



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

Selezione di piante indicatrici per definire la qualità ecologica nei vigneti: un approccio integrato

Valeria Trivellone¹, Bruno Bellosi^{2,3,4}, Mauro Jermini⁵, Marco Moretti¹ & Nicola Schoenenberger^{2,6}

¹ Istituto federale di ricerca WSL, Biodiversità e Biologia della Conservazione, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, Svizzera

² Museo cantonale di storia naturale, Viale Cattaneo 4, 6900 Lugano, Svizzera

³ Istituto federale di ricerca WSL, Ecosistemi insubrici, a Ramél 18, 6593 Cadenazzo, Svizzera

⁴ Via Ronco 2, 6883 Novazzano, Svizzera

⁵ Agroscope, a Ramél 18, 6593 Cadenazzo, Svizzera

⁶ Fondazione Innovabridge, Contrada al Lago 19, 6987 Caslano, Svizzera

valeria.trivellone@gmail.com

Riassunto: L'ordinanza sui pagamenti diretti in Svizzera (Ufficio federale dell'agricoltura, 23 ottobre 2013) regola il versamento di contributi per la biodiversità di superfici agricole. La qualità ecologica viene stimata attraverso la valutazione di piante indicatrici e strutture di pregio. Tuttavia, manca uno strumento per la selezione adeguata di indicatori per la misura della qualità botanica. Con questo lavoro, effettuato nel 2008 e 2011, proponiamo un *framework* concettuale che definisce quattro criteri per la selezione di specie indicatrici: 1) Intensità di gestione, 2) Componenti della biodiversità, 3) Vulnerabilità e pericolo di estinzione, e 4) Danno reale o potenziale alla biodiversità. Il *framework*, applicato ai vigneti a Sud delle Alpi della Svizzera ha permesso di selezionare un totale di 118 specie indicatrici associate a basse intensità di gestione, alti livelli di biodiversità, alla minaccia di estinzione delle singole specie e alla perdita di biodiversità dovuta a specie pericolose.

Parole chiave: biodiversità, misure agro-ambientali, pagamenti diretti, prestazioni ecologiche, specie indicatrici.

Selecting plant indicator species to define the ecological quality in vineyards: an integrated approach

Abstract: The Ordinance on direct payments in Switzerland (Swiss Federal Office for Agriculture, 23 October 2013) regulates the payments of subsidies for biodiversity in agricultural surfaces. The ecological quality is estimated by the assessment of indicator plant species and particularly valuable structures. However, a tool for the selection of suitable indicators to measure botanical quality is missing. With the present work, which has been carried out in 2008 and 2011, we propose a conceptual framework defining four criteria for the selection of indicator plant species of botanical quality: 1) Management intensity, 2) Components of biodiversity, 3) Vulnerability and threat of extinction, 4) Real and potential harm to biodiversity. The application of the framework to a representative sample of 48 vineyards Southern Switzerland selected a total of 118 species. These were associated with low management intensities, high biodiversity levels, threat of extinction and the harm to biodiversity due to dangerous species.

Key words: agri-environment measures, biodiversity, direct payments, ecological performance, indicator species.

INTRODUZIONE

Negli ultimi decenni la crescente consapevolezza sulle tematiche ambientali ha stimolato l'interesse per la diversità biotica e abiotica nell'ambito di diversi ecosistemi. In un recente rapporto basato sul progetto di ricerca denominato Valutazione degli ecosistemi del millennio (Millennium Ecosystem Assessment MA, 2005), e sostenuto dalle Nazioni Unite, viene sottolineata l'importanza dei servizi forniti dagli ecosistemi naturali sul benessere e la salute dell'Uomo. Ciononostante, come evidenziato da diversi altri studi, molte attività umane costituiscono ancora una inesorabile causa di

perdita di servizi ecosistemici e di biodiversità dovuto all'uso indiscriminato delle risorse naturali (p.es. Bastian, 2013; Harrison *et al.*, 2014). L'agricoltura è tra i settori che incidono maggiormente sugli equilibri ecosistemici e nell'arco di pochi anni, l'intensificazione dei processi produttivi, ha provocato conseguenze spesso negative (perdita della fertilità dei suoli, inquinamento delle falde, distruzione di habitat pregevoli, perdita di diversità genetica, specifica ed ecosistemica, cambiamenti climatici, ecc.) (Matson *et al.*, 1997). D'altra parte, le attività agricole forniscono beni e servizi di prima necessità per la sopravvivenza delle popolazioni (cibo e fibre) e rappresentano una fonte

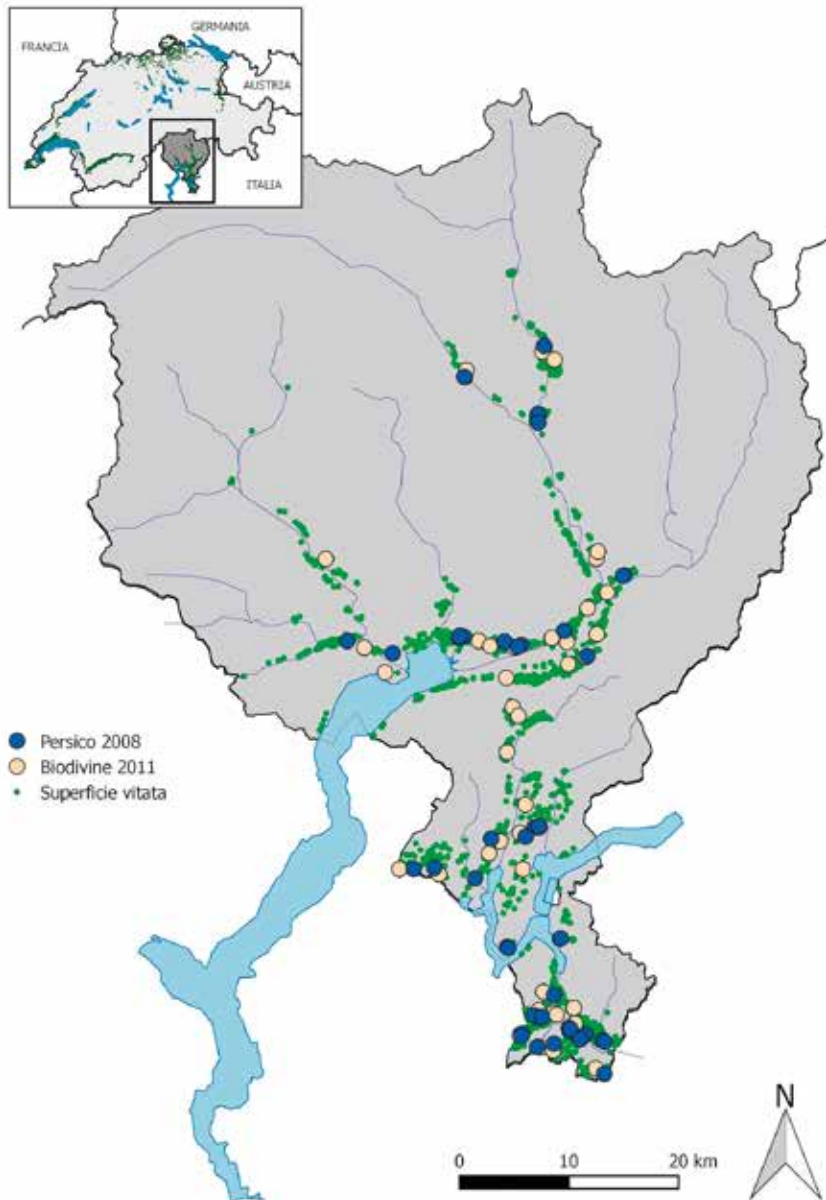


Fig. 1 – Distribuzione degli 81 vigneti oggetti di studio nel Cantone Ticino della Svizzera. I rilievi quantitativi sono stati effettuati nei 48 vigneti contrassegnati dai punti rossi (vigneti BioDiVine), mentre i rilievi qualitativi sono stati effettuati nei 33 vigneti contrassegnati dai punti blu (vigneti Persico 2008). I punti in verde rappresentano le superfici vitate rilevate secondo il Modello topografico del paesaggio elaborato da Swisstopo (swissTLM3D, Vers. 1.3, Ausgabe 2015, Nutzungsreal, Reben).

di risorse bio-energetiche (FAO, 2011). Da quanto detto emerge che l'agricoltura ha un ruolo di enorme responsabilità, definita dalla necessità di accettare una delle principali sfide attuali: produrre cibo utilizzando le risorse naturali, senza depauperarle e mantenendo un ambiente salubre ed ecologicamente vivibile. Negli ecosistemi agricoli, l'insieme dei diversi organismi associati alle piante coltivate supportano servizi di fondamentale importanza, p.es. riciclo di nutrienti e regolazione degli organismi nocivi (Altieri & Nicholls, 2004); sostenendo quindi la produzione di cibo a lungo termine. I campi coltivati sono caratterizzati da un apporto costante di input esterni la cui reiterazione spesso conduce all'impoverimento della diversità biologica e quindi alla perdita di servizi ecosistemici (Power, 2010; Lucas *et al.*, 2013). In agricoltura, lo strumento dei pagamenti per i servizi ecosistemici (PES) viene utilizzato per prevenire il rischio della perdita della biodiversità e dei servizi ad essa associati, e promuovere le esternalità positive

(Ferraro & Kiss, 2002; Milne & Niesten, 2009). Il concetto di PES prevede l'internalizzazione dei costi ambientali generati dall'uso delle risorse naturali. Un esempio di PES sono gli incentivi per la promozione della biodiversità, gli agricoltori ricevono tali sussidi affinché attraverso prestazioni di tipo ecologico e buone pratiche agricole, promuovano e supportino il mantenimento indefinito delle funzioni ecologiche offerte dalla biodiversità e dal capitale naturale. La concessione dei sussidi ecologici prevede, di solito, l'utilizzo di indicatori biologici per misurare il livello di biodiversità di un agroecosistema e l'efficacia delle misure per la produzione di esternalità positive (Aimone & Bigini, 1999; Sommerville *et al.*, 2011). La comunità scientifica ha largamente accettato l'importanza di utilizzare indicatori che riflettono differenti componenti della diversità (p.es. Devictor *et al.*, 2010; Trivellone *et al.*, 2014a) le quali forniscono informazioni complementari sui servizi ecosistemici (Perronne *et al.*, 2014). Le misure e le strategie agroambientali, quindi, sono tanto più efficaci quanto più gli indicatori includono differenti aspetti della biodiversità sia tassonomica (ricchezza e diversità specifica, specie rare) sia funzionale (ricchezza e diversità funzionale) (Mace & Baillie, 2007; de Bello *et al.*, 2010).

In Svizzera, l'ordinanza sui pagamenti diretti (OPD, 23 ottobre 2013) regola il versamento di contributi per la biodiversità a favore di 16 tipologie di superfici che rispondono a determinati livelli qualitativi. Attraverso questo strumento, l'ordinanza intende mantenere e promuovere la varietà delle specie e degli habitat (Politica Agricola, 2014-2017). Tali contributi si articolano in tre livelli qualitativi (art. 56, della OPD) regolati da condizioni ed oneri secondo gli artt. 58, 59 e 60, nonché dall'allegato 4.

I vigneti accedono ai contributi per la qualità relativa ai primi due livelli. Il livello qualitativo I concerne condizioni ed oneri generici (art. 58 e allegato 4) relativi, perlopiù, a misure di gestione. Il livello qualitativo II riguarda la valutazione del vigneto per mezzo di un valore ecologico calcolato sulla base di piante indicatrici (specie particolari) e strutture di pregio riportate nelle Istruzioni relative all'art. 59 e all'allegato 4 della OPD (1 gennaio 2014), sezione "Vigneti del livello qualitativo II con biodiversità naturale".

La selezione delle piante indicatrici è il punto chiave per una corretta valutazione della qualità delle superfici di promozione della biodiversità. La lista delle specie particolari a disposizione per la valutazione della qualità ecologica dei vigneti, presenta due lacune fondamentali che verranno affrontate in dettaglio in questo lavoro: 1) non rispecchia la differenziazione delle regioni biogeografiche in Svizzera e 2) non tiene conto dei differenti aspetti della biodiversità.

Con il presente contributo è stata proposta una lista di piante indicatrici selezionate attraverso un approccio che integra differenti aspetti, sia gestionali sia ecologici.

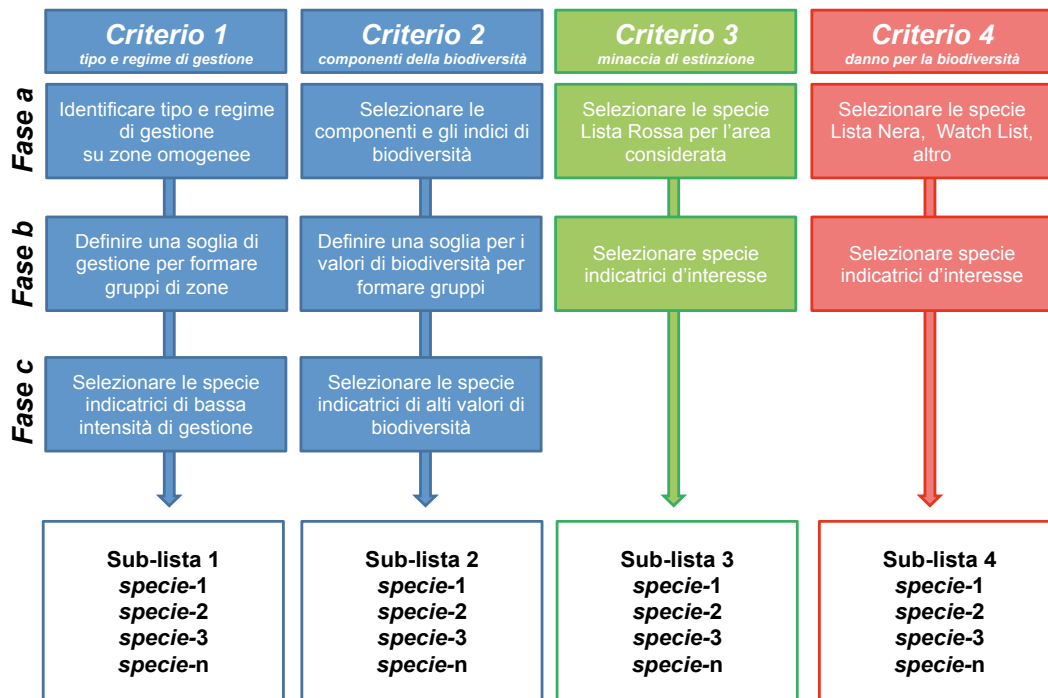


Fig. 2 – Schema del Modello Concettuale applicato ai dati dei rilievi floristici qualitativi e quantitativi per l'ottenimento di una lista di specie indicatrici di biodiversità in una superficie agricola per la promozione della qualità ecologica (Trivellone *et al.*, 2014b). Ogni criterio di selezione è diviso in fasi analitiche (Fasi a-c) dalle quali scaturiscono quattro sub-liste (una per ognuno dei criteri applicati) che danno origine alla lista finale.

MATERIALI E METODI

Rilievi floristici

I rilievi floristici considerati in questo contributo derivano da due differenti campagne di campionamento una condotta nel 2008 (un rilievo a fine giugno) e l'altra nel 2011 (due rilievi: in tarda primavera e in estate).

I rilievi sono raggruppati in due tipologie, in funzione delle successive elaborazioni: quantitativi e qualitativi. I rilievi quantitativi sono stati effettuati nel 2011 in 48 vigneti (vedi Fig. 1, punti rossi) rappresentativi della regione a Sud delle Alpi della Svizzera. I vigneti sono stati campionati secondo il metodo proposto da Londo (1976); vedi Schoenenberger *et al.* (2017) in questo volume. La copertura delle singole specie è stata stimata posando 5 quadrati da 1 m² su ogni area omogenea individuata.

I rilievi floristici qualitativi (presenza/assenza) sono stati ottenuti dai suddetti vigneti campionati col metodo quantitativo e le specie aggiuntive sono state registrate percorrendo l'intera superficie dei vigneti campione, comprese le aree di svolta. Inoltre, a completare tale lista sono stati integrati dei rilievi effettuati nel 2008 provenienti da ulteriori 33 vigneti (vedi Fig. 1, punti marroni) differenti da quelli considerati nel 2011. La nomenclatura delle specie segue Lauber *et al.* (2012).

Selezione delle specie indicatrici

La selezione delle specie indicatrici è stata effettuata applicando un modello concettuale proposto in Trivellone *et al.* (2014b). Il modello deve essere applicato nel contesto di un rilievo rappresentativo effettuato su parcella di studio di una regione omogenea dal punto di vista biogeografico e socio-culturale. Secondo la divisione della Svizzera in regioni biogeografiche proposta dall'Ufficio Federale

dell'Ambiente (Gonseth *et al.*, 2001) l'area utilizzata in questo studio è definita come regione biogeografica a Sud delle Alpi (SA). Il modello applicato si basa su 4 criteri principali di selezione, indipendenti tra loro e suddivisi in fasi (Fig. 2). Attraverso ogni criterio si ottiene una sub-lista di specie indicatrici; la lista totale è ottenuta sommando le sub-liste, dal momento che una specie può essere selezionata da uno o più criteri.

Criterio 1 – Tipo e regime di gestione. Si basa sull'intensità di gestione delle parcella di studio ed è suddiviso in tre fasi: Fase 1a) si selezionano aree omogenee dal punto di vista vegetazionale e si definisce tipo e intensità di gestione applicati per ogni parcella di studio; Fase 1b) si seleziona una soglia di intensità di gestione per ogni area individuata. Tale soglia permette di raggruppare i rilievi floristici effettuati su ogni tipo di area delle parcella in due gruppi, rispettivamente associati a bassa e alta intensità di gestione; Fase 1c) si selezionano le specie indicatrici associate solo a basse intensità di gestione.

Criterio 2 – Componenti della biodiversità. Fa riferimento alle diverse componenti della biodiversità selezionate ed è anch'esso suddiviso in tre fasi: Fase 2a) si selezionano una o più componenti della biodiversità da considerare (p. es. genetica, tassonomica e funzionale) e, per ciascuna di esse, uno o più indici di biodiversità. Gli indici di diversità saranno applicati ai dati dei rilievi effettuati sulle parcella di studio; Fase 2b) si seleziona una soglia per ogni indice, la quale ci permette di raggruppare i rilievi floristici effettuati su ogni tipo di area in due gruppi, rispettivamente associati a bassi e alti livelli di biodiversità; Fase 2c) si selezionano le specie indicatrici associate solo ad alti livelli di biodiversità.

Criterion 3 – Minaccia di estinzione. Si basa sulla valutazione della vulnerabilità e pericolo di estinzione delle specie ed è suddiviso in 2 fasi: Fase 3a) si selezionano le specie minacciate di estinzione e vulnerabili rilevate nelle parcelle nella regione di studio in accordo alla Lista rossa delle specie minacciate in Svizzera (Moser *et al.*, 2002 – Liste Rosse regionali attualmente in fase di revisione); Fase 3b) si scelgono come specie indicatrici soltanto quelle di specifico interesse per il tipo di superficie agricola considerata e per le quali un intervento di salvaguardia e protezione può essere giustificato.

Criterion 4 – Danno per la biodiversità. Si basa sulla valutazione del danno reale o potenziale per la biodiversità apportato da parte di singole specie ed è suddiviso in 2 fasi: Fase 4a) si selezionano quelle specie, rilevate o rilevabili nelle parcelle della regione di studio, che provocano o possono potenzialmente provocare danni nei settori della salute, dell'economia e della biodiversità, e di cui occorre arrestare o sorvegliare la diffusione. A tale scopo si utilizza la Lista Nera e Watch List (www.info.flora.ch/fr/flore/neophytes/listes-et-fiches.html) oppure altre fonti bibliografiche; Fase 4b) si selezionano le specie che, nel contesto della superficie agricola considerata, sono indicative di impoverimento e banalizzazione della vegetazione.

Analisi dei dati

Mediante specifiche indagini nei vigneti (parcelle) della regione di studio (Trivellone *et al.*, 2014c) è stato definito che le pratiche gestionali che influiscono maggiormente sulle coperture vegetali della regione oggetto di studio sono: lo *sfalcio* e il *diserbo*. Le informazioni relative alla intensità di gestione sono state raccolte mediante invio di questionari ai viticoltori.

Sono state considerate due componenti della biodiversità: quella tassonomica e quella funzionale. Tra gli indici di biodiversità tassonomica abbiamo selezionato il *Numero di specie*, l'indice di *Simpson* e l'indice di *Shannon*; mentre per la diversità funzionale l'indice di *Ricchezza funzionale*, la *Divergenza funzionale* e la *Diversità funzionale di Rao* (per una sintesi vedi Magurran & McGill, 2011). Tali indici sono ampiamente utilizzati, robusti e forniscono informazioni complementari sulla struttura delle comunità e sugli aspetti legati alla resilienza funzionale degli ecosistemi. Tutti gli indici sono stati calcolati accorpando i dati dei rilievi nei 5 quadrati di ogni area omogenea.

Per la selezione delle specie indicatrici mediante i Criteri 1 e 2 (Fig. 2) sono necessarie analisi sull'intera comunità vegetale, quindi i rilievi floristici devono essere di tipo quantitativo (copertura o abbondanza delle singole specie). La selezione mediante i Criteri 3 e 4 (Fig. 2) è, invece, effettuata sulla base della lista completa di specie e su dati di presenza/assenza raccolti mediante un rilievo di tipo

qualitativo. Nell'ambito dei criteri di tipo qualitativo ci si avvale di strumenti di valutazione esistenti, nello specifico Lista rossa, Lista nera e Watch List, nonché di valutazioni da parte di esperti botanici.

I dati floristici raccolti mediante rilievi quantitativi sono stati elaborati mediante analisi statistiche multivariate. In particolare, attraverso l'analisi di regressione multipla MRT (Multiple Regression Tree) (De'ath, 2002) sono state definite soglie per l'intensità di gestione (Criterion 1 – Fase b). L'analisi TITAN (Threshold Indicator Taxa ANalysis) (Baker & King, 2010) è stata utilizzata per definire le soglie dei valori di biodiversità (Criterion 2 – Fase b). A ciascuna soglia corrisponde un cambiamento significativo della diversità e/o della composizione vegetale. Le soglie individuate attraverso analisi MRT e TITAN sono servite per formare dei gruppi di aree simili. I gruppi sono utilizzati nell'analisi IndVal (Indicator Value analysis) (De Cáceres *et al.*, 2010) per la selezione delle specie indicatrici (Criterion 1 e 2 – Fase c). Soltanto le specie indicatrici associate a bassa intensità di gestione e alti livelli di biodiversità sono state considerate per la lista finale.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Negli 81 vigneti investigati, nel 2008 e nel 2011, sono state rilevate in totale 520 specie comprese in 281 generi e 91 famiglie. Esse corrispondono al 18% della flora segnalata in Ticino e Moesano (regione SA) e al 15% della flora svizzera.

Soltanto 10 specie (tra cui *Trifolium repens*, *Plantago lanceolata*, *Erigeron annuus* e *Stellaria media*) sono ubiquitarie e distribuite in più di 73 vigneti, mentre ben 269 specie sono state rilevate in meno di 5 vigneti (ad esempio *Aphanes australis*, *Ornithogalum umbellatum*, *Torilis arvensis* e *Arum italicum*). In uno studio sulla flora rilevata in 31 vigneti della Svizzera romanda (Clavien & Delabays, 2006) è stato osservato lo stesso tipo di struttura delle comunità, tuttavia tra le 10 specie più diffuse, soltanto il *T. repens* è in comune con questo studio. Il modello concettuale applicato ai dati quantitativi e qualitativi del presente studio ha fornito i seguenti risultati (N.B: criteri e fasi sono descritti alla figura 2):

Criterion 1 – Fase a: nella regione biogeografica SA sono state identificate tre tipi di aree omogenee all'interno dei vigneti: la *fila* (lo spazio ai piedi delle viti e di ampiezza di 50 cm), l'*interfila* (lo spazio pianeggiante compreso tra due file adiacenti) e la *scarpata* (lo spazio inclinato che separa una o più file e interfile, normalmente coperto da vegetazione nella regione di studio). In figura 3 un esempio delle aree omogenee individuate. La copertura vegetale nelle tre aree individuate può essere gestita attraverso: *diserbo* e *sfalcio*. Il *diserbo* è la tipologia di gestione prevalentemente applicata sulla *fila*, nell'area di studio i viticoltori effettuano un massimo di 3 applicazioni di di-

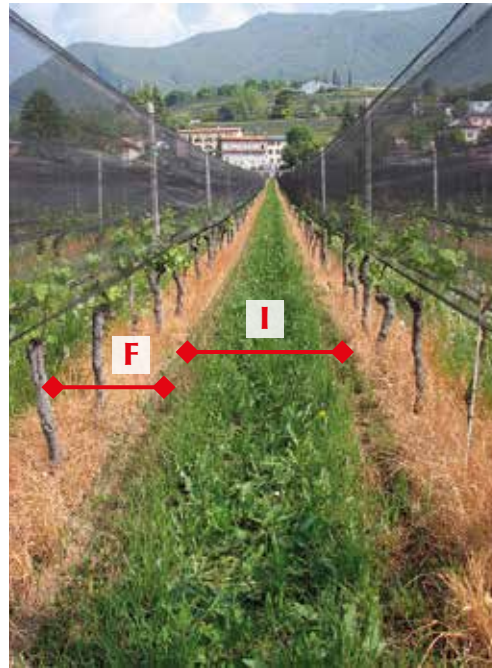
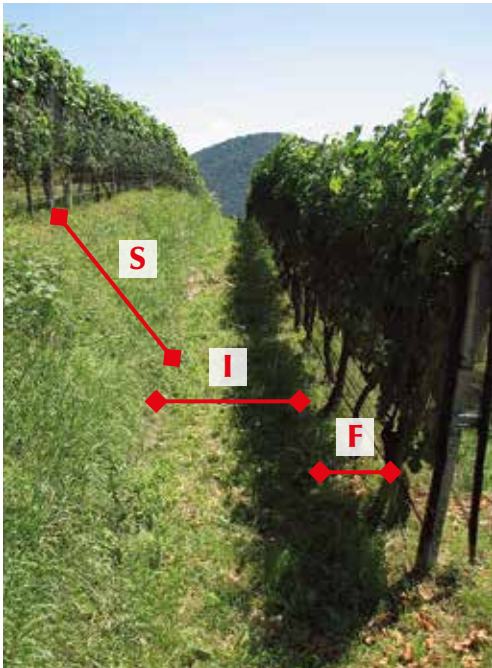


Fig. 3 – Esempi delle tre aree omogenee individuate all'interno dei vigneti della regione di studio (Ticino). A destra un vigneto sistemato in pendio; a sinistra un vigneto in piano. **F:** fila; **I:** interfila; **S:** scarpata (foto: Valeria Trivellone).

serbante per anno, e in genere sono utilizzati erbicidi di tipo sistemico. Lo *sfalcio* è, di solito, effettuato sull'*interfila* e sulla *scarpata*, rispettivamente con valori compresi tra 2 e 7 ed 1 e 4 sfalci per anno (i dati sul tipo e regime di gestione dei vigneti indagati scaturiscono dal progetto BioDiVine, 2011).

Criterio 1 – Fase b: attraverso analisi MRT sono stati selezionati i seguenti valori soglia di gestione: nessuna applicazione annua di erbicida sulla *fila*; massimo tre sfalci annui dell'*interfila* e due della *scarpata*. Tali valori di soglia ci hanno permesso di raggruppare i rilievi floristici e, quindi, le relative aree all'interno del vigneto in due gruppi: quelli soggetti ad alta intensità di gestione e quelli soggetti a bassa intensità di gestione.

Criterio 1 – Fase c: l'analisi IndVal ha permesso di selezionare le specie indicatrici per ciascun gruppo sopra menzionato. Considerando solo le specie associate a bassa intensità di gestione, sono state selezionate 32 specie indicative, p.es.: *Arrhenatherum elatium*, *Anthoxanthum odoratum* (Fig. 4) e *Brachypodium pinnatum*. In tabella 1 riportiamo uno schema dei risultati della selezione mostrando ad esempio solo alcune delle specie indicatrici selezionate, per ogni area omogenea, da includere nella sub-lista 1.

Criterio 2 – Fase a: gli indici scelti in questo studio sono quelli di diversità tassonomica e funzionale, i valori dei rispettivi indici sono stati calcolati per ogni area campionata all'interno del vigneto. Ad esempio per quanto riguarda la componente tassonomica, il *Nume-*



Fig. 4 – *Anthoxanthum odoratum* L., specie associata a bassa intensità di gestione nei vigneti del presente studio (foto: Andrea Persico).

ro di specie varia da un minimo di 10 specie sulla *fila* ad un massimo di 61 specie sull'*interfila*. I dettagli del calcolo non sono riportati in questo contributo ma sono disponibili contattando il primo autore.

Criterio 2 – Fase b: mediante l'analisi TITAN applicata ai valori degli indici di diversità ab-

Tab. 1 – Specie indicatrici associate a bassa intensità di gestione (soglie di gestione in seconda riga) selezionate per ogni area omogenea del vigneto: fila, interfila, scarpata. Le specie sono selezionate in base al Criterio 1 del modello concettuale nella figura 1 (Analisi IndVal, P-value * = 0.01; ** = 0.001). Sono riportate solo alcune delle specie selezionate a titolo esemplificativo. Per ottenere lista completa delle specie selezionate contattare il primo autore.

Fila	Interfila	Scarpata
N. appl. erbicida / anno = 0	N. sfalci / anno = 3	N. sfalci / anno = 2
<i>Urtica dioica</i> **	<i>Arrhenatherum elatius</i> **	<i>Brachypodium pinnatum</i> ***
<i>Galium mollugo</i> **	<i>Anthoxanthum odoratum</i> **	<i>Daucus carota</i> **
<i>Rumex acetosa</i> **	<i>Clinopodium vulgare</i> *	<i>Carex caryophylla</i> **

Fig. 5 – *Galium mollugo* L., specie associata ad alti livelli di biodiversità nei vigneti del presente studio (foto: Andrea Persico).



biamo individuato le soglie di diversità che ci hanno permesso di raggruppare i rilievi floristici di ogni area in due gruppi: quelli associati a bassi livelli e quelli associati ad alti livelli di biodiversità.

Criterio 2 – Fase c: l'analisi IndVal ci ha permesso di selezionare specie indicatrici per ciascun gruppo sopramenzionato. Considerando solo le specie associate ad alti livelli di biodiversità, in totale sono state selezionate 89 specie, ad esempio per i rilievi sulla *fila*: *Galium mollugo* (Fig. 5) e *Veronica persica*, per l'*interfila*: *Achillea millefolium* e *A. elatius* e per la *scarpata*: *A. millefolium* e *B. pinnatum*.

Fig. 6 – *Misopates orontium* (L.) Raf., specie avventizia di particolare interesse naturalistico nei vigneti del presente studio (foto: Andrea Persico).



Criterio 3 – Fase a: sul totale di 520 specie censite, 43 specie (8.3%) sono minacciate d'estinzione, fortemente minacciate e vulnerabili nella regione biogeografica SA.

Criterio 3 – Fase b: tra le 43 specie selezionate, 7 sono particolarmente legate agli ambienti agricoli (Delarze & Gonseth, 2008) e sono incluse nella sub-lista 3. Tra queste citiamo ad esempio le specie segetali *Scleranthus annuus* (rilevata in un vigneto su 81 indagati) e *Torilis arvensis* (in tre vigneti) e le specie avventizie *Misopates orontium* (Fig. 6) (in un vigneto) e *Veronica agrestis* (in tre vigneti).

Criterio 4 – Fase a: sul totale di 520 specie censite, 17 specie (3.3%) appartengono alla Lista Nera e alla Watch List.

Criterio 4 – Fase b: tutte le specie rilevate sono considerate nella sub-lista 4 in quanto rappresentano una reale o potenziale minaccia per la salute, l'economia e la biodiversità.

In sintesi, dalle sub-liste delle specie selezionate attraverso il modello concettuale è possibile ottenere una lista totale di 119 specie per i vigneti della regione SA, di cui: 95 specie selezionate con il Criterio 1 e con il Criterio 2, 7 specie con il Criterio 3 e 17 specie con il Criterio 4. Alcune specie indicatrici associate a basse intensità di gestione e alti livelli di biodiversità sono caratteristiche di praterie da sfalcio di bassa altitudine, prati secchi, foreste mesofile, orli poveri di nutrienti o zone ruderali (Delarze & Gonseth, 2008). Tra queste citiamo *A. millefolium*, *A. elatius* e *Silene vulgaris* caratteristiche di prati da sfalcio su suoli moderatamente umidi e ricchi di nutrienti; *A. odoratum* e *Cerastium fontanum* resistenti a moderati regimi di sfalcio (fino a due sfalci/anno). Alcune specie, ad esempio *Carex caryophyllea*, *Daucus carota* e *B. pinnatum*, sono dominanti in prati semi aridi e sono considerate sensibili allo sfalcio (Briemle &

Ellenberg, 1994). Dai risultati di questa indagine emerge che il sistema vigneto non si configura come un habitat esclusivo per le specie di Lista rossa. La presenza di tali specie è da considerarsi, in genere, puramente casuale e dovuta alla colonizzazione dagli ambienti circostanti oppure alla loro presenza precedente all'impianto del vigneto. Alcune specie sono, tuttavia, legate agli agroecosistemi in generale (Delarze & Gonseth, 2008) oppure al vigneto ed è per questo motivo che si propongono per la sub-lista del Criterio 3.

Secondo le Istruzioni relative all'art. 59 e all'annesso 4 dell'ordinanza sui pagamenti diretti concessi in agricoltura OPD (1 gennaio 2014), i contributi di livello qualitativo II alle superfici viticole presentanti una biodiversità naturale, sono concessi qualora venga superato un certo valore ecologico calcolato attraverso l'uso di una lista di piante "particolari" e di elementi strutturali di particolare pregio. Ad ogni specie corrisponde un punteggio che indica il valore ecologico della specie stessa. Nella lista attuale un'importanza notevole viene data alle specie minacciate di estinzione in Svizzera oppure in una regione biogeografica specifica, associando a queste ultime un punteggio molto alto. Ad esempio: *Bufonia paniculata* (50 punti, in Svizzera diffusa solo in Vallese), *Sclerochloa dura* (25 punti, in Svizzera diffusa solo in Vallese) e *Calendula arvensis* (25 punti, diffusa per lo più in Canton Vaud e Ginevra e in Svizzera Nord orientale).

Nell'ambito di programmi di protezione della biodiversità, l'uso delle specie di Lista rossa è quasi una consuetudine (Vandewalle *et al.*, 2010); la comunità scientifica riconosce che le specie vulnerabili sono spesso troppo rare per essere considerate le sole specie importanti nella definizione della qualità ecologica (Rosenthal, 2003; Zechmeister *et al.*, 2003). Attraverso i Criteri 1 e 2 è possibile selezionare specie indicatrici di bassa intensità di gestione ed alti livelli di biodiversità, tali specie rivelano la presenza di comunità vegetali di elevato valore ecologico indicando situazioni vegetazionali pregevoli nella regione SA (vedi tabelle 2 e 3). Queste specie dovrebbero essere inserite nella lista per la valutazione della qualità botanica dei vigneti e dovrebbero rivestire un'importanza maggiore in termini di punteggio per il calcolo del valore ecologico. Le specie selezionate attraverso il Criterio 3, invece, sono da considerare specie ad elevato valore intrinseco, in quanto specie minacciate di estinzione e quindi rare, il cui valore dovrebbe essere ancor meglio preservato mediante contributi mirati e la messa a punto di misure specifiche di protezione. Le specie in pericolo di estinzione vanno comunque pure considerate, nella lista delle specie particolari in aggiunta alle specie selezionate con i Criteri 1 e 2. Le specie selezionate nell'ambito del Criterio 4 rappresentano una minaccia per la biodiversità tuttavia, nei vigneti dell'regione SA, le neofite hanno poca possibilità di svilupparsi in quanto le stesse attività viticole di gestione della copertura vegetale contribuiscono al loro controllo.

Tali specie possono rappresentare, comunque, una fonte di diffusione verso gli ambienti circostanti, per questo motivo sarebbe opportuno inserirle nella lista delle specie particolari ma con un punteggio negativo. Lo scopo è quello di incoraggiare il viticoltore alla lotta puntuale delle singole piante.

L'applicazione del modello concettuale proposto permette di ottenere dei valori soglia utili a definire livelli gestionali di bassa intensità e regimi a basso impatto per la vegetazione associata alla coltura. Inoltre, sono adeguatamente considerati due delle componenti principali della biodiversità (tassonomica e funzionale) con l'obiettivo di preservare sia la ricchezza specifica che il funzionamento dell'ecosistema.

Il modello concettuale proposto ci permette di selezionare specie indicatrici attraverso un sistema rigoroso e scientificamente riproducibile. Inoltre ha una valenza generale in quanto è possibile scegliere a quali aspetti della biodiversità dare più peso e questo lo rende versatile ed applicabile ad altri agroecosistemi.

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

Attraverso questo studio è stato proposto un metodo integrato per la selezione di specie indicatrici elevata qualità botanica da utilizzare nel contesto della valutazione ecologica regolata dalla OPD (vigneti del livello qualitativo II con biodiversità naturale). I punti di forza di questo metodo sono:

1. di essere specifico per distinte regioni biogeografiche omogenee in Svizzera;
2. di essere basato su criteri di selezione e analisi quantitative riproducibili;
3. di integrare diverse componenti della biodiversità tra loro complementari;
4. di tenere conto degli pratiche gestionali proprie della regione biogeografica di riferimento;
5. di essere applicabile ad altre tipologie di superfici agricole di promozione della biodiversità.

L'intento originale è stato quello di indagare quali fossero le principali variabili di gestione che causano una perdita di biodiversità in vigneto e la messa a punto di metodo statistico per la selezione di specie indicatrici affidabili. Tuttavia, lo scopo finale di questa ricerca scientifica è stato quello di trovare delle soluzioni pratiche mantenendo un approccio rigoroso, ovvero obiettivo e standardizzato.

Tale obiettivo, nel caso specifico di questo studio, è stato raggiunto nel corso del triennio 2014-2016 grazie ad una collaborazione proficua con la Sezione dell'agricoltura del Canton Ticino che ha promosso e finanziato, insieme all'Ufficio Natura e Paesaggio e alla Confederazione, l'adeguamento dei criteri QII per vigneti con biodiversità naturale in Ticino. Il processo di adeguamento ha rappresentato senza dubbio un ottimo esempio di collaborazione tra i comparti della ricerca scientifica,

pratica e funzionari che operano nel settore. Infine, è stato possibile integrare nel sistema di valutazione della qualità dei vigneti, regolato dalle Istruzioni della OPD, sette specie importanti per il Ticino con un punteggio incrementato a sei. Tale cambiamento rappresenta un passo in avanti verso una definizione affidabile delle specie indicatrici di biodiversità che tenga conto di diversi aspetti, compresi quelli funzionali.

Nell'ambito di questa indagine, le prospettive di ulteriori ricerche riguardano l'integrazione degli aspetti genetici della biodiversità nonché la validazione del modello proposto per altre tipologie di superfici agricole.

RINGRAZIAMENTI

Il presente studio è stato realizzato nel contesto del Progetto BioDiVine finanziato dall'Ufficio federale dell'ambiente (Credito: A43000105 Natur und Landschaft – Contratto 06.0127.PZ / L21 1-1 867) e da tre istituti consorziati (gli Istituti federali di ricerca WSL, Agroscope, Cadenazzo e il Museo cantonale di storia naturale a Lugano). A questi si aggiungono i contributi della Sezione dell'agricoltura del Cantone Ticino (Bellinzona) e del Fondo Cotti (Lugano). Inoltre si ringrazia Andrea Persico per aver fornito alcune foto di piante e i dati scaturiti dalla sua campagna di campionamento 2008 (Persico, 2008: La flora dei vigneti «Terroir» in Ticino: risultati della ricerca). Ringraziamo pure i viticoltori che hanno messo a disposizione i loro vigneti per le raccolte e tutti coloro che attraverso il loro aiuto sul campo e in laboratorio hanno permesso la realizzazione del progetto BioDiVine (in ordine alfabetico): Corrado Cara, Franco Fibbioli, Matthias Glutz, Laura Milani, Matteo Minetti, Enea Moretti, Giorgio Nidola e Carolina Visconti.

BIBLIOGRAFIA

- Aimone S. & Bigini D. 1999. Le eternalità dell'agricoltura: un primo approccio alle problematiche della valutazione a scala locale. Working paper n. 128, Torino, Ihes, 55 pp.
- Altieri M. & Nicholls C. 2004. Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems, Second Edition. New York, Food Products Press, 236 pp.
- Bastian O. 2013. The role of biodiversity in supporting ecosystem services in Natura 2000 sites. *Ecological Indicators*, 24: 12-22.
- Baker M.E. & King R.S. 2010. A new method for detecting and interpreting biodiversity and ecological community thresholds. *Methods in Ecology and Evolution*, 1: 25-37.
- Briemle G. & Ellenberg H. 1994. Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen. Möglichkeiten der praktischen Anwendung von Zeigerwerten. *Natur & Landschaft*, 69: 139-147.
- Clavien Y. & Delabays N. 2006. Inventaire floristique des vignes de Suisse romande: connaître la flore pour mieux la gérer. *Revue Suisse de viticulture arboriculture horticulture*, 38: 335-341.
- De'ath G. 2002. Multivariate regression trees: a new technique for modeling species-environment relationships. *Ecology*, 83: 1105-1117.
- de Bello F., Lavorel S., Gerhold P., Reier Ü. & Pärtel M. 2010. A biodiversity monitoring framework for practical conservation of grasslands and shrublands. *Biological Conservation*, 143: 9-17.
- De Cáceres M., Legendre P. & Moretti M. 2010. Improving indicator species analysis by combining groups of sites. *Oikos*, 119: 1674-1684.
- Delarze R. & Gonthier Y. 2008. *Lebensräume der Schweiz*. Berna, H. Verlag, 424 pp.
- Devictor V., Mouillot D., Meynard C., Jiguet F., Thuiller W. & Mouquet N. 2010. Spatial mismatch and congruence between taxonomic, phylogenetic and functional diversity: the need for integrative conservation strategies in a changing world. *Ecology Letters*, 13: 1030-1040.
- FAO 2011. The state of food and agriculture: 2010-2011. Report. Rome, Italy: FAO.
- Ferraro P.J. & Kiss A. 2002. Ecology: Direct payments to conserve biodiversity. *Science*, 298: 1718-1719.
- Gonthier Y., Wohlgemuth T., Sansonnens B. & Buttler A. 2001. Les régions biogéographiques de la Suisse – Explications et division standard. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Bern. 47 pp.
- Harrison P.A., Berry P.M., Simpson G., Haslett J.R., Blicharska M., Bucur M., Dunford R., Egoh B., Garcia-Llorente M., Geamăna N., Geertsema W., Lommelen E., Meiresonne L. & Turkelboom F. 2014. Linkages between biodiversity attributes and ecosystem services: A systematic review. *Ecosystem Services*, 9: 191-203.
- Istruzioni relative all'art. 59 e all'allegato 4 della OPD. Ufficio Federale dell'Agricoltura, 1 gennaio 2014. Vigneti del livello qualitativo II con biodiversità naturale. www.blw.admin.ch/themen/00006/01711/01712/index.html?lang=it (ultima consultazione: 17.9.2014).
- Lauber K., Wagner G. & Gyax A. 2012. *Flora Helvetica: flore illustrée de Suisse*. Bern, Haupt Verlag. 1656 pp.
- Londo G. 1976. The decimal scale for relevés of permanent quadrats. *Vegetatio*, 33: 61-64.
- Lucas P., Kok M., Nilsson M. & Alkemade R. 2013. Integrating Biodiversity and Ecosystem Services in the Post-2015 Development Agenda: Goal Structure, Target Areas and Means of Implementation. *Sustainability*, 6: 193-216.
- Mace G.M. & Baillie J.E.M. 2007. The 2010 biodiversity indicators: challenges for science and policy. *Conservation Biology*, 21: 1406-1413.
- Magurran A.E. & McGill B.J. 2011. *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*. Oxford, Oxford University Press, 368 pp.
- Matson P.A., Parton W.J., Power A.G. & Swift M.J. 1997. Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, 277: 504-509.
- Millennium Ecosystem Assessment MA 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis: Millennium Ecosystem Assessment*, Island Press, Washington, DC. www.millenniumassessment.org/en/Synthesis.aspx (ultima consultazione: 17.9.2014).
- Milne S. & Niessen E. 2009. Direct payments for biodiversity conservation in developing countries: practical insights for design and implementation. *Oryx*, 43: 530-541.

- Moser D.M., Gygax A., Bäumler B., Wyler N. & Palesse R. 2002. Liste rouge des espèces menacées de Suisse. Fougères et plantes à fleurs., Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFFEP); Centre du Réseau Suisse de Floristique (CRSF/ZDSF); Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (CJBG). 123 pp.
- OPD. Ufficio Federale dell'Agricoltura. Ordinanza sui pagamenti diretti, 23 ottobre 2013. www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20130216/201401010000/910.13.pdf (ultima consultazione: 17.9.2014).
- Perronne R., Mauchamp L., Mouly A. & Gillet F. 2014. Contrasted taxonomic, phylogenetic and functional diversity patterns in semi-natural permanent grasslands along an altitudinal gradient. *Plant Ecology and Evolution*, 147: 165-175.
- Power A.G. 2010. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 365: 2959-2971.
- Rosenthal G. 2003. Selecting target species to evaluate the success of wet grassland restoration. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98: 227-246.
- Sommerville M.M., Milner-Gulland E.J. & Jones J.P.G. 2011. The challenge of monitoring biodiversity in payment for environmental service interventions. *Biological Conservation*, 144: 2832-2841.
- Trivellone V., Schoenenberger N., Bellosi B., Jermini M., de Bello F., Mitchell E.A.D. & Moretti M. 2014a. Indicators for taxonomic and functional aspects of biodiversity in the vineyard agroecosystem of Southern Switzerland. *Biological Conservation*, 170: 103-109.
- Trivellone V., Bellosi B., Persico A., Bernasconi M., Jermini M., Moretti M. & Schoenenberger N. 2014b. Comment évaluer la qualité botanique des surfaces agricoles de promotion de la biodiversité? L'agroécosystème viticole au sud des Alpes suisses comme cas d'étude. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*. 46: 378-385.
- Trivellone V. 2016c. Biodiversity conservation and sustainable management in the vineyard agroecosystem: an integrated approach for different trophic levels. Tesi di dottorato, Università di Neuchâtel, 130 pp.
- Vandewalle M., de Bello F., Berg M.P., Bolger T., Dolédec S., Dubs F., Feld C.K., Harrington R., Harrison P.A., Lavorel S., Martins da Silva P., Moretti M., Niemelä J., Santos P., Sattler T., Sousa J.P., Sykes M.T., Vanbergen A.J. & Woodcock B.A. 2010. Functional traits as indicators of biodiversity response to land use changes across ecosystems and organisms. *Biodiversity and Conservation*, 19: 2921-2947.
- Zechmeister H.G., Schmitzberger I., Steurer B., Peterseil J. & Wrabka T. 2003. The influence of land-use practices and economics on plant species richness in meadows. *Biological Conservation*, 114: 165-177.