>	0.8**	+
<i>Ozyptila atomaria</i>	0.7*	+
<i>Xysticus ninnii</i>	0.7**	+
<i>Hypsosinga sanguinea</i>	0.7*	+
<i>Zodarion italicum</i>	0.6*	+
<i>Haplodrassus signifer</i>	0.6*	+
<i>Xysticus erraticus</i>	0.6**	+
<i>Tegenaria fuesslini</i>	0.6*	+
<i>Aelurillus v insignitus</i>	0.5**	+
<i>Euophrys terrestris</i>	0.5*	+
<i>Nomisia exornata</i>	0.5*	+
<i>Neottiura suaveolens</i>	0.5*	+
<i>Alopecosa accentuata</i>	0.5*	+
<b>Carabidi</b>		
<i>Harpalus distinguendus</i>	0.7**	-
<i>Anisodactylus binotatus</i>	0.6**	-
<i>Anisodactylus nemorivagus</i>	0.6**	-
<i>Pterostichus niger</i>	0.6**	-
<i>Bembidion properans</i>	0.6*	-
<i>Amara similata</i>	0.6*	-
<i>Harpalus affinis</i>	0.6*	-
<i>Harpalus luteicornis</i>	0.5*	-
<i>Nebria brevicollis</i>	0.5*	-
<i>Anisodactylus signatus</i>	0.4*	-
<b>Isopodi</b>		
<i>Trachelipus rathkii</i>	0.9**	-



Fig. 13 – Tre esempi di specie indicatrici di soglie critiche di gestione individuate dalle analisi descritte nel testo: a) *Vicia sepium* specie sensibile a un numero di sfalci superiore a tre (foto: Albert Krebs); b) *Cicindela campestris* (coleottero cicindelide), in qualità di predatore approfitta delle applicazioni di erbicidi nella fila (foto: Beat Wermelinger); c) *Harpalus distinguendus* (coleottero carabide) sensibile a quantitative di azoto totale nel terreno superiori al 33% (foto: Frank Köhler).

azoto nitrico ( $\text{NO}_3^-$ ) (Tab. 8d) e 17 specie indicatrici di elevati valori di azoto totale ( $\text{N}_{\text{tot}}$ ): quattro carabidi e 13 ragni. Viceversa, 10 carabidi e un isopode sono indicatrici di bassi valori di azoto totale (v. Tab. 8e).

In generale, queste specie sono considerate indicatrici di cambiamenti di gestione e di proprietà del suolo e potrebbero pertanto essere molto utili per monitorare i regimi di gestione e le condizioni edafiche, oltre che per verificare l'efficacia di eventuali misure mitigative. A questo proposito sarebbe estremamente interessante che accanto alle liste di specie importanti dal profilo della conservazione (specie minacciate, bersaglio e prioritarie) e quelle indicatrici di alta biodiversità (vedi proposta di Trivellone *et al.*, 2017 in questo volume) venissero affiancate liste di specie indicatrici di soglie critiche di pratiche gestionali, quali lo sfalcio e l'apporto di azoto nel suolo elaborate a livello regionale. Questo garantirebbe una valutazione più integrata della sostenibilità delle superfici agricole sia dal profilo ecologico e che ambientale (vedi il Modello concettuale presentato da Trivellone *et al.*, 2017 in questo volume).

Monitorare la qualità ambientale delle pratiche agricole in termini di carichi di sostanze chimiche nell'ambiente è una responsabilità importante verso la salute pubblica, la qualità di vita e le generazioni future.

## CONCLUSIONI

Durante lo studio abbiamo campionato quasi 1'000 specie tra piante (441 specie) e invertebrati (543 specie). In soli 48 vigneti, abbiamo identificato il 30% di tutte le specie di cicaline conosciute in Svizzera, il 27% degli isopodi e il 25% dei ragni, oltre alle 18 nuove specie per la Svizzera.

Tali valori ci permettono di affermare che i vigneti a Sud delle Alpi sono ambienti con un elevato potenziale per la biodiversità sia di piante che di invertebrati. Questo è particolarmente vero per i vigneti su pendio bene esposti e con presenza di strutture, quali muretti a secco, scarpate, cespugli, rocce affioranti ecc., soprattutto se gestite in modo rispettoso della biodiversità. Tali strutture favoriscono la formazione di microhabitat e microambienti diversi in grado di ospitare numerose specie. Vigneti di questo tipo, gestiti in modo estensivo, rappresentano ambienti agricoli particolarmente interessanti che godono di condizioni topografiche e ambientali ad alto potenziale naturalistico, simili a quelle presenti in prati magri e cespuglieti secchi. Queste condizioni, se accompagnate da pratiche gestionali rispettose della natura, permettono la convivenza di numerose specie, tra cui alcune anche minacciate.

In pianura, sebbene la salvaguardia dei vigneti sui pendii sia prioritaria, le parcelle vitate potrebbero per contro rappresentare un'alternativa al paesaggio agricolo sempre più monotono e intensivo, offrendo ambienti un po'

più strutturati, dove diverse specie floristiche e faunistiche (talvolta anche di interesse per la conservazione) trovano condizioni minime di vita.

Tali condizioni positive sono particolarmente possibili se la gestione del vigneto è estensiva e diversificata e la parcella ricchezza di strutture (scarpate, muretti a secco, rocce affioranti, cespugli ecc.).

Dal profilo delle comunità, le specie strutturate sono spesso specie di prato e cespuglieti termo-xerofili presenti in particolare in vigneti su pendio dove le condizioni microclimatiche sono ideali. Non da ultimo, uno degli aspetti più interessanti di questo studio riguarda le ricadute pratiche. Lo studio ci ha permesso infatti di: (1) individuare la diffusione delle specie particolari, bersaglio e prioritarie per la conservazione nell'ambito dell'agroecosistema vigneto a Sud delle Alpi Svizzere secondo le liste attualmente disponibili (Obiettivi Ambientali per l'Agricoltura 2008 e UFAM 2011), (2) individuare le criticità riguardanti l'utilizzo delle suddette specie nei piani di conservazione e di promovimento della qualità ecologica nei vigneti, e (3) definire le pratiche gestionali che influenzano la biodiversità e le sue componenti.

Al di là del potenziale delle parcelle vignate nell'ospitare alti valori di biodiversità, in particolare di quelle su pendio, tale potenziale può essere espresso unicamente attraverso le scelte gestionali del viticoltore. Egli ha pertanto una grande responsabilità nel mantenere livelli di biodiversità alti nel proprio vigneto. Una biodiversità di cui potrebbe anche trarre dei benefici in termini di lotta biologica, processi del suolo e stabilità a lungo termine, ma anche una biodiversità da mantenere per il suo valore intrinseco e per il potenziale evolutivo per le prossime generazioni.

## RINGRAZIAMENTI

Questo progetto è stato realizzato grazie al sostegno finanziario dei tre istituti consorziati (gli Istituti federali di ricerca WSL e Agroscope a Cadenazzo e il Museo cantonale di storia naturale a Lugano) e dell'Ufficio federale dell'ambiente (Credito: A43000105 Natur und Landschaft – Contratto 06.0127.PZ / L21 1-1 867). A questi si aggiungono i contributi della Sezione dell'agricoltura del Cantone Ticino (Bellinzona) e del Fondo Cotti (Lugano). Ringraziamo Patrik Krebs per la preparazione delle cartine e Boris Pezzati per i consigli a livello di analisi. Si ringraziano Xaver Heer e Ambros Hänggi per l'identificazione dei ragni, Yannick Chittaro e Werner Marggi per l'identificazione dei carabidi, David Bogyo per l'identificazione dei diplopodi, Ferenc Vilisics per l'identificazione dei diplopodi, Christoph Germann per l'identificazione dei curculionidi. Le piante sono state identificate da Bruno Bellosi (nell'ambito del suo lavoro di master) con il supporto di Nicola Schoenenberger e le cicaline sono state identificate da Valeria Tri-



vellone. Per il prezioso supporto nelle attività di campo e di laboratorio e per l'impegno e la passione profusi, ringraziamo: Corrado Cara, Franco Fibbioli, Matthias Glutz, Laura Milani, Matteo Minetti, Enea Moretti, Giorgio Nidola e Carolina Visconti.

## BIBLIOGRAFIA

- Bellosi B., Trivellone V., Jermini M., Moretti M. & Schoenenberger N. 2013. Composizione floristica dei vigneti in Ticino. *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*, 101: 55-60.
- Blanchet F.G., Legendre P. & Borcard D. 2008. Forward selection of explanatory variables. *Ecology*, 89: 2623-2632.
- Borcard D., Gillet F. & Legendre P. 2011. *Numerical Ecology* with R. Springer. New York-Dordrecht-London Heidelberg.
- Cara C. & Trivellone V. 2017. I tificolibini (Hemiptera: Cicadellidae) associati alla vite e i loro parassitoidi oofagi (Hymenoptera: Mymaridae). *Memorie della Società ticinese di scienze naturali*, 12: 191-200.
- Cara C., Milani M., Trivellone V., Moretti M., Pezzati B. & Jermini M. 2013. La minatrice americana della vite (*Phyllocnistis vitegenella* Clemens): dinamica delle popolazioni e potenziale di biocontrollo naturale in Ticino. *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*, 101: 75-80.
- Clavien Y. & Delabays N. 2005. La végétation des vignes en Suisse romande. *Agroscope RAC Changins, Rapport de stage*, 14 pp.
- Clavien Y. & Delabays N. 2006. Inventaire floristique des vignes de Suisse romande: connaître la flore pour mieux la gérer. *Revue Suisse de Vitic. Arboric. Hortic.* 38: 335-341.
- Core Team R. 2012. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 3-900051-07-0, URL [www.R-project.org/](http://www.R-project.org/) (ultima consultazione 26.11.2016).
- De Cáceres, M., Legendre P. & Moretti M. 2010. Improving indicator species analysis by combining groups of sites. *Oikos* 119, 1674-1684.
- De'ath G. (2010) mvpart: Multivariate partitioning. R package version 1.3-1 <http://cran.r-project.org/> (ultima consultazione 26.11.2016).
- De'ath G. 2002. Multivariate regression trees: A new technique for modeling species-environment relationships. *Ecology*, 83: 1105-1117.
- Duru M., Therond O., Martin G., Martin-Clouaire R., Magne M.A., Justes E., Journet E.P., Aubertot J.N., Savary S., Bergez J.E. & Sarthou J. (2015) How to implement biodiversity-based agriculture to enhance ecosystem services: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35: 1259-1281.
- Enghoff H. (2010) *Diplopoda. Fauna Europaea version 2.2.* [www.faanaur.org](http://www.faanaur.org) (ultima consultazione 26.11.2016).
- ESRI 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA.
- Forini-Giacalone I., Rossi-Pedruzzi A., Moretti M., Pollini Paltrinieri L. & Trivellone V. 2017. Le formiche nei vigneti del Canton Ticino (Svizzera). *Memorie della Società ticinese di scienze naturali*, 12: 177-189.
- Germann C., Trivellone V., Pollini Patrinieri L. & Moretti M. 2013. First record of the adventive weevil *Gymnetron rotundicollis* Gyllenhal, 1838 from Switzerland (Coleoptera, Curculionidae). *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 86: 1-5.
- Giovanna Ceccarelli, Giulia Poretti & Schoenenberger N. 2017. Denominazioni dialettali di cultivar viticole nel Canton Ticino e nel Moesano dalla fine del Settecento alla metà del Novecento
- Hänggi A., Stäubli A., Heer X., Trivellone V., Pollini Paltrinieri L., Moretti M. 2014. Eleven new spider species (Arachnida: Araneae) for Switzerland discovered in vineyards in Ticino – What are possible reasons? *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 87: 215-228.
- Huber C. & Marggi W. 2005. Raumbedeutsamkeit und Schutzverantwortung am Beispiel der Laufkäfer der Schweiz (Coleoptera, Carabidae) mit Ergänzungen zur Roten Liste. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 78: 375-397.
- Krebs P. & Bertogliati M. 2017. Evoluzione della superficie vitata nel Canton Ticino dall'Ottocento a oggi. *Memorie della Società ticinese di scienze naturali*, 12: 43-58.
- Londo G. 1976. The decimal scale for relevés of permanent quadrats. *Vegetation* 33: 61-64.
- Moretti M. & Trivellone V. 2013. Découverte de nouvelles espèces d'invertébrés dans les vignobles du Tessin. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 45: 377.
- Moretti M., Patocchi N. & Zambelli N. 2001. Gestione dei prati magri del Monte San Giorgio (Ticino, Svizzera). Verifica degli interventi 1994-1998 tramite tre gruppi faunistici: Ropaloceri, Ortoteri e Ragni. *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*, 89: 15-24.
- Moser D., Gygax A., Bäumler B., Wyler N. & Palese R. 2002. Lista Rossa delle felci e piante a fiori minacciate della Svizzera. Ed. Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio, Berna; Centro della Rete Svizzera di Floristica, Chambésy; Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, Chambésy. Collana UFAPF «Ambiente-Esecuzione». 118 pp.
- Moser M. & Del Priore F. 2013. Il clima in Ticino: negli ultimi decenni il riscaldamento è avvenuto più in fretta. *Sintesi del Rapporto di Meteosvizzera. Dati – Statistica e Società*, 8: 55-59.
- Mühlethaler R., Trivellone V., van Klink R., Niedringhaus R. & Nickel H. 2016. Kritische Artenliste der Zikaden der Schweiz (Hemiptera: Auchenorrhyncha). *Cicadina* 16: 49-87.
- OFEV & OFAG 2008. Objectifs environnementaux pour l'agriculture. A partir de bases légales existantes. *Connaissance de l'environnement n. 0820.* Office fédéral de l'environnement, Berne: 221 p.
- Panzer F. 2017. Una breve storia della viticoltura ticinese dal XVI al XX secolo attraverso descrizioni, studi e testimonianze. *Memorie della Società ticinese di scienze naturali*, 12: 27-41.
- Patocchi N. & Moretti M. 1998. Valore ecologico di un settore della fascia pedemontana destra del Piano di Magadino (Ticino) in base alle farfalle diurne (Lepidoptera: Ropalocera). *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*, 86: 45-52.
- Persico A. 2009. La Flora dei vigneti "Terroir". Federviti, Federazione dei viticoltori della Svizzera italiana, Gudo.
- Pollini Paltrinieri L. & Abderhalden M. 2017. Biodiversità faunistica dei vigneti della Svizzera italiana – Stato delle conoscenze. *Memorie della Società ticinese di scienze naturali*, 12: 165-176.
- Poretti D. & Bernasconi G. 2009. *Statistica Ticinese dell'Ambiente e delle Risorse naturali.* Ufficio di statistica del Cantone Ticino (Ustat) e della Sezione della protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo (SPAAS), Bellinzona, 18-19.

- Pythoud K. & Monico C. 2007. Studio dei terroir viticoli ticinesi. Federviti, Federazione dei viticoltori della Svizzera italiana, Gudo.
- Rossi M. 1999. Stato nutrizionale dei suoli viticoli del Canton Ticino e della Mesolcina. Federviti, Federazione dei Viticoltori della Svizzera Italiana, Gudo.
- Schirmel J. & Buchholz S. 2011. Response of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) to coastal heathland succession. *Biodiversity and Conservation*, 20: 1469-1482.
- Schmalfuss H. 2003. World catalog of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea). *Stuttgarter Beitrage für Naturkundler, Serie A*, 654: 341 pp.
- Schoenenberger N., Bellosi B., Persico A. & Trivellone V. 2017. Contributo alla conoscenza delle piante vascolari dei vigneti del Ticino e del Moesano (Svizzera). *Memorie della Società ticinese di scienze naturali*, 12: 107-114.
- Trivellone V. & Moretti M. 2017. Difesa fitosanitaria e consulenza viticola nel Cantone Ticino Intervista a Luigi Colombi e Matteo Bernasconi della Sezione dell'agricoltura, Dipartimento delle finanze e dell'economia del Cantone Ticino, Svizzera. *Memorie della Società ticinese di scienze naturali*, 12: 83-94.
- Trivellone V. 2009. Studio della biodiversità della Auchenorrhincofauna in vigneti ticinesi - Relazione finale. *Agroscope*, 31 pp. <http://federviti.ch/images/uploads/allegati/Relazione%20finale%202009%20-%20biodiversit%C3%A0.pdf> (ultima consultazione 27.12.2016).
- Trivellone V. 2014. I margini tra bosco e aree coltivate: un'opportunità per la valorizzazione della biodiversità in Ticino. *Agricoltura Ticinese*, 146: 13.
- Trivellone V., Bellosi B., Persico A., Bernasconi M., Jermini M. & Moretti M. & Schoenenberger N. 2014. Comment évaluer la qualité botanique des surfaces agricoles de promotion de la biodiversité? *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 46: 378-385
- Trivellone V., Filippin L., Narduzzi-Wich B. & Angelini E. 2016. A regional-scale survey to define the known and potential vectors of grapevine yellow phytoplasmas in vineyards South of Swiss Alps. *European Journal of Plant Pathology*, 145: 915-927.
- Trivellone V., Knop E., Turrini-Biedermann T., Andrey A., Humbert J-Y. & Kunz G. 2015. New and remarkable records of leafhoppers and planthoppers (Hemiptera: Auchenorrhyncha) from Switzerland. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 88: 273-284.
- Trivellone V., Pedretti A., Caprani M., Pollini Paltrinieri L., Jermini M. & Moretti M. 2013. Ragni e carabidi dei vigneti del Canton Ticino. *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali*, 101: 63-72.
- Trivellone V., Pollini Paltrinieri L., Jermini M. & Moretti M. 2012. Management pressure drives leafhopper communities in vineyards in Southern Switzerland. *Insect Conservation and diversity*, 5: 75-85.
- UFAM 2011: Lista delle specie prioritarie a livello nazionale. Specie prioritarie per la conservazione e la promozione a livello nazionale, stato 2010. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. *Pratica ambientale n. 1103*: 132 pag.

## Allegato 1

### Selezione dei vigneti

La figura mostra lo schema di selezione dei 48 vigneti di almeno 2000 m<sup>2</sup> su 1'177 in base a tre criteri principali: Esposizione del vigneto (24 siti esposti a NordEst-NordOvest, NE-NO; 24 esposti a SudEst-SudOvest, SE-SO); Pendenza (24 dei vigneti in piano: < 5°; 24 su pendio: >10°) e Tipologia ambientale dominante (copertura >50% di coltivi, area urbana e bosco) all'interno di un raggio di 500 m (78.5 ettari) attorno ad ogni vigneto (n = numero di vigneti).

### Metodi di campionamento della fauna

**Trappole Barber** - Lungo le file e le scarpate (quando presenti) sono state posate quattro trappole Barber (distanza minima tra le trappole 0.5 m) costituite da recipienti di plastica (200 ml e 6 cm di diametro) interrati fino all'orlo e contenenti una soluzione salina satura con aggiunta di alcune gocce di detergente. Le trappole sono state coperte da un tettuccio di plastica trasparente. Si tratta di trappole a intercettazione in grado di campionare la fauna che si muove al suolo e il numero di individui campionati è proporzionato al grado di mobilità di ogni specie. Le trappole Barber sono rimaste attive durante 8 periodi di 7 giorni l'uno, una volta al mese, da marzo a ottobre 2011.

**D-Vac** - Questa tecnica è stata utilizzata per raccogliere gli invertebrati dello strato erbaceo delle interfile e delle scarpate; in assenza di scarpata entrambi i campioni sono stati raccolti nell'interfila. In ognuna delle due zone abbiamo campionato durante 120 secondi lungo un transetto lineare medio di 80 m. La raccolta è stata ripetuta in una seconda coppia di interfile-e-scarpata a una distanza minima di 20 m dalla precedente. Complessivamente sono stati effettuati sette campionamenti mensili da marzo a ottobre 2011.

**Retino di Steiner** - Si tratta di un ombrello entomologico terminante con un contenitore che, posto al di sotto della chioma di vite, e scuotendo opportunamente il capo a frutto permette di campionare gli individui che si la-

sciano cadere. Un campione è ottenuto scuotendo 30 piante scelte a caso su due filari paralleli. In ogni vigneto sono stati prelevati due campioni in cinque date distinte da aprile a settembre.

**Cartelle cromotropiche** - Si tratta di placchette gialle di plastica rigida ricoperte di colla che sono state appese nella chioma della vite e lasciate attive durante sei periodi di una settimana ciascuna da marzo a settembre.

### Determinazione delle specie

I gruppi tassonomici identificati alla specie sono: cicaline (Hemiptera, Auchenorrhyncha), curculionidi (Coleoptera, Curculionidae), carabidi (Coleoptera, Carabidae), ragni (Aranea), isopodi (Crustacea, Isopoda), diplopodi (Myriapoda, Diplopoda), formiche (Hymenoptera, Formicidae) e imenotteri parassitoidi (Hymenoptera Parasitica). I risultati delle analisi dei primi sei taxa sono riportati nel presente contributo. Per le formiche, i curculionidi e gli imenotteri parassitici si vedano i contributi di Germann *et al.*, 2013, Forini *et al.*, 2017, Cara & Trivellone, 2017 e Pollini Paltrinieri *et al.*, 2017 (gli ultimi tre sono riportati in questo volume). I nomi degli esperti che hanno identificato le specie sono riportati nei Ringraziamenti al termine dell'articolo. Sono stati inoltre separati i seguenti taxa: opilioni, chilopodi, neuroteri, coleotteri stafilinidi, psilloidei, eterotteri, ditteri e tisanotteri. Tutto il materiale è depositato presso il Museo cantonale di storia naturale (MCSN) a Lugano, mentre le collezioni di riferimento dei taxa identificati si trovano presso gli specialisti o presso il MCSN. I dati grezzi in forma digitale sono presso l'Istituto federale di Ricerca WSL e il MCSN; non appena tutte le pubblicazioni saranno terminate i dati verranno trasmessi a Info flora e Info fauna-CSCF.

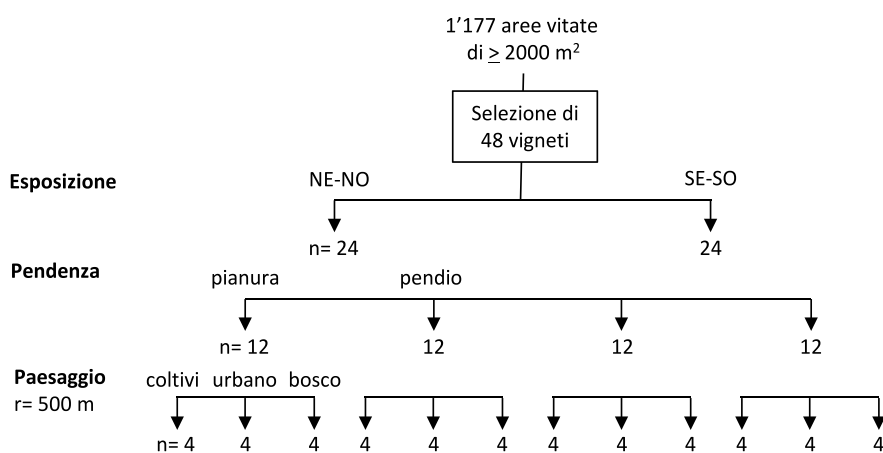
### Variabili esplicative utilizzate nelle analisi

#### Topografia (caratteristiche geomorfologiche locali)

Sono state scelte cinque variabili: altitudine, esposizione, radiazione solare, ore di sole e pendenza. Le prime tre sono state derivate al modello digitale del terreno (DHM25©2004), mentre le ultime due sono state misurate in campo mediante bussola solare e clinometro.

#### Suolo (caratteristiche fisico-chimico del suolo e coperture)

In ogni vigneto è stato prelevato un campione di suolo di 800 cm<sup>3</sup> dall'interfila e altrettanto dalla scarpata, quando presente. In ogni campione sono stati analizzati i seguenti parametri: pH, CaCO<sub>3</sub>, materia organica, N<sub>tot</sub> (metodo Kjeldahl), N<sub>min</sub> e granulometria del suolo (contenuto di argilla, limo e sabbia). Le analisi del suolo sono state eseguite dalla ditta Sol-Conseil di Changins. Le coperture percentuali dello strato erbaceo, del muschio, rocce e lettiera sono state quantificate con una precisione del ±10% in ogni struttura del vigneto (fila, interfila e scarpata).



### *Gestione (trattamenti chimici, fisici e meccanici per la cura del vigneto)*

I fattori legati alla gestione del vigneto sono stati raccolti mediante questionario ai viticoltori dei 48 vigneti investigati (tasso di risposta 100%). Si tratta di dati relativi alle seguenti pratiche: frequenza e tipo di sfalcio della scarpata e dell'interfila, della fila, tipo di lavorazione della interfila e/o della fila, frequenza e tipo di applicazione di fertilizzanti, fungicidi, erbicidi e insetticidi. Abbiamo inoltre raccolto dati sulla frequenza di cimatura, sfogliature e sfemminellature ed eliminazione dei polloni. Soltanto una parte dei dati sono stati utilizzati per le analisi (vedi Tab. 1).

### *Paesaggio (composizione delle tipologie ambientali presenti attorno ai vigneti)*

In un cerchio di 200 m di raggio attorno a ciascun vigneto abbiamo rilevato la proporzione di copertura di sei differenti tipologie ambientali di paesaggio: vigneto, area aperta vegetata, incolto, bosco, insediamenti urbani e superfici d'acqua. Le misurazioni sono state eseguite con ArcGis 10.0 (ESRI 2011; licenza WSL).

### **Descrizione delle analisi in base allo schema riassuntivo alla figura 4**

#### *Analisi delle singole specie e della ricchezza specifica (Domanda n. 1 – Analisi 1 e 2)*

Per l'analisi delle specie (Fig. 4 - Analisi 1) abbiamo considerato sia le specie dominanti nelle comunità (dominanza >10% e frequenza >50% dei vigneti investigati) sia quelle rare e importanti dal profilo della conservazione. Le 'specie prioritarie di interesse Nazionale' (UFAM 2011) e le 'specie bersaglio e caratteristiche' definite da OFEV & OFAG (2008) sono state considerate solo per le piante e i carabidi, gruppi per i quali si dispone delle Liste Rosse per la Svizzera (piante: Moser *et al.*, 2002; carabidi: Huber & Marggi, 2005). Per gli altri taxa abbiamo consultato studi di riferimento (es. Moretti *et al.*, 1997), spesso non pubblicati, condotti in ambienti aperti vegetati nel Cantone Ticino unitamente all'avviso di esperti (vedi anche Pollini Paltrinieri & Abderhalden 2017 in questo volume).

I fattori che determinano il numero di specie di piante e invertebrati (Fig. 4 - Analisi 2) sono stati analizzati applicando una serie di modelli di regressione lineare multipla (funzione *lm* nel pacchetto stats package di R, Development Core Team 2012) prendendo in esame da un lato il numero di specie per vigneto per ciascuno dei taxa investigati e, dall'altra, la matrice dei fattori potenzialmente importanti selezionati sulla base di una serie di regressioni a passi (*stepwise regression*) basate sul criterio AIC (funzione *stepAIC* nel pacchetto *mass*).

#### *Analisi delle comunità*

##### *(Domanda n. 2 - Analisi 3)*

I dati di abbondanza delle specie sono stati sottoposti a trasformazione logaritmica,  $\log(x+1)$  per le piante e a trasformazione di Hellinger (Legendre & Gallendar 2001) per gli invertebrati. Tali trasformazioni permettono di

limitare l'effetto delle specie dominanti nelle analisi, talvolta sovrastimate da alcuni metodi di campionamento utilizzati, nonché di rispettare assunzioni delle analisi (Legendre & Gallendar 2001).

Per individuare i fattori che influenzano la composizione delle specie dei diversi taxa abbiamo proceduto a una selezione a passi (*forward selection*) dei fattori significativi per ciascuno dei gruppi (topografia, suolo, gestione e paesaggio) applicando i criteri indicati da Blanchet *et al.*, 2008, 2011 per limitare l'errore di Tipo I e la sovrastima della varianza totale spiegata.

Con l'analisi 3 (Fig. 4) abbiamo proceduto al partizionamento della varianza (*variation partitioning*) dei vari gruppi di fattori (topografia, suolo, gestione e paesaggio) basata su una serie di analisi della ridondanza (RDA) complete e parziali. Tale analisi permette di quantificare l'importanza relativa dei vari gruppi di fattori, singolarmente e in combinazione tra loro sulla composizione delle comunità dei singoli taxa in esame (Borcard *et al.*, 2011). Successivamente, attraverso una serie di singole RDA, abbiamo quantificato il legame tra le specie che compongono le comunità e i fattori ambientali di ogni singolo gruppo di fattori (Borcard *et al.*, 2011). La RDA è una tecnica di ordinamento che permette di trovare la migliore combinazione lineare tra specie e i fattori esplicativi. Il test di significatività si basa su permutazioni di Montecarlo (999 permutazioni). Le variabili sono significative con una soglia di  $P < 0.05$ . Per l'analisi abbiamo utilizzato le funzioni *varpart* e *rda* del pacchetto *vegan* in R.

#### *Analisi delle specie indicatrici di pratiche gestionali (Domande n. 3 e 4 – Analisi 4 e 5)*

Con questo tipo di analisi abbiamo cercato di individuare le specie indicatrici di determinate pratiche gestionali (Borcard *et al.*, 2011). Per specie indicatrici intendiamo specie relativamente abbondanti e presenti con una certa fedeltà in uno o più gruppi di siti che presentano caratteristiche gestionali simili tra loro. Le specie indicatrici sono identificate mediante una doppia procedura.

Dapprima abbiamo applicato l'analisi denominata *Multivariate Regression Tree* (MRT) (De'hat, 2002) su ciascuno dei gruppi tassonomici in esame (Fig. 4 - Analisi 4). Tale analisi consente di definire gruppi di comunità che rispondono ai medesimi fattori ambientali e nel contempo di individuare i valori soglia dei fattori che determinano una modifica significativa delle comunità tra i vari gruppi.

Nella seconda Analisi abbiamo applicato la cosiddetta analisi del valore indicatore delle specie (*Indicator Value Analysis*) (Fig. 4 - Analisi 5) che permette di individuare le specie associate in modo significativo a uno o più gruppi di comunità definiti dall'analisi MRT. Tale analisi è conosciuta anche col termine di *IndVal* (Dufrêne e Legendre 1997; De Cáceres *et al.*, 2010). Questo è possibile a condizione che: (i) la specie sia molto affine a un determinato gruppo di comunità presentando abbon-

danze relative mediamente più alte rispetto ad altre comunità presenti in altri gruppi e (ii) la specie sia *fedele* al gruppo in questione, ossia che la sua presenza sia costante nelle comunità di un determinato gruppo. Soddisfatte queste condizioni, otteniamo una serie di specie indicatrici di comunità presenti in vigneti con

determinate caratteristiche ambientali e gestionali.

L'analisi MRT è parte della funzione *mvpart* del pacchetto *mvpart* (De'hat, 2010) mentre *IndVal* è parte della funzione *indval* del pacchetto *indicspecies* (De Cáceres & Jansen, 2009).

## Allegato 2

Specie di ragni (in ordine di abbondanza, N.ind.) rilevate nel progetto BioDiVine e osservate in Ticino in ambienti prativi e cespuglieti tendenzialmente caldi e secchi e in parte anche in ambienti pionieri e ruderali nei primi

stadi di successione dopo eventi di disturbo (greti, superfici percorse da incendi, tagli). La prima divisione riguarda le specie dominanti (fino a 5% di abbondanza relativa). Sono indicati la tipologia di vigneto (Pe = pendio; Pi = pianura) e la frequenza (numero di vigneti) nelle quali sono state trovate.

Species	Tipologia vigneto	N.ind.	%	Freq.
<i>Pachygnatha degeeri</i>	Pe-Pi	2'041	11.8	45
<i>Erigone dentipalpis</i>	Pe-Pi	1'373	7.9	40
<i>Erigone autumnalis</i>	Pe-Pi	1'240	7.2	48
<i>Pardosa proxima</i>	Pi	1'046	6.1	28
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	Pe-Pi	959	5.5	40
<i>Meioneta rurestris</i>	Pe-Pi	894	5.2	45
<i>Nematogmus sanguinolentus</i>	Pe-Pi	704	4.1	40
<i>Trochosa hispanica</i>	Pe-Pi	441	2.6	42
<i>Xysticus kochi</i>	Pe-Pi	424	2.5	43
<i>Trochosa ruricola</i>	Pi	354	2.0	38
<i>Trichopterna cito</i>	Pe-Pi	346	2.0	22
<i>Meioneta mollis</i>	Pe-Pi	339	2.0	41
<i>Xerolycosa miniata</i>	Pi	331	1.9	19
<i>Aulonia albimana</i>	Pe	256	1.5	22
<i>Meioneta fuscipalpa</i>	Pi	189	1.1	14
<i>Tenuiphantes mengei</i>	Pe-Pi	134	0.8	40
<i>Phrurolithus minimus</i>	Pe-Pi	126	0.7	21
<i>Zelotes petrensis</i>	Pe	102	0.6	26
<i>Enoplognatha latimana</i>	Pe	102	0.6	21
<i>Ozyptila atomaria</i>	Pe	92	0.5	17
<i>Euophrys frontalis</i>	Pe	73	0.4	21
<i>Xysticus ninnii</i>	Pe	70	0.4	12
<i>Xysticus robustus</i>	Pe	58	0.3	16
<i>Heterotheridion nigrovariegatum</i>	Pe	55	0.3	29
<i>Hypsosinga sanguinea</i>	Pe	37	0.2	14
<i>Xysticus erraticus</i>	Pe	33	0.2	8
<i>Pardosa alacris</i>	Pe	32	0.2	5
<i>Xysticus bifasciatus</i>	Pe	28	0.2	8
<i>Myrmarachne formicaria</i>	Pe	10	0.1	8

**Allegato 3**

Modelli di regressione lineare multipla per la stima del numero di specie totale dei gruppi tassonomici (taxa) investigati in funzione delle categorie ambientali (topografia, suolo, gestione e paesaggio). Il valore e il segno del coefficiente (Coeff.) indica l'importanza e la direzione della correlazione. Valori P \*\*\* < 0.001; \*\* > 0.01; \* < 0.05; . < 0.1; *n.s.*: non significativo.

Taxa	Categorie	Fattore	Coeff.	Std.Error	Valore P
<b>Piante</b>	Topografia	(Intercetta)	3.0E+00	7.4E+00	
		Altitudine	5.2E-02	1.8E-02	**
		Pendenza	5.8E-01	1.4E-01	***
	Suolo	Ore di sole	2.8E+00	9.2E-01	**
		(Intercetta)	-3.6E+01	3.8E+01	<i>n.s.</i>
		pH	8.1E+00	5.5E+00	<i>n.s.</i>
		CaCO <sub>3</sub>	-7.7E-01	5.6E-01	<i>n.s.</i>
		N <sub>tot</sub>	4.6E+01	2.0E+01	*
		Copertura strato erbaceo	1.9E-01	1.2E-01	<i>n.s.</i>
		Lettiera	4.4E-01	2.2E-01	.
	Gestione	(Intercetta)	6.3E+01	5.9E+00	***
		Sfalcio	-5.1E+00	1.7E+00	**
	Paesaggio	(Intercetta)	1.4E+01	1.1E+01	<i>n.s.</i>
		Vigneti	2.0E-04	1.8E-04	<i>n.s.</i>
		Foresta	4.9E-04	1.2E-04	***
Area antropica		4.7E-04	2.1E-04	*	
<b>Cicaline</b>	Topografia	(Intercetta)	2.1E+01	3.1E+00	***
		Altitudine	2.2E-02	8.6E-03	*
		Pendenza	1.0E-01	6.5E-02	<i>n.s.</i>
	Suolo	(Intercetta)	1.3E+01	4.6E+00	**
		Materia organica	-2.9E+00	1.8E+00	<i>n.s.</i>
		CaCO <sub>3</sub>	-2.3E-01	1.6E-01	<i>n.s.</i>
		N <sub>tot</sub>	7.8E+01	3.6E+01	*
		Copertura strato erbacea	9.8E-02	4.6E-02	*
		Muschio	1.9E-01	1.3E-01	<i>n.s.</i>
		Lettiera	1.3E-01	7.6E-02	<i>n.s.</i>
	Gestione	(Intercetta)	3.8E+01	2.2E+00	***
		Insetticida	-1.8E+00	7.5E-01	*
		Sfalcio	-1.6E+00	5.9E-01	*
	Paesaggio	(Intercetta)	-8.5E+03	5.3E+03	<i>n.s.</i>
		Vigneti	6.8E-02	4.2E-02	<i>n.s.</i>
		Area aperta vegetata	6.8E-02	4.2E-02	<i>n.s.</i>
		Incolti	6.8E-02	4.2E-02	<i>n.s.</i>
		Foresta	6.8E-02	4.2E-02	<i>n.s.</i>
		Area antropica	6.8E-02	4.2E-02	<i>n.s.</i>
		Acque correnti	6.8E-02	4.2E-02	<i>n.s.</i>
<b>Ragni</b>		Topografia	(Intercetta)	-3.7E+00	1.1E+01
	Altitudine		2.1E-02	1.1E-02	.
	Pendenza		1.5E-01	8.7E-02	.
	Radiazione solare		1.5E-03	5.7E-04	*
	Ore di sole		1.1E+00	5.7E-01	.
	Suolo	(Intercetta)	6.1E+01	1.5E+01	***
		Materia organica	2.4E+00	7.4E-01	**
		Rapporto C/N	-3.5E+00	1.9E+00	.
		(Intercetta)	5.7E+01	5.3E+00	***
	Gestione	Fungicida	-8.5E-01	3.7E-01	*
		Insetticida	1.7E+00	1.2E+00	<i>n.s.</i>
		Fertilizzante	3.9E+00	1.7E+00	*
		Sfalcio	-2.8E+00	9.4E-01	**

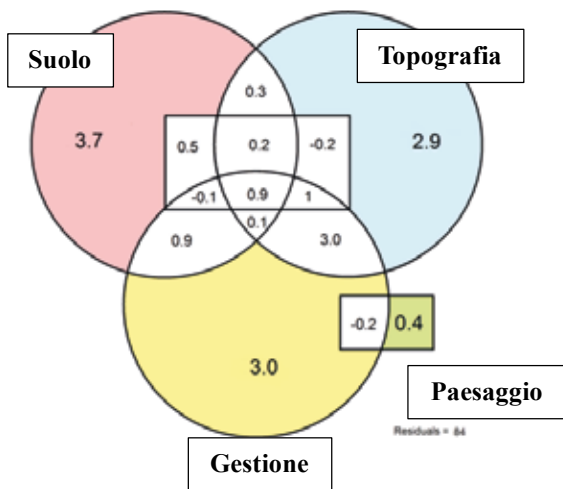
Taxa	Categorie	Fattore	Coeff.	Std.Error	Valore P
	Paesaggio	(Intercetta)	5.2E+01	3.6E+00	***
		Vigneti	-1.2E-04	8.2E-05	<i>n.s.</i>
		Area aperta vegetata	-2.5E-04	6.6E-05	***
<b>Carabidi</b>	Topografia	(Intercetta)	1.5E+01	2.8E+00	***
		Altitudine	1.3E-02	8.0E-03	<i>n.s.</i>
		Pendenza	-1.9E-01	6.0E-02	**
	Suolo	(Intercetta)	5.2E+01	1.7E+01	**
		Materia organica	5.5E+00	2.9E+00	.
		CaCO <sub>3</sub>	5.2E-01	1.3E-01	***
		N <sub>tot</sub>	-9.3E+01	5.0E+01	.
		Rapporto C/N	-2.7E+00	1.9E+00	<i>n.s.</i>
	Gestione	Copertura strato erbacea	-1.1E-01	4.0E-02	**
		Roccia	-2.3E-01	8.5E-02	*
		Lettiera	-1.5E-01	6.2E-02	*
		(Intercetta)	1.4E+01	1.4E+00	***
	Paesaggio	Erbicida	1.3E+00	8.2E-01	<i>n.s.</i>
		Fertilizzante	1.5E+00	9.9E-01	<i>n.s.</i>
		(Intercetta)	-5.8E+00	5.5E+00	<i>n.s.</i>
Vigneti		1.6E-04	6.4E-05	*	
Area aperta vegetata		3.0E-04	7.3E-05	***	
<b>Isopodi</b>	Topografia	Foresta	2.2E-04	5.5E-05	***
		Acque correnti	4.0E-04	1.4E-04	**
		(Intercetta)	1.7E+00	7.9E-01	*
	Suolo	Pendenza	5.4E-02	1.9E-02	**
		Ore di sole	2.2E-01	1.3E-01	.
		(Intercept)	1.9E+00	8.2E-01	*
	Gestione	Materia organica	-8.7E-01	5.0E-01	.
		N <sub>tot</sub>	1.8E+01	1.0E+01	.
		Roccia	6.3E-02	2.7E-02	*
		Lettiera	2.8E-02	1.9E-02	<i>n.s.</i>
		(Intercept)	4.8E+00	7.3E-01	***
	Paesaggio	Erbicida	6.5E-01	3.3E-01	.
		Insetticida	-5.8E-01	2.4E-01	*
		Sfalcio della fila	3.0E-01	1.8E-01	.
		Sfalcio	-5.0E-01	2.0E-01	*
(Intercetta)		1.8E+00	8.0E-01	*	
<b>Diplopodi</b>	Topografia	Foresta	3.3E-05	1.3E-05	*
		Antrop	3.7E-05	2.0E-05	.
		(Intercetta)	6.5E-01	1.0E+00	<i>n.s.</i>
	Suolo	Pendenza	5.1E-02	2.3E-02	*
		Ore di sole	2.5E-01	1.7E-01	<i>n.s.</i>
		(Intercetta)	1.6E+00	6.5E-01	*
	Gestione	Materia organica	2.7E-01	1.2E-01	*
		(Intercetta)	6.1E+00	1.3E+00	***
		Erbicida	7.0E-01	3.4E-01	*
		Fungicida	-1.7E-01	8.8E-02	.
		Fertilizzante	8.4E-01	4.6E-01	.
	Paesaggio	Sfalcio	-7.0E-01	2.6E-01	**
		(Intercetta)	4.7E+00	6.7E-01	***
		Area aperta vegetata	-5.0E-05	1.7E-05	**

**Allegato 4**

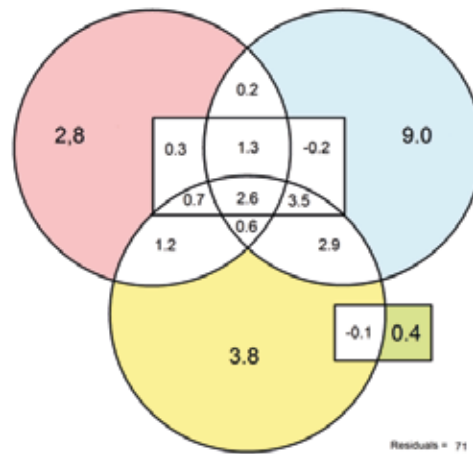
Ripartizione della varianza spiegata (in %) dai quattro gruppi di variabili esplicative: suolo, topografia, gestione e paesaggio (dettagli alla Tab. 1) per le comunità di piante ed artropodi. Sono forniti i valori di R<sup>2</sup> delle singole variabili pure (valori più esterni) e quelli espressi dalla

combinazione di due o più gruppi di variabili (nelle intersezioni tra due o più cerchi). Più alto è il valore indicato e maggiore è l'importanza di un particolare gruppo di variabili nel determinare la composizione delle specie dei vari gruppi tassonomici trattati.

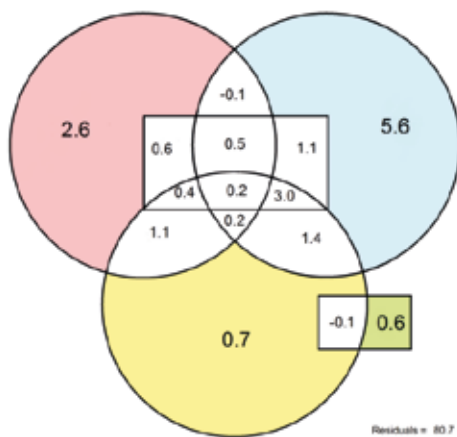
**Piante**



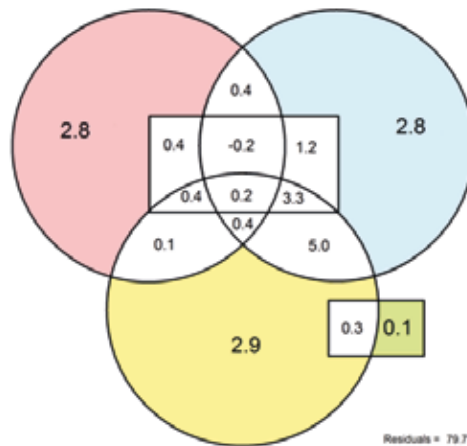
**Cicaline**



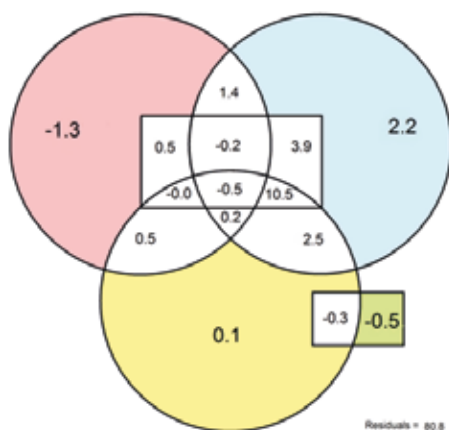
**Ragni**



**Carabidi**



**Isopodi**



**Diplopodi**

