

Zeitschrift: Memorie / Società ticinese di scienze naturali, Museo cantonale di storia naturale
Herausgeber: Società ticinese di scienze naturali ; Museo cantonale di storia naturale
Band: 12 (2017)

Artikel: Le formiche nei vigneti del Canton Ticino (Svizzera)
Autor: Forini-Giacalone, Isabella / Rossi-Pedruzzi, Anya / Moretti, Marco
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-981691>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Le formiche nei vigneti del Canton Ticino (Svizzera)

Isabella Forini-Giacalone¹, Anya Rossi-Pedruzzi², Marco Moretti³,
Lucia Pollini Paltrinieri⁴ & Valeria Trivellone³

¹ Er Strada del Tasign 51c, 6513 Monte Carasso, Svizzera

² 6959 Cimadera, Svizzera

³ Istituto federale di ricerca WSL, Biodiversità e Biologia della Conservazione, Zürichstrasse 111,
8903 Birmensdorf, Svizzera

⁴ Museo cantonale di storia naturale, Viale Cattaneo 4, 9600 Lugano, Svizzera

isa.forini@gmail.com

Riassunto: Le formiche non erano finora mai state censite nei vigneti a sud delle Alpi svizzere. Nell'ambito del progetto BioDiVine, sono stati selezionati quarantotto vigneti nel Cantone Ticino sulla base di tre fattori principali: pendenza, esposizione e proporzione di uso del suolo nel raggio di 500 m attorno a ciascun vigneto. Lo studio, condotto tra aprile e settembre 2011, ha permesso di identificare 67 specie di formiche campionate mediante trappole a caduta. In totale sono 11 i fattori che influenzano significativamente la composizione delle specie di formiche nel presente studio, tra i più importanti: la pendenza del vigneto, la proporzione di bosco in un raggio di 500 m attorno al vigneto e il contenuto di argilla nel suolo. I vigneti offrono condizioni xerotermitiche ottimali sia per le specie più abbondanti e diffuse, che per quelle più rare. Le comunità di formiche dei vigneti investigati sono in parte costituite da specie presenti in ambienti circostanti come zone boscate o antropizzate. Talune sono invece caratteristiche di ambienti naturali pregiati, come è il caso di *Pheidole pallidula* e *Plagiolepis pygmaea*, presenti anche nei prati secchi del Monte Caslano. Lo studio mostra che vigneti situati lungo pendii caldi e secchi e con strutture diversificate (muri a secco, terrazzamenti) presentano una maggiore biodiversità e offrono un habitat ideale a specie particolarmente rare ed elusive come *Pyramica argiola* e *Aphaenogaster italica* o mai osservate al sud delle Alpi della Svizzera, come *Pyramica baudueri* e *Strongylognathus cf. alpinus*.

Parole chiave: conservazione, gestione, Formicidae, Sud delle Alpi svizzere, zona viticola.

Ants in vineyards of Canton of Ticino (Switzerland)

Abstract: Ants have never been surveyed in vineyard ecosystems Southern of the Swiss Alps so far. Forty-eight vineyards have been selected in the Canton of Ticino based on three factors: slope, aspect and proportion of surrounding land use types within 500 m of radius. The study has been carried out in the frame of the larger project BioDiVine. From April to September 2011, we identified 67 ant species sampled using pitfall traps. As a total, 11 factors significantly influenced the ant species composition in this study, the most important ones are: slope of the vineyards, proportion of forest within 500 m of radius, and amount of clay in the soil. Overall the investigated vineyards offer warm and dry conditions suitable for both dominant and rare ant species. The communities sampled in the investigated vineyards are mainly composed by species usually living in woody and human-dominated environments. Some are typical from open habitat of high ecological values, such as *Pheidole pallidula* and *Plagiolepis pygmaea*, occurring also in dry meadows on the Monte Caslano. Our study showed that structurally rich vineyards with stone wall terraces on warm and dry slopes offer suitable habitat conditions for the most species rich ant communities, including rare species such as *Pyramica argiola* and *Aphaenogaster italica*, as well as *Pyramica baudueri* e *Strongylognathus cf. alpinus*, both sampled for the first time Southern of the Swiss Alps.

Key words: conservation, Formicidae, management, Southern Switzerland, wine-growing area.

INTRODUZIONE

Le formiche rappresentano la metà della biomassa globale degli insetti. La loro organizzazione sociale raggiunge livelli di cooperazione e coordinamento tali per cui la colonia stessa può essere considerata come un individuo unico (superorganismo) (Hölldobler & Wilson, 1990). La loro distribuzione è ubiquitaria in molti ecosistemi terrestri e la loro importanza è rilevante a vari livelli trofici: oltre ad essere

fonte di cibo per molti animali, esse sono predatrici, saprofitaghe, formidabili raccogliatrici e granivore, inoltre coltivano funghi e allevano diverse specie di Emittenti produttori di melata, tra cui afidi ed alcune cicaline (Hölldobler & Wilson, 1990; Underwood & Fischer, 2006; Benckiser, 2010). I loro nidi, intesi come unità stazionarie sono sensibili alle variabili ambientali e sono indice di condizioni ambientali stabili (Steiner & Schlick-Steiner, 2002). In taluni ambienti prativi, si calcola che le formi-

che arrivano a cacciare il 40% degli artropodi (Seifert, 2007) e sono considerate il “sistema immunitario” dei boschi dove si calcola arrivano a predare fino a 10 milioni di individui al giorno (Steiner & Schlick-Steiner, 2002). Contribuiscono inoltre alla dispersione dei semi determinando la successione primaria in alcuni ambienti. Creando cunicoli sotterranei, favoriscono l’assorbimento di acqua piovana (Steiner & Schlick-Steiner, 2002), aumentando il drenaggio e l’aerazione del suolo (Benckiser, 2010).

Le formiche sono un gruppo di artropodi utilizzato sovente nei monitoraggi per la valutazione dello stato di conservazione di varie tipologie di ecosistemi terrestri, ad esempio in foreste (Stephens & Wagner, 2006), prati-pascoli (Read & Andersen, 2000) e in ambienti rurali (Lobry de Bruyn, 1999). Negli agroecosistemi lo studio delle comunità delle formiche è particolarmente utile grazie alla loro sensibilità ai fattori ambientali e gestionali (Roth et al., 1994; Chong et al., 2007; Perfecto 1990; Tian et al., 1993).

Il presente contributo ha lo scopo di fornire una descrizione delle comunità di formiche caratterizzanti i vigneti ticinesi e di valutare l’importanza ecologica di specie particolari nell’agroecosistema vigneto. In particolare ci siamo posti le seguenti domande:

1. Come sono strutturate le comunità di formiche nell’insieme dei vigneti campionati?
2. Da che variabili ambientali, gestionali e di paesaggio sono influenzate le comunità?
3. Esistono specie ad elevato valore ecologico o degne di conservazione nei vigneti?

MATERIALI E METODI

Area di studio e scelta dei vigneti

Lo studio è stato condotto in 48 vigneti aventi una superficie minima di 2’000 m² e ripartiti sull’intera area vitata del Cantone Ticino, da Giornico (8°51’52”E, 46°24’30”N) a Pedrate (9°00’60”E, 45°49’38”N), tra i 200 m (Gerra Piano, Locarnese) e i 600 m di altitudine (Meride, Mendrisiotto). I vigneti sono stati selezionati sulla base di tre variabili in relazione gerarchica: l’esposizione del vigneto (SO-SE e NO-NE), la pendenza (in piano e su pendio) e la tipologia dominante di paesaggio (bosco, ambienti aperti e aree antropizzate) all’interno di un cerchio di raggio 500 m intorno al vigneto. Le variabili citate sono considerate i principali fattori in grado di influenzare i fenomeni biologici su scala regionale. Esse ci hanno permesso di ottenere la massima rappresentatività tra i vigneti selezionati a livello del Cantone Ticino. Per ulteriori dettagli sulla selezione dei siti e la loro distribuzione si vedano Trivellone et al., 2013, 2014.

Campionamento degli artropodi

Sebbene nell’ambito del progetto BioDiVine siano state utilizzate quattro differenti tecniche di cattura (vedi Trivellone et al., 2016 per la descrizione dettagliata dei metodi), soltanto le trappole a caduta (Barber) si sono dimostrate le più adatte per un’analisi quantitativa delle comunità mirmecologiche dei vigneti ticinesi. Al centro di ogni vigneto due stazioni Barber sono state collocate a circa 20 m tra loro e almeno a 30 m di distanza dai filari periferici. Ogni stazione consisteva di quattro bicchieri in plastica (200 ml; diametro 7 cm) interrati fino all’orlo e posti a circa 1 metro l’uno dall’altro, contenenti una soluzione salina satura

Fig 1 – Vigneto a Rovio (Basso) con scarpate e bosco a margine (foto: Isabella Forini-Giacalone).



con alcune gocce di detergente e coperti da un tettuccio di plastica trasparente. Nei vigneti in piano le due stazioni erano dislocate lungo i filari, mentre nei vigneti su scarpate una stazione era collocata lungo il filare e l'altra sulla scarpata. In un sottocampione di 16 vigneti dei 48 citati, una stazione aggiuntiva (trappola esterna) è stata posizionata nella zona ecotonale tra il vigneto e il bosco. In totale, sono stati effettuati otto campionamenti (una volta al mese, da Marzo ad Ottobre) durante i quali le trappole sono rimaste attive per sette giorni consecutivi. Al momento della vuotatura delle trappole, il contenuto dei quattro Barber per stazione è stato unito e tutti gli artropodi sono stati conservati in alcool 70% e determinati alla specie in laboratorio.

La classificazione sistematica di operaie e regine tiene conto, in genere, della nomenclatura proposta da Seifert (2007) con vari aggiornamenti (Seifert, 2012a/b; Rigato, 2011), mentre per i maschi si è consultato Kutter (1977). Una collezione di riferimento per le formiche è stata allestita presso il Museo cantonale di storia naturale a Lugano.

Selezione delle variabili esplicative

Le variabili ambientali considerate in questo studio sono raggruppate in cinque tipologie: (1) topografia (esposizione, pendenza, altitudine, radiazione solare e ore di sole); (2) caratteristiche edafiche (11 parametri chimico-fisici del suolo); (3) struttura della vegetazione (copertura di erba, muschi, roccia o lettiera); (4) gestione (frequenza media dello sfalcio, numero di applicazioni di insetticidi, erbicidi, fungicidi e fertilizzanti); (5) composizione del paesaggio circostante nel raggio di 200 e 500 m attorno ai vigneti.

Analisi dei dati

Per le analisi sono state considerate solo le catture derivanti dalle trappole situate all'interno dei vigneti.

La *struttura delle comunità* è stata caratterizzata utilizzando la relazione tra numero medio di individui per specie campionata in ogni stazione e incidenza (numero di occorrenze) delle singole specie nelle diverse stazioni. Le analisi sono state effettuate utilizzando il pacchetto statistico *labdsv* disponibile in R (R Core Team, 2013).

L'*analisi delle variabili* che influenzano le comunità mirmecologiche è stata effettuata utilizzando tecniche multivariate. La variabile risposta di partenza è definita dalla matrice di comunità composta da 57 specie e 48 siti. Ognuna delle cinque tipologie di variabili ambientali è stata sottoposta ad analisi della selezione progressiva (*Forward selection*, 9999 permutazioni e soglia di $p = 0.05$; Blanchet *et al.*, 2008; Dray *et al.*, 2007) allo scopo di selezionare le variabili che spiegano una significativa porzione della varianza della comunità di formiche. A tale scopo è stata utilizzata la funzione *packfor* dell'omonimo pacchetto in R. Infine, l'analisi della ridondanza (RDA) è stata utilizzata quale tecnica di ordina-



Fig 2 – Vigneto a Chiasso (Pedrinate) con margine boschivo e fasce erbose (foto: Isabella Forini-Giacalone).

to delle comunità di specie sulla base delle variabili ambientali significative selezionate dalla *Forward selection*. La RDA è un tipo di analisi utilizzata in ecologia per spiegare la relazione tra la comunità di specie e le variabili ambientali (per i dettagli dell'analisi vedi Borcard *et al.*, 2011). L'analisi è implementata dalla funzione *rda* del pacchetto *vegan* in R. Per aumentare la robustezza delle analisi multivariate è stata utilizzata la matrice di presenza/assenza per la comunità delle formiche e sono state eliminate le specie con incidenza minore di 5 (specie presenti in meno di cinque stazioni).

Il *valore ecologico delle specie* è stato valutato in base alla Lista Rossa delle formiche minacciate in Svizzera (Agosti & Cherix, 1994). Considerato che quest'ultima risale al 1994, non contempla alcune specie descritte dopo questa data o che non erano ancora state segnalate in Svizzera. Le specie sono state valutate anche sulla base della loro distribuzione e frequenza a Sud delle Alpi svizzere estrapolate dalla Banca Dati Formicidae (BD Formicidae SdA) allestita da alcuni degli autori (Forini-Giacalone e Rossi-Pedruzzi) in collaborazione con il Centro svizzero di cartografia della fauna (CSCF) e il Museo cantonale di storia naturale (MCSN), che raggruppa i dati mirmecologici di numerosi studi effettuati sull'arco di oltre 30 anni nel Cantone Ticino e nel Moesano (Forini-Giacalone & Rossi-Pedruzzi, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015).

RISULTATI

Considerazioni tassonomiche

Complessivamente nell'ambito dello studio sono stati campionati 38'988 individui di formiche (38'187 operaie, 498 regine e 303 maschi) per un totale di 67 specie appartenenti a 24 generi e 4 sottofamiglie: Ponerinae (3 specie), Dolichoderinae (4), Myrmecinae (32) e Formicinae (28).

Tab. 1 – Lista delle specie campionate nel 2011 nei 48 vigneti investigati nell'ambito del progetto BioDiVine elencate in ordine decrescente di incidenza (numero di vigneti in cui una data specie è stata campionata). A: sono comprese *T. caespitum* e *T. impurum* (vedi precisazioni nel testo); B: comprende *L. alienus*, *L. paralienus* e *L. psammophilus*; C: comprende *L. umbratus*, *L. distinguendus*, *L. meridionalis* e *L. mixtus*; D: *Bothriomyrmex corsicus* (Seifert, 2012b) è indicata il Lista Rossa (LR) come *B. menozzii*; E: *Stenamma zannoni* (Rigato, 2011) è indicata il LR come *S. petiolatum*. Per le specie elencate in LR (Agosti & Cherix, 1994) sono riportati i seguenti codici di minaccia a livello svizzero: 1: in pericolo di estinzione; 2: fortemente minacciata di estinzione; 3: minacciata di estinzione; 4: potenzialmente minacciata di estinzione.

Specie	Autore	Codice (Fig. 3 e 4)	Incidenza	Numero di individui identificati	LR
<i>Tetramorium</i> spp. ^A		Te.sp	48	6513	
<i>Lasius</i> gruppo «alienus» ^B		La.alienu.gr	48	8023	
<i>Solenopsis fugax</i>	(Latreille, 1798)	So.fugax	48	1077	
<i>Formica cunicularia</i>	Latreille, 1798	Fo.cunicu	47	1682	
<i>Myrmica sabuleti</i>	Meinert, 1861	My.sabule	40	2154	
<i>Tapinoma subboreale</i>	Seifert, 2012	Ta.subbor	40	1586	
<i>Myrmica specioidea</i>	Bondroit, 1918	My.specio	35	998	3
<i>Temnothorax unifasciatus</i>	(Latreille, 1798)	Te.unifas	33	180	
<i>Lasius niger</i>	(Linnaeus, 1758)	La.niger	31	6994	
<i>Ponera coarctata</i>	(Latreille, 1802)	Po.coarct	25	55	
<i>Myrmecina graminicola</i>	(Latreille, 1802)	My.gramin	24	414	
<i>Lasius</i> gruppo «umbratus» ^C		La.umbrat.gr	23	122	
<i>Lasius fuliginosus</i>	(Latreille, 1798)	La.fuligi	22	34	
<i>Plagiolepis pygmaea</i>	(Latreille, 1798)	Pl.pygmae	22	488	4
<i>Myrmica lobicornis</i>	Nylander, 1846	My.lobico	20	191	
<i>Lasius emarginatus</i>	(Olivier, 1792)	La.emargi	19	73	
<i>Aphaenogaster subterranea</i>	(Latreille, 1798)	Ap.subter	18	101	3
<i>Crematogaster scutellaris</i>	(Olivier, 1792)	Cr.scutel	17	175	
<i>Formica cinerea</i>	Mayr, 1853	Fo.cinere	17	723	
<i>Tapinoma erraticum</i>	(Latreille, 1798)	Ta.errati	16	195	
<i>Lasius myops</i>	Forel, 1894	La.myops	13	49	
<i>Myrmica rubra</i>	(Linnaeus, 1758)	My.rubra	12	522	
<i>Strongylognathus testaceus</i>	(Schenck, 1852)	St.testac	12	21	3
<i>Polyergus rufescens</i>	Latreille, 1798	Po.rufesc	11	267	3
<i>Formica rufibarbis</i>	Fabricius, 1793	Fo.rufiba	10	102	
<i>Pheidole pallidula</i>	Nylander, 1849	Ph.pallid	10	1609	
<i>Formica fusca</i>	Linnaeus, 1758	Fo.fusca	7	54	
<i>Temnothorax nylanderi</i>	(Förster, 1850)	Te.nyland	6	7	
<i>Messor structor</i>	(Latreille, 1798)	Me.struct	6	587	1
<i>Anergates atratulus</i>	(Schenck, 1852)	An.atratu	5	6	3
<i>Pyramica argiola</i>	(Emery, 1869)	Py.argiol	4	26	
<i>Chalepoxenus muellerianus</i> ²	(Finzi, 1922)	Ch.muelle	4	4	2
<i>Hypoponera eduardi</i>	(Forel, 1894)	Hy.eduard	4	24	4
<i>Lasius flavus</i>	(Fabricius, 1782)	La.flavus	3	26	
<i>Bothriomyrmex corsicus</i> ^D	Santschi, 1923	Bo.corsic	3	6	4
<i>Formica gagates</i>	Latreille, 1798	Fo.gagate	3	9	4
<i>Hypoponera punctatissima</i>	(Roger, 1859)	Hy.puncta	3	5	
<i>Myrmica schencki</i>	Viereck, 1903	My.schenc	3	5	
<i>Myrmica scabrinodis</i>	Nylander, 1846	My.scabri	3	57	
<i>Stenamma striatum</i>	Emery, 1895	St.striat	2	2	4
<i>Camponotus aethiops</i>	(Latreille, 1798)	Ca.aethio	2	58	
<i>Lasius platythorax</i>	Seifert, 1991	La.platyt	2	233	
<i>Myrmica ruginodis</i>	Nylander, 1846	My.rugino	2	2	
<i>Formica sanguinea</i>	Latreille, 1798	Fo.sangu	2	2	3
<i>Myrmica lonae</i>	Finzi, 1926	My.lonae	2	8	
<i>Plagiolepis vindobonensis</i>	Lomnicki, 1925	Pl.vindob	2	2	4
<i>Temnothorax affinis</i>	(Mayr, 1855)	Te.affini	2	2	
<i>Camponotus ligniperda</i>	(Latreille, 1802)	Ca.lignip	1	24	
<i>Dolichoderus quadripunctatus</i>	(Linnaeus, 1771)	Do.quadri	1	1	
<i>Formica pratensis</i>	Retzius, 1783	Fo.praten	1	29	3
<i>Plagiolepis xene</i>	Stärke, 1936	Pl.xene	1	4	2
<i>Pyramica baudueri</i>	(Emery, 1875)	Py.baudue	1	1	
<i>Stenamma zannoni</i> ^E	Rigato, 2010	St.zannoni	1	1	4
<i>Strongylognathus cf. alpinus</i>	Weehler 1909	St.alpinu	1	8	2
<i>Temnothorax interruptus</i>	(Schenck, 1852)	Te.interr	1	5	3
<i>Temnothorax nigriceps</i>	(Mayr, 1855)	Te.nigric	1	1	
<i>Temnothorax tuberum</i>	(Fabricius, 1775)	Te.tuberu	1	1	

Il lavoro di identificazione ha permesso di valorizzare i risultati delle specie raccolte in vigneto che saranno valutati nell'ambito del prossimo aggiornamento della Lista Rossa delle specie di formiche minacciate di estinzione in Svizzera attualmente in fase di svolgimento. Gli individui catturati nelle trappole situate all'interno dei vigneti, utilizzati per le analisi, sono 35'548, appartenenti a 57 specie (Tab. 1). Cinque specie sono state intercettate esclusivamente nelle trappole esterne: *Aphaenogaster italica* Bondroit, 1918, *Camponotus lateralis* (Olivier, 1791), *Lasius brunneus* (Latreille, 1798), *Stenammas debile* (Förster, 1850) e *Temnothorax parvulus* (Schenck, 1852).

Per alcune specie sono stati effettuati dei raggruppamenti: *Lasius* gruppo "alienus" che include le specie *Lasius alienus* (Förster, 1850), *L. paralienus* Seifert, 1996 e *L. psammophilus* Seifert, 1992 e *Lasius* gruppo "umbratus" che include le specie *Lasius umbratus* (Nylander, 1846), *Lasius meridionalis* (Bondroit, 1920), *L. distinguendus* (Emery, 1916) e *L. mixtus* (Nylander, 1846). Per questi due gruppi di specie l'identificazione delle operaie necessita di un confronto tra diversi individui provenienti dallo stesso nido. Con il materiale campionato tramite Barber non è possibile stabilire se tutte le operaie provengano dallo stesso nido; inoltre l'esistenza di forme ibride (Seifert, 2007) ne complica ulteriormente la determinazione. Grazie alla presenza delle regine è stato però possibile confermare la presenza certa delle quattro specie appartenenti a *Lasius* gruppo "umbratus". Per gli individui del genere *Tetra-*

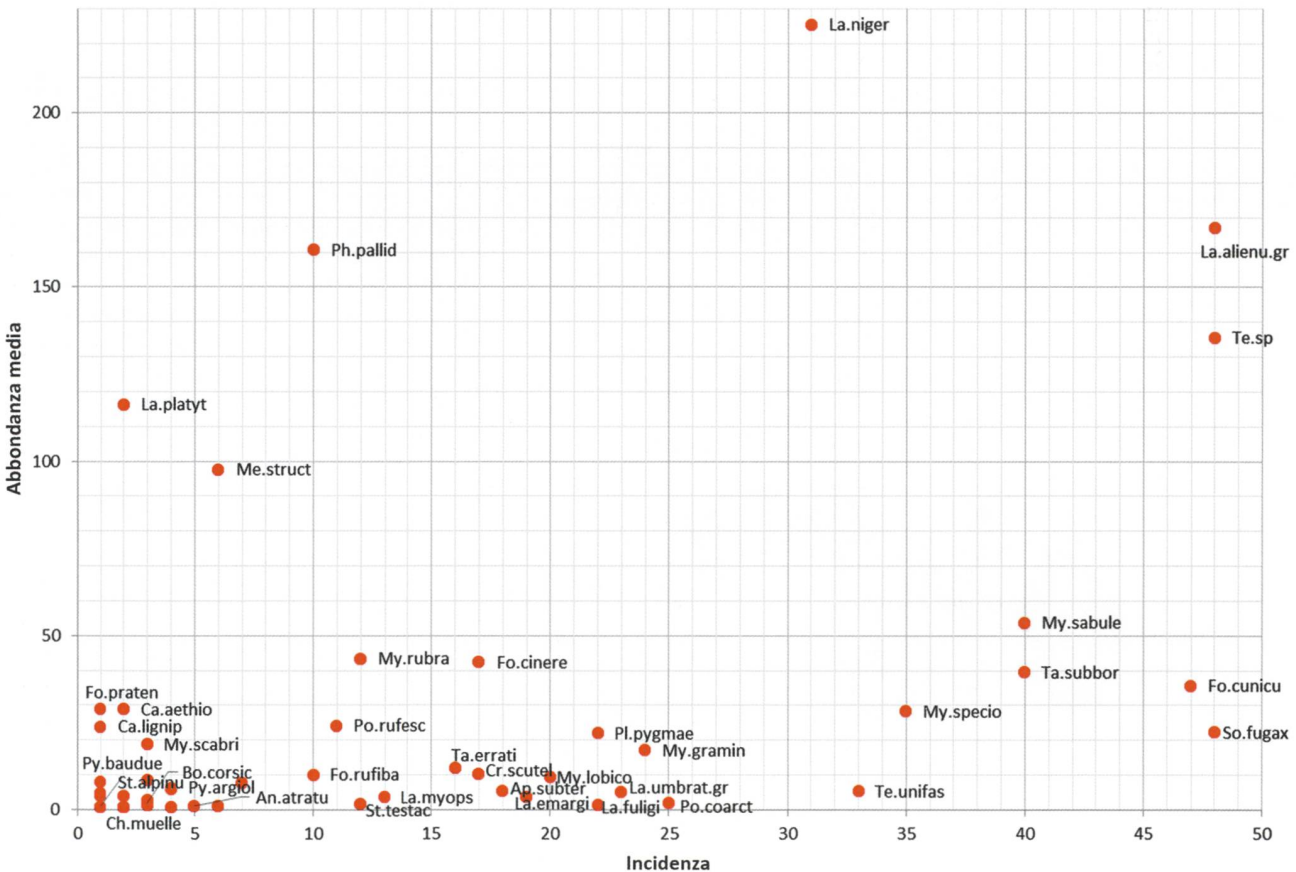
morium non è stata possibile l'identificazione specifica poiché l'intero genere è in fase di revisione e vi sono verosimilmente specie criptiche non ancora descritte (Schlick-Steiner et al., 2006); inoltre la loro determinazione morfologica è molto difficoltosa. In Svizzera, sembra siano presenti cinque specie appartenenti al genere *Tetramorium* (Steiner et al., 2010, H. Wagner, comm. pers.): *T. caespitum*, *T. impurum*, *T. alpestre*, *T. indocile* e un'ulteriore specie non ancora descritta (temporaneamente indicata come *Tetramorium* sp. "E"). Tenendo conto della fascia altitudinale considerata in questo studio (collinare, tra 200 e 600 m), si presume che nei vigneti campionati siano presenti almeno due delle specie sopra citate: *T. caespitum* (Linnaeus, 1758) e *T. impurum* (Förster, 1850).

Gli individui indicati come *Strongylognathus* cf. *alpinus* corrispondono morfologicamente alla specie *alpinus* ma sulla base di considerazioni biogeografiche potrebbe trattarsi di *S. alboini*.

Struttura delle comunità di formiche (risposta alla domanda 1)

Per l'analisi della struttura delle comunità delle formiche sono state considerate 57 taxa, di cui tre rappresentano raggruppamenti di specie: *Lasius* gruppo «alienus» e *Lasius* gruppo «umbratus» e *Tetramorium* spp. (vedi Tab. 1). In media sono state rilevate 17 specie per stazione (min-max: 9-27). Tre specie sono presenti in tutti i 48 vigneti, otto specie in almeno la metà di essi e 27 specie in meno di cinque

Fig. 3 – Relazione tra incidenza (numero di vigneti in cui una specie è stata rilevata) e abbondanza media delle specie campionate per sito (ossia numero medio di individui campionati per specie). I codici delle specie sono indicati nella tabella 1.



Tab. 2 – Variabili che influenzano in modo significativo le comunità di formiche nei 48 vigneti investigati nell'ambito del progetto BioDiVine, selezionate dall'analisi Forward selection (valori $P < 0.05$ sono da considerare significativi) e utilizzati nell'analisi della ridondanza (RDA) presentata alla figura 4.

Categorie di variabili	Variabili selezionate	Sigla utilizzata nella RDA (Fig. 4)	valore P
Topografiche	Pendenza del vigneto	pendenza	0.0001
	Altitudine del vigneto	altitudine	0.0001
Gestione	Contenuto di azoto totale del suolo	azoto	0.0002
	Contenuto di argilla del suolo	argilla	0.0003
	% roccia al suolo	roccia	0.0080
	Numero applicazioni insetticidi/anno	insetticida	0.0200
Paesaggio	% foresta (r = 200 m)	foresta 200	0.0001
	% foresta (r = 500 m)	foresta 500	0.0001
	% insediamenti urbani (r = 200 m)	urbano 200	0.0400
	% insediamenti urbani (r = 500 m)	urbano 500	0.0200
	% corpi d'acqua (r = 500)	acqua 500	0.0200

vigneti. La relazione tra incidenza e numero medio di individui campionati per specie è riportata nella figura 3. Le specie con abbondanza media più elevata sono *Lasius niger* (226), *Lasius* gruppo "alienus" (167), *Pheidole pallidula* (161), *Tetramorium* spp. (136), *L. platythorax* (117) e *Messor structor* (98). Nel quadrante del grafico in alto a destra si collocano le specie con valori più alti di abbondanza media e diffuse in quasi tutti i vigneti: *L. niger*, *L.* gruppo "alienus" e *Tetramorium* spp. Nel quadrante in basso a destra si trovano le specie diffuse, ma meno abbondanti: *Formica cunicularia*, *Solenopsis fugax*, *Myrmica sabuleti*, *Tapinoma subboreale*, *M. specioides* e *Temnothorax unifasciatus*. Tra le specie meno comuni nei vigneti, ma abbondanti se presenti, troviamo: *Pheidole pallidula*, *Lasius platythorax* e *Messor structor* (quadrante in alto a sinistra). Le specie del quadrante in basso a sinistra sono poco abbondanti e poco diffuse, tra queste troviamo alcune specie di particolare interesse per la conservazione (vedi ultima sezione dei Risultati).

Variabili che caratterizzano le comunità (risposta alla domanda 2)

L'analisi della Forward selection ha permesso di individuare le undici variabili che influenza-

no in modo significativo le comunità di formiche dei 48 vigneti in esame (vedi Tab. 2). Due variabili sono di tipo topografico (pendenza e altitudine), quattro di tipo gestionale (contenuto di azoto totale del suolo, contenuto di argilla, percentuale di copertura di roccia al suolo e numero di applicazioni di insetticidi) e cinque legate al paesaggio circostante all'interno del raggio di 200 e 500 m (percentuale di area coperta da foresta, percentuale di area urbanizzata e percentuale di corpi d'acqua). L'analisi della ridondanza (RDA) mostra che i primi due assi canonici spiegano il 18.8% della varianza totale nella comunità di formiche, mentre i primi 4 assi spiegano il 26.8% (Fig. 5). Il primo asse canonico (11.1% della varianza) è rappresentato principalmente dalla pendenza del sito (correlazione con il primo asse: -0.84) e dalla proporzione di foresta nel raggio di 500 m attorno ai vigneti (-0.75), mentre il numero di applicazioni di insetticida (0.35), la proporzione di area urbana (0.34) e i corpi d'acqua (0.33), hanno un'influenza minore. Il secondo asse (7.7%) è spiegato principalmente dal contenuto di argilla nel suolo (correlazione con il secondo asse: -0.81) e dalla pendenza del sito (0.36).

Specie ad elevato valore ecologico o degne di conservazione nei vigneti (risposta alla domanda 3)

Nei vigneti del Canton Ticino sono state rilevate 21 specie di formiche (Tab. 1) iscritte nella Lista Rossa delle specie minacciate di estinzione in Svizzera (Agosti & Cherix, 1994) corrispondenti al 36% delle specie totali campionate. *Messor structor* è considerata "in pericolo di estinzione"; tre specie sono "fortemente minacciate di estinzione": *Chalepoxenus muellerianus*, *Plagiolepis xene* e *Strongylognathus cf. alpinus*; nove specie risultano "minacciate di estinzione": *Aphaenogaster subterranea*, *Anergates atratulus*, *Formica pratensis*, *F. sanguinea*, *Myrmica specioides*, *Polyergus rufescens*, *Strongylognathus testaceus*, *Temnothorax interruptus* e *T. parvulus* e altre otto specie sono ritenute "potenzialmente minacciate": *Aphaenogaster italica* (Fig. 4), *Bothriomyrmex corsicus* (Fig. 10), *Formica gages*, *Hypoponera eduardi*, *Plagiolepis pygmaea*, *P. vindobonensis*, *Stenammas striatulum* e *S. zanoi*. Facciamo comunque notare che

Fig 4 – Operaia di *Aphaenogaster italica*, osservata nel 1996 al Monte Caslano (BD Formicidae e SdA) e campionata in uno dei vigneti; si nota il corpo opaco (foto: Isabella Forini-Giacalone).



l'attuale Lista rossa delle formiche risale ormai a più di 20 anni fa ed è in fase di aggiornamento.

Oltre alle specie in Lista Rossa, segnaliamo *Pyramica argiola* e *P. baudueri*, molto rare e degne di interesse (Forini-Giacalone & Rossi-Pedruzzi, 2012, 2013, 2014, 2015).

Secondo l'autoecologia delle 23 specie di interesse per la conservazione campionate nei vigneti (Agosti e Cherix, 1994; Seifert, 2007; Blatrix et al., 2013), la maggior parte delle specie (circa 74%) è termofila o xerothermofila e legata soprattutto ad ambienti aperti, mentre una piccola parte è legata ad ambienti più mesofili boscati (17%) e per una minima parte l'ecologia è poco nota (7%).

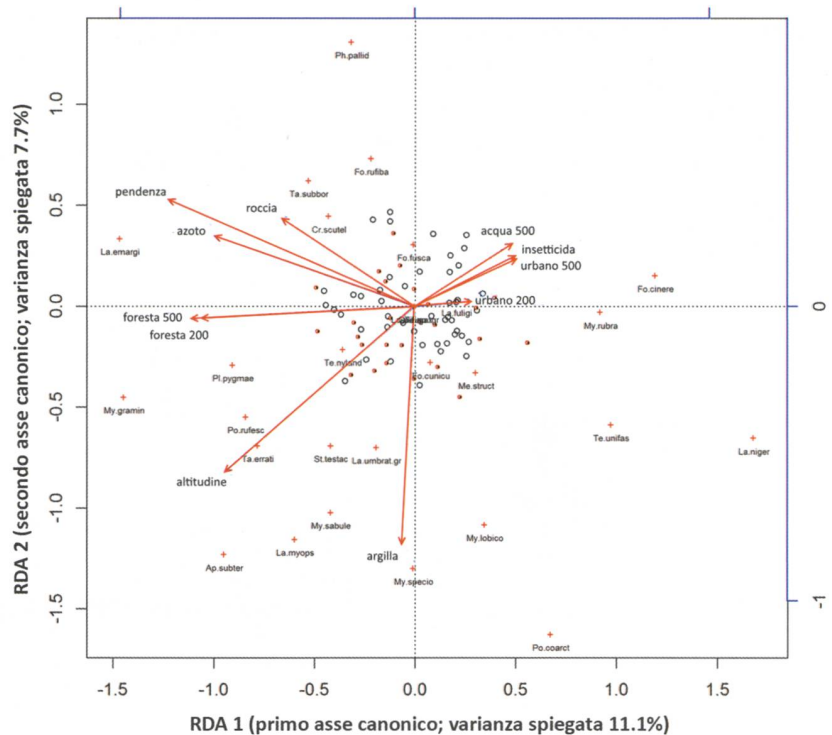
In 16 dei vigneti studiati, distribuiti nelle diverse regioni del territorio ticinese, sono presenti da quattro a otto specie ad alto valore ecologico; questi vigneti presentano in generale una maggiore biodiversità mirmecofaunistica.

DISCUSSIONE

La scelta delle tecniche di campionamento è un aspetto cruciale per la stima della biodiversità e dipende fortemente dagli scopi dello studio. Per il campionamento delle formiche, l'utilizzo delle sole trappole Barber comporta alcuni svantaggi (per un'analisi vedi Lobry de Brunyn, 1999). Ad esempio, la maggior parte delle specie epigee con alta capacità motoria è ben rappresentata nei Barber, specialmente negli ambienti aperti; al contrario, specie poco mobili e della lettiera sono sottostimate. L'abbondanza degli individui campionati, quindi, è in parte influenzata dal comportamento della specie (mobilità e comunicazione intraspecifica lungo le piste), dalla vicinanza delle trappole al nido e dal numero di operaie presenti nel formicaio (Seifert, 1990; Agosti et al., 2000). Ciononostante, riteniamo che le trappole Barber utilizzate in questo studio, offrano dati relativamente completi sulle comunità di formiche dei vigneti ticinesi, poiché attive per un lungo lasso di tempo (vedi Materiali e metodi).

La mirmecofauna dei vigneti in Canton Ticino

La specie raccolta con maggiore abbondanza media in questo studio e campionata in molti vigneti indagati (31 su 48) è *Lasius niger*. Questa specie presenta una grande adattabilità ed è tipica di ambienti aperti da xerotermini a mesofili in città, parchi, giardini, prati e zone rurali (Seifert, 2007). Presenta diverse migliaia di operaie per nido e una densità di nidi che può essere molto alta; questo spiega anche la sua abbondanza in questo studio. Non è in genere influenzata da pratiche gestionali come sfalcio regolare, concimazione o compattazione del suolo (Seifert, 2007). Questa specie è stata campionata abbondantemente in Ticino (BD Formicidae SdA) anche nelle zone golenali (Bolle di Magadino e Fiume Brenno) e nelle zone verdi urbane a Lugano (progetto PNR 54



BiodiverCity; dati e design disponibili presso le banche dati Fauna del WSL a Birmensdorf). Gli altri due complessi di specie dominanti e abbondanti sono *Lasius* gruppo "alienus" e *Tetramorium* spp. Entrambi i gruppi includono specie che possono avere una densità di nidi molto elevata con decine di migliaia di operaie per nido (Blatrix et al., 2013), pur avendo preferenze ecologiche un po' differenti all'interno del gruppo, ad esempio *T. caespitum* predilige terreni sabbiosi, mentre *T. impurum* terreni argillosi (Seifert, 2007).

Le specie più diffuse nei vigneti ma meno abbondanti, come *Formica cunicularia*, *Myrmica sabuleti*, *Tapinoma subboreale*, *Myrmica speciooides*, *Solenopsis fugax* e *Temnothorax unifasciatus*, sono legate ad ambienti aperti da termici a xerotermini (Seifert, 2007). Rispetto alle specie diffuse e molto abbondanti, queste specie costituiscono in genere nidi meno popolosi con poche centinaia fino a un migliaio di operaie per nido (Blatrix et al., 2013), ad eccezione di *Solenopsis fugax* che ha decine di migliaia di operaie. Di conseguenza, la loro abbondanza media risulta minore rispetto alle specie del gruppo precedente. *S. fugax* è l'unica specie presente in tutti i vigneti studiati ed è tipica di ambienti termofili di diverso genere (Blatrix et al., 2013); si ipotizza che la specie sia campionata in minore misura nei Barber a causa delle abitudini endogee, le dimensioni ridotte e la bassa mobilità delle operaie (Blatrix et al., 2013). Secondo gli autori, le specie sopra citate potrebbero essere state sottostimate dal metodo di campionamento ed effettivamente essere presenti con abbondanze maggiori.

Le tre specie poco diffuse ma abbondanti quando presenti sono *Messor structor* (Fig. 6), *Pheidole pallidula* e *Lasius platythorax*.

Fig. 5 – Analisi della ridondanza (RDA) delle comunità di formiche nei 48 vigneti investigati nell'ambito del progetto BioDiVine. Le frecce indicano le variabili che influenzano la composizione delle comunità di formiche nei vigneti del Cantone Ticino (vedi Tab. 2). L'importanza di ciascuna variabile è data da lunghezza e angolo d'incidenza delle frecce con il primo e il secondo asse canonico RDA1 e RDA2 rispettivamente (più la freccia è lunga e vicina all'asse 1 e 2, e più la variabile è importante), mentre la direzione indica se la relazione con le specie (indicate col segno + in rosso nel grafico) o con i siti di campionamento (pallini vuoti) è positiva (verso la punta della freccia) o negativa (verso il lato opposto). Le specie non rilevanti per l'analisi sono rappresentate dai punti in nero bordati di rosso al centro del grafico. I codici delle specie sono indicati nella tabella 1 mentre le sigle delle variabili nella tabella 2.



Fig 6 – Operaia di *Messor structor*; si nota il propodeo senza spine; osservata recentemente a Coldrerio (BD Formicidae SdA) e in alcuni vigneti studiati (foto: Isabella Forini-Giacalone).

Fig 7 – Operaia di *Stenamamma zanoni*; si nota che la lunghezza dello scapo raggiunge il bordo della testa; osservata recentemente in castagneti del Malcantone e del Locarnese (BD Formicidae e SdA) e campionata in uno dei vigneti (foto: Isabella Forini-Giacalone).



Nell'ambito di questo studio *M. structor* è stata campionata principalmente nel Mendrisiotto e in un vigneto del Sopraceneri. In Svizzera risulta in pericolo di estinzione (Agosti & Cherix, 1994), ed è segnalata solo nel Ticino meridionale e nella valle del Rodano fino a Ginevra (Kutter, 1977). Il numero elevato di operaie per nido (Blatrix et al., 2013) ne spiega l'abbondanza locale. Essendo essenzialmente granivora, *M. structor* colonizza ambienti aperti ben esposti come prati secchi estremamente xerotermi con una flora in grado di produrre un elevato numero di semi (Seifert, 2007). I vigneti in cui è stata rilevata sono caratterizzati da scarpate sassose difficili da falciare e quindi presumibilmente con una grande disponibilità di semi. *P. pallidula* è una specie mediterranea (Kutter, 1977), presente in Svizzera solo al Sud delle Alpi, dove raggiunge il limite del suo areale di distribuzione (Agosti & Cherix, 1994). Tale specie è stata campionata sia nel Sopraceneri che nel Sottoceneri (BD

Formicidae SdA), costituisce nidi composti da migliaia di operaie (Blatrix et al., 2013) ed è considerata una specie xerofila, che predilige luoghi sassosi e si trova anche in ambienti antropizzati come marciapiedi e spazi verdi in città (Blatrix et al., 2013); è presente anche negli ambienti xerotermi del Monte Caslano (BD Formicidae SdA). *L. platythorax* è una specie abbastanza comune in Ticino (BD Formicidae SdA) che predilige ambienti piuttosto igrofili (Seifert, 2007) ed è stata campionata unicamente nei vigneti di Bioggio e Pedriate; entrambi abbastanza umidi.

Tra le specie mediamente diffuse e poco abbondanti troviamo specie ipogee e legate alla lettiera, in ambienti aperti ma anche boscati, che preferiscono una certa umidità, quali *Aphaenogaster subterranea*, *Myrmecina graminicola* e *Ponera coarctata*; tutte specie piuttosto comuni in Ticino (BD Formicidae SdA). È interessante notare che, nei vigneti indagati in questo studio, *Ponera coarctata* appare vicariante con *Hypoponera eduardi*. L'approfondimento dell'ecologia e della distribuzione spaziale di queste due specie potrebbe essere tema di un futuro studio. In questo gruppo, oltre alle specie della lettiera, troviamo *Plagiolepis pygmaea* che colonizza prati estremamente xerotermi (Seifert, 2007) e aree non coltivate dove il suolo non è perturbato (Blatrix et al., 2013). Ogni nido contiene migliaia di operaie di piccole dimensioni e poco mobili che non seguono piste poiché cacciano in solitaria sulla roccia e nella vegetazione bassa o nella lettiera (Blatrix et al., 2013). La specie è diffusa anche in ambienti xerotermi del Monte Caslano e del Monte San Giorgio (BD Formicidae SdA).

Tra le specie poco diffuse e poco abbondanti troviamo formiche tipicamente legate al bosco o ad alberi isolati (Seifert, 2007), come *Camponotus ligniperda*, *Dolichoderus quadripunctatus*, *Formica gagates*, *Myrmica ruginodis*, *Stenamamma striatulum* e *S. zanoni*. Queste specie sono state campionate al margine di taluni vigneti che rappresentano un luogo ideale di foraggiamento.

Oltre alle specie tipiche del bosco, troviamo in questo gruppo 20 delle 23 specie interessanti dal profilo della conservazione (Tab. 1). Si tratta di specie termofile o xerotermofile (Seifert, 2007); alcune delle quali (*P. argiola*, *S. striatulum* e *S. zanoni*) a distribuzione mediterranea (Agosti & Cherix, 1994, Guillem et al., 2010).

Variabili che influenzano le cenosi mirmecologiche

Per la loro sensibilità ai mutamenti di origine antropica, con particolare riferimento alla gestione del suolo (Peck et al., 2008, Steiner & Schlick-Steiner, 2002), le formiche sono utilizzate come indicatori dello stato di conservazione di un ambiente o per la gestione di aree naturali e rurali.

Diversi autori hanno mostrato che le comunità di formiche negli ambienti agricoli svolgono funzioni chiave fornendo servizi ecosistemici grazie alle complesse interazioni che instaura-



Fig 8 – A sinistra: vigneto a Camorino (Comelina) in cui è stata campionata *Chalepoxenus muellerianus*, specie parassita di *Temnothorax* spp. che utilizza muri a secco come habitat; in questo caso parassita di *T. unifasciatus*. *C. muellerianus* è segnalata anche al Monte Caslano (BD Formicidae SdA). A destra: vigneto a Camorino (Montagna) con diverse strutture come scarpate, muretti a secco e rocce affioranti, in cui sono state campionate diverse specie di valore ecologico, tra cui *Pyramica argiola*, *Plagiolepis pygmaea* e *P. vindobonensis* e *Strongylognathus alpinus* segnalate anche al Monte Caslano e in parte al Monte San Giorgio (foto: Isabella Forini-Giacalone).

no all'interno della catena trofica (Wielgoss *et al.*, 2014). Ciononostante alcune pratiche agricole, quali la meccanicizzazione della gestione, il livellamento del terreno e l'eliminazione dei mucchi di sassi, possono influenzare significativamente l'abbondanza e la diversità delle comunità mirmecologiche, che, costituendo nidi fissi, non possono evitare disturbi (Agosti & Cherix, 1994; Steiner & Schlick-Steiner, 2002); tale effetto è molto più marcato nelle coltivazioni annuali rispetto a quelle perenni (Lobry de Bruyn, 1999).

Nel nostro studio, le due variabili più importanti per la comunità delle formiche sono la pendenza del sito e la presenza di aree boschive nei dintorni del vigneto (Tab. 2 e Fig. 5). L'influenza della pendenza del sito sulle comunità mirmecologiche non trova riscontro in letteratura. Ipotizziamo che questa variabile sia correlata positivamente con la diversità di strutture presenti in un vigneto come d'altronde mostrato anche in ecosistemi antropizzati (p.es. Savage *et al.*, 2015; Santos, 2016), agricoli (p.es. Chong *et al.*, 2011) e naturali (p.es. Pacheco & Vasconcelos, 2012). I vigneti più declivi, infatti, presentano strutture diversificate al loro interno, come scarpate, terrazzamenti, roccia affiorante, sassi e muretti a secco, importanti per molte specie di formiche per molteplici ragioni: le operaie di talune specie (ad esempio *Plagiolepis pygmaea*, *Tapinoma erraticum*, *T. subboreale*) foraggiano su roccia nuda o parzialmente ricoperta di vegetazione, mentre altre specie utilizzano altre strutture (sassi, muretti a secco) per l'insediamento del formicaio (Seifert, 2007) o come fonte di calore o protezione (come *L. emarginatus*, *L. flavus*, *L. myops*, *Chalepoxenus muellerianus*, *Pheidole pallidula*, *Tapinoma* spp.). Strutture e microstrutture offrono all'interno del vigneto una varietà di microhabitat adatti all'insediamento di specie ad alto valore conservazionistico; queste, pur essendo rilevate nella maggior parte dei vigneti (40 su 48 vigneti), sono concentrate solo in 16 siti, in cui troviamo da quattro a otto specie di valore conservazio-

nistico e una biodiversità mirmecofaunistica elevata. Al contrario, i vigneti della fascia pianiziale, situati sul Piano di Magadino lungo il fiume Ticino, presentano in generale una minore biodiversità mirmecofaunistica (9-15 specie per vigneto) e comunità caratterizzate da specie più comuni. Dalle nostre analisi, la specie associata positivamente alla pendenza del sito è *Lasius emarginatus*; distribuita, seppur con bassa abbondanza, prevalentemente nei vigneti in pendenza piuttosto che nei vigneti in piano.

Per quanto riguarda le aree boschive è stato pure evidenziato da Lobry de Bruyn (1999) una maggiore diversità specifica nelle aree boscate nei dintorni di ambienti rurali. Si ipotizza che il paesaggio circostante il vigneto abbia un'importanza maggiore per le formiche rispetto ad altri gruppi tassonomici, come ad esempio ragni e carabidi (Trivellone *et al.*, 2013). Le formiche possono compiere grandi spostamenti alla ricerca di cibo fino all'interno del vigneto pur avendo formicai situati esternamente. Più della metà delle specie presenti in Ticino (Forini-Giacalone & Rossi-Pedruzzi, 2013) sono più o meno strettamente legate al bosco come luogo di nidificazione o territorio di caccia (Seifert, 2007).

Le altre variabili che influenzano le comunità di formiche dei vigneti, anche se con impatto minore, sono: altitudine del vigneto, composizione di azoto e di argilla del suolo, applicazioni d'insetticidi e presenza di aree urbane attorno al vigneto (Tab. 2). Essendo diverse specie di formiche legate ad ambienti antropizzati come luogo di nidificazione o territorio di caccia (Seifert, 2007), si ipotizza che la presenza di aree urbane attorno al vigneto, abbia un'importanza maggiore per le formiche rispetto ad altri gruppi tassonomici. Per quanto riguarda l'altitudine del sito è noto che la ricchezza specifica delle formiche diminuisce progressivamente con l'aumentare della quota, sia ai tropici (Malsch *et al.*, 2008; Burwell & Nakamura, 2011), sia in zone temperate (Lessard *et al.*, 2007). Essendo

le formiche in genere termofile (Seifert, 2007), la loro abbondanza decresce con la diminuzione della temperatura (Dahms et al., 2005). Secondo le nostre analisi le specie associate all'altitudine, *Myrmecina graminicola* e *Aphaenogaster subterranea*, sono riscontrate soprattutto a quote più elevate. Queste due specie foraggiano nella lettiera e costituiscono il nido nel terreno in zone termofile aperte e boscate (Seifert, 2007).

Secondo Malsch et al., 2008, l'abbondanza delle formiche decresce con la compattezza del suolo. Dalle nostre analisi risulta che la specie associata negativamente alla percentuale di argilla del suolo è *Myrmica specioides*. Questa specie, tipica delle dune costiere del Nord Europa, è molto termofila e colonizza prati secchi anche in ambienti ruderali e in zone urbane nidificando nel terreno dove, in condizioni idonee, la densità dei nidi può essere importante (Seifert, 2007). Essa è presente in gran parte dei vigneti studiati (35 su 48). Inoltre, per quanto riguarda il contenuto di argilla e azoto del terreno, è noto che tessitura e composizione chimica del suolo sono determinanti per le comunità di formiche (Dahms et al., 2005; Boulton et al., 2005). Le nostre analisi hanno evidenziato in particolare che *L. emarginatus* è associata positivamente al contenuto di azoto nel suolo. Questa specie, con bassa densità di nidi e diverse migliaia di operaie per formicaio (Seifert, 2007), è comune nella nostra regione sudalpina (BD Formicidae SdA). È una specie ubiquitaria, ovvero che colonizza diverse tipologie di ambienti: aperti, boscati termofili, urbani (Seifert, 2007). Inoltre ha un'ecologia particolare: la struttura centrale del formicaio, in genere costituito nel terreno, è in cartone, formato dalle operaie impastando diversi materiali di origine organica e minerale con la melata ricavata da afidi e/o coccidi (Benckiser, 2010). La melata è una sostanza nutritiva utilizzata dalle formiche per la coltivazione di ife fungine, che rendono stabile la struttura del nido (Seifert, 2007) e

Fig 9 – Operaia di *Pyramica argiola*; si notano le mandibole dentellate atte alla cattura di collemboli; osservata nel 1996 sul Monte Caslano (BD Formicidae e SdA) e recentemente in diversi vigneti indagati (foto: Isabella Forini-Giacalone).



forniscono proteine sclerotizzanti (Holldobler & Wilson, 2005). *L. emarginatus* svolge quindi un lavoro ecosistemico importante intrattenendo proficue associazioni mutualistiche con altri organismi.

Le nostre analisi hanno inoltre evidenziato una leggera influenza dell'utilizzo di insetticidi sulle comunità di formiche, come documentato anche da Chong et al., 2007. Pur essendo mirati a insetti emimetaboli (a metamorfosi incompleta), gli insetticidi applicati nei vigneti ticinesi studiati hanno un effetto sulle formiche, che sono però olometabole (a metamorfosi completa). Sulla comunità di formiche ipotizziamo un effetto indiretto degli insetticidi che agiscono direttamente su insetti (come afidi, cocciniglie e cicaline) con i quali le formiche intraprendono relazioni di trofobiosi necessarie per la loro sopravvivenza. Le specie che nei vigneti risultano associate "positivamente" all'insetticida (*Crematogaster scutellaris*, *Formica cinerea*, *Lasius niger* e *Tapinoma subboreale*) hanno infatti relazioni trofobiotiche.

Dalle nostre analisi emerge che la mirmecofauna è influenzata in modo meno importante dalla struttura della vegetazione rispetto a quella del suolo. Questo risultato è riscontrato anche in altri sistemi agricoli (Boulton et al., 2005; Dahms et al., 2005) poiché, nidificando la maggior parte delle specie nel terreno (Boulton et al., 2005; Seifert, 2007), la struttura della vegetazione ha meno importanza per le formiche rispetto a quella che risulta avere per altri gruppi di artropodi come messo in evidenza anche nel progetto BioDiVine nel caso dei ragni e delle cicaline (Trivellone et al., 2012 e per una sintesi Moretti et al., 2017 in questo volume).

Specie importanti dal profilo della conservazione

Lo studio ha messo in evidenza 21 specie minacciate o potenzialmente minacciate di estinzione in Svizzera (Agosti & Cherix, 1994). Si tratta soprattutto di specie termofile o xerothermofile riscontrate anche in ambienti di alto valore naturalistico come i prati secchi del Monte Caslano e del Monte San Giorgio o legate ad ambienti forestali o antropici pregiati (BD Formicidae SdA). La maggior biodiversità mirmecologica in Europa centrale si trova in ambienti termofili con suolo drenante e una ricca varietà di microambienti, tra cui varie tipologie di bosco e prati secchi con arbusti (Seifert, 2007); il presente studio ha messo in evidenza anche il vigneto come ambiente pregiato per la biodiversità mirmecofaunistica.

Tra le specie rare segnaliamo per la prima volta nel Cantone Ticino *Strongyloponathus* cf. *alpinus* altrimenti nota in Svizzera solo in alcune valli laterali delle Alpi vallesane (Kutter, 1977). Come già detto sopra (cf. Risultati, Considerazioni tassonomiche), l'identificazione morfologica porta alla specie *S. alpinus* ma sulla base di considerazioni biogeografiche potrebbe trattarsi di *S. alboini*, già osservata da Kutter (1977) in Mesolcina (Cantone Grigioni).

Tra le specie degne di interesse per la conservazione segnaliamo pure *Pyramica argiola* (Fig. 9) e *P. baudueri*, entrambe molto rare in Svizzera per distribuzione, abbondanza locale e frequenza (Lessard *et al.*, 2007). Al Sud delle Alpi, *P. argiola* era segnalata unicamente sul Monte Caslano (BD Formicidae SdA) mentre *P. baudueri* era segnalata finora in Svizzera solo al Nord delle Alpi (Braschler, 2002, Neumeyer & Seifert, 2005).

Nei vigneti troviamo inoltre nove specie di parassiti sociali degne di nota (*Anergates atratulus*, *Bothriomyrmex corsicus* (Fig. 10), *Chalepoxenus muellerianus*, *Formica pratensis*, *Formica sanguinea*, *Plagiolepis xene*, *Polyergus rufescens*, *Strongylognathus cf. alpinus*, *S. testaceus*). I parassiti sociali sono importanti indicatori di stabilità degli ambienti naturali (Stener & Schlick-Steiner, 2002). Essi necessitano di popolazioni costanti della specie ospite. Rispetto all'ospite hanno però densità di popolazioni molto inferiori e distribuzione discontinua. Proprio a causa della loro rarità il loro campionamento risulta difficoltoso e sono perciò poco utilizzati come indicatori. Il campionamento svolto nei vigneti tramite trappole Barber lungo l'arco di più stagioni si rivela un metodo valido per il campionamento di parassiti sociali. I vigneti in cui sono riscontrati presentano effettivamente stabilità ambientale e sono gestiti in maniera poco intensiva in modo da permettere lo sviluppo di comunità stabili e caratteristiche.

CONCLUSIONE

In generale, le comunità dei vigneti ticinesi studiati sono caratterizzate da specie termofile e xerotermofile, rappresentate sia da specie più abbondanti e più diffuse, sia da specie molto rare e ad alto valore ecologico. Alle specie termofile e xerotermofile, si aggiungono specie con preferenze ecologiche diversificate, segno della varietà degli ambienti circostanti il vigneto.

La pendenza del sito, variabile importante per la comunità delle formiche, può essere legata, secondo gli autori, alla presenza di strutture, fondamentali per l'istallazione del formicaio (Seifert, 2007). Quando presenti all'interno del vigneto, tali strutture (muri a secco, scarpe, ...) offrono una varietà di microhabitat adatti all'insediamento di specie ad alto valore conservazionistico e favoriscono una biodiversità mirmecofaunistica maggiore. È noto infatti che la diversità di specie di valore conservazionistico è correlata con la diversità mirmecologica generale (Lessard *et al.*, 2007). Pur essendo rilevate nella maggior parte dei vigneti (40 su 48 vigneti), le specie ad alto valore conservazionistico, si concentrano in 16 siti in pendenza, in cui troviamo da quattro a otto specie e una biodiversità mirmecofaunistica elevata. Questo suggerisce che vigneti situati in condizioni edafiche ottimali e nei quali sono predisposte strutture diversificate e di pregio naturalistico, possono offrire un



habitat ideale a specie e comunità particolari, ospitando specie molto rare in Svizzera (*P. argiola* e *P. baudueri*) e oltre un terzo delle specie (36%) minacciate di estinzione (Agosti & Cherix, 1994).

La presenza di aree boschive attorno al vigneto è un'altra variabile importante per la comunità delle formiche poiché fornisce habitat ideali a specie tipiche di ambienti forestali pregiati della fascia collinare (*Formica gaggates*, *Stenamma striatulum* e *S. zanonii*), quali castagneti e querceti, aumentando l'importanza ecologica del vigneto.

Il mosaico di ambienti attorno al vigneto e il numero elevato di stazioni esaminate (48) possono spiegare l'alto numero di specie di formiche campionate in totale, che rappresenta circa il 60% della mirmecofauna già segnalata al Sud delle Alpi (Forini-Giacalone & Rossi-Pedruzzi, 2012, 2013, 2014, 2015) e circa il 48% della mirmecofauna svizzera (Neumeyer & Seifert, 2005; Neumeyer, 2008). Data la posizione a nord del bacino mediterraneo troviamo nel Cantone Ticino diverse specie di origine mediterranea, relativamente rare a livello svizzero proprio perché al limite del loro areale di distribuzione, che contribuiscono a diversificare la mirmecofauna svizzera.

Inoltre, il 43% delle specie minacciate riscontrate nei vigneti, è distribuito unicamente al Sud delle Alpi svizzere; queste meritano un'attenzione particolare poiché spesso indicatrici di luoghi xerotermini, minacciati dalle attività umane (Agosti & Cherix, 1994) e osservate al di fuori dei vigneti studiati solo in ambienti naturali pregiati come il Monte Caslano e il Monte San Giorgio. Il Cantone Ticino ha quindi una grande responsabilità per la loro conservazione.

I vigneti studiati sono caratteristici della fascia altitudinale planiziale-collinare del Cantone Ticino, e sono spesso situati in zone ripide ed esposte a Sud. Probabilmente in assenza del vigneto queste superfici sarebbero scomparse a causa dell'edificazione o dell'abbandono (rimboschimento). Pur essendo ambienti rurali

Fig. 10 – Regina di *Bothriomyrmex corsicus* della famiglia delle Dolichoderinae; si nota il peziolo leggermente piegato in avanti; osservata nel 1996 al Monte Caslano e in aree verdi della città di Lugano (BD Formicidae SdA) e rilevata in alcuni dei vigneti indagati (foto: Isabella Forini-Giacalone).

semi-naturali molti di questi vigneti assicurano un habitat sostitutivo per specie di formiche legate ad ambienti termofili o xerofili. Per quanto concerne i vigneti in pianura, si può affermare in generale che essi presentano una minore biodiversità mirmecofaunistica e delle comunità caratterizzate da specie più comuni rispetto ai vigneti in pendenza. In effetti i terreni pianeggianti presentano meno strutture, consentendo una maggiore meccanizzazione del lavoro. Queste pratiche vanno a scapito della biodiversità. Inoltre, l'utilizzo di insetticidi seppur mirati ad insetti emimetaboli nocivi per la vite, come le cicaline, sembra comportare un impatto negativo sulla comunità di formiche.

RINGRAZIAMENTI

Il presente studio fa parte di un progetto più ampio denominato BioDiVine realizzato grazie al sostegno finanziario dei tre istituti consorziati (WSL, Agroscope, Cadenazzo e MCSN, 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 in particolar modo il Museo cantonale di storia naturale per il finanziamento dell'identificazione specifica delle formiche e per l'apparecchiatura fotografica (Olympus) messa a disposizione per le immagini delle formiche, nonché Bernhard Seifert per i controlli delle determinazioni e Herbert Wagner, Birgit Schlick-Steiner e Florian Steiner per i commenti personali. Ringraziamo pure tutti coloro che attraverso il loro aiuto sul campo e in laboratorio hanno permesso la realizzazione del progetto (in ordine alfabetico): Corrado Cara, Franco Fibbioli, Matthias Glutz, Laura Milani, Matteo Minetti, Enea Moretti, Giorgio Nidola e Carolina Visconti. Un particolare ringraziamento a Michele Abderhalden (MCSN e CSCF) per la collaborazione nell'allestimento della Banca Dati Formicidae SdA.

BIBLIOGRAFIA

- Agosti D. & Cherix D. 1994. Lista rossa delle Formiche minacciate in Svizzera. In: Duelli P. (ed.) Lista rossa degli animali minacciati della Svizzera. Berna, Ufficio Federale dell'Ambiente: 45-47.
- Agosti D., Majer J.D., Alonso L.E. & Schulz T.R. 2000. Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Smithsonian Institution Press, Washington, 280 pp.
- Benckiser G. 2010. Ants and Sustainable Agriculture. *Agronomy for Sustainable Development*, 30: 191-199.
- 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. 306 pp.
- Boulton A.M., Davies K.F. & Ward P.S. 2005. Species richness, abundance and composition of ground-dwelling ants in Northern California grasslands: role of plants, soil, and grazing. *Environmental Entomology*, 34: 96-104.
- Braschler B. 2002. Neue Aspekte zur Verbreitung von *Pyramica baudueri* (Emery, 1875) (Hymenoptera: Formicidae). *Mitteilungen der Entomologischen Gesellschaft Basel*, 52: 139-142.
- Burwell C.J. & Nakamura A. 2011. Distribution of ant species along an altitudinal transect in continuous rainforest in subtropical Queensland, Australia. *Memoirs of the Queensland Museum Nature*, 55: 391-411.
- Chong C.S., Hoffmann A.A. & Thomson L.J. 2007. Commercial agrochemical applications in vineyards do not influence ant communities. *Environmental Entomology*, 36: 1374-1383.
- Chong C.S., Thomson L.J. & Hoffmann A.A. 2011. High diversity of ants in Australian vineyards. *Australian Journal of Entomology*, 50: 7-21.
- Dray S., Legendre P. & Blanchet F.G. 2007. Packfor: Forward Selection with Permutation. R package version 2.10.1.
- Forini-Giacalone I. & Rossi-Pedruzzi A. 2011. Sintesi delle conoscenze sulla mirmecofauna al Sud delle Alpi (Cantoni Ticino e Grigioni italiano), distribuzione geografica, ecologia e conservazione. Centro svizzero di cartografia della fauna, 10 pp.
- Forini-Giacalone I. & Rossi-Pedruzzi A. 2012. Test des méthodes en vue de la mise à jour de la Liste Rouge Formicidae. Résultats échantillonnages 2012. Museo cantonale di storia naturale e Centro svizzero di cartografia della fauna, 46 pp.
- Forini-Giacalone I. & Rossi-Pedruzzi A. 2013. Échantillonnages de fourmis en forêt au Sud des Alpes. Résultats échantillonnages 2013. Museo cantonale di storia naturale e Centro svizzero di cartografia della fauna, 61 pp.
- Forini-Giacalone I. & Rossi-Pedruzzi A. 2014. Échantillonnages espèces de fourmis rares au Sud des Alpes. Résultats échantillonnages 2014. Museo cantonale di storia naturale e Centro svizzero di cartografia della fauna, 47 pp.
- Forini-Giacalone I. & Rossi-Pedruzzi A. 2015. Méthodes d'échantillonnages d'espèces de fourmis rares au Sud des Alpes. Résultats échantillonnages 2015. Museo cantonale di storia naturale e Centro svizzero di cartografia della fauna, 27 pp.
- Guillem R., Bensussan K., Torres J.L. & Perez C. 2010. The genus *Pyramica* Roger, 1862 (Hymenoptera: Formicidae) in Cádiz province (southern Spain), with a description of methods for their capture. *Boletín de la Asociación española de Entomología*, 33: 461-468.
- Hölldobler B. & Wilson E.O. 1990. *The ants*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 745 pp.
- Kutter H. 1977. Hymenoptera Formicidae. Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft. *Insecta Helvetica*, 6: 298 pp.
- Lessard J.P., Dunn R. R., Parker C.R. & Sanders N.J. 2007. Rarity and Diversity in Forest Ant Assemblages of Great Smoky Mountains National Park. *Southeastern Naturalist*, 1: 215-228.
- Lobry de Bruyn, L.A. 1999. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agriculture, Ecosystem, Environment Journal*, 74: 425-441.
- Malsch A.K.F., Fiala B., Maaschwitz U., Mohamed M., Nais J. & Linsenmair K.E. 2008. An analysis of declining ant species richness with increasing elevation at Mount Kinabalu, Sabah, Borneo. *Asian myrmecology*, 2: 33-49.
- Moretti M., Schoenenberger N., Pollini Paltrinieri L., Bellosi B. & Trivellone V. 2017. Fattori che determinano la biodiversità di piante e invertebrati nei

- vigneti nella Svizzera italiana – Quali soglie critiche di gestione? Memorie della Società ticinese di scienze naturali, 12: 141-163.
- Neumeyer R. & Seifert B. 2005. Kommentierte Liste der frei lebenden Ameisen (Hymenoptera: Formicidae) in der Schweiz. Bulletin de la Société Entomologique Suisse, 78: 1-17.
- Neumeyer R. 2008. Ergänzungen zur Artenliste der frei lebenden Ameisen (Hymenoptera: Formicidae) in der Schweiz. Entomo Helvetica, 1: 43-48.
- Pacheco R. & Vasconcelos H.L. 2012. Habitat diversity enhances ant diversity in a naturally heterogeneous Brazilian landscape. Biodiversity and Conservation, 21: 797-809.
- Perfecto I. 1990. Indirect and direct effects in a tropical agroecosystem: the maize-pest-ant system in Nicaragua. Ecology, 7: 2125-2134.
- R Core Team 2013. A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing: Vienna, Austria.
- Read J.L. & Andersen A. N. 2000. The value of ants as early warning bioindicators: responses to pulsed cattle grazing at an Australian arid zone locality. Journal of Arid Environments, 45: 231-251.
- Rigato F. 2011. Contributions to the taxonomy of west European and north African *Stenammas* of *westwoodii* species-group (Hymenoptera Formicidae). Memorie della Società italiana di Scienze naturali e Museo civico di Storia Naturale Milano, 37: 1-56.
- Roth, D.S., Perfecto I. & Rathcke B. 1994. The effects of management systems on ground-foraging ant diversity in Costa Rica. Ecological Applications, 4: 423-436.
- Savage A.M., Hackett B., Guenard B., Youngsteadt E.K. & Dunn R.R. 2015. Fine-scale heterogeneity across Manhattan's urban habitat mosaic is associated with variation in ant composition and richness. Insect Conservation and Diversity, 8: 216-228.
- Santos M.N. 2016. Research on urban ants: approaches and gaps. Insectes Sociaux, 63: 359-371.
- Schlick-Steiner B.C., Steiner F.M., Moder K., Seifert B., Sanetra M., Dyreson E., Stauffer C. & Christian E. 2006. A multidisciplinary approach reveals cryptic diversity in Western Palearctic *Tetramorium* ants (Hymenoptera: Formicidae). Molecular Phylogenetics and Evolution, 40: 259-273.
- Seifert B. 1990. Wie wissenschaftlich wertlose Fangzahlen entstehen. Auswirkungen artspezifischen Verhaltens von Ameisen an Barberfallen direkt beobachtet. Entomologische Nachrichten und Berichte, 34: 21-27.
- Seifert B. 2007. Die Ameisen Mittel- und Nordeuropas. Lutra-Verlag, 368 pp.
- Seifert B. 2012a. Clarifying naming and identification of the outdoor species of the ant genus *Tapinoma* Förster, 1850 (Hymenoptera: Formicidae) in Europe north of the Mediterranean region with description of a new species. Myrmecological News, 16: 139-147.
- Seifert B. 2012b. A review of the West Palearctic species of the ant genus *Bothriomyrmex* Emery, 1869 (Hymenoptera: Formicidae). Myrmecological News, 17: 91-104.
- Steiner F.M. & Schlick-Steiner B.C. 2002. Using ants in nature conservation practice. Their multiple applicability in comparison with other animal taxa. Naturschutz & Landschaftsplanung, 34: 5-12.
- Steiner F.M., Seifert B., Moder K. & Schlick-Steiner B.C. 2010. A multisource solution for complex problem in biodiversity research: Description of the cryptic ant species *Tetramorium alpestre* sp. N. (Hymenoptera: Formicidae). Zoologischer Anzeiger, 249: 223-254.
- Stephens S.S. & Wagner M.R. 2006. Using ground foraging ant (Hymenoptera: Formicidae) functional groups as bioindicators of forest health in Northern Arizona Ponderosa pine forests. Environmental Entomology, 35: 937-949.
- 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.
- Trivellone V., Pedretti A., Caprani M., Pollini Paltrinieri L., Jermini M. & Moretti M. 2013. Ragni e carabidi dei vigneti del Canton Ticino (Svizzera). Bollettino della Società ticinese di scienze naturali, 101: 63-72.
- Trivellone V., Schoenenberger N., Bellosi B., Jermini M., De Bello F., Mitchell E.A.D. & Moretti M. 2014. Indicators for taxonomic and functional aspects of biodiversity in the vineyard agroecosystem of Southern Switzerland. Biological Conservation, 170: 103-109.
- Trivellone V., Filippin L., Narduzzi-Wicth 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. A regional-scale survey to define the known and potential vectors of grapevine yellows phytoplasmas in vineyards South of Swiss Alps. European Journal of Plant Pathology, 145: 915-927.
- Underwood E. C. & Fischer B. L. 2006. The role of ants in conservation monitoring: If, when, and how. Biological Conservation, 132: 166-182.
- Wielgoss A., Tschardt T., Rumed A., Fiala B., Seidel H., Shahabuddin S. & Clough Y. 2014. Interaction complexity matters: disentangling services and disservices of ant communities driving yield in tropical agroecosystems. Proceedings of the Royal Society of London B: 281: 1-10.

