

Tesi Botaniche

Tesi Botaniche 6

Editoriale

L'emergenza causata dal diffondersi del COVID-19 in Italia ha indotto le nostre Università ad attivare, in tempi relativamente brevi, modalità di didattica a distanza. Le lezioni on-line hanno certamente consentito di trasferire le nozioni teoriche previste dalle varie discipline, ma hanno evidenziato profondi limiti quando la diffusione del sapere ha riguardato gli aspetti più pratici. In tal senso gran parte dei corsi di botanica, in particolare quelli che prevedevano attività di laboratorio e in natura, sono stati molto penalizzati. Sicuramente stravolte, perché trasferite in aule virtuali, sono state anche le sedute di Laurea, ma quantomeno è stato consentito ai laureandi di poter ultimare il loro percorso di studio.

In questo sesto numero della rubrica *Tesi Botaniche* vengono presentate ventiquattro tesi di laurea magistrale (specialistica o a ciclo unico, in qualche caso), molte delle quali discusse nelle ultime settimane proprio in modalità telematica. Nella maggior parte di tali studi è evidente la multidisciplinarietà degli argomenti affrontati. Tenuto conto della prevalenza delle tematiche trattate è possibile tuttavia inquadrare questi lavori nelle seguenti aree di ricerca: floristica e vegetazione (7 lavori), ecologia vegetale (5), fisiologia vegetale (3), archeobotanica (2), fitochimica (2), algologia (1), conservazione (1), ecologia riproduttiva (1), lichenologia (1), palinologia (1). Alla diversificazione delle tematiche corrisponde un quadro molto eterogeneo delle sedi universitarie dove sono stati svolti i lavori: Roma-Sapienza (4), Milano-Bicocca (3), Alessandria-Piemonte Orientale (2), Bologna (2), L'Aquila (2), Portici-Federico II (2), Reggio Calabria-Mediterranea (2), Cagliari (1), Caserta-Vanvitelli (1), Como-Insubria (1), Ferrara (1), Palermo (1), Roma-Roma Tre (1), Torino (1). L'auspicio è che sempre più giovani si avvicinino allo studio del mondo vegetale, perché è da questo che la vita dell'uomo sulla Terra strettamente dipende.

a cura di

Adriano Stinca

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali, Biologiche e Farmaceutiche
Università della Campania Luigi Vanvitelli, Caserta

F. Lager, A. Chiuchiolo, S. Cascone, L. Quaglini, M. Moretti, A.C. Caspani, T. Di Santo, L. Esposito, G. Mascetti, F. De Braco, P. Di Lisio, S.D. Gigliotti, P. Panzeca, M. Puddu, E. De Luca, F. Brentazzoli, D. Barberis, A. Cozzolino, L. Vanacore, L. Lenzi, E. Secomandi, A. Crisafulli, I. Paglianiti, V.L.A. Laface

Le filiere salutistiche sostenibili: l'esempio dei sottoprodotti della filiera agroalimentare come fonte di biomolecole

F. Lager

Introduzione

Negli ultimi anni, l'interesse applicativo delle risorse derivate dalle filiere di coltivazione di piante medicinali è sempre più orientato verso aspetti di sostenibilità, in linea con i moderni approcci ispirati all'economia *green* e circolare. Il crescente impiego di prodotti salutistici (fitoterapici e integratori alimentari, cosmetici e cosmeceutici), caratterizzati da biomolecole di derivazione vegetale, viene enfatizzato dall'opportunità di sfruttare le filiere agroalimentari – dal campo al prodotto finito – anche rispetto agli scarti vegetali, che divengono quindi sottoprodotti da valorizzare come fonte secondaria di biomolecole. Le piante coltivate per fini alimentari, infatti, presentano anche un interesse salutistico consistente che arricchisce il valore nutrizionale, economico ed etico della filiera di cui fanno parte, caratterizzandosi come nuove, e soprattutto sostenibili, risorse per farmaci naturali (eco-farmacognosia) (Cordell 2017). Il presente lavoro di tesi si inserisce in un progetto di ricerca ispirato all'economia circolare ed alla sostenibilità sviluppato presso il Laboratorio di Biologia Farmaceutica dell'Università di Ferrara, dal titolo "Biomolecole della valorizzazione integrata di sottoprodotti agroalimentari per applicazioni sostenibili con finalità Fitosanitarie, Alimentari ed Energetiche (acronimo: BIOFACE)", finanziato dalla Regione Emilia Romagna nell'ambito del proprio Programma di Sviluppo Rurale

2014-2020, con il coordinamento del Centro Ricerche Produzioni Vegetali di Cesena. Le specie vegetali considerate come possibili fonti di biomolecole di interesse salutistico sono note per il valore nutrizionale, ma anche salutistico, per la ricchezza in polifenoli e flavonoidi dalle molteplici proprietà: *Pyrus communis* L. (Rosaceae, Pero comune), *Malus domestica* (Borkh.) Borkh. (Rosaceae, Melo) e *Vitis vinifera* L. (Vitaceae, Vite). Di queste fonti vegetali sono stati considerati gli scarti di frutti, potature e residui della lavorazione (es. “polpe” esauste da spremitura, raspi, semi) come matrici per estrazioni *green* al fine di ottenere estratti arricchiti in molecole funzionali (polifenoli, flavonoidi ed acidi fenolici) potenzialmente utili per il settore salutistico e fitosanitario.

Materiali e Metodi

Il lavoro sperimentale ha previsto estrazioni mediante ultrasuoni (UAE, *Ultrasound Assisted Extraction*), come metodica *green* a basso impiego di solvente organico, di scarti di lavorazione di *Pyrus communis* (cv. ‘Abate Fétel’, “polpe” esauste), *Malus domestica* (cv. ‘Abbondanza’, “polpe” esauste) e *Vitis vinifera* (cv. ‘Cabernet Sauvignon’, raspi). Gli scarti sono stati liofilizzati e sottoposti ad estrazione con 3 differenti miscele di solvente: 100% H₂O, 50% EtOH (Etanolo) e 100% EtOH. Gli estratti sono stati quindi caratterizzati con tecnica semi-quantitativa (HP-TLC), finalizzata all’identificazione dei principali polifenoli (flavonoidi) ed acidi fenolici. Successivamente, la caratterizzazione puntuale è stata effettuata mediante analisi RP-HPLC-DAD e spettrometria di massa. Gli estratti caratterizzati sono stati poi valutati: 1) per la proprietà antiossidante con metodo Folin-Ciocalteu (DPPH test e ABTS test), per stimarne il potenziale impiego in ambito nutraceutico e cosmetico; 2) per le proprietà antimicrobiche verso fitopatogeni (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, *Sclerotinia minor* e *Stemphylium vesicarium*) utilizzando il metodo HPTLC-bioautografico per stimarne un potenziale utilizzo in campo fitosanitario (Scalvenzi et al. 2017).

Risultati

In relazione alle prove effettuate con i diversi sistemi estrattivi, la miscela più adeguata per tutti gli scarti si è dimostrata essere il solvente idroalcolico con EtOH al 50%. Il fitocomplesso ricavato dall’ estrazione con ultrasuoni della “polpa” dei frutti di *P. communis* ha mostrato il contenuto di polifenoli più elevato (26,26±1,77 mg equivalenti di acido gallico/g di scarto liofilizzato). L’acido clorogenico è risultato l’acido fenolico più abbondante (0,62±0,05 mg/g di scarto liofilizzato). Le analisi condotte in spettrometria di massa hanno inoltre evidenziato la presenza di epi/catechina e di possibili molecole flavonoidiche glicosilate (esosidi della quercetina o della iso/ramnetina). Negli estratti della “polpa” dei frutti di *M. domestica* sono stati invece identificati i flavonoidi florizina e iperoside, oltre che un acido fenolico (acido clorogenico, 0,24±0,01 mg/g di scarto liofilizzato). La spettrometria di massa ha inoltre evidenziato la probabile presenza di altre molecole flavonoidiche glicosilate. Nell’estratto di *V. vinifera* sono state identificate alcune procianidine (dimeri e trimeri di epi/catechina) e derivati glicosilati della quercetina (probabilmente quercetina-3-O-glucuronide). La valutazione dell’attività antiossidante dell’estratto di “polpe” esauste liofilizzate di *P. communis* è risultata la più elevata (IC₅₀=11,13±1,90 con DPPH test; IC₅₀=3,59±0,59 con ABTS test). Anche per l’attività antibatterica su *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, e antimicotica su *Sclerotinia minor* e *Stemphylium vesicarium*, l’estratto delle “polpe” esauste liofilizzate di Pero ha mostrato una modesta attività (ad es. inibizione di crescita del 12,8±4,74%, $p < 0,05$: su *S. minor*). Nessuna attività antimicrobica significativa, invece, è stata rilevata per gli estratti derivati dagli scarti liofilizzati di Melo e Vite.

Discussione

Il metodo estrattivo risultato più efficace è coerente con quanto riportato in letteratura relativamente alle strategie ispirate alla *green chemistry* (Zhang et al. 2018). Le rese in polifenoli delle “polpe” esauste dei frutti di *P. communis* e *M. domestica*, e dei raspi di *V. vinifera*, risultano in parte coerenti con uno *scale up* industriale che possa sfociare in un’applicazione salutistica concreta nel contesto della integrazione alimentare e/o della cosmesi. Questo aspetto è oltremodo valorizzato dall’attività antiossidante evidenziata. Dal confronto con la letteratura sussistono comunque margini di miglioramento, soprattutto per quanto riguarda la resa, poiché in generale i valori ottenuti risultano sensibilmente inferiori a quelli ottenuti da altri autori sulle stesse matrici di scarto (Kabir et al. 2015). In tal senso occorrerà verificare altre condizioni di estrazione, dal metodo alle differenti qualità di solvente (Zhang et al. 2018). Per quanto riguarda invece il profilo fitochimico riscontrato rispetto agli stessi autori, sono emerse differenze soprattutto quantitative dovute senz’altro alle diverse condizioni di crescita ed all’impiego di varietà diverse rispetto a quelle studiate nel corso di questo studio. L’attività biologica verso fitopatogeni è risultata particolarmente debole e quindi non stimolante per uno sviluppo ulteriore delle ricerche ed una eventuale applicazione nel contesto fitosanitario.

Le ricerche riportate in questa tesi sono state finanziate dalla Regione Emilia Romagna nell’ambito del PSR 2014-2020 Op. 16.1.01 - GO PEI-Agri - FA 5C, Pr. “BIOFACE” con il coordinamento del CRPV (Centro Ricerche Produzioni Vegetali, Cesena).

Letteratura citata

- Cordell GA (2017) Cognate and cognitive ecopharmacognosy — in an anthropogenic era. *Phytochemistry Letters* 20: 540-549.
- Kabir F, Tow WW, Hamauzu Y, Katayama S, Tanaka S, Nakamura S (2015) Antioxidant and cytoprotective activities of extracts prepared from fruit and vegetable wastes and by-products. *Food Chemistry* 167: 358-362.
- Scalvenzi L, Grandini A, Spagnoletti A, Tacchini M, Neill D, Ballesteros JL, Sacchetti G, Guerrini A (2017) *Myrcia splendens* (Sw.) DC. (syn. *M. fallax* (Rich.) DC.) (Myrtaceae) Essential Oil from Amazonian Ecuador: A Chemical Characterization and bioactivity profile. *Molecules* 22: 1163.
- Zhang Z, Poojary MM, Choudhary A, Rai DK, Tiwari BK (2018) Comparison of selected clean and green extraction technologies for biomolecules from apple pomace. *Electrophoresis* 39(15): 1934-1945.

Candidato: Federica Lagger

Relatore: Gianni Sacchetti

Correlatore: Massimo Tacchini

Dipartimento di Scienze della Vita e Biotecnologia, Università di Ferrara, Via Luigi Borsari 46, 44121 Ferrara

Anno di discussione: 2019

Vegetazione alpina e cambiamento climatico: il caso dell'alta Valle Adamè (Gruppo dell'Adamello, Alpi centrali)

A. Chiuchiolo

Introduzione

Nel prossimo futuro, il patrimonio di biodiversità delle aree alpine potrebbe essere messo a rischio a causa dei cambiamenti climatici. Modelli previsionali, infatti, indicano entro fine secolo un aumento tra i 2,5 ed i 5 °C della temperatura media globale, e questo potrebbe avere pesanti ripercussioni sull'equilibrio degli ecosistemi di alta montagna (IPCC 2014). Pertanto, comprendere come potranno modificarsi alcune comunità vegetali alpine ed il contesto ambientale in cui vivono, potrebbe fornire indicazioni sull'evoluzione degli ecosistemi alpini e della relativa biodiversità (Bennet, Klironomos 2019). Nel presente lavoro di tesi, ipotizzando future dinamiche di vegetazione in comunità vegetali alpine indotte dai cambiamenti climatici, è stata effettuata una valutazione di quali saranno le componenti biotiche (tratti delle comunità) ed abiotiche (fattori pedologici) maggiormente influenzate dai cambiamenti stessi.

Materiali e Metodi

Lo studio è stato effettuato in Valle Adamè, nel Gruppo montuoso dell'Adamello-Presanella (Alpi centrali, Lombardia). Sono state selezionate cinque tipologie vegetazionali caratteristiche delle valli alpine: saliceto a dominanza di *Salix herbacea* L. (vegetazione di riferimento in quanto ritenuta suscettibili ai cambiamenti climatici), rodoreto a *Rhododendron ferrugineum* L., nardeto a *Nardus stricta* L., varieto a *Festuca luedii* (Markgr.-Dann.) Foggi, Gr.Rossi, Parolo & Wallossek ed adenostileto a *Adenostyles leucophylla* (Willd.) Rchb. Per ogni tipologia di vegetazione sono stati individuati 5 popolamenti estesi almeno 30×30 m, all'interno dei quali nei mesi di Luglio ed Agosto 2019 sono stati scelti, in modo random, 3 plot di 0,5 m². In ognuno dei 75 plot sono stati quindi eseguiti i rilievi floristico-vegetazionali. Per ogni tipologia di vegetazione è stata stimata la Specific Leaf Area (SLA) media delle specie più frequenti. I dati rilevati hanno consentito analisi di diversità (alfa e beta) e di tipo sin- ed auto-ecologiche: corotipi, forme biologiche, indici ecologici di Ellenberg, strategie CSR di Grime. In ogni area di saggio sono stati successivamente campionati gli strati del profilo pedologico (tutti gli orizzonti), e sottoposti ad analisi di laboratorio: pH, carbonio organico, azoto totale, tenore in terra fine, C stock ed umidità del suolo. Le matrici di dati ambientali sono state quindi sottoposte ad analisi statistiche uni- (test dell'ANOVA o di Kruskal-Wallis) e multi-variate (Cluster Analysis, Non-Metric Multidimensional Scaling o NMDS, Canonical Correspondence Analysis o CCA, tabelle di contingenza e Fourth Corner Analysis).

Risultati

Le analisi condotte sui dati vegetazionali (Cluster Analysis e NMDS) hanno evidenziato che le comunità più vicine tra loro sono saliceto (comunità delle vallette nivali), nardeto e rodoreto (cenosi presenti in siti con innevamento prolungato), mentre le più distanti risultano varieto (comunità più termofila) ed adenostileto (comunità di versanti umidi ed in ombra). Relativamente agli indici di Ellenberg, le differenze principali sono state riscontrate tra saliceto, nardeto e varieto rispetto alla temperatura, all'umidità ed alla continentalità. Lo SLA ha evidenziato differenze significative ($p < 0,001$) tra l'adenostileto e le altre tipologie di vegetazione, oltre che tra rodoreto e

varieto. La biodiversità è risultata significativamente maggiore ($p < 0,001$) all'interno del saliceto ($9,87 \pm 1,55$) e del nardeto ($9,93 \pm 1,91$), relativamente bassa nel varieto ($5,47 \pm 1,25$). Per quanto concerne le categorie CSR di Grime, saliceto (31,60%), nardeto (31,25%), varieto (33,33%) ed adenostileto (36,40%) hanno evidenziato una maggiore frequenza di specie Competitive-Ruderali (CR), mentre rodoreto (37,50%), nardeto (31,25%) e varieto (33,33%) si sono caratterizzati per una maggiore presenza di Stress-tolleranti-Competitive (SC). Tranne che per il rapporto C/N ed il carbonio organico, la CCA ha evidenziato una significatività dei valori dei parametri ($p < 0,05$). Tuttavia, i parametri che spiegano i livelli maggiori di varianza sono pendenza ($\lambda = 0,69$) e stock di carbonio ($\lambda = 0,59$), seguiti da quota ($\lambda = 0,36$), esposizione ($\lambda = 0,28$) ed umidità ($\lambda = 0,11$). La Fourth Corner Analysis, infine, ha evidenziato forti correlazioni tra le variabili ambientali legate al suolo ed i tratti funzionali delle specie ($p < 0,01$). Le correlazioni principali sono state osservate tra la superficie fogliare (LA) e l'esposizione (coeff.=8,098), tra il peso fresco fogliare (LFW) e la pietrosità (coeff.=15,463) e tra il peso secco (LDW) e la terra fine (coeff.=-9,215).

Discussione

Se a seguito dei cambiamenti climatici, con relativo aumento della temperatura e riduzione dell'innevamento, la vegetazione a *Salix herbacea* (presa come riferimento in questo studio) dovesse evolvere in vegetazioni più termofile quali Nardeto e Rodoreto, ci si aspetta, al contempo, una diminuzione dell'umidità del suolo. Di conseguenza, in queste comunità vegetali è possibile ipotizzare un turnover di specie (da microterme a termofile), e una maggiore incidenza di Poaceae, arbusti e/o stress-tolleranti (Niu et al. 2019). Si prevede inoltre che la biodiversità, dopo un aumento iniziale dovuto alla presenza nello stesso habitat di specie residenti e specie termofile di nuova colonizzazione, sia destinata a diminuire nel lungo periodo a causa della competizione e delle nuove condizioni ambientali (Cannone, Pignatti 2014). In uno scenario futuro con aumenti marcati di temperatura non è esclusa un'estesa colonizzazione del varieto. In conclusione, questo studio apporta un ulteriore contributo alla comprensione degli effetti dei cambiamenti climatici sulle comunità vegetali di alta montagna e fornisce spunti per attuare azioni per la conservazione della biodiversità alpina.

Letteratura citata

- Bennett JA, Klironomos J (2019) Mechanisms of plant-soil feedback: interactions among biotic and abiotic drivers. *New Phytologist* 222(1): 91-96.
- Cannone N, Pignatti S (2014) Ecological responses of plant species and communities to climate warming: upward shift or range filling processes? *Climate Change* 123(2): 201-214.
- IPCC. (2014) *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri RK and Meyer LA (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. 151 pp.
- Niu Y, Yang S, Zhou J, Chu B, Ma S, Zhu H, Hua L (2019) Vegetation distribution along mountain environmental gradient predicts shift in plant community response to climate change in alpine meadow on the Tibetan Plateau. *Science of the Total Environment* 650(1): 505-514.

Candidato: Andrea Chiuchiolo

Relatore: Rodolfo Gentili

Correlatore: Roberto Comolli

Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Terra, Università di Milano-Bicocca, Piazza della Scienza 1, 20126 Milano

Anno di discussione: 2020

Analisi dei cambiamenti temporali della macchia mediterranea lungo le coste del Lazio

S. Cascone

Introduzione

Gli studi multitemporali sono vantaggiosi per monitorare la biodiversità nel tempo e comprendere le dinamiche degli ecosistemi. Sono spesso utilizzati nello sviluppo di azioni di gestione e conservazione, in quanto possono facilitare l'interpretazione dei fattori scatenanti il cambiamento e le conseguenze di questo sulla vegetazione. Gli studi multitemporali in Italia sono stati condotti principalmente mediante tecniche di fotointerpretazione della vegetazione, utilizzando ortofoto o immagini relative a diversi periodi temporali. Un altro possibile approccio è rappresentato dagli studi di rivisitazione, in cui rilievi di vegetazione storici sono nuovamente eseguiti, con

l'obiettivo di identificare i cambiamenti intercorsi nel tempo (Chytrý et al. 2014, Sperandii et al. 2019).

I sistemi dunali costieri rappresentano ambienti estremamente dinamici, caratterizzati da un immenso valore ecologico, ma al tempo stesso da un'estrema fragilità. Le dune sono formazioni di origine eolica caratterizzate da forti gradienti ambientali che variano di intensità in funzione della distanza dal mare, creando un'ambiente di transizione e di scambio per eccellenza. Nell'accezione più generale del termine, la macchia mediterranea può essere descritta come una formazione vegetale densa ed intricata, fisionomicamente caratterizzata da grandi arbusti o piccoli alberi in gran parte sclerofilli. Lungo la zonazione costiera la macchia rappresenta una delle tipologie di vegetazione caratteristiche della fascia retrodunale (Acosta, Ercole 2015).

Il presente studio ha come obiettivo principale quello di analizzare i cambiamenti avvenuti nella macchia mediterranea negli ultimi 10-14 anni lungo le coste del Lazio (Italia centrale). Il lavoro è stato condotto, sia a scala di comunità tramite uno studio di rivisitazione, sia a scala di paesaggio mediante la fotointerpretazione.

Materiali e Metodi

Area di studio. I siti di studio sono distribuiti lungo il litorale laziale (circa 220 km) e sono attribuibili all'habitat B1.6 - Cespuglieti delle dune costiere secondo la classificazione EUNIS (Davies et al. 2004).

Analisi a scala di comunità. Lo studio di rivisitazione è stato realizzato selezionando da un database di vegetazione costiera (Sperandii et al. 2017) 113 rilievi di vegetazione georeferenziati, svolti tra il 2005 e il 2009 (T_0) attraverso un campionamento di tipo casuale all'interno di plot di dimensioni standard. La raccolta di nuovi dati è stata effettuata tra Aprile e Giugno 2019 (T_1), seguendo lo stesso protocollo utilizzato per i precedenti rilievi. La posizione dei rilievi storici è stata individuata tramite l'utilizzo di un GPS portatile e, dopo aver delimitato l'area di rilevamento (quadrato di 2×2 m), per ogni rilievo sono state registrate le piante vascolari e la loro copertura percentuale. Al fine di analizzare i cambiamenti temporali nella composizione specifica, utilizzando dati di presenza/assenza delle specie, per ogni coppia di rilievi (T_0 e T_1) è stato calcolato l'indice di dissimilarità di Jaccard (0=massima similarità, 1=massima dissimilarità tra i rilievi), che è stato poi ulteriormente scomposto nelle due componenti di guadagno e perdita di specie (Legendre 2019). Sono stati prodotti, inoltre, diagrammi rango-abbondanza per analizzare i cambiamenti nei rapporti di dominanza fra specie.

Analisi a scala di paesaggio. Con l'obiettivo di osservare da un punto di vista più ampio i cambiamenti della vegetazione e dell'uso del suolo, sono state identificate le macchie o patch di paesaggio (unità di paesaggio omogenee all'interno di un sistema eterogeneo). In ambiente GIS è stato posizionato un buffer di 25 m di raggio intorno al punto centrale di ognuno dei 113 rilievi selezionati. All'interno di ogni buffer si è proceduto ad una fotointerpretazione e mappatura (scala 1:600) ed i patch identificati sono stati classificati nelle seguenti categorie: "vegetazione legnosa", "vegetazione non legnosa" e "antropico". Questo processo è stato condotto utilizzando ortofoto relative al 2006 e ripetuto con ortofoto del 2018. Successivamente, per ciascuna categoria sono state calcolate le seguenti metriche di paesaggio: area totale, numero totale patch, dimensione media patch (Carboni et al. 2009, Malavasi et al. 2013).

Risultati

Analisi a scala di comunità. I valori relativi all'indice di Jaccard, calcolati per ogni coppia di rilievi, si concentrano per il 50% dei casi tra 0,5 e 0,79, mentre la media di tutte le osservazioni è pari a 0,64. Scomponendo l'indice nelle sue due componenti di guadagno e perdita di specie, invece, i valori ottenuti risultano simili. Utilizzando i dati di copertura delle specie sono stati quindi prodotti due diagrammi rango-abbondanza, i quali riportano in ordine crescente le 10 specie con i maggiori valori di copertura per T_0 e per T_1 . Comparando i due periodi di tempo risulta che l'identità di 9 specie su 10 è rimasta la stessa.

Analisi a scala di paesaggio. La fotointerpretazione ha permesso di individuare nel complesso 757 patch di paesaggio al T_0 e 541 al T_1 . Confrontando le metriche di paesaggio, fra T_0 e T_1 , è stato riscontrato un aumento dell'area totale occupata dalla categoria "vegetazione legnosa" di circa il 9%, una diminuzione del numero totale di patch di circa il 33%, accompagnata da un aumento di circa il 64% della dimensione media dei singoli patch. Tuttavia, le stesse metriche per la categoria "antropico", nel periodo di tempo considerato, non hanno subito modifiche rilevanti.

Discussione

A livello di comunità, i valori dell'indice di dissimilarità di Jaccard rivelano che, nel periodo considerato, la composizione specifica dei rilievi analizzati non ha subito forti cambiamenti, ed in base ai valori delle due componenti (guadagno e perdita) non è possibile identificare una specifica tendenza. Nei diagrammi rango-abbondanza, inoltre, si osserva che le specie ricorrenti nei due periodi temporali sono tutte caratteristiche della macchia mediterranea. Nel dettaglio, tuttavia, si nota un leggero aumento di copertura per *Quercus ilex* L. subsp. *ilex* e *Phillyrea angustifolia* L., considerate specie tipiche di stadi di macchia più evoluti, e un decremento di *Juniperus oxycedrus* L., specie pioniera e caratteristica di habitat prioritario 2250* (Direttiva Habitat 92/43/CEE). I risultati ottenuti dalla fotointerpretazione hanno mostrato un aumento della copertura della vegetazione

arbustiva nel corso degli ultimi 10-14 anni lungo le coste del Lazio. La diminuzione del numero totale di patch ed il concomitante aumento della loro dimensione media sono probabilmente da ricondurre all'espansione di parte dei patch di "vegetazione legnosa" prima isolati, ma oggi formanti unità di estensione maggiore. Questo processo, che ha portato ad un aumento della connettività a livello di paesaggio, può essere collegato al rallentamento delle attività antropiche nel periodo considerato.

In conclusione, a differenza di lavori precedenti condotti nell'ambito della vegetazione erbacea costiera (Sperandii et al. 2019), i risultati di questo studio evidenziano per la macchia mediterranea una condizione più evoluta e, probabilmente, un miglior stato di conservazione rispetto al recente passato. Questi risultati positivi, tuttavia, devono essere interpretati con molta cautela, poiché sono relativi ai soli plot rivisitati e ottenuti in habitat estremamente dinamici. Dal momento che forti disturbi interessano ancora oggi gli habitat erbacei della zonazione costiera (Sperandii et al. 2019), le attività future di monitoraggio nelle aree di macchia risultano essenziali ai fini della loro conservazione.

Letteratura citata

- Acosta ATR, Ercole S (Eds.) (2015) Gli habitat delle coste sabbiose italiane: ecologia e problematiche di conservazione. ISPRA, Serie Rapporti, 215/2015, Roma. 101 pp.
- Carboni M, Carranza ML, Acosta A (2009) Assessing conservation status on coastal dunes: a multiscale approach. *Landscape and Urban Planning* 91(1): 17-25.
- Chytrý M, Tichý L, Hennekens SM, Schaminée JHJ (2014) Assessing vegetation change using vegetation-plot databases: a risky business. *Applied Vegetation Science* 17(1): 32-41.
- Davies CE, Moss D, Hill MO (2004) EUNIS habitat classification revised 2004. Report to: European Environment Agency-European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity. 307 pp.
- Legendre P (2019) A temporal beta-diversity index to identify sites that have changed in exceptional ways in space-time surveys. *Ecology and Evolution* 9(6): 3500-3514.
- Malavasi M, Santoro R, Cutini M, Acosta ATR, Carranza ML (2013) What has happened to coastal dunes in the last half century? A multitemporal coastal landscape analysis in Central Italy. *Landscape and Urban Planning* 119: 54-63.
- Sperandii MG, Bazzichetto M, Gatti F, Acosta ATR (2019) Back into the past: Resurveying random plots to track community changes in Italian coastal dunes. *Ecological Indicators* 96(1): 572-578.
- Sperandii MG, Prisco I, Stanisci A, Acosta ATR (2017) RanVegDunes-A random plot database of Italian coastal dunes. *Phytocoenologia* 47(2): 231-232.

Candidato: Silvia Cascone

Relatore: Alicia Teresa Rosario Acosta

Correlatore: Marta Gaia Sperandii

Dipartimento di Scienze, Università di Roma Tre, Viale Guglielmo Marconi 446, 00146 Roma

Anno di discussione: 2020

Analisi dei tratti morfo-funzionali della specie alloctona invasiva *Senecio inaequidens* DC. per valutare la resistenza biotica di comunità vegetali native

L. Quaglini

Introduzione

Le invasioni biologiche rappresentano un problema globale per la biodiversità generando impatti anche di tipo ecologico, economico e sanitario (Mack et al. 2000). Conoscere il potenziale d'invasione delle specie alloctone, in termini, sia di tratti bio-ecologici che più le avvantaggiano, sia di caratteristiche delle comunità residenti che modulano tale successo, è pertanto essenziale per attuare azioni che ne contengano la diffusione. La specie target di questo lavoro di tesi è *Senecio inaequidens* DC. (Asteraceae), una camefita suffruticosa nativa del Sud Africa, ma invasiva in molte regioni d'Europa dove generalmente occupa habitat disturbati e fortemente antropizzati (Heger, Bohmer 2005). Lo scopo di questo studio è quello di comparare, in condizioni controllate, la performance di individui di questa specie sottoposti a diverse condizioni sperimentali. In particolare, s'intende valutare: (a) la resistenza biotica offerta da comunità di specie dell'areale nativo e di invasione nei confronti di *S. inaequidens*, testando la *Limiting Similarity Hypothesis* e la *Darwin's Naturalization Hypothesis* (Daehler 2001, Yannelli et al. 2017). Queste sostengono che il successo di invasione di una specie alloctona possa essere predetto dalla somiglianza nelle strategie ecologiche fra essa e le comunità residenti. Tali teorie ipotizzano che una maggior differenza funzionale e una maggior distanza filogenetica fra la specie alloctona e le piante native delle

comunità si traducano generalmente in una miglior performance della specie esotica stessa (Yannelli et al. 2017); (b) l'effetto del microbiota del suolo sulla performance di *S. inaequidens*. È stato infatti osservato che alcune specie alloctone invasive instaurano, nel loro range di invasione, dei meccanismi di feedback pianta-suolo positivi con il microbiota presente nel suolo (Reinhart, Callaway 2006).

Materiali e Metodi

Tramite un disegno sperimentale fattoriale, gli individui appartenenti a due popolazioni di *S. inaequidens* (italiana e sudafricana) sono stati collocati in una camera di crescita, in condizione di luce e temperatura controllate: (a) in associazione con specie provenienti, sia dal range nativo [(*Aristida congesta* Roem. & Schult., *Hibiscus trionum* L., *Salvia disermas* L., *Wahlenbergia androsacea* A.DC., *Wahlenbergia undulata* (L.f.) A.DC.)], sia da quello di invasione [(*Bromopsis erecta* (Huds.) Fourr., *Hypericum perforatum* L. s.l., *Onobrychis viciifolia* Scop., *Poterium sanguisorba* L. s.l., *Trifolium repens* L.)] della specie investigata, al fine di verificare l'effetto delle comunità dei due range; (b) su suolo raccolto in ambiente naturale nel range di invasione della specie target e sterilizzato, per verificare l'effetto del microbiota del suolo sulla performance di *S. inaequidens*. Quest'ultimo trattamento è stato approfondito eseguendo estrazione, sequenziamento ed analisi del DNA delle comunità batteriche. La sperimentazione con crescita delle piante e le misurazioni morfometriche sono state portate avanti per 105 giorni. La performance di *S. inaequidens* è stata valutata analizzando le differenze medie e di crescita nel tempo di alcuni tratti morfo-funzionali ritenuti chiave nel processo di invasione: trend di crescita in altezza e laterale, l'altezza e l'estensione laterale finali e lo *specific leaf area* (SLA). Per testare la *Limiting Similarity Hypothesis* e la *Darwin's Naturalization Hypothesis* sono state calcolate la differenza funzionale e la distanza filogenetica tra *S. inaequidens* e le specie native delle comunità vegetali testate, e sono state messe in relazione alla performance del senecio stesso.

Risultati

È stata osservata una minore germinazione degli individui di senecio provenienti dal Sud Africa (56%), rispetto a quelli provenienti dall'Italia (82%), indicando una difficoltà di adattamento della popolazione sudafricana nelle prime fasi di sviluppo della pianta. Tuttavia, gli individui sudafricani germinati non hanno mostrato una differenza marcata dei tratti morfo-funzionali in competizione con le specie della comunità italiana (t-test altezza massima: $p=0,7337$; estensione laterale: $p=0,5789$). Considerando il fattore sperimentale "comunità", è stato riscontrato che le curve di crescita degli individui della specie target hanno assunto un andamento differente, e questo è stato confermato anche nei valori delle medie finali delle altezze massime e delle estensioni laterali (t-test altezza massima: $p<0,001$; estensione laterale: $p<0,001$). I valori maggiori dei tratti morfo-funzionali sono stati rilevati negli individui cresciuti in competizione con comunità italiane. La resistenza biotica delle specie delle comunità native nei confronti di *S. inaequidens*, indipendentemente dalla loro origine (italiana o sudafricana), è stata spiegata dalla somiglianza dei tratti (altezze massime) fra le specie native ed il senecio stesso (la relazione fra la differenza funzionale e l'altezza massima del senecio è stata valutata tramite un modello lineare: $R^2=0,5454$; t-test: $p<0,01$), e non dalla distanza filogenetica; inoltre, una miglior performance del senecio è risultata associata ad una maggiore somiglianza funzionale con le specie delle comunità, quindi gli individui di senecio hanno raggiunto altezze massime maggiori laddove le specie delle comunità possedevano altezze simili a quelle del senecio stesso. La sterilizzazione del suolo ha avuto un effetto solo sullo SLA del senecio (t-test SLA: $p<0,05$). Questa differenza è stata confermata dalle analisi delle comunità batteriche, dalle quali è stata osservata una differenza, sia in termini di composizione, che di α -diversità delle comunità batteriche presenti nel suolo delle diverse combinazioni sperimentali.

Discussione

I risultati ottenuti hanno evidenziato come il fattore comunità abbia influenzato maggiormente i tratti di crescita di *S. inaequidens*. In particolare, la specie target ha assunto i valori maggiori di altezza massima e di estensione laterale quando è stata fatta coesistere con specie vegetali provenienti dal range di invasione (Italia). Le ridotte performance degli individui fatti crescere con le specie del suo areale nativo (Sud Africa) sono state determinate dalle strette interazioni competitive che si sono instaurate fra il senecio e le altre specie, e possono essere spiegate in termini eco-evolutivi: una specie, nel corso della sua storia evolutiva si adatta e co-evolve con le interazioni biotiche presenti nel suo range di origine, le quali vengono meno nel momento in cui avviene un'invasione biologica in una nuova area (Saul et al. 2013). Dagli esperimenti condotti è emerso che *S. inaequidens* è stato in grado di competere meglio con specie con le quali non condivide la propria storia evolutiva. Nello specifico, la resistenza biotica delle comunità vegetali nei confronti di *S. inaequidens*, indipendentemente dalla loro origine, è stata spiegata dalla somiglianza dei tratti funzionali, in termini di altezza massima, fra la specie target e le specie native e non dalle relazioni filogenetiche fra il senecio e le specie native. Il senecio, tuttavia, ha evidenziato una maggiore crescita laddove le specie delle comunità possedevano altezze comparabili a quelle del senecio stesso, contrariamente a quanto sostenuto dalla *Limiting Similarity Hypothesis*,

probabilmente a causa del fatto che nel nostro esperimento è stato simulato uno stadio precoce del processo di invasione da parte del senecio (Li et al. 2015). La sterilizzazione del suolo non ha determinato differenze di tratti di crescita di *S. inaequidens* così marcati come per il fattore “comunità”, tuttavia lo SLA ha assunto valori maggiori negli individui cresciuti nel suolo non sterilizzato. Dall’analisi dei dati ottenuti dal sequenziamento del DNA batterico è emerso che le comunità microbiche presentavano delle differenze, sia in termini di α -diversità, sia di composizione sulla base dei trattamenti sperimentali. In particolare, la diversità batterica è risultata essere minore nei trattamenti con suolo sterilizzato e nei trattamenti di controllo (ossia dove il senecio è stato fatto crescere da solo). Queste differenze sono state rilevate anche in termini di composizione delle comunità. Questi risultati suggeriscono che *S. inaequidens* è in grado di selezionare i batteri presenti nel suolo che potrebbero favorire la sua crescita. Sono tuttavia necessari ulteriori approfondimenti per determinare la presenza effettiva di meccanismi di feedback pianta-suolo positivi, in quanto i risultati ottenuti potrebbero dipendere da altri fattori. Infine, l’origine degli individui di *S. inaequidens* non ha determinato un effetto significativo sulla sua performance.

Letteratura citata

- Daehler CC (2001) Darwin’s Naturalization Hypothesis Revisited. *The American Naturalist* 158(3): 324-330.
- Heger T, Bohmer HJ (2005) The invasion of Central Europe by *Senecio inaequidens* DC. - a complex biogeographical problem. *Erdkunde* 59(1): 34-49.
- Li S-p, Cadotte MW, Meiners SJ, Hua Z-s, Shu H-y, Li J-t, Shu W-s (2015) The effects of phylogenetic relatedness on invasion success and impact: Deconstructing Darwin’s naturalisation conundrum. *Ecology Letters* 18(12): 1285-1292.
- Mack R, Simberloff D, Lonsdale W, Evans H, Clout M, Bazzaz F. (2000) Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications* 10(3): 689-710. https://www.jstor.org/stable/2641039?seq=1#page_scan_tab_contents
- Reinhart KO, Callaway RM (2006) Soil biota and invasive plants. *New Phytologist* 170(3): 445-457.
- Saul W-C, Jeschke J, Heger T (2013) The role of eco-evolutionary experience in invasion success. *NeoBiota* 17: 57-74.
- Yannelli FA, Koch C, Jeschke JM, Kollmann J (2017) Limiting similarity and Darwin’s naturalization hypothesis: understanding the drivers of biotic resistance against invasive plant species. *Oecologia* 183(3): 775-784.

Candidato: Lara Quaglini

Relatore: Rodolfo Gentili

Correlatori: Florencia Yannelli, Isabella Gandolfi

Dipartimento di Scienze dell’Ambiente e della Terra, Università di Milano-Bicocca, Piazza della Scienza 1, 20126 Milano

Anno di discussione: 2020

La vegetazione segetale degli oliveti in aree ad agricoltura tradizionale dell’Italia centrale

M. Moretti

Introduzione

Questo studio ha lo scopo di incrementare le conoscenze sulla flora e sulla vegetazione degli oliveti, agroecosistemi tipici del paesaggio mediterraneo e caratteristici del patrimonio culturale italiano. Le aree di studio oggetto d’indagine sono localizzate in due settori collinari dell’Italia centrale: la Bassa Sabina (Rieti, Lazio) e la Valle Roveto (L’Aquila, Abruzzo). In questi territori l’olivicoltura è praticata sin dal tempo dei Romani in quanto le condizioni pedo-climatiche sono particolarmente favorevoli a questa coltura. Qui gli oliveti svolgono un importante ruolo nella stabilità idrogeologica dei versanti, occupando spesso zone impervie difficili da coltivare e che sono, ancora oggi, in gran parte gestiti secondo pratiche agricole tradizionali, a basso impatto ambientale, che hanno permesso la conservazione di una ricca biodiversità vegetale ed animale.

Materiali e Metodi

I rilevamenti floristico-vegetazionali sono stati eseguiti nel periodo aprile-maggio 2018 mediante plot rettangolari di 16 m² (2×8 m), superficie consigliata per il rilevamento delle comunità erbacee europee (Chytrý, Otýpková 2003). I plot sono stati posizionati casualmente all’interno degli oliveti, a metà distanza tra una pianta e l’altra. Complessivamente, sono stati eseguiti 54 rilievi: 52 in Bassa Sabina e 2 in Valle Roveto. Per ogni rilievo è stata compilata una scheda, nella quale sono stati annotati i dati stazionali e l’elenco delle specie presenti. Ad ogni specie è stato attribuito un valore di abbondanza in base alla scala di Braun-Blanquet. I rilievi sono stati

successivamente informatizzati e la relativa matrice rilievi \times specie (54 \times 218) è stata sottoposta ad analisi multivariata (cluster analysis e ordinamento) utilizzando i software JUICE e R project (Tichý 2002, R Core Team 2013). La flora complessiva ed i singoli gruppi individuati dalla cluster analysis sono stati quindi analizzati in termini di forme biologiche e gruppi corologici (dati di base tratti da Pignatti 1982). Le tipologie vegetazionali indagate sono poi state caratterizzate dal punto di vista sintassonomico.

Risultati

Sono stati censiti 218 taxa vegetali di rango specifico e sottospecifico, ripartiti in 45 famiglie e 157 generi. Dall'analisi dello spettro biologico della flora totale è emersa una prevalenza di terofite (52,3%), seguite da emicriptofite (27%) e geofite (10%). Sorprendentemente elevata è risultata invece essere la percentuale delle fanerofite (6,9%), da imputare alla vicinanza di molti degli oliveti indagati con lembi di vegetazione boschiva naturale. Dal punto di vista corologico, è stata osservata una netta prevalenza di specie Mediterranee (52,3%) e, in minor misura, di Eurasiatiche (15,6%), coerentemente con le caratteristiche climatiche delle aree indagate (fitoclima temperato e temperato di transizione). Il dato delle cosmopolite (10%), seppur non molto elevato, è un chiaro indicatore dei disturbi antropici propri di questi agroecosistemi.

Le analisi statistiche dei rilievi fitosociologici hanno permesso di individuare tre gruppi di rilievi, interpretabili come tre diverse tipologie di vegetazione. I siti in cui sono stati effettuati i rilievi afferenti al gruppo 1 sono quelli che mostravano visivamente maggiori segni di disturbo antropico, come calpestio e rimaneggiamento del suolo. In tali ambiti gli spettri biologici e corologici hanno mostrato una più alta incidenza di terofite, un più cospicuo contingente di cosmopolite e un numero di specie per rilievo più basso. I gruppi 2 e 3 hanno evidenziato una maggiore affinità tra di loro rispetto al gruppo 1: essi si sono caratterizzati per una più elevata incidenza di entità perenni (fanerofite, geofite e camefite) ed una maggiore ricchezza floristica media. Tali dati possono essere messi in relazione ad una relativa maggiore naturalità degli oliveti rilevati, in quanto caratterizzati da una minore intensità delle pratiche agricole.

In termini sintassonomici, le cenosi rilevate sono ascrivibili alla classe *Chenopodietea*, alla quale afferisce la vegetazione annuale segetale e ruderale del Mediterraneo, delle coste Atlantiche e della Macaronesia. Ad un maggior dettaglio, la vegetazione rilevata può essere ascritta ai *Brometalia rubenti-tectorum*, al *Securigero securidacae-Dasyphyron villosi* e al *Vulpio ligusticae-Dasyphyretum villosi*. Quest'ultima associazione è stata descritta per la prima volta da Fanelli (1998) che, nell'ambito di uno studio sulla vegetazione dei prati e dei pascoli dell'area mediterranea, aveva individuato due associazioni di incolto della campagna romana dominate da *Dasyphyrum villosum*: *Laguro-Dasyphyretum* (distribuita nelle regioni costiere in ambienti sublitoranei) e *Vulpio-Dasyphyretum* (localizzata nell'entroterra, su vari tipi di substrati). Quest'ultima comunità, rilevata negli oliveti indagati nel corso di questo studio, ha evidenziato una struttura piuttosto complessa e costituita da due strati. Lo strato superiore è risultato composto da Poaceae, quali *Dasyphyrum villosum*, *Avena barbata*, *Avena sterilis*, *Dactylis glomerata*, *Poa trivialis*, *Bromus hordeaceus* e da eudicotiledoni come *Verbascum sinuatum*, *Calamintha nepeta*, *Raphanus raphanistrum* subsp. *landra*. Lo strato inferiore, invece, ha mostrato un gran numero di Fabaceae, specie con foglie a rosetta resistenti al calpestio e altre piccole eudicotiledoni come *Sherardia arvensis* e *Veronica arvensis*. Dalla tabella fitosociologica, ottenuta dalle analisi statistiche, è stato possibile notare come i gruppi di rilievi 2 e 3, rispetto al gruppo 1, abbiano una maggiore frequenza di specie trasgressive dalle classi *Festuco-Brometea*, *Molinio-Arrhenatheretea* e *Helianthemetea guttati*. Nel gruppo 1, invece, è risultato più consistente il contingente di specie della *Papaveretea rhoeadis*, ad indicare, così come gli spettri biologici e corologici sopra citati, un maggiore impatto antropico che determina la presenza di comunità di tipo più sinantropico. Considerando che il gruppo 2 è risultato più ricco di specie meso-xerofile delle classi *Festuco-Brometea* e *Helianthemetea guttati*, mentre il gruppo 3 ha evidenziato una maggior ricchezza di specie mesofile della *Molinio-Arrhenatheretea*, i due aspetti possono essere interpretati come due varianti dell'associazione *Vulpio ligusticae-Dasyphyretum villosi*: una variante xerofila ad *Urospermum dalechampii* ed una variante submesofila a *Ranunculus bulbosus*. Secondo Fanelli (1998) infatti, il *Vulpio ligusticae-Dasyphyretum villosi* può presentare una variabilità floristica interna seguendo principalmente un gradiente di aridità e, secondariamente, un gradiente successionale.

Discussione

Questo studio ha evidenziato una buona diversificazione della flora e della vegetazione degli oliveti indagati, nonostante i disturbi cui sono sottoposte le aree indagate (es. pratiche agricole ed incremento dell'urbanizzazione). Tenuto infatti conto che la flora ha mostrato un significativo contingente di fanerofite e una ridotta presenza di specie ad ampia distribuzione (cosmopolite e aliene), è possibile affermare che gli oliveti studiati conservano buoni livelli di naturalità.

I cambiamenti avvenuti negli ultimi decenni in molte aree rurali dell'Italia centrale dovuti, sia all'incremento delle superfici ad agricoltura intensiva, sia all'abbandono delle aree agricole meno produttive, hanno determinato

la perdita di molte delle caratteristiche degli habitat rurali e la conseguente scomparsa degli organismi ad essi associati. Poiché nelle aree indagate la gestione agricola è di tipo tradizionale, il grado di disturbo antropico risulta essere di modesta entità. In questi contesti territoriali, pertanto, è possibile la conservazione di comunità segetali floristicamente ricche. Salvaguardare tali agroecosistemi permette la tutela di una vasta gamma di specie animali e vegetali, capaci a loro volta di fornire un'ampia gamma di servizi ecosistemici. Negli ultimi decenni, in Europa è stato sviluppato il concetto di agricoltura ad alto valore naturale, a partire da una crescente consapevolezza che la conservazione della biodiversità dipende dall'esistenza di agroecosistemi gestiti a bassa intensità. In questo scenario, le aree olivicole a gestione tradizionale dell'Italia centrale possono essere qualificate come aree agricole ad elevato valore naturale.

Letteratura citata

- Chytrý M, Otýpková Z (2003) Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. *Journal of Vegetation Science* 14(4): 563-570.
- Fanelli G (1998) Vegetazione a *Dasypyrum villosum* nel territorio di Roma. *Rendiconti Lincei – Scienze Fisiche e Naturali* 9(9): 149-170.
- Pignatti S (1982) Flora d'Italia 1-3. Edagricole, Bologna. 790 pp. vol 1, 732 pp. vol 2, 780 pp. vol 3.
- R Core Team (2013) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Tichý L (2002) JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science* 13(3): 451-453.

Candidato: Martina Moretti

Relatore: Giovanna Abbate

Correlatore: Emanuele Fanfarillo

Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Roma La Sapienza, Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma

Anno di discussione: 2018

Morfo-fisiologia ed essudati radicali di *Quercus robur* e *Quercus rubra* in relazione allo stress idrico e alle interazioni allelopatiche

A.C. Caspani

Introduzione

Alcune specie vegetali aliene possono causare gravi danni agli ecosistemi naturali e seminaturali invasi (Banfi Galasso 2010). In particolare, ne possono influenzare i processi, la struttura e la biodiversità, limitando la crescita e lo sviluppo delle specie autoctone (Lichstein et al. 2004). Tali processi si presentano nelle primissime fasi di crescita delle plantule nate da seme, in fase giovanile di alberello o quando il popolamento ha raggiunto uno stadio di maturità. Le plantule possono inoltre affrontare, soprattutto durante la prima fase di sviluppo, periodi di stress dovuti alle elevate temperature ed alle scarse disponibilità idriche tipiche del periodo estivo (Chiatante et al. 2015). Proprio in queste fasi, le specie vegetali che presentano strategie morfo-fisiologiche vincenti possono competere fortemente con le altre specie, arrivando a dominare lo strato arboreo di un popolamento maturo. Le specie vegetali, inoltre, producono essudati radicali che hanno molteplici funzionalità chimiche, fisiche e biologiche in relazione all'allelopatia: è stato dimostrato che tali molecole organiche, presenti nella rizosfera, sono in grado di modificare lo sviluppo degli individui vicini a livello intra- e inter-specifico (Walker et al. 2003, Bais et al. 2006), influenzando direttamente la composizione specifica delle comunità vegetali (Rice 1984). Con il presente studio sono stati investigati gli aspetti morfo-fisiologici (a livello dell'intera pianta) e molecolari (a livello degli essudati radicali) di *Quercus robur* L. (autoctona) e *Quercus rubra* L. (esotica invasiva), con l'obiettivo di comprenderne le possibili strategie di crescita durante le prime fasi di sviluppo.

Materiali e Metodi

Il lavoro è stato condotto mediante l'esecuzione di due esperimenti.

Il primo esperimento ha indagato gli aspetti morfo-fisiologici, durante le prime fasi di sviluppo, di 96 plantule nate da seme a cui sono stati applicati due livelli di stress idrico in ambiente controllato. Per ogni individuo sono stati monitorati i parametri fisiologici fogliari: conduttanza stomatica, fluorescenza, e potenziale idrico. Nella fase di campionamento le giovani piante sono state liberate dal terreno e suddivise nella loro componente epigea e ipogea. Quest'ultima è stata sottoposta a scansione in modo da ottenere successivamente, tramite il programma

WinRHIZO, le misure relative a diametro e lunghezza radicale. È stata infine misurata la biomassa di radici e fusto.

Il secondo esperimento ha riguardato le interazioni allelopatiche, tra le due specie studiate, attraverso l'analisi dei metaboliti secondari secreti dalle radici di 48 individui cresciuti in copresenza o meno di individui della stessa specie o di specie diverse. Il procedimento è stato ottenuto riadattando il protocollo messo a punto da Phillips et al. (2008). Il profilo degli essudati radicali per ciascun trattamento è stato ottenuto mediante HPLC-DAD e le differenze analizzate tramite PCA (*Principal Component Analysis*).

Risultati

Dai dati ottenuti dal primo esperimento è stato possibile osservare come le due specie abbiano manifestato risposte morfo-fisiologiche differenti. A livello morfologico, nelle piante soggette a stress si è registrata una rapida crescita dell'apparato radicale rispetto a quello aereo, soprattutto entro i primi giorni dall'interruzione dell'erosione dell'acqua. Dall'analisi della varianza (ANOVA) è emerso che le differenze maggiori tra le due specie indagate, dopo 32 giorni di progressivo inaridimento del suolo, si sono presentate a livello fisiologico: *Q. robur* ha mostrato valori significativamente più bassi di *Q. rubra*, sia per la conduttanza stomatica ($7,33 \pm 1,91$ vs. $14,01 \pm 4,2$), sia per il potenziale idrico fogliare ($-2,74 \pm 0,22$ vs. $-0,91 \pm 0,06$). Rispetto a *Q. robur*, *Q. rubra* ha mantenuto per entrambi i parametri valori poco inferiori rispetto a quelli delle piante controllo.

Dal secondo esperimento è emerso che gli individui di *Q. robur* hanno presentato un accrescimento maggiormente significativo soprattutto a livello di biomassa aerea in condizioni di non-self, ossia in co-presenza di *Q. rubra*. Le due specie hanno mostrato un comportamento diverso anche per quanto riguarda le interazioni allelopatiche: rispetto agli individui controllo, collocati singolarmente nei vasi, è stata osservata una variazione della composizione molecolare degli essudati radicali, sia in caso di co-presenza di 2 individui della stessa specie – solo in *Q. rubra* –, che nel caso di 2 individui appartenenti a specie diverse. Non è stata individuata la presenza di alcuni specifici metaboliti indagati: quercetina, apigenina, rutina e kaempferolo.

Discussione

Per quanto riguarda il primo esperimento, *Q. rubra* ha mostrato una risposta tipica delle specie "stress evitatrici" (Manes et al. 2006): ha infatti evidenziato una ridotta attività fisiologica e una crescita minore durante lo stress, consentendo il mantenimento di una maggiore umidità del terreno. Un comportamento simile trova riscontro anche in condizioni naturali, in quanto le plantule di *Q. rubra* mostrano una resistenza all'aridità attraverso la chiusura degli stomi già al mattino presto a scapito dell'assimilazione del carbonio (Cavender-Bares Bazzaz 2000). *Q. robur* si è comportata invece come una pianta "stress tollerante", in quanto ha ottimizzato le proprie capacità captative di acqua dal suolo al fine di sostenere la crescita.

Il secondo esperimento ha permesso di intravedere l'avvenuta interazione allelochimica, a livello radicale, tra le due specie. L'assenza dei metaboliti indagati è di difficile interpretazione: secondo alcuni studi questi composti risultano essere maggiormente presenti nelle gemme fogliari che negli apici radicali (Morreel et al. 2006). Di difficile interpretazione è anche il profilo mostrato da *Q. rubra* in caso di vicinanza ad un individuo della stessa specie.

Dal presente studio si evince che il diverso comportamento che caratterizza le due specie, spesso coesistenti nei medesimi territori, può essere determinante soprattutto nella fase di reclutamento delle giovani piante: aspetto da tenere quindi in debita considerazione nella gestione dell'invasività di *Q. rubra*, inserita nella lista nera della Lombardia e quindi da sottoporre a monitoraggio e contenimento.

Letteratura citata

- Bais HP, Weir TL, Perry LG, Gilroy S, Vivanco JM (2006) The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. *Annual Review of Plant Biology* 57: 233-66.
- Banfi E, Galasso G (2010) *La flora esotica lombarda*. Museo di Storia Naturale di Milano, Milano. 273 pp.
- Cavender-Bares J, Bazzaz FA (2000) Changes in drought response strategies with ontogeny in *Quercus rubra*: implications for scaling from seedlings to mature trees. *Oecologia* 124: 8-18.
- Chiatante D, Tognetti R, Scippa GS, Congiu T, Baesso B, Terzaghi M, Montagnoli A (2015) Interspecific variation in functional traits of oak seedlings (*Quercus ilex*, *Quercus trojana*, *Quercus virgiliana*) grown under artificial drought and fire conditions. *Journal of Plant Research* 128: 595-611.
- Lichstein JW, Grau HR, Aragon R (2004) Recruitment limitation in secondary forest dominated by an exotic tree. *Journal of Vegetation Science* 15: 721-728.
- Manes F, Vitale M, Donato E, Giannini M, Puppi G (2006) Different ability of three Mediterranean oak species to tolerate progressive water stress. *Photosynthetica* 44: 387-393.
- Morreel K, Goeminne G, Storme V, Sterck L, Ralph J, Coppieters W, Breyne P, Steenackers M, Georges M, Messens E, Boerjan W (2006) Genetical metabolomics of flavonoid biosynthesis in *Populus*: a case study. *The Plant Journal* 47: 224-237.
- Phillips R.P, Erlitz Y, Bier R, Bernhardt ES (2008) Belowground responses to climate change. New approach for capturing soluble root exudates in forest soils. *Functional Ecology* 22: 990-999.

Rice EL (1984) Allelopathy. 2nd ed. Academic Press. 368 pp.

Walker TS, Bais HP, Grotewold E, Vivanco JM (2003) Root Exudation and Rhizosphere Biology. *Plant Physiology* 132: 44-51.

Candidato: Anna Claudia Caspani

Relatore: Bruno Enrico Leone Cerabolini

Correlatori: Antonino Di Iorio, Antonio Montagnoli

Dipartimento di Scienza e Alta Tecnologia, Università dell'Insubria, Via Valleggio 11, 22100 Como

Anno di discussione: 2020

L'incendio dell'estate del 2017 sul Monte Faito: effetti sul suolo della faggeta

T. Di Santo

Introduzione

Il fuoco rappresenta un fattore di disturbo che causa notevoli cambiamenti negli ecosistemi terrestri. Esso è generalmente di origine antropica, ma in alcuni ecosistemi, come in quelli a clima mediterraneo, costituisce anche un fattore ecologico naturale al quale molte specie si sono adattate (Blasi et al. 2004).

Nel luglio del 2017, un incendio innescatosi nei pressi di Vico Equense (Napoli) e successivamente propagatosi sul Monte Faito (Monti Lattari), ha prodotto la parziale distruzione della faggeta, che rappresenta un habitat di importanza comunitaria ai sensi della Direttiva Habitat 92/43/CEE (9210* Faggeti degli Appennini con *Taxus* e *Ilex*). A due anni dall'incendio, l'area presentava ancora chiari segni del passaggio del fuoco con zone prive di vegetazione arborea, accanto ad altre aree che evidentemente non erano state interessate dalle fiamme. Al fine di valutare l'effetto del fuoco sulle possibilità di recupero della faggeta, nel corso di questo lavoro di tesi sono state analizzate alcune proprietà chimiche e biologiche dei suoli. Il lavoro si inserisce in uno studio più ampio volto a valutare la resilienza di questa formazione forestale al fuoco, analizzando l'effetto di tale fattore di disturbo sulla flora vascolare e sulle comunità microbiche (Stinca et al. 2020). Le informazioni acquisite sono pertanto essenziali per la comprensione dei rapporti suolo-vegetazione nelle aree sottoposte a disturbi antropici.

Materiali e Metodi

Area di studio. Lo studio è stato condotto nei pressi di M. Sant'Angelo a Tre Pizzi, la vetta più elevata dei Monti Lattari (Sud Italia). Il territorio è costituito prevalentemente da rocce carbonatiche ricoperte da sedimenti piroclastici. L'area presenta un clima mediterraneo e rientra nel territorio del Parco Regionale dei Monti Lattari e nel SIC "Dorsale dei Monti Lattari IT-8030008".

Disegno sperimentale. Il campionamento del suolo (0-15 cm) è stato effettuato il 12 agosto 2019 (a due anni dall'incendio), in 5 zone bruciate e 5 zone non bruciate, considerate come controllo. In laboratorio i campioni di suolo sono stati setacciati (<2 mm) e suddivisi in due aliquote: un'aliquota conservata a 4° C per le analisi biologiche (biomassa microbica, carbonio organico estraibile, carbonio mineralizzabile, biomassa fungina totale, attività microbica) e per la determinazione del tenore idrico (metodo gravimetrico, Allen 1989); un'aliquota seccata all'aria utilizzata per analisi chimiche (pH, conducibilità elettrica, capacità di scambio cationico, carbonio organico totale). Negli stessi siti di studio sono stati eseguiti rilievi floristico-vegetazionali e parte dei suoli raccolti sono stati sottoposti ad analisi metagenomica (Stinca et al. 2020).

Indici microbici. Dalla quantità di carbonio mineralizzabile e di carbonio organico totale (C_{org}) è stato calcolato il quoziente di mineralizzazione del carbonio ($qM = mg\ CO_2-C\ kg^{-1}\ C_{org}$) (Riffaldi et al. 1996). Inoltre, dai valori di respirazione, biomassa microbica (C_{mic}) e biomassa fungina (espressa come carbonio, C_{fung} ; Swift et al. 1979) è stato possibile ricavare il quoziente metabolico ($qCO_2 = mg\ CO_2-C\ g^{-1}\ C_{mic}\ giorno^{-1}$) e la percentuale di C microbico rappresentata da C fungino ($C_{fung}\ \% C_{mic}$). Tali indici microbici sono sensibili agli stress ambientali (Rutigliano et al. 2007, Anderson, Domsh 2010).

Analisi statistiche. Per ogni parametro analizzato è stata rilevata la media e la deviazione standard delle cinque repliche di campo per ogni condizione sperimentale (controllo e bruciato). Le eventuali differenze significative tra le condizioni sperimentali sono state valutate eseguendo il t-test ($P < 0,05$), mediante l'uso del software Sigma Plot 12.0, dopo aver normalizzato tutti i dati mediante trasformazione in logaritmo decimale.

Risultati

Dalle analisi dei suoli è emerso che il passaggio del fuoco ha determinato un aumento del pH e della conducibilità elettrica, così come una riduzione della capacità di scambio cationico. La combustione non ha invece interessato la sostanza organica del suolo, che è risultata inalterata dopo il fuoco, sia come pool totale, che come frazione estraibile. Analogamente, il fuoco non ha influenzato negativamente la biomassa microbica, né il micelio fungino

e la percentuale di carbonio microbico costituita da carbonio fungino. La dinamica della respirazione potenziale e la curva cumulativa di respirazione non hanno dimostrato differenze significative nelle due condizioni considerate, controllo e bruciato. Ugualmente, nessuna differenza significativa è stata osservata in termini di respirazione potenziale e di indici di metabolismo microbico (qCO_2 e qM).

Discussione

I dati ottenuti hanno mostrato che, a due anni dall'incendio che ha colpito l'area di studio nel 2017, solo il pH, la conducibilità elettrica e la capacità di scambio cationico del suolo hanno evidenziato variazioni, significative, rispetto ai siti controllo. L'aumento di pH dopo gli incendi si verifica maggiormente in suoli acidi forestali, in quanto il fuoco determina la combustione di una notevole quantità di sostanza organica con rilascio di cationi (Blasi et al. 2004). Non sono state osservate, invece, variazioni del contenuto in carbonio organico totale ed estraibile, né dei parametri microbici considerati. In uno studio condotto in macchia mediterranea, la componente fungina della comunità microbica è risultata ridotta nei suoli bruciati, rispetto ai controlli, fino a due anni dopo un incendio sperimentale, a differenza della componente batterica e dell'attività microbica totale, che sono risultate addirittura aumentate nei primi tre mesi dopo il fuoco (Rutigliano et al. 2007). In accordo con precedenti studi (van Gils et al. 2010, Ascoli et al. 2015), nelle parcelle bruciate è stata osservata una rinnovazione del faggio, anche se sporadica, associata a specie erbacee ed arbustive autoctone (Stinca et al. 2020). I risultati hanno pertanto mostrato che il fuoco ha avuto un lieve impatto sulle caratteristiche del suolo esaminate. Tale effetto, associato alla rinnovazione agamica e gamica del faggio (Stinca et al. 2020), lascia prevedere che, in assenza di ulteriori disturbi, un recupero, seppure con i lunghi tempi, di una successione ecologica secondaria.

Letteratura citata

- Allen SE (1989) Chemical analysis of ecological materials. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 368 pp.
- Anderson TH, Domsch KH (2010) Soil microbial biomass: the eco-physiological approach. *Soil Biology and Biochemistry* 42(12): 2039-2043.
- Ascoli D, Vacchiano G, Maringer J, Bovio G, Conedera M (2015) The synchronicity of masting and intermediate severity fire effects favors beech recruitment. *Forest Ecology and Management* 353: 126-135.
- Blasi C, Bovio G, Corona P, Marchetti M, Maturani A (Eds.) (2004) Incendi e complessità ecosistemica. Dalla pianificazione forestale al recupero ambientale. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Società Botanica Italiana. Palombi & Partner, Roma. 353 pp.
- Riffaldi R, Saviozzi A, Leviminzi R (1996) Carbon mineralization kinetics as influenced by soil properties. *Agriculture Biology and Environmental Science* 22: 293-298.
- Rutigliano FA, De Marco A, D'Ascoli R, Castaldi S, Gentile A, Virzo De Santo A (2007) Impact of fire on fungal abundance and microbial efficiency in C assimilation and mineralization in a Mediterranean maquis soil. *Biology and Fertility of Soils* 44: 377-381.
- Stinca A, Ravo M, Marzaioli R, Marchese G, Cordella A, Rutigliano FA, Esposito A (2020) Changes in Multi-Level Biodiversity and Soil Features in a Burned Beech Forest in the Southern Italian Coastal Mountain. *Forests* 11(9): 983.
- Swift MJ, Heal OW, Anderson JM (1979) Decomposition in terrestrial ecosystems. *Studies in ecology* 5. Blackwell Scientific, University of California Press, Berkeley and Los Angeles. 372 pp.
- van Gils H, Odoi JO, Andrisano T (2010) From monospecific to mixed forest after fire? An early forecast for the montane belt of Majella, Italy. *Forest Ecology and Management* 259(3): 433-439.

Candidato: Teresa Di Santo

Relatore: Flora Angela Rutigliano

Correlatore: Rossana Marzaioli

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Biologiche e Farmaceutiche, Università della Campania Luigi Vanvitelli, Via Vivaldi 43, 81100 Caserta

Anno di discussione: 2020

Effetti del batterio endofita *Pseudomonas migulae* 8r6, produttore di acc-deaminasi, sulla tolleranza di *Solanum lycopersicum* cv. Marmande in condizioni di stress salino

L. Esposito

Introduzione

La salinità dei suoli induce uno stress abiotico di grandissimo impatto sulle colture agricole determinando una minore produzione agroalimentare, un calo dell'offerta di beni sui mercati ed evidenti ricadute economiche

negative per gli agricoltori. In linea generale, le piante si difendono dagli stress ambientali adottando diverse strategie ed in ciò possono essere coadiuvate da microrganismi benefici presenti nel suolo.

In questo lavoro di tesi sono stati osservati, in condizioni di stress salino, gli effetti del batterio endofita facoltativo, produttore di ACC deaminasi, *Pseudomonas migulae* 8R6 (esprime Green Fluorescent Protein-GFP e Wild Type-WT) sulla crescita di piante di *Solanum lycopersicum* cv. Marmande.

Materiali e Metodi

Gli effetti di 8R6-GFP su pomodoro Marmande sono stati studiati in condizioni normali (controllo) e di stress salino. In entrambi i casi i semi sono stati sterilizzati e collocati in vasi contenenti sabbia di quarzo, che sono stati chiusi all'interno di sacchetti, detti Sunbags™ (con filtro 0,22 µm), al fine di mantenere la sterilità nei primi momenti di crescita delle piantine. I sacchetti sono stati rimossi dopo 28 giorni affinché le piante si sviluppasse. Le piante sono state irrigate con soluzione nutritiva Long Ashton (LA) 96 µM di P (Hewitt 1966) sterile. Venti giorni dopo la semina, dalle piante controllo sono state prelevate sezioni di fusto e foglie ed osservate al microscopio ottico a luce trasmessa per ricavarne i parametri cellulari (circolarità e feret) mediante il software Image J. Dopo un mese le foglie sono state sottoposte a scansione e, ad analisi con Image J, gli apparati radicali sono stati scansionati e analizzati con il software WinRhizo. I campioni sono stati quindi processati con metodo microbiologico per verificare la presenza del batterio all'interno delle diverse parti delle piante, utilizzando terreno TSA (Trypticase Soy Agar, Fluka) contenente kanamicina (50 µg/mL), rifampicina (100 µg/mL) (a cui il batterio è resistente) e cicloesimide (100×). Per la visualizzazione del batterio all'interno dei campioni è stato utilizzato un microscopio confocale.

Nella seconda sperimentazione sono state utilizzate 10 piante controllo, 10 inoculate con 8R6-GFP e 10 inoculate con 8R6 WT. Cinque piante per gruppo sono state sottoposte a stress salino (LA+150mM di NaCl/L, pH 6,72). Dopo un mese sono stati analizzati, con le stesse modalità del primo esperimento, i parametri morfometrici e ponderali.

Nei due mesi di trattamento con NaCl sono state eseguite a cadenza settimanale le valutazioni dell'indice di efficienza fotosintetica, utilizzando l'Handy PEA. I parametri sono stati utilizzati per: effettuare l'OJIP-Test (Strasser, Strasser 1995), le curve della differenza di fluorescenza relativa $\Delta V(O-J)$ (che rappresentano l'attività dell'Oxygen Evolving Complex), il grafico di PI (Performance Index) e i grafici "Energy pipelines" dei flussi fenomenologici. Dal 30° giorno dall'inizio del trattamento, per 21 giorni, sono stati osservati i sintomi da stress salino. Tutti i risultati sono stati elaborati mediante il software Microsoft Excel, OriginPro 8 e sottoposti ad analisi statistica con il programma R.

Risultati

Nel primo esperimento le piante batterizzate presentavano, rispetto a quelle di controllo, il fusto con cellule epidermiche e del parenchima corticale più piccole e tonde, le foglie con cellule del tessuto a palizzata e del lacunoso più piccole, e con maggiori spazi intercellulari. I parametri morfometrici (area fogliare, lunghezza, area, diametro medio, volume e numero di apici dell'apparato radicale) e ponderali (peso fresco e secco) delle piante batterizzate erano inferiori rispetto a quelle di controllo.

Le analisi microbiologiche e microscopiche hanno rilevato la presenza del batterio nelle foglie, nel fusto e nei semi; i CFU/g erano maggiori nei campioni di foglie rispetto a quelli di fusto. Il batterio, nel tegumento e nelle riserve del seme, ha indotto un effetto positivo sulla germinazione.

Nella seconda sperimentazione, in assenza di stress salino, i parametri morfometrici e ponderali sono risultati superiori nel controllo rispetto a quelli delle piante batterizzate con il WT o con 8R6-GFP. In condizioni di stress salino, invece, gli stessi parametri risultavano maggiori nelle piante inoculate con il WT rispetto a quelle inoculate con il batterio esprime la GFP. Inoltre, le piante batterizzate con il WT non presentavano segni di clorosi, necrosi, avvizzimento, danni importanti al sistema fotosintetico, rispetto a quelle inoculate con 8R6-GFP.

Discussione

8R6-GFP è stato trovato soprattutto nelle foglie: ciò fa ipotizzare che esso prediliga il luogo in cui avviene la produzione di materia organica. Il batterio ha avuto effetti morfogenetici sulle cellule della pianta, grazie anche all'attività ACC-deaminasica, che permette di scindere l'ACC, precursore dell'etilene, prodotto dalla pianta (Glick 2015, Bharti, Barnawal 2019). Il batterio è stato localizzato anche nei semi ove il suo trasferimento può realizzarsi grazie a connessioni vascolari o per via gametica (Truyens et al. 2015).

Il batterio limitava la crescita delle piante in condizioni normali, ma ne migliorava la germinazione. Altri studi hanno rivelato che *P. migulae* non limitava la crescita (Gamalero et al. 2016). Queste discrepanze potrebbero essere ricondotte alle diverse cultivar e ai diversi substrati utilizzati.

In questo lavoro è stato confermato che lo stress salino influenza negativamente i parametri relativi alla parte aerea della pianta (Acosta-Motos 2017) ed è stato mostrato che la presenza del batterio WT aumenta la tolleranza allo stress.

Un appropriato sistema radicale, la cui crescita è influenzata dalla produzione di acido indolacetico da parte dei PGPB, assicura l'assorbimento dei nutrienti e dell'acqua in condizioni saline e migliora la resistenza della pianta (Acosta-Motos et al. 2017, Orozco-Mosqueda et al. 2019). Nell'esperimento in oggetto gli apparati radicali delle piante inoculate con il WT presentavano, in assenza di sale, parametri morfometrici e ponderali migliori rispetto alle piante con 8R6-GFP. In presenza di sale gli stessi parametri sopra citati per le piante con WT risultavano essere ancora migliori rispetto a quelle con batterio in grado di esprimere GFP, che avevano un apparato radicale poco ramificato. In entrambi gli esperimenti, il WT ha determinato il miglioramento di tutti i parametri considerati, al contrario di 8R6-GFP. E' stato ipotizzato che tale risultato possa dipendere da danni citotossici indotti dalla GFP, oppure dall'antibiotico resistenza. Esso è comunque ininfluenza per lo scopo dell'utilizzo di 8R6-GFP, mirato alla sola localizzazione e non ad una applicazione pratica.

Avendo verificato che il WT promuove la crescita e migliora l'attività fotosintetica in condizioni di stress salino, sono state confermate le ipotesi presenti in letteratura, secondo le quali esistono batteri che promuovono la crescita delle piante solo contrastando gli effetti degli stress ambientali (Glick et al. 2007). 8R6 è uno di questi ed è efficace su pomodoro, ove si localizza anche nel seme, il che porta ad ipotizzarne un possibile uso in agricoltura.

Letteratura citata

- Acosta-Motos JR, Ortuño MF, Bernal-Vicente A, Diaz-Vivancos P, Sanchez-Blanco MJ, Hernandez JA (2017) Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. *Agronomy* 7(1): 18.
- Bharti N, Barnawal D (2019) Amelioration of salinity stress by PGPR: ACC deaminase and ROS scavenging enzymes activity. In: Kishore Singh A, Kumar A, Kumar Singh P (Eds.) *PGPR Amelioration in Sustainable Agriculture* 5: 85-106. Woodhead Publishing, Cambridge.
- Gamalero E, Marzachi C, Galetto L, Veratti F, Massa N, Bona E, D'Agostino G (2016) An 1-Aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase-expressing endophyte increases plant resistance to flavescente dorée phytoplasma infection. *Plant Biosystems* 151(2): 331-340.
- Glick BR (2015) Stress control and ACC deaminase. In: Lugtemberg B (Ed.) *Principles of Plant-Microbe Interactions*: 257-264. Springer, Cham, Switzerland.
- Glick BR, Cheng Z, Czarny J, Duan J (2007) Promotion of plant growth by ACC deaminase-producing soil bacteria. In: Bakker PAHM, Raaijmakers JM, Bloemberg G, Höfte M, Lemanceau P, Cooke BM (Eds.) *New perspectives and approaches in plant growth-promoting Rhizobacteria research*: 329-339. Springer, Dordrecht.
- Hewitt EJ (1966) *Sand and Water Culture Methods Used in the Study of Plant Nutrition*. Technical Communication 22 of the Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops, East Mailing, Maidstone, Kent. 547 pp.
- Orozco-Mosqueda M, Duan J, DiBernardo M, Zetter E, Campos-Garcia J, Glick BR, Santoyo G (2019) The production of ACC deaminase and trehalose by the plant growth promoting bacterium *Pseudomonas* sp. UW4 synergistically protect tomato plants against salt stress. *Frontiers in Microbiology* 10: 1392.
- Strasser BJ, Strasser RJ (1995) Measuring Fast Fluorescence Transients to Address Environmental Questions: The JIP-Test. In: Mathis P (Ed.) *Photosynthesis: From Light to Biosphere*: 977-980. KAP Press, Dordrecht.
- Truyens S, Weyens N, Cuypers A, Vangronsveld J (2015) Bacterial seed endophytes: genera, vertical transmission and interaction with plants. *Environmental Microbiology Reports* 7(1): 40-50.

Candidato: Lorenzo Esposito

Relatore: Graziella Berta

Dipartimento di Scienze e Innovazione Tecnologica, Università del Piemonte Orientale, Viale Teresa Michel 11, 15121 Alessandria

Anno di discussione: 2019

Servizi ecosistemici dei suoli alpini e cambiamento climatico: il caso dell'alta Valle Adamè

G. Mascetti

Introduzione

Il servizio ecosistemico di regolazione del clima fornito dai suoli è determinato dalla loro capacità di mantenere e potenzialmente incrementare la quantità di carbonio in esso stoccata, mediante un processo di cattura della CO₂ atmosferica e di stoccaggio a lungo termine del carbonio. I suoli alpini garantiscono un elevato livello di stoccaggio del carbonio, grazie alla prevalenza di ambienti dominati da foreste e pascoli, soprattutto negli strati più superficiali (Solaro, Brenna 2005, Garlato et al. 2009).

L'obiettivo di questo lavoro di tesi è duplice: a) valutazione del servizio di regolazione del clima fornito dal suolo, anche al fine di stimare alcune possibili conseguenze dei cambiamenti climatici in atto; b) studio delle relazioni suolo-vegetazione in saliceto a dominanza di *Salix herbacea* L., rodoreto a *Rhododendron ferrugineum* L., nardeto a *Nardus stricta* L., varieto a *Festuca luedii* (Markgr.-Dann.) Foggi, Gr.Rossi, Parolo & Wallossek e adenostileto ad *Adenostyles leucophylla* (Willd.) Rchb.

Materiali e Metodi

Le indagini pedologiche sono state svolte nel mese di luglio 2019 e hanno interessato la fascia altitudinale tra 2000 e 2400 m dell'alta Valle Adamè, una valle glaciale del gruppo montuoso dell'Adamello che ricade all'interno del Parco Naturale Regionale dell'Adamello (Lombardia).

Per ogni tipologia di vegetazione sono stati individuati 5 popolamenti estesi almeno 30×30 m, all'interno dei quali nei mesi di Luglio ed Agosto 2019 sono stati scelti, in modo random, 3 plot di 0,5 m². In ciascun plot è stato studiato il suolo, aprendo e campionando minipit profondi almeno 40 cm. Il rilevamento pedologico è stato dunque svolto su un totale di 75 punti, descrivendo i profili di suolo per orizzonti genetici e prelevando campioni per strati minerali (0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm). Ulteriori campionamenti hanno riguardato gli orizzonti organici del suolo, la biomassa epigea e quella ipogea. Sui campioni minerali sono determinati i principali caratteri del suolo: tessitura, densità apparente, reazione (pH in H₂O), concentrazione di carbonio organico e azoto totale. Per gli orizzonti organici è stato determinato il contenuto di sostanza organica, di carbonio organico e di azoto totale. La biomassa epigea è stata essiccata in stufa e pesata, mentre gli apparati radicali sono stati separati dalla frazione minerale, essiccati e suddivisi in classi diametriche. I suoli sono stati classificati tassonomicamente utilizzando il sistema WRB (IUSS Working Group WRB 2015).

Risultati

Le indagini di campo e laboratorio hanno permesso di individuare le quattro principali tipologie di suolo presenti nella Valle Adamè: Leptosol, Fluvisol, Podzol e Umbrisol. Si tratta di suoli poco profondi, acidi, con tessitura franco-sabbiosa e con un orizzonte superficiale ricco in carbonio organico. Al di sotto di questo orizzonte si può trovare: il materiale parentale roccioso nei suoli sottili (Leptosol) dell'adenostileto; una stratificazione di orizzonti C-A tipica dei suoli fluviali (Fluvisol) di nardeto e rodoreto; un orizzonte spodico ricco in carbonio organico e ossidi di ferro nei Podzol di saliceto, nardeto e varieto; un orizzonte protospodico negli Umbrisol del varieto.

Lo spessore del suolo, parametro ben correlato alle tipologie pedologiche, è maggiore nel varieto (media 35 cm) e molto limitato nell'adenostileto (media 12,5 cm). Adenostileto e varieto sono anche caratterizzati dai suoli rispettivamente più acidi (pH 4,4) e meno acidi (pH 5,0). Per quanto riguarda il contenuto di carbonio organico, il varieto è la tipologia di vegetazione che presenta il C stock più elevato (22,0 kg/m²), risultato che può essere messo in relazione con l'elevata densità della biomassa epigea e con la presenza di consistenti orizzonti organici. A seguire, in ordine decrescente di C stock, si trovano: saliceto (18,8 kg/m²), nardeto (10,1 kg/m²) e rodoreto (7,1 kg/m²). L'adenostileto è caratterizzato dai suoli più poveri di carbonio (3,1 kg/m²), anche a causa del loro scarso spessore. Le analisi statistiche (PROC MIXED, software SAS) confermano la significatività dell'effetto della vegetazione sul contenuto di carbonio dei suoli, sottolineando le differenze tra il C stock di saliceto-nardeto, saliceto-rodoreto e adenostileto rispetto a tutte le altre vegetazioni. Mettono inoltre in evidenza l'effetto significativo della pendenza. Gli orizzonti organici più ricchi sono quelli del varieto, seguiti da rodoreto, adenostileto, nardeto ed infine saliceto (quest'ultimo quasi sempre privo di orizzonti organici). L'effetto della vegetazione sulla quantità e sulla tipologia di lettiera è stato dimostrato statisticamente.

Discussione

Le possibili conseguenze dei cambiamenti climatici sulla capacità del suolo di stoccare carbonio sono state valutate sulla base di due parametri chiave: temperatura e umidità del suolo. L'incremento della temperatura stimola l'attività biologica e microbica: da un lato, questo si traduce in un aumento della produzione di biomassa, che contribuisce al sequestro di CO₂ atmosferica; dall'altro, all'opposto, favorisce la mineralizzazione della sostanza organica, con conseguente perdita di carbonio dai suoli ed emissione di CO₂ in atmosfera. L'attività microbica è stata identificata come il principale responsabile della perdita di carbonio dei suoli a seguito di un aumento di temperatura (Bradford et al. 2016). La diminuzione dell'umidità del suolo, dovuta all'aumento delle temperature, alla diminuzione delle precipitazioni e alla minor permanenza della copertura nevosa nelle vallette nivali, influisce anch'essa sull'attività biologica, favorendo alcune tipologie di vegetazione a scapito di altre. In un lavoro di tesi parallelo (Chiuchiolo 2020) si ipotizza che il saliceto potrebbe presto essere sostituito dal nardeto e successivamente dal rodoreto. Giudicando in base ai suoli studiati, una modificazione di questo tipo potrebbe tradursi, nel medio-lungo periodo, in una diminuzione del carbonio organico sequestrato dal suolo e in un conseguente feedback positivo sui cambiamenti climatici (aumento della temperatura e diminuzione dell'umidità del suolo). Restano in sospeso alcune domande relative ad un possibile feedback negativo nel lungo

periodo in condizioni di temperature particolarmente elevate, che potrebbero favorire l'espansione del varietà sul versante Sud e la risalita del rodoreto sul versante Nord dell'area di studio.

Letteratura citata

- Bradford MA, Wieder WR, Bonan GB, Fierer N, Raymond PA, Crowther TW (2016) Managing uncertainty in soil carbon feedbacks to climate change. *Nature Climate Change* 6(8): 751-758.
- Chiuchiolo A (2020) Vegetazione alpina e cambiamento climatico: il caso dell'alta Valle Adamè (Gruppo dell'Adamello, Alpi centrali). Tesi di laurea magistrale. Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Terra, Università degli Studi di Milano-Bicocca. 97 pp.
- Garlato A, Obber S, Vinci I, Mancabelli A, Parisi A, Sartori G (2009) La determinazione dello stock di carbonio nei suoli del Trentino a partire dalla banca dati della carta dei suoli alla scala 1:250.000. *Studi Trentini di Scienze Naturali. Suoli degli ambienti alpini* 85: 157-160.
- IUSS Working Group WRB (2015) World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. *World Soil Resources Reports* No. 106. FAO, Rome. 192 pp.
- Solaro S, Brenna S (2005) Il carbonio organico nei suoli e nelle foreste della Lombardia. *Il Suolo* 34(1-3): 24-28.

Candidato: Gaia Mascetti

Relatore: Roberto Comolli

Correlatori: Chiara Ferré, Rodolfo Filippo Gentili

Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Terra, Università di Milano-Bicocca, Piazza della Scienza 1, 20126 Milano

Anno di discussione: 2020

Indagini sugli effetti della distribuzione dei pollini d'interesse aerobiologico nella popolazione in età evolutiva residente nella Conca Aquilana

F. De Braco

Introduzione

La prevalenza di pollinosi o rinite allergica causata dai pollini sta aumentando in tutto il mondo; in Europa si conta che il 40% della popolazione soffra di questa patologia (Lake et al. 2017). Numerosi studi hanno provato l'esistenza di una correlazione fra la diffusione della pollinosi e l'inquinamento. Dall'evento sismico del 2009, il territorio della Conca Aquilana è stato interessato da numerosi cantieri che hanno in parte modificato l'assetto urbanistico e che potrebbero aver avuto un impatto sulla qualità dell'aria (Pace et al. 2016). Lo scopo di questo lavoro, che fa parte di un progetto più ampio approvato all'Internal Review Board-Univaq, è stato quello di analizzare gli effetti del polline prodotto da specie vegetali d'interesse allergologico su un campione di popolazione in età evolutiva distribuito in differenti zone all'interno della Conca Aquilana (Italia centrale).

Materiali e Metodi

Utilizzando le mappe Uso del suolo e Tipologie forestali (edizione 2010), disponibili sul sito del geoportale della Regione Abruzzo (<http://geoportale.regione.abruzzo.it/Cartanet>), è stata elaborata una carta della distribuzione degli areali delle piante d'interesse aerobiologico nella Conca Aquilana, utilizzando il software Q-gis 2.18.0. Le tipologie vegetazionali simili sono state accorpate per una migliore lettura della mappa (ad esempio le categorie "cedui matricinati" e "cedui semplici" sono state inglobate nella dicitura più ampia di "latifoglie") ed è stata calcolata la percentuale di areale occupato da ogni categoria. L'indagine ha interessato il territorio del comune di L'Aquila e quello dei comuni limitrofi. L'area di studio è stata quindi divisa in tre zone: CENTRO, EST ed OVEST. Sono stati distribuiti dei questionari autosomministrati, con lo scopo di raccogliere informazioni riguardanti i sintomi e le cause dei disturbi respiratori, la storia clinica e alcune abitudini di vita dei partecipanti allo studio, nonché informazioni su alcune patologie e sulle abitudini al fumo dei rispettivi familiari. I dati raccolti attraverso i questionari sono stati informatizzati in una matrice Excel e analizzati con il software Stata 14. Sono state ricercate le associazioni fra le variabili e la presenza di disturbi respiratori causati dai pollini attraverso l'utilizzo del test del chi quadro (χ^2) e del test esatto di Fisher (p).

Risultati

La mappa degli areali di distribuzione delle piante d'interesse aerobiologico ci ha permesso di individuare alcune differenze fra le tre zone d'indagine. La zona CENTRO, caratterizzata dalla presenza di numerosi edifici, comprende anche ampi spazi destinati a verde pubblico. La zona OVEST è caratterizzata da aree con vegetazione

forestale costituita da latifoglie (querceti, ornio-ostrieti ed in misura minore faggete) e da aree con vegetazione arbustiva ed erbacea. La vegetazione che contraddistingue la zona EST è costituita in prevalenza da conifere, cespuglieti, pascoli, aree dedicate a colture agrarie e aree a ricolonizzazione naturale e artificiale. Dalla distribuzione dei questionari si è ottenuto un campione di 1564 bambini e ragazzi con età media di 9 ± 3 anni, il 48% dei quali di genere femminile. Del campione totale, il 36% (563 partecipanti) ha dichiarato di presentare disturbi respiratori. Alla domanda se fosse stato possibile individuarne la causa scatenante, il 16% del campione totale ha risposto che i disturbi erano causati dai pollini, il 13% dall'infezione acuta, l'11% dagli acari della polvere, il 3% da cibi e/o bevande e solo l'1% dal fumo passivo di sigaretta. Lo studio si è quindi focalizzato sui 245 individui (150 maschi e 95 femmine) che hanno dichiarato di soffrire di malattie respiratorie causate dai pollini. L'età media dei bambini e ragazzi allergici ai pollini è risultata di 10 ± 3 anni. Il 36% dei partecipanti allergici ai pollini risiedeva nella zona EST, il 34% nella zona OVEST ed il 30% nella zona CENTRO. Sono state ricercate associazioni riguardanti la presenza dei disturbi respiratori causati dai pollini con il sesso, la zona di residenza e l'età. Fra queste sono risultate significative l'associazione con il sesso ($\chi^2=10,04$; $p=0,002$) e con l'età ($\chi^2=56,63$; $p<0,001$). Le pollinosi emerse sono quelle rilevate dal Prick-test standard (cioè un test allergologico cutaneo); le più diffuse risultano essere quelle causate dai pollini prodotti da specie appartenenti alle famiglie delle Poaceae e delle Cupressaceae ed al genere *Corylus*. L'analisi dei dati sulle concentrazioni dei pollini relative all'anno 2018 (dati nostri AQ01 Univaq-RIMA®) ha messo in evidenza che la quantità di granuli aerodispersi aumenta quasi esponenzialmente fino ad aprile/maggio per poi diminuire in maniera irregolare durante il resto dell'anno. La comparsa dei sintomi delle pollinosi muta come la concentrazione dei pollini nei vari mesi: i sintomi compaiono in maniera crescente da gennaio fino ad aprile/maggio, per poi diminuire da giugno a dicembre, con un piccolo ritorno crescente fra agosto ed ottobre che non è conforme con l'andamento della concentrazione dei granuli pollinici. Sono state ricercate le associazioni dei soggetti sensibili con la distribuzione delle piante di interesse allergologico e la zona di residenza. I risultati hanno evidenziato la sensibilizzazione alle Poaceae nei partecipanti residenti nella zona OVEST ($\chi^2=6,13$; $p=0,047$) ed ai pollini di *Artemisia* nei residenti nella zona EST (test di Fisher/ $p=0,047$). All'interno del questionario è stato chiesto di descrivere se delle particolari condizioni ambientali potessero migliorare o peggiorare i sintomi. È stato evidenziato che il tempo soleggiato e la lunga esposizione all'aria aperta peggiora significativamente la presenza dei disturbi ($p<0,001$) per entrambe le condizioni. All'opposto, le precipitazioni, l'abbassamento delle temperature, il rimanere in casa ed andare in montagna diminuiscono significativamente la sintomatologia ($p<0,05$). Dall'analisi di altri fattori è emerso che il 28% dei bambini e ragazzi sensibili ai pollini presentano o hanno presentato eczema atopico ($\chi^2=57,76$; $p<0,001$) e che il 45% del gruppo dei sensibili soffre anche di allergie alimentari ($\chi^2=68,61$; $p<0,001$). Non è risultata significativa l'associazione fra l'aver dei genitori fumatori e la pollinosi nei figli. Ulteriori analisi hanno evidenziato che l'asma, la rinite allergica, l'eczema atopico e la bronchite asmatica riferite dai genitori e dai fratelli, sono risultate significativamente associate ai casi di pollinosi nei bambini partecipanti allo studio ($p<0,05$).

Discussione

Questo lavoro di tesi ha messo in evidenza che i maschi hanno una maggiore propensione allo sviluppo di malattia respiratoria e che i disturbi associati alle pollinosi in età pediatrica possono aumentare durante l'adolescenza (Alm et al. 2011). L'associazione della presenza di pollinosi con lo sviluppo di eczema atopico e di allergie alimentari riscontrati nelle nostre analisi sono risultati concordi con quanto riportato in letteratura, come anche la presenza di familiarità di alcune patologie riscontrate nei genitori dei bambini e ragazzi sensibili ai pollini. Le difformità rilevate tra la distribuzione della sintomatologia e le concentrazioni dei pollini nella seconda metà dell'anno sono determinate dalle caratteristiche fenologiche delle piante erbacee. Tra esse figurano i generi *Artemisia* ed *Ambrosia*, fortemente allergeniche, in grado di provocare disturbi respiratori anche a basse concentrazioni. Il rilascio e la sospensione dei granuli pollinici sono fortemente influenzati dagli eventi meteorologici e questo giustifica le variazioni della sintomatologia riscontrate nelle diverse condizioni ambientali prese in esame. Durante le giornate calde vi è un maggior rilascio di pollini in atmosfera, al contrario di ciò che avviene quando vi è un abbassamento delle temperature. È anche noto l'effetto dilavante della pioggia, in grado di abbattere la carica pollinica che è minore negli ambienti di alta quota (sopra i 2000 m) (Pace et al. 2018) e negli ambienti indoor. Nel territorio della Conca Aquilana non è mai stato condotto uno studio aerobiologico che includesse la distribuzione degli areali delle diverse tipologie vegetali e un'indagine epidemiologica sulla popolazione in età evolutiva. I risultati finora ottenuti dimostrano la necessità di un approfondimento delle tematiche trattate, da svolgere con studi interdisciplinari finalizzati alla maggiore conoscenza del territorio ed al miglioramento della qualità della vita degli individui affetti da pollinosi.

Letteratura citata

Alm B, Goksör E, Thengilsdottir H, Pettersson R, Möllborg P, Norvenius G, Erdes L, Åberg N, Wennergren G (2011) Early protective and risk factors for allergic rhinitis at age 4½ years. *Pediatric Allergy and Immunology* 22: 398-404.

- Lake Iain R, Jones NR, Agnew M, Goodess CM, Giorgi F, Hamaoui-Laguel L, Semenov MA, Solomon F, Storkey J, Vautard R, Epstein MM (2017) Climate Change and Future Pollen Allergy in Europe. *Environmental Health Perspectives* 125(3): 385-391.
- Pace L, Boccacci L, Casilli M, Di Carlo P, Fattorini S (2018) Correlations between weather conditions and airborne pollen concentration and diversity in a Mediterranean high altitude site disclose unexpected temporal patterns. *Aerobiologia* 34(1): 75-87.
- Pace L, Casilli M, Boccacci L (2016) Il monitoraggio delle bioparticelle di interesse allergologico nella città dell'Aquila nel periodo pre e post-sisma. In: *Evoluzione e controllo della qualità dell'aria sul territorio italiano*. Accademia dei Lincei 297: 181-187.

Candidata: Federica De Braco

Relatore: Loretta Giuseppina Pace

Correlatore: Vincenza Cofini

Dipartimento di Medicina Clinica, Sanità Pubblica, Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università dell'Aquila, Piazzale Salvatore Tommasi 1, Blocco 11, 67100 L'Aquila

Anno di discussione: 2020

Il biomonitoraggio dell'aria tramite i licheni nella città di L'Aquila dieci anni dopo il sisma

P. Di Lisio

Introduzione

Questo lavoro è volto ad analizzare la qualità dell'aria nella città di L'Aquila (Italia centrale) a dieci anni dal sisma che ha colpito questo territorio ed il suo circondario, con particolare interesse sull'impatto generato dai fenomeni di abbattimento e ricostruzione degli edifici. A tale scopo è stato usato il metodo del biomonitoraggio mediante licheni epifiti: tali organismi, sensibili all'inquinamento atmosferico e capaci di intrappolare i contaminanti con cui vengono a contatto, sono stati usati per ottenere una valutazione della qualità dell'aria e per individuare la presenza di contaminanti atmosferici riconducibili alle attività di ricostruzione post-sisma.

Materiali e Metodi

I campionamenti dei licheni sono stati svolti nel periodo luglio 2019-dicembre 2019 in 9 aree della città: 2 (Via Mariana di Poggio di Roio, Doline di Monticchio/Ocre) situate all'estrema periferia della città, lontane dai principali cantieri di ricostruzione, in un contesto naturale e dal limitato impatto antropico; 2 (Via A. Colagrande, Via Amiternum) localizzate in quartieri periferici densamente abitati e con presenza di cantieri; 5 (Via XXIV Maggio, Via dei Giardini, Piazza Palazzo, Piazza dei Nove Martiri, Viale Giovanni XXIII) ubicate all'interno del centro storico cittadino, caratterizzato da un elevato numero di cantieri di ricostruzione e pertanto a maggior impatto. In ognuna delle aree selezionate sono stati individuati tre alberi (in prevalenza *Tilia platyphyllos* Scop.) ed è stato calcolato l'Indice di Biodiversità Lichenica (IBL); al valore ottenuto per ciascuna area è stata attribuita una corrispondente classe di naturalità/alterazione (Nimis, Skert 1999, ANPA 2001). Parallelamente, in 5 di queste aree (Doline di Monticchio/Ocre, Via dei Giardini, Piazza Palazzo, Via Amiternum, Via A. Colagrande) sono stati prelevati dei campioni di *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. che sono stati analizzati al microscopio elettronico a scansione SEM (Zeiss GeminiSEM500 con rivelatore EDS-Energy Dispersive X-ray Spectrometry). Per ogni campione sono stati individuati punti differenti del tallo lichenico su cui è stata eseguita l'analisi della composizione chimica elementare.

Risultati

Le aree di Poggio di Roio e di Monticchio/Ocre hanno ottenuto il livello di *Naturalità molto alta*, corrispondente al massimo livello nella gerarchia delle classi di qualità dell'IBL, mentre le restanti aree hanno fatto registrare risultati meno incoraggianti. Le aree di Via A. Colagrande, Via XXIV Maggio e Viale Giovanni XXIII hanno ottenuto la classe di *Naturalità media* (terzo livello nella gerarchia delle classi di qualità), mentre sono risultate insufficienti le aree di Via dei Giardini e Piazza Palazzo (*Naturalità bassa/Alterazione bassa*, quarto livello) e soprattutto l'area di Via Amiternum (*Alterazione media*, terzultimo livello). Particolarmente grave la situazione di Piazza Nove Martiri (ex zona rossa, centro storico), contraddistinta da *Alterazione molto alta* (peggiore classe di qualità possibile nella scala gerarchica) a causa della totale assenza di copertura lichenica sugli alberi esaminati.

Nelle aree di Poggio di Roio e di Monticchio/Ocre è stata osservata la maggiore diversità floristica, con elevata presenza anche di specie sensibili all'inquinamento atmosferico come *Melanelixia glabra* (Schaer.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch, *Pleurosticta acetabulum* (Neck.) Elix & Lumbsch, *Parmelina tiliacea* (Hoffm) Hale ed *Evernia prunastri* (L.) Ach. Le restanti aree sono risultate invece caratterizzate da poche specie, quali *Xanthoria parietina* (L.) Th.Fr., *Physconia distorta* (With.) J.R. Laundon e *Physcia adscendens*. (Fr.) H. Olivier. Unica eccezione è rappresentata dell'area di Via XXIV Maggio in cui sono stati osservati anche rari esemplari di *M. glabra*, *P. acetabulum* e *P. tiliacea*.

Le analisi condotte al SEM sui campioni di *X. parietina* hanno denunciato la presenza di elementi chimici la cui origine può essere ricondotta alle attività legate alla ricostruzione degli edifici (di tali attività quella di demolizione è la più impattante, a causa delle grandi quantità di polveri generate durante l'abbattimento). In particolare, elementi come silicio, alluminio, calcio, ferro, magnesio e zolfo, rinvenuti in proporzioni variabili in tutti i campioni analizzati, rappresentano i principali costituenti dei cementi, mentre potassio, titanio e sodio (gli ultimi due presenti solo in alcuni campioni), rinvenuti in concentrazioni minori, possono rappresentarne impurezze (Baird, Cann 2006). Sono state inoltre rilevate, nei campioni relativi alle aree di Piazza Palazzo e Via Amiternum, piccole quantità di cloro, la cui presenza può essere ricondotta ai policlorobifenili (PCB) usati in passato come additivi nelle vernici e nelle materie plastiche. Dei 14 elementi totali rinvenuti, il campione di Monticchio/Ocre è risultato quello con il minor numero di elementi presenti (9), mentre i campioni di Piazza Palazzo e di Via Amiternum quelli con il più elevato numero (13). Il campione di Monticchio/Ocre ha fatto registrare, inoltre, concentrazioni percentuali degli elementi generalmente più basse rispetto a quelle degli altri campioni (i campioni di Via dei Giardini e Piazza Palazzo, ad esempio, hanno fatto registrare le più alte concentrazioni percentuali di calcio e ferro, mentre i campioni di Via A. Colagrande e Via Amiternum le più elevate concentrazioni percentuali di silicio e alluminio).

Discussione

Dai risultati ottenuti è possibile affermare che le aree maggiormente interessate da attività di demolizione e ricostruzione degli edifici presentano anche una qualità dell'aria generalmente scadente rispetto ad aree meno interessate da tali attività (Cislaghi, Nimis 1997). Dal calcolo dell'IBL è emerso che solo le aree di Poggio di Roio e di Monticchio/Ocre, situate in luoghi distanti dai principali cantieri cittadini, hanno ottenuto la miglior classe di qualità, con abbondante presenza di specie sensibili all'inquinamento atmosferico. Le restanti aree hanno evidenziato risultati insufficienti, o che non vanno oltre la *Naturalità media*, la cui flora lichenica epifita è rappresentata da specie tipiche di ambienti antropizzati e/o inquinati. In queste aree l'inquinamento atmosferico dovuto all'elevato livello di antropizzazione può aver pregiudicato, nel tempo, la conservazione delle specie più vulnerabili. Le emissioni aggiuntive di sostanze dannose dovute ai processi di ricostruzione, inoltre, possono aver compromesso lo sviluppo dei licheni già presenti: nelle aree di Via dei Giardini, Via Amiternum e Piazza Palazzo i licheni sono apparsi secchi e scoloriti, manifestando tipiche modificazioni attribuibili alla presenza di inquinanti atmosferici. Un caso particolare è rappresentato dall'area di Via XXIV Maggio, dove sono state eccezionalmente rinvenute (anche se con pochissimi esemplari) specie sensibili all'inquinamento atmosferico: quest'area si è sviluppata molto nel corso degli anni, si può pertanto ipotizzare che la colonizzazione di tali specie sia avvenuto in epoche passate (i licheni sono organismi dall'accrescimento molto lento), in assenza di impatto antropico, per poi arrestarsi con l'aumento dell'urbanizzazione e, negli ultimi anni, con le opere di ricostruzione. Il deserto lichenico osservato a Piazza Nove Martiri, un'area certamente sottoposta alle emissioni di polveri provenienti dai numerosi cantieri limitrofi, può essere dovuto alla sua stessa ubicazione nel centro storico cittadino e dunque da sempre sottoposta a attività impatti antropici, tali da pregiudicare la colonizzazione lichenica.

I risultati ottenuti dall'applicazione dell'IBL sono stati validati dalle analisi al SEM dei campioni di *X. parietina*, che hanno denunciato la presenza di sostanze in numero e quantità maggiori nei campioni relativi alle aree più vicine ai cantieri di ricostruzione (in particolare Piazza Palazzo, Via Amiternum e Via dei Giardini) rispetto all'area di Monticchio/Ocre, in cui il rinvenimento di tali sostanze può essere dovuto alla presenza di isolati cantieri nelle zone limitrofe e al trasporto dai cantieri cittadini operato dai venti.

I risultati ottenuti possono tuttavia essere stati condizionati dai seguenti fattori. Poiché la ricostruzione è cominciata in momenti differenti (anche di anni) in diversi punti della città, è possibile che alcune aree siano state maggiormente interessate dalle emissioni di inquinanti rispetto ad altre. Alcune aree inoltre, specialmente quelle poste nel centro storico della città, si trovano in punti caldi di ricostruzione caratterizzati da un gran numero di cantieri: le specie ivi presenti potrebbero quindi risentire delle emissioni provenienti da più fonti oltre a quella locale; viceversa, alcuni quartieri periferici potrebbero rappresentare casi più isolati di ricostruzione, perciò le specie licheniche sarebbero sottoposte alle sole emissioni locali.

Letteratura citata

ANPA (2001) I.B.L. Indice di biodiversità lichenica. Manuale ANPA. Manuali e Linee guida 2/2001. Roma. 85 pp.

Baird C, Cann M (2006) *Chimica Ambientale*. Seconda edizione italiana. Zanichelli, Bologna. 773 pp.
Cislaghi C, Nimis PL (1997) Lichens, air pollution and lung cancer. *Nature* 387: 463-464.
Nimis PL, Skert N (1999) *Introduzione al biomonitoraggio con licheni epifiti*. Amministrazione provinciale di Vicenza, Dipartimento Ambiente, Trieste. 49 pp.

Candidato: Paolo Di Lisio

Relatore: Loretta Giuseppina Pace

Dipartimento di Medicina Clinica, Sanità Pubblica, Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università dell'Aquila, Piazzale Salvatore Tommasi 1, Blocco 11, 67100 L'Aquila

Anno di discussione: 2020

La vegetazione segetale di seminativi a gestione estensiva di alcuni settori di Lazio, Abruzzo e Calabria

S.D. Gigliotti

Introduzione

Negli ultimi decenni, le preoccupazioni per la perdita di biodiversità sono aumentate in tutto il mondo. Soprattutto in Europa, gli agroecosistemi sono fondamentali per il mantenimento della diversità vegetale e animale (Pinke, Pál 2008). In questi peculiari ecosistemi sono di particolare importanza la flora e la vegetazione segetale. Molte di queste specie sono componenti stabili della flora italiana da migliaia di anni, in quanto introdotte insieme con le colture stesse (archoefite), con le quali condividono caratteristiche biologiche, ecologiche e corologiche, tanto da diventarne commensali obbligate (Fanfarillo et al. 2017).

Nel presente lavoro di tesi è stata effettuata un'indagine floristica e fitosociologica sulla componente segetale dei seminativi autunno-vernini in tre regioni italiane: Abruzzo, Lazio e Calabria.

Materiali e Metodi

La campagna di rilevamento è stata condotta tra aprile e giugno del 2018. Nel complesso, sono stati effettuati 35 rilievi fitosociologici: 15 nel Parco dell'Appia Antica (Lazio), 10 nella Marsica (Abruzzo) e 10 nel Marchesato Crotonese (Calabria). Le fisionomie vegetazionali indagate sono state le comunità commensali di colture annuali a ciclo autunno-vernino (cereali e legumi). Ciascun rilievo è stato eseguito all'interno di plot di forma rettangolare (2×8 m, 16 m²) posizionato nella parte interna del relativo campo. Tutte le specie vegetali presenti nel plot sono state censite e ad ognuna è stato assegnato un valore di copertura secondo la scala di abbondanza di Braun-Blanquet. La nomenclatura delle specie è stata aggiornata secondo Bartolucci et al. (2018) e Galasso et al. (2018). Per ogni specie, sono stati reperiti la forma biologica e il corotipo.

La matrice rilievi × specie è stata sottoposta a cluster analysis tramite il metodo TWINSpan modificato (Rolecek et al. 2009) all'interno del software JUICE, versione 7.02.204 (Tichy 2002). La stessa matrice è stata sottoposta ad analisi di ordinamento NMDS nel pacchetto "vegan" di R-project (Oksanen et al. 2018). La nomenclatura dei syntaxa segue Mucina et al. (2016).

Risultati

Sono state censite 151 specie e sottospecie, appartenenti a 30 famiglie e 105 generi. La maggior parte delle famiglie sono Angiosperme (29), delle quali 3 appartenenti alle Monocotiledoni e 26 alle Eucotiledoni. È stata rilevata una sola famiglia (Equisetaceae) appartenente alle Pteridofite. Le famiglie più rappresentate sono state Fabaceae (25 taxa), Asteraceae (25), Poaceae (16), Apiaceae (11), Brassicaceae (11), Caryophyllaceae (10), Ranunculaceae (7) e Plantaginaceae (5). I generi più ricchi di specie sono risultati *Trifolium* (7 taxa), *Vicia* (5), *Medicago* (4), *Adonis* (3), *Cerastium* (3), *Cota* (3), *Poa* (3), *Silene* (3), *Trigonella* (3) e *Veronica* (3). Nei rilievi effettuati nel Parco dell'Appia Antica è stata censita una specie rara nel Lazio, ovvero *Securigera cretica* (L.) Lassen (Anzalone et al. 2010).

Considerando la flora totale, le Terofite scapose sono risultate la categoria più numerosa, raggiungendo quasi il 70%, seguite da Emicriptofite scapose (9,3%), Emicriptofite bienni (6,7%), Geofite bulbose (2,7%), Terofite reptanti (2,7%). Le altre forme e sottoforme biologiche sono risultate presenti in percentuali minore, costituendo il 7,8% del totale.

Lo spettro corologico totale ha mostrato una forte predominanza di specie Euri-Mediterranee (39,7%), seguite da Eurasiatiche (16,6%), Steno-Mediterranee (12,6%), Paleotemperate (10,6%) e Cosmopolite (10,6%).

La classificazione dei rilievi fitosociologici ha permesso di individuare la presenza di 5 gruppi corrispondenti ad altrettante tipologie vegetazionali:

- 1) Vegetazione dei campi di cereali su suoli carbonatici (Abruzzo; *Galio tricornuti-Ranunculetum arvensis*);
- 2) Vegetazione post-culturale estiva dei campi di stoppie (Calabria; *Kickxia spuriae-Stachyetum annuae*);
- 3) Vegetazione impoverita dei campi di cereali su suoli eutrofizzati (Lazio; aggr. a *Bunias erucago* L. e *Dasyphyrum villosum* (L.) P.Candargy);
- 4) Vegetazione dei campi di cereali della fascia termomediterranea (Calabria; *Gladiolo italici-Ridolfietalia segeti*);
- 5) Vegetazione impoverita dei campi intensivi di cereali su suoli sub-acidi (Lazio; *Scleranthion annui*).

Ad eccezione del cluster 2, che include la vegetazione dei campi di stoppie afferente a comunità annuali a ciclo estivo della classe *Digitario sanguinalis-Eragrostietea minoris*, tutte le altre tipologie individuate sono inquadrabili nella classe *Papaveretea rhoeadis*. Tale classe include la vegetazione segetale autunno-vernina di seminativi, giardini e vigneti della regione Eurasiatica.

Discussione

Questo studio ha evidenziato come la flora e la vegetazione dei seminativi autunno-vernini nelle aree di studio siano notevolmente diversificate in base alle pratiche agricole ed alle caratteristiche ambientali. È stato possibile osservare un'elevata ricchezza floristica nei contesti più isolati della Marsica, dove era evidente una gestione particolarmente estensiva dei campi. Al contrario, in contesti più urbanizzati (Parco dell'Appia Antica), dove è maggiore la pressione antropica, o laddove la gestione è più intensiva (Marchesato Crotonese), la composizione floristica delle cenosi infestanti è risultata banalizzata, ricca in specie ruderali e caratterizzata da poche entità con abbondante copertura. In generale, è stato osservato un elevato livello di coerenza corologica delle comunità studiate con il contesto biogeografico, evidenziato dalla ridotta presenza di specie alloctone e cosmopolite. Strutturalmente, il carattere terofitico delle comunità è risultato conforme alle aspettative, essendo le cenosi commensali delle colture annuali adattate al ciclo vitale di queste ultime.

La ricerca ha confermato ancora una volta come la peculiare diversità della flora e della vegetazione segetale sia un elemento di valore conservazionistico ed ecologico nell'ambito degli agroecosistemi.

Letteratura citata

- Anzalone B, Iberite M, Lattanzi E (2010) La flora vascolare del Lazio. *Informatore Botanico Italiano* 42(1): 187-317.
- Bartolucci F, Peruzzi L, Galasso G, Albano A, Alessandrini A, Ardenghi NMG, Astuti G, Bacchetta G, Ballelli S, Banfi E, Barberis G, Bernardo L, Bouvet D, Bovio M, Cecchi L, Di Pietro R, Domina G, Fascetti S, Fenu G, Festi F, Foggi B, Gallo L, Gottschlich G, Gubellini L, Iamónico D, Iberite M, Jiménez-Mejías P, Lattanzi E, Marchetti D, Martinetto E, Masin RR, Medagli P, Passalacqua NG, Peccenini S, Pennesi R, Pierini B, Poldini L, Prosser F, Raimondo FM, Roma-Marzio F, Rosati L, Santangelo A, Scoppola A, Scortegagna A, Selvaggi A, Selvi F, Soldano A, Stinca A, Wagensommer RP, Wilhelm T, Conti F (2018) An updated checklist of the vascular flora native to Italy. *Plant Biosystems* 152(2): 1-127.
- Fanfarillo E, Latini M, Nicoletta G, Abbate G (2017) Verso la definizione di una lista della flora messicola d'Italia. In: Riunione scientifica del Gruppo per la Floristica, Sistematica ed Evoluzione (Roma, 27-28 Ottobre 2017). *Notiziario della Società Botanica Italiana* 1(2):184-185.
- Galasso G, Conti F, Peruzzi L, Ardenghi NMG, Banfi E, Celesti-Grappo L, Albano A, Alessandrini A, Bacchetta G, Ballelli S, Bandini Mazzanti M, Barberis G, Bernardo L, Blasi C, Bouvet D, Bovio M, Cecchi L, Del Guacchio E, Domina G, Fascetti S, Gallo L, Gubellini L, Guiggi A, Iamónico D, Iberite M, Jiménez-Mejías P, Lattanzi E, Marchetti D, Martinetto E, Masin RR, Medagli P, Passalacqua NG, Peccenini S, Pennesi R, Pierini B, Podda L, Poldini L, Prosser F, Raimondo FM, Roma-Marzio F, Rosati L, Santangelo A, Scoppola A, Scortegagna A, Selvaggi A, Selvi F, Soldano A, Stinca A, Wagensommer RP, Wilhelm T, Bartolucci F (2018) An updated checklist of the vascular flora alien to Italy. *Plant Biosystems* 152(3): 556-592.
- Mucina L, Bültmann H, Dierßen H, Theurillat J, Raus T, Čarni A, Sumburova K, Willner W, Dengler J, Galivan Garcia R, Chytrý M, Hájek M, Di Pietro R, Iakushenko D, Pallas J, Daniëls FJA, Bergmeier E, Santos Guerra A, Ermakov N, Valachovič M, Schaminée JHJ, Lysenko T, Didukh YP, Pignatti S, Rodwell JS, Capelo J, Weber HE, Solomeshch A, Dimopoulos P, Aguiar C, Hennekens S, Tichy L (2016) Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plants, bryophytes, lichens, and algal communities. *Applied Vegetation Science* 19(1): 190-198.
- Oksanen J, Blanchet FG, Friendly M, Kindt R, Legendre P, McGlinn D, Minchin PS, O'Hara RB, Simpson GL, Wagner H (2018) *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.5-1.
- Pinke G, Pal R (2008) Phytosociological and conservation study of the arable weed communities in western Hungary. *Plant Biosystems* 142: 491-508.
- Roleček L, Tichy L, Zeleny D, Chytrý M (2009) Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. *Journal of Vegetation Science* 20: 596-602.
- Tichy L (2002) JUICE, software for Vegetation classification. *Journal of Vegetation Science* 13: 451-453.

Candidato: Santina Diletta Gigliotti

Relatore: Giovanna Abbate

Correlatore: Emanuele Fanfarillo

Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Roma La Sapienza, Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma

Anno di discussione: 2019

I laghetti artificiali come habitat per le macrofite acquatiche in un paesaggio agricolo mediterraneo

P. Panzeca

Introduzione

Le aree umide mediterranee sono tra gli ecosistemi più gravemente colpiti dalla degradazione degli habitat e dalla relativa perdita di biodiversità (Galewski et al. 2012) e, pertanto, oggetto di tutela da parte di diverse norme comunitarie. Le conoscenze floristiche riguardanti tali ambienti, tuttavia, sono spesso carenti e questo è un ostacolo alla loro corretta gestione.

Al fine di colmare queste lacune conoscitive, nel corso di questa tesi è stata condotta un'indagine floristica focalizzata sulle macrofite acquatiche (piante vascolari e Characeae) presenti nei laghetti artificiali di un'area campione della Sicilia nordoccidentale, ubicati nel territorio di Caccamo, a circa 50 km ad Est di Palermo. Tale indagine è stata condotta con l'obiettivo di analizzare la biodiversità vegetale di questi laghetti (compresa l'eventuale presenza di specie esotiche invasive) e le caratteristiche chimico-fisiche delle loro acque, provando a verificare l'esistenza di eventuali relazioni tra queste caratteristiche e la presenza di determinate macrofite.

Materiali e Metodi

La selezione dei laghetti è avvenuta seguendo alcuni criteri già utilizzati per lo studio dei laghetti agricoli mediterranei: rappresentatività geomorfologica, altitudine, uso del suolo, tipologie di costruzione-gestione del laghetto (Fuentes-Rodríguez et al. 2013). Sono stati selezionati 30 laghetti campione, dividendo il territorio di Caccamo in 4 diverse zone tenendo conto del differente uso del suolo (agricolo, zootecnico), dell'altitudine (da 193 a 838 m s.l.m.), della tipologia di costruzione-gestione (laghetti scavati su substrato naturale, vasche in cemento dette "gebbie") e dell'origine dell'acqua (acqua di falda, acqua di ruscellamento). In una seconda fase è stato selezionato un campione più ristretto costituito da 10 laghetti eterogenei sui quali effettuare le analisi chimico-fisiche delle acque.

Le macrofite sono state raccolte dal bordo dei corpi idrici, con l'ausilio di un rastrello o per mezzo di un gancio. Il lavoro di campo è stato svolto nel periodo maggio-luglio 2019. Il riconoscimento delle carofite è stato eseguito sul materiale fresco con uno stereomicroscopio secondo le chiavi riportate da Mouronval et al. (2015) e Bazzichelli, Abdelahad (2009). Le piante vascolari sono state prima essiccate e successivamente osservate allo stereomicroscopio ed identificate utilizzando le chiavi analitiche di Pignatti et al. (2017-2019) e Bracamonte et al. (2014). In aggiunta alla flora, sono stati raccolti dati relativi alla storia e al regime idrico di questi laghetti. I campionamenti delle acque sono stati eseguiti in due date (2 ottobre e 20 novembre 2019) e hanno previsto, mediante strumenti portatili Thermo Scientific™ Orion™, misurazioni di temperatura, pH, conducibilità elettrica e potenziale ossido-riduttivo Eh. Nel corso del secondo campionamento parte dei campioni sono stati trasferiti presso i laboratori dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (sede di Palermo) dove sono stati analizzati i seguenti parametri: carbonati, mediante titolazione automatica; cationi e anioni, mediante cromatografia liquida; gas disciolti, tramite gas cromatografia; isotopi del carbonio, tramite spettrometria di massa a rapporto isotopico (IRMS).

Risultati

Complessivamente le macrofite acquatiche sono risultate presenti in 22 laghetti su 30. Sono state rilevate 2 specie di carofite (*Chara globularis* Thuill. e *C. vulgaris* L.) e 3 specie di piante vascolari (*Potamogeton pectinatus* L., *P. pusillus* L. e *Zannichellia palustris* L.). *C. globularis* è stata rilevata in 11 siti su 30 (36,7%), mentre *C. vulgaris* in 7 siti su 30 (23,33%). Tra le macrofite vascolari, *P. pectinatus* è risultata la più abbondante con 9 rilievi su 30 (30%), seguita da *Z. palustris* presente in 3 rilievi su 30 (10%) e *P. pusillus* osservata in 2 rilievi su 30 (6,67%). In un laghetto formatosi presso il vallone Bosco (in C.da San Giovanni) sono state rilevate due varietà di *C. vulgaris*: *C. vulgaris* var. *vulgaris* (lato sx del vallone) e *C. vulgaris* var. *papillata* Wallr. (lato dx del vallone). L'analisi bibliografica ha indicato che in Sicilia le popolazioni note di *P. pusillus* sono poco numerose e molte delle località conosciute si riferiscono a segnalazioni vecchie di oltre un secolo. In tre laghetti a ridosso della Riserva del Monte San Calogero, *C. vulgaris* è stata ritrovata in associazione con *Z. palustris*; in passato è stata proposta (ma non descritta) l'associazione *Chareto-Zannichellietum palustris* caratterizzata da queste due specie, probabilmente da ricondurre all'associazione *Zannichellietum palustris* Lang 1967 (classe Potametea). Nei laghetti esaminati non è stata rilevata la presenza di macrofite acquatiche esotiche invasive, sebbene in passato sia stata segnalata la presenza di *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms (giacinto d'acqua) nella vicina Diga Rosamarina.

Le analisi delle acque dei bacini alimentati da due sorgenti (ubicati in C.da San Giovanni) hanno evidenziato l'eutrofizzazione degli stessi corpi idrici dovuta a concentrazioni di nitrati superiori a 50 mg/L, indicato come

valore limite dalla “Direttiva Nitrati” [91/676/CEE].

Discussione

Attraverso l’indagine floristica condotta con questa tesi si è potuto dimostrare che i laghetti artificiali del territorio di Caccamo contribuiscono ad aumentare la biodiversità complessiva del territorio, in qualche caso fungendo da stazione rifugio per specie rare. Tra queste figura *P. pusillus*, classificata come “vulnerabile” nella Lista Rossa della flora vascolare della Sicilia (Raimondo et al. 2011).

Nelle aree dove è ancora presente un’agricoltura tradizionale o semi-estensiva, i laghetti sono scavati su substrato naturale privo di rivestimento e sottoposti a pulizie periodiche. Queste modalità di costruzione e gestione agevolano l’insediamento delle macrofite acquatiche. Anche le rotazioni agrarie attuate nell’area di studio influenzano le modalità di gestione dei laghetti: durante la fase di messa a riposo stagionale o annuale dei campi i laghetti non vengono utilizzati, per cui si riducono le oscillazioni del livello idrico (dovute soltanto all’evaporazione) e non vengono utilizzate motopompe (che provocherebbero anche movimenti repentini della massa d’acqua). La conoscenza di come la biodiversità delle macrofite acquatiche sia correlata alla costruzione e gestione dei laghetti, pertanto, è importante per fornire delle raccomandazioni volte a rendere efficiente la funzione agricola e ambientale dei laghetti (Fuentes-Rodríguez et al. 2013).

La Direttiva Quadro sulle Acque [2000/60/CE] ha incluso le macrofite acquatiche tra gli elementi di qualità biologica dei corpi idrici. Le analisi chimico-fisiche hanno evidenziato una generale correlazione positiva tra la presenza delle carofite (*C. vulgaris* e *C. globularis*) e la non eutrofizzazione delle acque. Questo consente di confermare che la presenza di *C. vulgaris* e *C. globularis* è un buon indicatore dello stato ecologico delle acque. Per quanto riguarda *P. pectinatus* e *P. pusillus*, specie comunemente associate ad acque eutrofiche, nei laghetti oggetto di studio sono state rilevate spesso assieme alle carofite. Tali piante vascolari possono dunque essere considerate disturbo-tolleranti e comunemente persistenti nei laghi eutrofici poco profondi (Poikane et al. 2018), presentandosi in acque sia oligotrofiche sia eutrofiche.

Letteratura citata

- Bazzichelli G, Abdelahad N (2009) Alghe d’acqua dolce d’Italia. Flora analitica delle Caroficee. Ministero dell’Ambiente e della tutela del territorio e del mare, Roma. 73 pp.
- Bracamonte CS, Molina MA, Murillo GP, Argenta CM (2014) Flora acuática española. Hidrófitos vasculares. Ed. Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid. 320 pp.
- Fuentes-Rodríguez F, Juan M, Gallego I, Lusi M, Fenoy E, León D, Peñalver P, Toja J, Casas JJ (2013) Diversity in Mediterranean farm ponds: trade-offs and synergies between irrigation modernisation and biodiversity conservation. *Freshwater Biology* 58: 63-78.
- Galewski T, Balkiz O, Beltrame C, Chazée L, Elloumi M-J, Grillas P, Jalbert J, Khairallah M, Korichi N, Logotheti A, Mayaudon C, Onmus O, Perennou C, Schmale K (2012) Biodiversity – Status and trends of species in Mediterranean wetlands. *Mediterranean Wetlands Observatory. Thematic collection, issue 1. Arles.* 52 pp.
- Mouronval JB, Baudouin S, Borel N, Soulié-Marsche I, Kleszczewski M, Grillas P (2015) Guide des Characées de France méditerranéenne. Office National de la Chasse et de la Faune sauvage, Paris. 211 pp.
- Pignatti S, Guarino R, La Rosa M (2017-2019) Flora d’Italia 1-4. 2nd ed. Edagricole, Bologna. 1164 pp. vol 1 (2017), 1178 pp. vol 2 (2017), 1288 pp. vol 3 (2018), 1054 pp. vol. 4 (2019).
- Poikane S, Portielje R, Denys L, Elferts D, Kelly M, Kolada A, Mäemets H, Phillips G, Søndergaard M, Willby N, van den Berg Marcel S (2018) Macrophyte assessment in European lakes: Diverse approaches but convergent views of “good” ecological status. *Ecological Indicators* 94: 185-197.
- Raimondo FM, Bazan G, Troia A (2011) Taxa a rischio nella flora vascolare della Sicilia. *Biogeographia* 30: 229-239.

Candidato: Patrizia Panzeca

Relatore: Angelo Troia

Correlatore: Paolo Madonia

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche, Chimiche e Farmaceutiche, Università di Palermo, Via Archirafi 20, 90123 Palermo

Anno di discussione: 2020

Caratterizzazione chimica e attività antiossidante di ceppi di microalghe sarde

M. Puddu

Introduzione

Le microalghe recentemente hanno visto crescere il loro interesse per le innumerevoli proprietà dei prodotti da esse derivanti (es. antibiotiche, emollienti naturali, antiossidanti) utilizzati in ambito nutraceutico, biomedico,

cosmetico e agroalimentare. Questo lavoro di tesi si propone di dare un contributo alla conoscenza del vasto mondo di questi microorganismi fotosintetici studiando alcuni nuovi ceppi sardi in laboratorio e confrontandoli con specie microalgali già presenti nel mercato. Lo studio è stato svolto nell'ambito del progetto di ricerca COMISAR finanziato dalla Regione Sardegna (POR FESR 2014/2020 - Asse prioritario I ricerca scientifica, sviluppo tecnologico e innovazione).

Materiali e Metodi

I ceppi algali scelti per la sperimentazione sono 5 alghe verdi campionate in Sardegna e 2 alghe commercializzate con composizione nota. Nello specifico, *Chlorella Pulver* (*Chlorella vulgaris*) è stata acquistata presso l'azienda tedesca Algova, mentre *Spirulina* è stata gentilmente fornita da un'azienda presente sul territorio regionale sardo (Livegreen s.r.l.). Nell'ambito di questa indagine si è fatto riferimento alla ceppoteca SCCA (Sardinian Culture Collection of Algae) ospitata presso l'Università di Cagliari (Malavasi, Cao 2015). I cinque ceppi sardi appartengono alla divisione Chlorophyta. Per produrre la biomassa microalgale si è scelto di operare in condizioni autotrofe; sono stati quindi utilizzati due terreni di coltura, il WARIS-H (McFadden, Melkonian 1986) ed il Bold's Basal Medium (BBM) (Bischoff, Bold 1963). Sono stati determinati il contenuto di carboidrati (metodo di DuBois et al. 1956); il contenuto dei lipidi totali (metodo Marsh, Weinstein 1966) e il contenuto proteico tramite il test dell'acido bicinconinico (BCA) (Smith et al. 1985). Il contenuto dei polifenoli totali è stato determinato impiegando il metodo di Folin-Ciocalteu (Singleton, Rossi 1965), mentre l'attività antiossidante e antiradicalica è stata valutata mediante i saggi spettrofotometrici del DDPH (Brand-Williams et al. 1995) e del FRAP (Benzie, Strain 1996). L'analisi quantitativa della clorofilla-a è stata eseguita applicando diverse metodiche spettrofotometriche. Tutti i campioni sono stati analizzati in triplicato.

Risultati

I risultati preliminari mostrano che il contenuto delle proteine totali della microalga verde SCCA 034 è risultato essere in linea con quello dei prodotti commerciali utilizzati per il confronto a differenza di quello di *Chlorella cf. sorokiniana* SCCA 090 e *Coccomyxa melkonianii* SCCA 048. I ceppi algali SCCA 024 e SCCA 008, hanno mostrato invece una percentuale inferiore. Per quanto riguarda i carboidrati totali, invece, il campione SCCA 024 ha riportato una percentuale significativamente superiore rispetto a quella presente in *Chlorella Pulver* ed in *Spirulina* commercializzati, seguito da *Coccomyxa melkonianii* SCCA 048 e *Chlorella cf. sorokiniana* SCCA 090. Il ceppo SCCA 034, analogamente a quanto osservato per le proteine, presenta un quantitativo di carboidrati totali paragonabile a quello di *Chlorella Pulver*. Un altro parametro importante per la caratterizzazione dei diversi ceppi microalgali è il contenuto dei lipidi totali. Come per gli altri due parametri il campione SCCA 034 ha evidenziato un contenuto percentuale comparabile con quello di *Chlorella Pulver*, mentre *Chlorella cf. sorokiniana* SCCA 090 ha mostrato una più bassa percentuale di lipidi totali, ma in linea con quella della *Spirulina*. Oltre ai macronutrienti appena descritti, sugli stessi campioni sono stati determinati i principali composti bioattivi, quali i polifenoli totali e la clorofilla-a. Il tenore dei polifenoli totali ha mostrato delle significative differenze tra i campioni analizzati. Infatti, l'unico ceppo algale che ha mantenuto un quantitativo di polifenoli simile a quello dei campioni commerciali è risultato SCCA 034. I restanti hanno invece presentato un basso tenore di polifenoli totali. È stata infine valutata l'attività antiossidante e antiradicalica mediante l'impiego del test del FRAP e del test del DPPH. Ad eccezione di SCCA 024 e SCCA 008, tutti gli altri campioni analizzati hanno mostrato un'elevata capacità antiradicalica, mentre *Chlorella cf. sorokiniana* SCCA 090 è risultato il ceppo con una maggiore attività antiossidante.

I risultati ottenuti non mostrano, tuttavia, una correlazione diretta tra l'attività antiossidante e antiradicalica ed il tenore dei polifenoli totali, suggerendo, in tal modo, che in questi ceppi microalgali potrebbero essere presenti altri principi attivi che contribuiscono all'ottenimento di valori così elevati.

Discussione

Le microalghe possono essere considerate delle "fabbriche cellulari" in grado di sfruttare la luce del sole per convertire il biossido di carbonio in potenziali biocarburanti, alimenti, mangimi e altri bioattivi di alto valore (Chisti 2007). Come è noto, infatti, gran parte del potenziale biotecnologico delle microalghe deriva dalla produzione di composti importanti a partire dalla loro biomassa (Schneider et al. 2016). Tra i prodotti ad alto valore aggiunto di cui le microalghe sono particolarmente ricche si possono annoverare ad esempio: antiossidanti, acidi grassi, polisaccaridi, proteine, vitamine, sali minerali, fibre e clorofilla. Al fine di ampliare le conoscenze sulla composizione nutrizionale e di valutare le potenzialità salutistiche rispetto ai due ceppi commercialmente noti, cinque ceppi algali, isolati esclusivamente in Sardegna, sono stati sottoposti a un'indagine chimica di tipo quantitativo. Dalle analisi effettuate è emerso che i ceppi microalgali sardi mostrano una composizione chimica confrontabile con quelle di riferimento, risultando ricchi di quei componenti nutrizionali ritenuti responsabili delle eccellenti proprietà terapeutiche utili all'organismo umano e, pertanto, costituiscono degli ottimi candidati per la produzione di prodotti ad alto valore aggiunto. Infine, i dati ottenuti saranno utili

per la messa a punto di futuri esperimenti mirati allo studio o alla produzione di uno specifico prodotto tra quelli rilevati.

Letteratura citata

- Benzie IFF, Strain JJ (1996) The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239: 70-76.
- Bischoff HW, Bold HC (1963) Phycological studies. IV. Some soil algae from Enchanted Rock and related algal species. University of Texas Publications 6318: 1-95.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C (1995) Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology* 28: 25-30.
- Chisti Y (2007) Biodiesel from microalgae. *Biotechnology Advances* 25(3): 294-306.
- DuBois M, Gilles K, Hamilton J, Rebers P, Smith F (1956) Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry* 28(3): 350-356.
- Malavasi V, Cao G (2015) The Sardinian Culture Collection of Algae (SCCA): ex situ conservation of biodiversity and future technological applications. *Nova Hedwigia* 101: 273-283.
- Marsh JB, Weinstein DB (1966) Simple charring method for determination of lipids. *Journal of Lipid Research* 7(4): 574-576.
- McFadden GI, Melkonian M (1986) Use of Hepes buffer for microalgal culture media and fixation for electron microscopy. *Phycologia* 25: 551-557.
- Schneider R CS, Bjerk TR, Gressler PD, Souza MP, Corbellini VA, Lobo EA (2016) Potential Production of Biofuel from Microalgae Biomass Produced in Wastewater. Fang Z (Ed.) *Biodiesel. Feedstocks, Production and Applications*. IntechOpen, London.
- Singleton VL, Rossi JA (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16: 144-158.
- Smith PK, Krohn RI, Hermanson GT, Mallia AK, Gartner FH, Provenzano MD, Fujimoto EK, Goeke NM, Olson BJ, Klenk DC (1985) Measurement of protein using bicinchoninic acid. *Analytical Biochemistry* 150: 76-85.

Candidato: Marcello Puddu

Relatore: Giorgia Sarais

Correlatori: Veronica Malavasi, Santina Soru

Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università di Cagliari, S.P. Monserrato Sestu km 0,700, 09042 Monserrato (Cagliari)

Anno di discussione: 2020

La vegetazione commensale delle colture in aree ad agricoltura tradizionale del basso Lazio e alta Campania

E. De Luca

Introduzione

L'intensificazione dell'agricoltura avvenuta negli ultimi decenni ha trasformato notevolmente i paesaggi rurali europei, con la semplificazione della sua struttura e la conseguente perdita di biodiversità. In quest'ottica, le specie vegetali commensali delle colture svolgono un ruolo fondamentale: dove l'uso del suolo è quasi unicamente destinato ai campi coltivati, esse fungono da elementi di diversificazione visiva del paesaggio e, se la loro presenza è plurisecolare, assumono anche un valore di tipo storico-culturale (Ferrari et al. 1987). Tali piante rappresentano inoltre un'importante componente della biodiversità in quanto risorsa trofica per impollinatori, insetti fitofagi, uccelli granivori ed erbivori, nonché spesso siti di nidificazione per diverse specie di insetti e uccelli (Marshall et al. 2003, Storkey 2006, Andreassen, Stryhn 2008). Scopo di questo lavoro è la caratterizzazione floristica e fitosociologica delle comunità commensali delle colture di sistemi agricoli a gestione tradizionale del basso Lazio e dell'alta Campania (centro-Sud Italia), aree poco conosciute da questo punto di vista.

Materiali e Metodi

Lo studio è stato effettuato in quattro differenti aree: tre nel basso Lazio (Riserva Naturale del Lago di Canterno in provincia di Frosinone), ed una nell'alta Campania (Parco Regionale di Roccamonfina in provincia di Caserta). Il lavoro di campo è stato svolto tra aprile e giugno 2019. Sono stati effettuati 44 rilievi fitosociologici all'interno di plot di 16 m² di forma varia (2×8 m, 4×4 m, 16×1 m), all'interno delle principali colture presenti nel paesaggio agrario delle aree indagate: 10 rilievi in oliveti, 7 in vigneti, 5 in castagneti da frutto, 1 in nocciolo, 17 in

seminativi di vario tipo (*Allium porrum* L., *Avena sativa* L., *Capsicum annuum* L., *Hordeum vulgare* L., *Lupinus albus* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Solanum tuberosum* L.). Riguardo ai campi di fagiolo e peperone, si trattava di colture rientranti nell'area di produzione del DOP "Peperone di Pontecorvo" e DOP "Fagiolo Cannellino di Atina". I taxa censiti sono stati identificati e la loro nomenclatura è stata aggiornata secondo Bartolucci et al. (2018) e Galasso et al. (2018). Per ognuno, sono stati reperiti forma biologica, corotipo (Pignatti et al. 2017-2019) e indici di Ellenberg (Pignatti 2005). I rilievi sono stati quindi informatizzati in una matrice specie × rilievo (264 × 45 elementi) e sottoposti ad analisi di classificazione (TWINSPAN) e ordinamento (NMDS), utilizzando, rispettivamente, il software JUICE e il pacchetto "vegan" di R-project (Tychý 2002, Oksanen et al. 2018). Le varie tipologie vegetazionali sono state caratterizzate dal punto di vista strutturale, corologico ed ecologico. Riguardo alla nomenclatura sintassonomica, si è fatto riferimento a Mucina et al. (2016) per alleanze, ordini e classi, mentre per i ranghi subordinati all'alleanza si è fatto riferimento agli autori dei syntaxa stessi.

Risultati

Sono state censite 264 specie e sottospecie, afferenti a 42 famiglie e 150 generi. L'analisi di classificazione dei rilievi fitosociologici ha permesso l'individuazione di 5 gruppi di rilievi, interpretabili come altrettante tipologie vegetazionali:

Cluster 1: vegetazione dei campi di fagioli cannellini (Atina);

Cluster 2: vegetazione dei campi di peperone (Pontecorvo);

Cluster 3: vegetazione dei castagneti (Roccamonfina);

Cluster 4: vegetazione dei seminativi autunno-vernini (Lago di Canterno e Roccamonfina);

Cluster 5: vegetazione delle colture legnose (Roccamonfina e Lago di Canterno).

Nel cluster 1 le specie caratterizzanti sono risultate *Cyperus rotundus* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Xanthium italicum* Moretti, *Portulaca oleracea* L., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. e *Setaria* spp. Nel complesso predominano le specie annuali a ciclo estivo ed è stata riscontrata un'elevata incidenza di neofite. Queste comunità sono riferibili alla subassociazione *Panico-Polygonetum persicariae* Pignatti 1953 *cyperetosum rotundi* Lorenzoni 1967. Nel cluster 2 le specie caratterizzanti sono *Sorghum halepense* (L.) Scop., *Abutilon theophrasti* Medik. e, in misura minore, *Lolium multiflorum* Lam. Le caratteristiche strutturali e corologiche sono simile a quelle delle comunità incluse nel cluster 1. Tali comunità sono inquadrabili nella subassociazione *Panico-Polygonetum persicariae* Pignatti 1953 *sorghetosum halepensis* Baldoni 1995. Nel cluster 3 le specie più frequenti sono *Dactylis glomerata* L., *Trifolium subterraneum* L., *Anthoxanthum odoratum* L. e *Poa sylvicola* Guss. Anche qui risultano dominanti le specie annuali. In termini corologici, le Euri-Mediterranee risultano essere le più abbondanti, ma si riscontra una certa presenza di Endemiche (3,5%), quali *Teucrium siculum* (Raf.) Guss., *Digitalis micrantha* Roth ex Schweigg. e *Crepis bursifolia* L. Tali cenosi sono inquadrabili nell'alleanza *Salvio pratensis-Dactylidion glomeratae* Ubaldi et al. in Ubaldi 2003. Nel cluster 4 le specie caratterizzanti sono *Veronica arvensis* L., *Convolvulus arvensis* L., *Papaver rhoeas* L., *Scandix pecten veneris* L. e *Aphanes australis* L. Si tratta di comunità terofitiche a ciclo invernale con elevata presenza di Euri-Mediterranee. Sintassonomicamente, queste comunità si collocano nell'alleanza *Scleranthion annui* (Kruseman et Vliieger 1939) Sissingh in Westhoff et al. 1946. Nel cluster 5, infine, Sono risultate frequenti alte Poaceae annuali come *Avena* spp. e *Anisantha* spp. L'analisi corologica ha mostrato ancora una volta la prevalenza di specie Euri-Mediterranee. Queste comunità sono riferibili all'associazione *Aveno barbatae-Brometum diandri* Biondi & Baldoni 1991.

Discussione

Lo studio ha evidenziato la presenza di comunità diversificate e spesso floristicamente ricche negli agroecosistemi indagati, così come era stato già evidenziato per aree limitrofe (Abbate et al. 2013, Fanfarillo et al. 2019a). La generale prevalenza di terofite osservata è chiaramente riconducibile alle pratiche agricole: soprattutto a seguito dei processi di aratura vengono create condizioni vantaggiose per le specie annuali che, tra l'aratura e lo sfalcio, riescono a portare a termine il proprio ciclo vitale. La presenza di un discreto contingente di tanerofite riscontrato in alcune tipologie di vegetazione è indicatrice, sia del mantenimento di lembi di vegetazione naturale ai margini dei campi, sia di una gestione a carattere tradizionale delle colture. La buona qualità ambientale delle aree investigate è sottolineata anche dalla presenza di un contingente alloctono ridotto. La presenza delle esotiche, infatti, è limitata alle colture annuali a ciclo estivo, che normalmente ospitano molte neofite (Fanfarillo et al. 2019b). Le comunità individuate sono in gran parte tipiche di ambienti di origine antropogenica; non mancano però aggruppamenti a carattere più naturale, ad indicare come queste aree agricole mantengano un elevato grado di naturalità.

Letteratura citata

- Abbate G, Cicinelli E, Iamónico D, Iberite M (2013) Floristic analysis of the weed communities in wheat and corn crops: a case study in western-central Italy. *Annali di Botanica* 3: 97-105.
- Andreasen C, Stryhn H (2008) Increasing weed flora in Danish arable fields and its importance for biodiversity. *Weed*

Research 48: 1-9.

- Bartolucci F, Peruzzi L, Galasso G, Albano A, Alessandrini A, Ardenghi NMG, Astuti G, Bacchetta G, Ballelli S, Banfi E, Barberis G, Bernardo L, Bouvet D, Bovio M, Cecchi L, Di Pietro R, Domina G, Fascetti S, Fenu G, Festi F, Foggi B, Gallo L, Gottschlich G, Gubellini L, Iamónico D, Iberite M, Jiménez-Mejías P, Lattanzi E, Marchetti D, Martinetto E, Masin RR, Medagli P, Passalacqua NG, Peccenini S, Pennesi R, Pierini B, Poldini L, Prosser F, Raimondo FM, Roma-Marzio F, Rosati L, Santangelo A, Scoppola A, Scortegagna A, Selvaggi A, Selvi F, Soldano A, Stinca A, Wagensommer RP, Wilhalm T, Conti F (2018) An updated checklist of the vascular flora native to Italy. *Plant Biosystems* 152(2): 1-127.
- Fanfarillo E, Kasperski A, Giuliani A, Abbate G (2019a) Shifts of arable plant communities after agricultural intensification: a floristic and ecological diachronic analysis in maize fields of Latium (central Italy). *Botany Letters* 166(3): 356-365.
- Fanfarillo E, Scoppola A, Lososová Z, Abbate G (2019b) Segetal plant communities of traditional agroecosystems: a phytosociological survey in central Italy. *Phytocoenologia* 49(2): 165-183.
- Ferrari C, Baldoni G, Tei F (1987) Lo studio della vegetazione infestante le colture agrarie. Atti IV Convegno della Società Italiana per lo studio della Lotta alle Malerbe. 166 pp.
- Galasso G, Conti F, Peruzzi L, Ardenghi NMG, Banfi E, Celesti-Grapow L, Albano A, Alessandrini A, Bacchetta G, Ballelli S, Bandini Mazzanti M, Barberis G, Bernardo L, Blasi C, Bouvet D, Bovio M, Cecchi L, Del Guacchio E, Domina G, Fascetti S, Gallo L, Gubellini L, Guiggi A, Iamónico D, Iberite M, Jiménez-Mejías P, Lattanzi E, Marchetti D, Martinetto E, Masin RR, Medagli P, Passalacqua NG, Peccenini S, Pennesi R, Pierini B, Podda L, Poldini L, Prosser F, Raimondo FM, Roma-Marzio F, Rosati L, Santangelo A, Scoppola A, Scortegagna A, Selvaggi A, Selvi F, Soldano A, Stinca A, Wagensommer RP, Wilhalm T, Bartolucci F (2018) An updated checklist of the vascular flora alien to Italy. *Plant Biosystems* 152(3): 556-592.
- Marshall EJP, Brown VK, Boatman ND, Lutman PJW, Squire GR, Ward LK (2003) The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research* 43: 77-89.
- Mucina L, Bültmann H, Dierßen K, Theurillat JP, Raus T, Čarni A, Chytrý M (2016) Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science* 19: 3-264.
- sanen J, Blanchet FG, Friendly M, Kindt R, Legendre P, McGlenn D, Minchin PS, O'Hara RB, Simpson GL, Wagner H (2018) Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-1.
- Pignatti S (2005) Valori di bioindicazione delle piante vascolari della flora d'Italia. *Braun-Blanquetia* 39: 3-97.
- Pignatti S, Guarino R, La Rosa M (2017-2019) Flora d'Italia 1-4. 2nd ed. Edagricole, Bologna. 1164 pp. vol 1 (2017), 1178 pp. vol 2 (2017), 1288 pp. vol 3 (2018), 1054 pp. vol. 4 (2019).
- Storkey J (2006) A functional group approach to the management of UK arable weeds to support biological diversity. *Weed research* 46: 513-522.
- Tichý L (2002) JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science* 13(3): 451-453.

Candidato: Elisa De Luca

Relatore: Giovanna Abbate

Correlatore: Emanuele Fanfarillo

Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Roma La Sapienza, Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma

Anno di discussione: 2020

Evoluzione della vegetazione d'alta quota e periglaciale sul Gruppo della Presanella (1991-2019)

F. Brentazzoli

Introduzione

L'ambiente d'alta quota, in virtù del delicato equilibrio che lo caratterizza e delle condizioni di vita estreme cui sono sottoposte le piante alpine presenti, può essere considerato un habitat d'elezione per studi sulla biodiversità e sugli effetti che hanno su di essa vari fenomeni legati all'uomo (es. lo scioglimento dei ghiacciai conseguente all'aumento della temperatura dovuto ai cambiamenti climatici). La presente ricerca, svolta in collaborazione con la Sezione di Botanica del Museo Civico di Rovereto, si colloca in continuità con una serie di studi sull'evoluzione della colonizzazione primaria di ambienti d'alta quota e periglaciali effettuati sul Gruppo della Presanella (Trentino-Alto Adige) a partire dal 1991, quando il Gruppo Botanico della SAT (Società Alpinisti Tridentini) posizionò in Val di Nardis e in Val d'Amola 25 aree di saggio permanenti per lo studio dell'evoluzione della vegetazione nel tempo in relazione allo scioglimento dei ghiacciai. Alcuni dei rilievi furono ripetuti negli anni 1998, 2004, 2011 e 2012. Nel mese di agosto del 2019, nell'ambito di questo lavoro di tesi, sono stati monitorati nuovamente tutti i 25 quadrati permanenti.

Materiali e Metodi

Le 25 aree di studio, suddivise tra la Val d'Amola (dove sono situate 17 aree denominate A1-4, B, C1-10, D1-2) e

la Val di Nardis (8 aree: E, F, G1-3, H, I, L), si trovano ad una quota compresa tra 2447 e 2746 m di altitudine e sono poste a differenti distanze dal fronte dei ghiacciai in zone che presentano substrati morenici con detrito fine o grossolano. Per lo studio della vegetazione è stato utilizzato il metodo del quadrato permanente (Müller-Dambois, Ellenberg 1974): una cornice di legno di 1×1 m (suddivisa in quadrati da 10 cm di lato da un filo di spago) è stata posta sul terreno in corrispondenza dei singoli siti di studio. È stata quindi effettuata la documentazione fotografica che è consistita, per ogni quadrato, in una foto dell'intera cornice dall'alto e in una serie di 25 foto di dettaglio (una ogni 4 quadrati da 10 cm di lato). Sono state quindi registrate tutte le specie presenti (nomenclatura secondo Prosser et al. 2019) in ognuno dei 100 quadrati da 10 cm di lato.

Per i quadrati della Val di Nardis si è quindi proceduto alla trasposizione grafica del paesaggio vegetale mediante il software QGIS: per prima cosa sono state orto-rettificate le foto al fine di correggere eventuali errori di prospettiva e sovrapporre correttamente su di esse una griglia vuota con maglie di 1 cm². Grazie poi al confronto con le foto di dettaglio si è proceduto a selezionare i singoli quadratini che contenevano una determinata specie e a contrassegnarli con un codice e un colore identificativi per la stessa. Al termine del procedimento sono stati ricavati i valori di copertura delle singole specie e totale. Per i quadrati della Val d'Amola invece ci si è limitati al solo calcolo delle frequenze delle varie specie alla risoluzione di 10 cm².

Risultati

Dalle trasposizioni digitali degli 8 quadrati della Val di Nardis sono stati ricavati i valori della copertura vegetale totale e delle singole specie all'interno dei quadrati. L'area E (anno di ritiro del ghiacciaio: 1954 - Sitzia et al. 2017) ha mostrato una copertura totale pari a 1754 cm² e la presenza di 10 specie: *Agrostis rupestris* (16 cm²), *Cardamine resedifolia* (67 cm²), *Euphrasia minima* (121 cm²), *Festuca intercedens* (512 cm²), *Gnaphalium supinum* (8 cm²), *Leucanthemopsis alpina* (171 cm²), *Poa laxa* (69 cm²), *Saxifraga bryoides* (763 cm²), *Saxifraga oppositifolia* (2 cm²) e *Sedum alpestre* (25 cm²). L'area F (anno di ritiro del ghiacciaio: 1970 - Sitzia et al. 2017) ha evidenziato una copertura totale di 4579 cm² e 19 specie: *Adenostyles leucophylla* (5 cm²), *Agrostis alpina* (120 cm²), *Agrostis rupestris* (112 cm²), *Cardamine resedifolia* (28 cm²), *Cerastium uniflorum* (448 cm²), *Euphrasia minima* (50 cm²), *Geum reptans* (631 cm²), *Gnaphalium supinum* (36 cm²), *Hieracium alpinum* (16 cm²), *Leucanthemopsis alpina* (657 cm²), *Luzula alpino-pilosa* (4 cm²), *Oxyria digyna* (330 cm²), *Poa laxa* (199 cm²), *Sagina saginoides* (88 cm²), *Salix herbacea* (26 cm²), *Saxifraga bryoides* (1366 cm²), *Saxifraga oppositifolia* (68 cm²), *Sedum alpestre* (31 cm²) e *Veronica alpina* (364 cm²). Le tre aree G (1-3), poste una accanto all'altra in sequenza (anno di ritiro del ghiacciaio: 1970 - Sitzia et al. 2017), hanno rivelato una copertura media per quadrato di 2661 cm² e un totale di 16 specie (tra parentesi i valori di copertura media): *Agrostis rupestris* (476 cm²), *Agrostis schraderana* (100 cm²), *Arenaria biflora* (51 cm²), *Cardamine resedifolia* (2 cm²), *Cerastium pedunculatum* (8 cm²), *Epilobium anagallidifolium* (6 cm²), *Geum reptans* (94 cm²), *Gnaphalium supinum* (180 cm²), *Leucanthemopsis alpina* (247 cm²), *Luzula alpino-pilosa* (13 cm²), *Oxyria digyna* (792 cm²), *Poa laxa* (371 cm²), *Sagina saginoides* (5 cm²), *Salix herbacea* (15 cm²), *Sedum alpestre* (4 cm²) e *Veronica alpina* (295 cm²). L'area H (anno di ritiro del ghiacciaio: 1954 - Sitzia et al., 2017) ha presentato copertura totale di 3389 cm² con 15 specie: *Agrostis rupestris* (38 cm²), *Arenaria biflora* (26 cm²), *Cerastium cerastoides* (1593 cm²), *Cerastium uniflorum* (29 cm²), *Epilobium anagallidifolium* (8 cm²), *Euphrasia minima* (173 cm²), *Gnaphalium supinum* (139 cm²), *Leucanthemopsis alpina* (45 cm²), *Luzula alpino-pilosa* (624 cm²), *Oxyria digyna* (71 cm²), *Poa alpina* (19 cm²), *Sagina saginoides* (10 cm²), *Saxifraga bryoides* (6 cm²), *Sedum alpestre* (7 cm²) e *Veronica alpina* (601 cm²). L'area I (anno di ritiro del ghiacciaio: 1931 - Sitzia et al. 2017) ha mostrato una copertura totale di 2343 cm² e 22 specie: *Agrostis rupestris* (48 cm²), *Arenaria biflora* (3 cm²), *Cardamine resedifolia* (8 cm²), *Cerastium uniflorum* (436 cm²), *Euphrasia minima* (311 cm²), *Geum reptans* (65 cm²), *Gnaphalium supinum* (31 cm²), *Leucanthemopsis alpina* (63 cm²), *Luzula alpino-pilosa* (129 cm²), *Luzula spicata* (267 cm²), *Oxyria digyna* (9 cm²), *Poa alpina* (462 cm²), *Poa laxa* (13 cm²), *Sagina saginoides* (10 cm²), *Salix herbacea* (70 cm²), *Saxifraga bryoides* (271 cm²), *Saxifraga oppositifolia* (20 cm²), *Sedum alpestre* (1 cm²), *Senecio incanus* (17 cm²), *Silene acaulis* subsp. *excapa* (1 cm²), *Soldanella pusilla* (1 cm²) e *Veronica alpina* (107 cm²). L'area L (anno di ritiro del ghiacciaio: 1931 - Sitzia et al., 2017), infine, ha presentato una copertura totale pari a 3724 cm² e 16 specie: *Agrostis rupestris* (287 cm²), *Arenaria biflora* (194 cm²), *Cardamine alpina* (2 cm²), *Cerastium cerastoides* (4 cm²), *Euphrasia minima* (283 cm²), *Geum reptans* (13 cm²), *Gnaphalium supinum* (1525 cm²), *Leucanthemopsis alpina* (147 cm²), *Luzula alpino-pilosa* (772 cm²), *Oxyria digyna* (35 cm²), *Poa alpina* (342 cm²), *Ranunculus glacialis* (3 cm²), *Sagina saginoides* (23 cm²), *Salix herbacea* (16 cm²), *Saxifraga bryoides* (32 cm²) e *Veronica alpina* (46 cm²).

I rilievi delle 13 aree della Val d'Amola hanno permesso di ricavare invece i valori di frequenza (alla risoluzione di 10 cm²) delle specie rilevate. Nelle quattro aree A le specie più frequenti sono risultate *Leucanthemopsis alpina*, *Agrostis rupestris* e *Poa alpina* (oltre ad *Euphrasia minima*, *Luzula alpino-pilosa* e *Gnaphalium supinum*). Significativa anche la comparsa di un piccolo arbusto di *Salix helvetica*. Nell'area B, invece, è stata osservata una maggiore frequenza di *Luzula alpino-pilosa*, *Veronica alpina* e *Leucanthemopsis alpina*. Infine, nelle 12 aree C-D è stata rilevato una prevalenza di *Saxifraga bryoides*, *Poa laxa*, *Adenostyles leucophylla* ed *Oxyria digyna*.

Discussione

Analizzando i risultati relativi alle 25 aree permanenti, anche mediante confronto con i dati precedenti, è possibile affermare che in generale si assiste, praticamente in tutti i quadrati, ad un incremento del numero di specie presenti e quindi ad un incremento della complessità della vegetazione. Il valore di copertura vegetale mostra poi, in linea di massima, un andamento crescente nel tempo o si stabilizza negli ultimi anni; sono presenti però casi in cui si osserva una decrescita della copertura, dal 2012 al 2019, che può verosimilmente essere imputata, almeno in parte, al notevole innevamento dell'inverno 2018-2019 (per cui nell'estate 2019 le piante erano ancora relativamente poco sviluppate). In particolare, è possibile osservare come il tempo passato dal ritiro del ghiacciaio sia verosimilmente il principale driver del processo di colonizzazione primaria. Certamente anche altri fattori, come le caratteristiche del suolo, il microclima, la topografia del terreno ed eventuali disturbi, possono avere un ruolo non trascurabile nel determinare la composizione vegetale, sia a livello qualitativo che quantitativo.

Analizzando i quadrati della Val di Nardis, si può osservare come nell'area lasciata libera dal ghiacciaio in epoca più recente (1970) siano principalmente presenti specie come *Oxyria digyna* e *Leucanthemopsis alpina*, tipiche delle fasi iniziali di colonizzazione. Nell'area liberata dal ghiaccio intorno al 1954 è visibile l'evoluzione dallo stadio precedente ad uno stadio intermedio, con la quasi scomparsa delle due specie appena citate e l'affermarsi invece di specie come *Festuca intercedens* e *Cerastium pedunculatum*. Nella terza area di epoca più antica (1931) è visibile, infine, uno stadio ancora più avanzato della vegetazione (anche se non pienamente maturo e stabilizzato in uno stadio di climax), con l'affermazione di graminoidi come *Luzula alpino-pilosa*, *Luzula spicata* e *Poa alpina*, oltre a *Cerastium uniflorum*, *Euphrasia minima* e *Gnaphalium supinum*.

Per quanto riguarda invece la Val d'Amola, anche se l'elaborazione è stata meno approfondita e ha tenuto conto solamente della frequenza delle specie, è possibile arrivare a conclusioni molto simili. Anche in queste aree si osserva infatti una diversa composizione vegetale a seconda della distanza del quadrato rilevato dal ghiacciaio (con prevalenza ad esempio di specie pioniere come *Saxifraga bryoides* e *Oxyria digyna* nelle aree poste in prossimità della fronte glaciale fino alla comparsa anche di arbusti come *Salix helvetica* in quelle più distanti).

Letteratura citata

Muller D, Ellenberg H (1974) Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons, New York. 547 pp.

Prosser F, Bertolli A, Festi F, Perazza G (2019) Flora del Trentino. Fondazione Museo Civico di Rovereto. Edizioni Osiride, Rovereto. 1216 pp.

Sitzia T, Dainese M, Krüsi B, McCollin D (2017) Landscape metrics as functional traits in plants: perspectives from a glacier foreland. PeerJ 5: e3552.

Candidato: Francesca Brentazzoli

Relatore: Graziella Berta

Correlatore: Tommaso Sitzia

Dipartimento di Scienze e Innovazione Tecnologica, Università del Piemonte Orientale, Viale Teresa Michel 11, 15121 Alessandria

Anno di discussione: 2020

Effetti del pascolamento e del fuoco sulle praterie xeroterme della Valle di Susa

D. Barberis

Introduzione

La presente tesi si colloca all'interno del progetto LIFE12 NAT/IT/000818 XERO-GRAZING, con l'obiettivo di valutare l'efficacia del pascolamento ovino per la conservazione delle praterie aride site nei comuni di Bussoleno e Mompantero, nella Valle di Susa (Piemonte, Nord Italia). Tali praterie sono ascrivibili agli habitat 6210* "Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (*Festuco-Brometalia*)", e 6240* "Formazioni erbose steppiche sub-pannoniche", che ospitano un interessante contingente di specie steppiche e mediterranee, molte delle quali considerate rare sulle Alpi. A partire dagli anni '70, con l'abbandono del pascolo, l'area di studio ha subito un progressivo processo di ricolonizzazione da parte di arbusti e alberi, e la conseguente alterazione degli ambienti idonei ad ospitare le specie rare tipiche degli ambienti aperti sub-mediterranei. Nell'anno 2015 un gregge di servizio di proprietà dell'Ente di Gestione dei Parchi delle Alpi Cozie (dato in affidamento a un allevatore locale) ha ripreso l'attività di pascolamento. Nell'autunno del 2017, dopo due anni di pascolamento, l'area è stata completamente interessata da un esteso incendio, che ha permesso di valutare, comparativamente al pascolamento, l'effetto del passaggio del fuoco sulla vegetazione.

Materiali e Metodi

Nel periodo maggio-giugno 2018 sono stati eseguiti 83 rilievi vegetazionali all'interno della rete di monitoraggio permanente del progetto. In ciascun rilievo la copertura delle specie dominanti è stata determinata lungo un transetto lineare (Daget, Poissonet 1971) di 12,5 m, con osservazioni ogni 25 cm, per un totale di 50 osservazioni per transetto. Al fine di includere in ciascun rilievo anche le specie sporadiche non identificate lungo il transetto, è stato successivamente stilato un elenco floristico completo delle specie presenti entro un metro da ogni lato del transetto (area di 25 m²). Per la valutazione degli effetti dei disturbi sulla vegetazione sono stati utilizzati i dati relativi a 4 anni di studio: situazione di partenza pre-trattamenti (2014), situazione post-pascolamento (2016 e 2017), situazione post-incendio (2018). Sono stati confrontati, in relazione alla gestione pastorale attuata, tre differenti trattamenti: (a) assenza di pascolamento (aree con funzione di controllo), (b) pascolamento primaverile (aprile-maggio) con carico animale medio di 0,07 livestock units (LU) ha⁻¹ anno⁻¹ (1 pecora=0,15 LU) e (c) stabbature (aree di riposo notturno degli ovini, periodicamente spostate ogni 3 giorni), caratterizzate da pascolamento intenso con carico animale medio di 0,83 LU ha⁻¹ anno⁻¹). Per ogni rilievo è stata stimata visivamente la copertura erbacea totale, intesa come proiezione al suolo delle porzioni epigee dello strato erbaceo. La fitomassa verde e la necromassa sono state stimate visivamente come volume di biomassa, in classi di abbondanza da 1 (nulla) a 5 (molto abbondante). Per ciascun rilievo sono stati calcolati la ricchezza specifica, l'Indice di Shannon, il Valore Pastorale (Pittarello et al. 2018), il numero e la copertura di alcuni gruppi funzionali di specie, individuati sulla base dell'optimum fitosociologico attribuito a ciascuna specie (Aeschmann et al. 2004). Nello specifico, sono state considerate: specie tipiche delle praterie aride (specie con optimum fitosociologico ricadente nelle classi *Festuco-Brometea* e *Lygeo-Stipetea*), specie tipiche di comunità pioniere annuali (*Thero-Brachypodietea* e *Koelerio-coryneporetea*), specie tipiche di comunità ruderali (*Stellarietea mediae*, *Agropyreteae intermedii-repentis* ed *Artemisietea vulgaris*) e specie tipiche di praterie fertili (*Molinio-Arrhenatheretea*). Per ciascun rilievo, infine, sono stati calcolati il numero e la percentuale di copertura delle specie steppiche (Sudeuropee-Sudsiberiane) e Mediterranee (Steno- ed Euri-), queste ultime suddivise ulteriormente tra annuali e perenni. Il confronto tra i quattro trattamenti (tre tipologie di gestione e controllo) e tra gli anni è stato realizzato tramite Generalized Linear Mixed Models con struttura a misure ripetute, impostando trattamento e anno come fattori fissi. In seguito sono stati effettuati LSD post-hoc tests per valutare le differenze tra trattamenti o tra anni. I modelli sono stati eseguiti con il software SPSS v.25.

Risultati

Il pascolamento non ha determinato significative variazioni della fitomassa verde e della necromassa, mentre al contrario l'incendio ha determinato un significativo decremento della fitomassa verde (-12,3%, p<0,001), con un totale azzeramento della necromassa. Anche la copertura vegetale è diminuita solamente in seguito all'incendio (-8,6%, p<0,05). Non sono state rilevate differenze negli anni e tra i trattamenti nella ricchezza specifica, ma è stato rilevato un aumento dell'Indice di Shannon in seguito all'incendio (3,4 vs. 3,7, p<0,05). Il pascolamento non ha determinato variazioni significative nel numero di specie tipiche delle praterie aride, ma la loro percentuale di copertura è diminuita nelle stabbature (97,6% vs. 90,3%, p<0,05), mentre la riduzione provocata dall'incendio è stata molto più intensa in tutti i trattamenti (92,5% vs. 78,5%, p<0,01). Il numero di specie delle comunità pioniere annuali non è aumentato significativamente con il pascolamento, ma la loro copertura media è quasi decuplicata nelle aree stabbate (0,8% vs. 7,1%, p<0,05) e successivamente è aumentata anche negli altri trattamenti in seguito al passaggio del fuoco (4,4% vs. 13,7%, p<0,01). Allo stesso modo le specie ruderali (*Reseda lutea* L., *Carduus nutans* L., ecc.) sono aumentate solamente dopo l'incendio (0,9% vs. 4,8%, p<0,01). Non sono state registrate variazioni significative delle specie tipiche delle praterie fertili e nel Valore Pastorale. Anche le specie steppiche non hanno subito variazioni, mentre le specie mediterranee hanno mostrato effetti contrastanti: le specie Mediterranee annuali (*Asterolinon linum-stellatum* (L.) Duby, *Euphorbia sulcata* Lens ex Loisel., ecc.) sono aumentate in seguito alle stabbature (0,1% vs. 1,9%, p<0,05), mentre le specie Mediterranee perenni (*Fumana ericoides* (Cav.) Gand., *Lavandula angustifolia* Mill., ecc.) hanno subito una contrazione della loro copertura media (14,2% vs. 6,2%, p<0,05). L'incendio ha allo stesso modo provocato una consistente diminuzione delle specie Mediterranee perenni (10,5% vs. 6,3%, p<0,05) a favore di un aumento di quelle annuali (1,2% vs. 4,4%, p<0,01).

Discussione

Il pascolamento ovino, oltre a contribuire alla preservazione delle aree aperte dalla colonizzazione degli arbusti, non ha determinato sensibili cambiamenti sulla composizione della vegetazione erbacea, probabilmente a causa del carico animale contenuto, che ha mantenuto copertura totale, ricchezza specifica e fitomassa stabili nel tempo. La composizione vegetazionale ha subito variazioni significative solo localmente all'interno delle aree di stabbatura, con carichi di animali più elevati, dove la copertura delle specie tipiche di praterie aride e delle specie Mediterranee perenni si è ridotta, consentendo la formazione di spazi di suolo nudo colonizzabili dalle specie tipiche di comunità pioniere annuali. Il pascolamento non ha prodotto una ruderalizzazione della

vegetazione, quindi i carichi animali applicati sono risultati compatibili con gli habitat oggetto di studio. Non si è osservato un miglioramento del Valore Pastorale delle praterie, principalmente perché non sono aumentate le specie tipiche delle praterie fertili, di cui fanno parte le specie con la migliore qualità pabulare. Al contrario del pascolamento, l'incendio ha prodotto variazioni consistenti, con danneggiamento della copertura vegetale e sensibile riduzione della copertura delle specie tipiche delle praterie aride e delle specie Mediterranee perenni. Questo, non solo ha favorito le specie tipiche di comunità pioniera annuali (molte delle quali Mediterranee), ma ha anche permesso la colonizzazione della prateria (seppur con percentuali medie contenute) da parte di specie ruderali molto competitive. La diminuzione della copertura delle specie dominanti (tipiche delle praterie aride) e l'aumento della copertura delle specie sporadiche (ruderali e tipiche di comunità pioniera annuali), sono la causa principale dell'aumento dell'indice di Shannon in seguito all'incendio, a causa della più omogenea ripartizione tra le coperture delle diverse specie. Le variazioni di copertura non sono state accompagnate da variazioni della ricchezza specifica, eccetto per la comparsa delle specie ruderali in seguito all'incendio.

Letteratura citata

- Aeschimann D, Lauber K, Moser D-M, Theurillat J-P (2004) Flora Alpina 1-3. Zanichelli, Bologna. 1160 pp. vol 1, 1188 pp. vol 2, 324 pp. vol 3.
- Daget P, Poissonet J (1971) Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Annales Agronomiques 22: 5-41.
- Pittarello M, Lonati M, Gorlier A, Perotti E, Probo M, Lombardi G (2018) Plant diversity and pastoral value in alpine pastures are maximized at different nutrient indicator values. Ecological Indicators 85: 518-524.

Candidato: Davide Barberis

Relatore: Michele Lonati

Correlatore: Giampiero Lombardi

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco (Torino)

Anno di discussione: 2019

Lo scavo del riempimento della piroga di Poggiomarino: primi dati archeobotanici (Età del Bronzo)

A. Cozzolino

Introduzione

L'antracologia è la disciplina che analizza la struttura anatomica di legni e carboni consentendo di ricostruire la vegetazione presente in un determinato contesto archeologico e fornendo utili informazioni sulle scelte tecnologiche effettuate nel corso dei secoli (Marchesini et al. 2017). Il presente elaborato ha come oggetto lo studio dei resti antracologici relativi al villaggio fluviale protostorico di Longola (Poggiomarino, Napoli) e riferibili all'Età del Bronzo (2200-900 a.C.). Tra i reperti lignei ed i manufatti rinvenuti risultano di particolare importanza i resti di alcune imbarcazioni, su una delle quali si concentrano le indagini descritte in questo lavoro. Si tratta di una "piroga monossile", cioè una piccola imbarcazione simile ad una canoa ottenuta scavando all'interno di un unico tronco di Roverella (*Quercus pubescens* Willd.). Questo lavoro di tesi si inserisce in un lavoro più ampio finalizzato a ricostruire la vegetazione naturale che circondava il sito archeologico di Longola, e ad approfondire le conoscenze sull'uso del legno nell'Età del Bronzo. In tal modo è anche possibile verificare le differenze con il paesaggio agro-forestale attuale e ottenere informazione circa il clima dell'epoca.

Materiali e Metodi

Le indagini hanno seguito diverse fasi: a) prelievo di campioni di sedimento contenuto nella piroga; b) estrazione dei resti carbonizzati; c) identificazione dei resti vegetali al microscopio ottico; d) interpretazione dei dati. Dal riempimento della piroga, dopo essere stati individuati due strati principali (US1, superiore - US5, inferiore), sono stati estratti 6 campioni di sedimento (US1 A12, US1 B4, US1 B6 - US5 A2, US5 AB12, US5 B7). Dopo essere stati setacciati (4, 2 e 0,5 mm), da tali campioni sono stati estratti i vari reperti riscontrati: legnetti, carboni, resti carpologici e frammenti ossei. Questo studio si è soffermato solo sull'analisi e l'identificazione di resti vegetali carbonizzati. L'identificazione di questi è avvenuta al microscopio ottico, mediante chiavi di riconoscimento, atlanti botanici e di anatomia del legno (Schweingruber 1990, Vernet et al. 1997, Neef et al. 2012) e confronti con i campioni della collezione del laboratorio Plant and Wood Anatomy del Dipartimento di Agraria dell'Università di Napoli Federico II.

Risultati

L'analisi al microscopio ottico eseguita su 350 carboni ha consentito di identificati 11 taxa: salice (*Salix* sp.), farnia/rovere (*Quercus robur/petraea*), roverella (*Quercus pubescens*), cerro (*Quercus cerris*), carpino (*Ostrya carpinifolia/Carpinus betulus*), nocciolo (*Corylus avellana*), acero di campo (*Acer campestre*), frassino ossifillo (*Fraxinus* cfr. *angustifolia*), ontano (*Alnus* sp.), abete bianco (*Abies alba*) ed olmo (*Ulmus* sp.).

La composizione dei campioni del secondo strato è di seguito riportata.

Nell'US5 A2 i taxa più abbondante sono risultati *Salix* con il 52% dei reperti, seguito da *Q. robur/petraea* (17%), *Q. pubescens* (11%), *Q. cerris* (6%), *Fraxinus* cfr. *angustifolia* (5%), *Alnus* (3%) e *C. betulus/O. carpinifolia* (3%), *C. avellana* (2%), *Ulmus* (1%). Nell'US5 AB12 è stata osservata una prevalenza di *Q. robur/petraea* (23%), seguito da *Q. pubescens* (17%), *Salix* (16%) e *Q. cerris* (16%), *Alnus* (10%), *C. betulus/O. carpinifolia* (6%), *C. avellana* (6%), *Abies alba* (4%) *Fraxinus* cfr. *angustifolia* (2%). Nell'US5 B7 sono stati invece rilevati *Q. pubescens* (26%), *Salix* (20%), *Q. robur/petraea* (18%), *C. betulus/O. carpinifolia* (12%), *C. avellana* (10%) e *Q. cerris* (10%), *Fraxinus* cfr. *angustifolia* (2%) e *A. campestre* (2%).

Di seguito è riportata la composizione dei campioni prelevati dal primo strato del riempimento della piroga.

Nell'US1 A12 sono stati trovati *Q. robur/petraea* (26%), *A. campestre* (20%), *Q. pubescens* (18%), (14%), *C. betulus/O. carpinifolia* (8%), *Q. cerris* (6%), *C. avellana* (4%), *Fraxinus* cfr. *angustifolia* (2%) ed *A. alba* (2%). Nell'US1 B4 il taxon prevalente è risultato *Salix* con il 37%, seguito da *Q. pubescens* (20%), *C. betulus/O. carpinifolia* (17%), *Q. robur/petraea* (13%) e *C. avellana* (13%). Dall'US1 B6, infine, sono stati estratti *Q. robur/petraea* (26%), *Salix* (18%), *Q. pubescens* (16%), *C. betulus/O. carpinifolia* (12%), *C. avellana* (6%) *A. campestre* (6%) e *Fraxinus* cfr. *angustifolia* (4%).

Durante lo studio antracologico dei carboni è stato possibile identificare anche diversi materiali carpologici. Vinaccioli (*Vitis*) parzialmente carbonizzati sono stati identificati soprattutto nello strato US5, ed in particolare nel campione AB12 (52%). Tra gli altri carporesti l'osservazione ha evidenziato presenza di 10 carioidi di *Triticum monococcum* (farro piccolo), 18 carioidi di *Hordeum vulgare* (orzo) e un frammento di ghianda di *Quercus* sp.

Discussione

In base ai taxa identificati è possibile provare a ricostruire l'assetto forestale in cui era inserito il villaggio protostorico di Longola durante l'Età del Bronzo, situato nell'attuale Piana del Sarno e strutturato in isolotti arginati da canali (Cicirelli 2015). È possibile ipotizzare che nelle aree circostanti gli isolotti vi era una vegetazione ripariale, testimoniata dalla forte presenza di *Salix*, *Alnus* e *F. cfr. angustifolia*. Al di fuori degli spazi abitativi poteva essere presente una foresta planiziale caratterizzata da *Q. robur* e formazioni boschive miste fino ad alta quota, comprendenti *Q. pubescens*, *Q. cerris*, *O. carpinifolia/C. betulus*, *A. campestre*, *Abies alba*, *Ulmus* e *C. avellana*. Il legno di questi boschi, in particolare quello di farnia, era utilizzato per la costruzione di abitazioni, imbarcazioni e altri manufatti minori, oltre che come combustibile (Nardi Berti 2006). Il paesaggio attuale della Piana del Sarno, invece, è ben diverso: il crescente sviluppo degli insediamenti urbani e delle aree coltivate ha determinato la regressione delle zone umide con la conseguente scomparsa della foresta planiziale e una forte alterazione della vegetazione ripariale. Le specie forestali e agrarie che oggi costituiscono la copertura vegetale del comune di Poggiomarino e delle aree limitrofe, infatti, non mostrano alcuna continuità con il passato, che per molti aspetti può essere considerata la vegetazione potenziale di quest'area. Di rilievo è sicuramente la scomparsa di *Abies alba* alle quote più basse, tanto da essere considerata un "relictto antropico", cioè una specie relitta per cause antropiche (Di Pasquale et al. 2014) in ragione del suo ampio utilizzo dovuto alle ottime caratteristiche tecnologiche del suo legno. I dati ottenuti sono coerenti con quanto noto per i processi ambientali nel Mediterraneo; prima del 4000 BP (Before Present) sono state le variazioni climatiche a provocare un cambiamento della vegetazione nel Mediterraneo, mentre a partire dall'Età del Bronzo la causa principale del cambiamento della vegetazione è dovuta alle attività antropiche (Mercuri, Sadori 2012, D'Auria et al. 2017). Per quanto riguarda i carporesti osservati sono i vinaccioli a suscitare maggiore interesse, in quanto l'Età del Bronzo è il periodo in cui si hanno i primi segnali di viticoltura in Italia (Marvelli et al. 2013). Questi sono i più antichi reperti che attestano l'inizio delle attività di utilizzo della vite in area vesuviana e, inoltre, per la ricostruzione degli ecosistemi antichi, la presenza di vite è perfettamente coerente con la foresta planiziale.

Dal punto di vista applicativo i dati ricavati da questo studio possono essere utilizzati come riferimento per operazioni di riqualificazione ambientale che vogliano prendere in considerazione la vegetazione potenziale di questo territorio.

Letteratura citata

- Cicirelli C (2015) Dalla scoperta del villaggio perifluviale protostorico all'attuando Parco Archeologico Naturalistico di Longola di Poggiomarino. Bilanci e prospettive. Rivista di Studi Pompeiani 26: 180-184.
- D'Auria A., Buonincontri MP, Allevato E, Saracino A, Jung R, Pacciarelli M, Di Pasquale G. (2017) Evidence of a short-lived episode of olive (*Olea europaea* L.) cultivation during the Early Bronze Age in western Mediterranean (southern Italy). The

Holocene 27(4): 605-612.

- Di Pasquale G, Allevalo M, Cochiararo A, Moser D, Pacciarelli M, Saracino A (2014) Late Holocene persistence of *Abies alba* in low-mid altitude deciduous forests of central and southern Italy: new perspectives from charcoal data. *Journal of Vegetation Science* 25(5): 1299-1310.
- Marchesini M, Marvelli S, Rizzoli E (2017) Resti di piante antiche: tracce del paesaggio, dell'ambiente, dell'economia e dell'alimentazione. In: Maggi P, Pieri F, Ventura P (Eds) *Monte Castellier. Le piante di Elleri narrano la storia*. EUT Edizioni Università di Trieste, Muggia (Trieste).
- Marvelli S, De' Siena S, Rizzoli E, Marchesini M (2013) The origin of grapevine cultivation in Italy: the archaeobotanical evidence. *Annali di Botanica* 3: 155-163.
- Mercuri AM, Sadori L (2012) Climate changes and human settlements since the Bronze age period in central Italy. *Rendiconti Online della Società Geologica Italiana* 18: 32-34.
- Nardi Berti R (2006) *La struttura anatomica del legno ed il riconoscimento dei legnami italiani di più corrente impiego*, IVALSÀ, Firenze. 160 pp.
- Neef R, Cappers RTJ, Bekker RM (2012) *Digital atlas of economic plants in archeology*. Barkhuis & Groningen University Libray, Groningen. 760 pp.
- Schweingruber FH (1990) *Anatomie europäischer Hölzer. Ein Atlas zur Bestimmung europäischer Baum-, Strauch- und Zwergstrauchhölzer. Anatomy of European woods. An atlas for the identification of European trees, shrubs and dwarf shrubs*. Paul Haupt, Stuttgart. 800 pp.
- Vernet JL (1997) *L'Homme et la Forêt méditerranéenne de la Préhistoire à nos jours*. Ed. Errance, Paris. 248 pp.

Candidato: Alessia Cozzolino

Relatore: Gaetano Di Pasquale

Correlatore: Alessia D'Auria

Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Via Università 100, 80055 Portici (Napoli)

Anno di discussione: 2019

Il paesaggio forestale della Piana Reatina 3000 anni fa: primi dati dal bacino di Piediluco

L. Vanacore

Introduzione

Lo studio della storia del paesaggio vegetale, inteso come il risultato del rapporto tra l'uomo e l'ambiente naturale che lo circonda (Ingold 2000), offre la possibilità di comprendere come si è evoluto il legame piante-uomo nel corso del tempo. L'utilizzo di strumenti di indagine propri dell'archeobotanica, permette di identificare specie vegetali che nel corso della storia sono state variamente utilizzate dalle popolazioni antiche. Tali informazioni sono pertanto utili a ricostruire i caratteri ambientali di un dato territorio e ad esaminare le strategie di sussistenza delle comunità umane ivi stanziatesi. Negli ultimi 10000 anni, il susseguirsi delle diverse situazioni climatiche e gli interventi antropici hanno modificato le comunità vegetali fino al raggiungimento della configurazione attuale (Cattani 1992). In Italia infatti, a partire dal Neolitico antico, si è avuta un'intensificazione dello sfruttamento del territorio. In particolare, nel corso dell'Età del Bronzo (4300-4200 anni dal presente) le attività dell'uomo sono divenute un fattore di estrema importanza nel configurare l'aspetto del paesaggio.

Questo lavoro di tesi ha per oggetto lo studio dei resti archeobotanici provenienti dal sito archeologico perilacustre di Paduli (Colli sul Velino, Rieti) con l'obiettivo di ottenere informazioni sul paesaggio forestale dell'area circostante e quindi sul rapporto tra uomo e risorse legnose. Questo sito rientra nel quadro abitativo del popolamento velino che, tra il Bronzo Antico Avanzato (XX sec. a.C.) e la fase recente della Prima Età del Ferro (VIII sec. a.C.), interessò la Piana di Rieti ed il bacino di Piediluco (Jaia et al. 2018).

Materiali e Metodi

I resti analizzati, recuperati attraverso il prelievo di campioni di sedimento, provengono da contesti con funzioni e cronologie differenti; essi si datano a partire dal Bronzo Finale (X sec. a.C.) fino alle prime fasi dell'Età del Ferro (IX sec. a.C.) (Guerzoni 2006). I carboni sono stati estratti attraverso un processo di flottazione (cioè un metodo che consente di estrarre, con un'apposita macchina detta flottatrice, i resti vegetali inclusi nel sedimento, senza danneggiarli [Di Pasquale 2011]), mentre i reperti lignei sono stati individuati visivamente. Per poter identificare tassonomicamente i campioni mediante lo studio dell'anatomia del legno, in ciascun reperto sono stati ricavati tre piani di osservazione (sezione trasversale, radiale e tangenziale). Nel dettaglio, i carboni sono stati spaccati, mentre dai reperti lignei, con un microtomo, sono state ottenute sezioni sottili montate poi su vetrini. Mediante

un microscopio ottico sono quindi stati identificati i reperti con l'ausilio di atlanti di anatomia (Greguss 1959, Schweingruber 1990) e confronti con i campioni della collezione del laboratorio Plant and Wood Anatomy del Dipartimento di Agraria dell'Università di Napoli Federico II.

Risultati

Lo studio dei resti archeobotanici ha evidenziato la presenza di specie arboree ed arbustive, sia decidue che sempreverdi. L'analisi antracologica ha riguardato 301 frammenti di carbone per un totale di 16 taxa identificati, con una netta maggioranza di specie arboree e decidue, riportati di seguito in ordine decrescente rispetto alla frequenza di identificazione: *Quercus cerris*, *Carpinus* sp., *Q. petraea/robur*, *Fraxinus angustifolia*, *Ostrya carpinifolia*, *Quercus pubescens*, *Viburnum lantana*, *Alnus* sp., *Ulmus* sp., *Castanea sativa*, *Acer* sp., *Fraxinus ornus*, *Cotinus coggygria*, *Lonicera etrusca*, *Phillyrea* sp. ed *Arbutus unedo*. L'analisi xilologica ha riguardato invece 15 reperti lignei rispetto ai quali sono stati identificati 3 taxa: *Carpinus/Ostrya carpinifolia* con la maggior frequenza, seguito poi da *Quercus petraea/robur* e *Fraxinus angustifolia*.

Discussione

In generale, il processo di caratterizzazione di un paesaggio vegetale antico richiede che i dati ottenuti con l'indagine archeobotanica siano valutati alla luce della reale rappresentatività di ciascuna specie nell'ambiente naturale (Vernet 1997). È da sottolineare che l'analisi di legno e carbone non sempre permette di arrivare al livello di specie per due motivi legati, sia alle caratteristiche anatomiche che, in alcuni casi, non presentano elementi diagnostici utili alla distinzione fino al livello specifico, sia al cattivo stato di conservazione del campione che talvolta può impedire la messa in evidenza dei caratteri indispensabili all'identificazione della specie. In questi casi, in fase di identificazione, ci si limita al livello di genere e si fa riferimento all'ecologia delle specie più plausibili rispetto alle caratteristiche ambientali dell'area di studio per ipotizzarne la presenza nel paesaggio dell'epoca.

L'analisi antracologica ha fornito informazioni utili ad ipotizzare i caratteri della copertura vegetale circostante il sito, ed i taxa identificati mostrano la presenza di due paesaggi forestali differenti: quello delle grandi foreste planiziali di pianura e quello dei boschi del piano collinare. Esternamente agli spazi abitativi, intorno al bacino di Piediluco, si estendeva la foresta planiziale in cui, dal punto di vista ecologico e rispetto al contesto in cui è inserito il sito (ovvero pianeggiante, umido e con falda superficiale), è possibile ipotizzare la predominanza di una facies mesofila a *Carpinus betulus*, *Quercus robur* e *Ulmus minor* con la presenza di una facies mesoigrofila e igrofila a *Fraxinus angustifolia* e *Alnus glutinosa*. Oggi, tuttavia, questo paesaggio è scomparso perché le aree pianeggianti sono destinate all'agricoltura. Dai rilievi circostanti provengono probabilmente gli altri taxa, rappresentati sia da specie arboree (es. *Quercus pubescens*, *Q. cerris*, *Ostrya carpinifolia*, *Acer* e *Castanea sativa*) tipiche di foreste di latifoglie decidue, sia arbustive (es. *Lonicera etrusca*, *Viburnum lantana*, *Arbutus unedo* e *Phillyrea*) tipiche dei boschi termofili e delle rupi. Questo secondo paesaggio è invece coerente con quello attuale riscontrabile nell'area. Lo studio dei carboni ha inoltre dimostrato che *Quercus cerris*, *Q. pubescens*, *Carpinus* ed *Alnus glutinosa* venivano principalmente impiegate come legna da ardere. Lo studio dei reperti lignei ha dimostrato che *Carpinus*, *Fraxinus* e *Quercus robur*, considerate le loro buone caratteristiche tecnologiche (Nardi Berti 2006), venivano impiegate per la realizzazione di oggetti e manufatti.

Significativa è risultata l'identificazione nei materiali studiati di *Castanea sativa*, in quanto si è trattato del primo ritrovamento di tale specie per questo territorio e per il periodo storico in questione: questo è in accordo con recenti studi sull'autoctonia del castagno in Italia (Krebs et al. 2019). Da notare l'assenza di *Quercus ilex* e più in generale la scarsa presenza delle specie sempreverdi: tale dato suggerisce che la vegetazione sempreverde, oggi caratteristica dei rilievi calcarei che circondano il sito indagato, non si era ancora diffusa all'epoca a cui risalgono i materiali studiati. Questa ipotesi, assieme alle evidenze di foresta planiziale, indica che circa 3000 anni fa la pressione antropica era ancora poco rilevante nell'area, rispetto a quanto accadeva in contesti simili a quello di Paduli. In conclusione, è possibile affermare che i risultati ottenuti sono pienamente coerenti con il contesto geografico in cui è inserito il sito archeologico e sono importanti perché indicano quale fosse la biodiversità 3000 anni fa e quale possa essere la vegetazione potenziale di questo territorio dell'Italia centrale.

Letteratura citata

- Cattani L (1992) Grotta Guattari at San Felice Circeo (Latina). Pollen analyses. *Quaternaria Nova* 1: 137-142.
- Di Pasquale G (2011) Che cos'è l'archeobotanica. Carocci Editore, Roma. 128 pp.
- Greguss P (1959) *Holzanatomie der europäischen Laubholzen und Straucher*. Akadémial Kiadó, Budapest. 330 pp.
- Guerzoni RP (2006) L'insediamento Protostorico di Paduli di Monte Cornello nella Conca Velina: note sulla durata e sui caratteri del sito in una revisione di alcuni dati noti. In: Carancini GL (Ed.) *Miscellanea Protostorica*. Quaderni di Protostoria 3, Perugia.
- Ingold T (2000) *The perception of the environment. Essays in livelihood, dwelling and skill*. New York. 465 pp.
- Jaia AM, Virili C, Curci A, Fiori F, Di Pasquale G, D'Auria A (2018) Il sito perilacustre di epoca protostorica di loc. Paduli (Colli sul Velino, RI). Indagini di superficie 2011-2013 e scavi 2015-2016. In: Negroni Catacchio N. (Ed.) *Atti del XIV incontro*

- di Studi di Preistoria e Protostoria in Etruria (Valentano-Pitigliano-Manciano, 9-11 settembre 2018). Centro Studi di Preistoria e Archeologia, Milano.
- Krebs P, Pezzatti GB, Beffa G, Tinner W, Conedera M (2019) Revising the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) refugia history of the last glacial period with extended pollen and macrofossil evidence. *Quaternary Science Reviews* 206: 111-128.
- Nardi Berti R (2006) La struttura anatomica del legno ed il riconoscimento dei legnami italiani di più corrente impiego. IVALSIA, Firenze. 160 pp.
- Schweingruber FH (1990) Anatomie europäischer Hölzer. Ein Atlas zur Bestimmung europäischer Baum-, Strauch- und Zwergstrauchhölzer. Anatomy of European woods. An atlas for the identification of European trees, shrubs and dwarf shrubs. Paul Haupt, Stuttgart. 800 pp.
- Vernet JL (1997) L'Homme et la Forêt méditerranéenne de la Préhistoire à nos jours. Ed. Errance, Paris. 247 pp.

Candidato: Lucia Vanacore

Relatore: Gaetano Di Pasquale

Correlatori: Alessia D'Auria, Carlo Virili

Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Via Università 100, 80055 Portici (Napoli)

Anno di discussione: 2020

Diversità ed efficienza degli impollinatori del melo in Emilia-Romagna

L. Lenzi

Introduzione

Il melo (*Malus domestica* (Borkh.) Borkh.) è una delle più importanti e diffuse colture alimentari al mondo. Trattandosi di una specie autoincompatibile il successo riproduttivo dipende strettamente dagli insetti impollinatori, rappresentati soprattutto da api (Garratt et al. 2014). Con questo lavoro è stata analizzata la diversità e l'abbondanza degli imenotteri apoidei in meleti a diversa gestione agronomica, nonché l'efficienza dei diversi impollinatori nel trasferire il polline e di mediare quindi il processo di impollinazione. A tale scopo è stata effettuata un'analisi del polline sparso sul corpo delle api e, quando presente, di quello da esse raccolto attivamente in strutture specializzate. I risultati hanno consentito anche di stimare la diversità di piante co-fiorite all'interno dei meleti.

Materiali e Metodi

Lo studio è stato condotto durante la fioritura del melo (tra fine Marzo e metà Aprile 2019) in quattro meleti situati nelle province di Bologna e Ferrara (Emilia-Romagna). I frutteti si trovano nel raggio di 100 km, in tre dei quali era attuata la gestione integrata (IPM, *Integrated Pest Management*), di cui uno con la presenza di arnie e uno a gestione biologica. Il campionamento degli apoidei è stato effettuato per tre giorni consecutivi in maniera attiva tramite retino e in maniera passiva tramite pan-traps. I campioni sono stati preparati e identificati a livello di specie presso il CREA-AA di Bologna. Successivamente è stato rimosso il polline che gli insetti presentavano sul corpo con il sussidio di piccoli dischi di gelatina glicerinata, mentre il polline raccolto in strutture specializzate è stato sospeso in acqua. Il polline è stato osservato al microscopio ottico (40×, per ogni vetrino sono stati considerati casualmente 100 granuli pollinici) ed identificato al livello tassonomico più fine possibile secondo la nomenclatura melissopalinoologica attualmente in uso. È stata poi calcolata la percentuale di polline di melo sul corpo degli insetti per ottenere una stima dell'efficienza di impollinazione di ciascun taxon. Per quanto concerne la diversità degli insetti all'interno dei meleti, sono stati calcolati gli indici di diversità di Simpson e di Shannon (PAST, PAleontological STatistics versione 3.25) e confrontata l'efficienza di impollinazione per ogni taxon (R, versione 3.6.1).

Risultati

In ogni meleto sono state effettuate 9 ore di campionamento, per un totale di 36 ore. Complessivamente sono stati catturati 1074 insetti presenti sui fiori di melo, rappresentativi di 9 generi dell'ordine Imenotteri superfamiglia Apoidei. I più comuni sono risultati le api da miele (*Apis mellifera*), i bombi (*Bombus* spp.) e le api solitarie dei generi *Andrena*, *Osmia* e *Lasioglossum*, mentre altri generi, come *Anthophora*, *Colletes* ed *Eucera*, hanno evidenziato una minor presenza. In tutti i meleti *A. mellifera* è risultato il visitatore più frequente. L'indice di dominanza di Simpson più alto (0,72) è stato riscontrato nel meleto con le arnie, mentre quello più basso (0,63) è stato riscontrato nel meleto biologico. L'indice di equiripartizione di Shannon è stato calcolato sia a livello di genere sia a livello di specie, ma il trend è risultato stabile, con il valore maggiore riscontrato nel meleto

biologico, indicando una ricchezza specifica maggiore.

L'analisi del polline presente sul corpo di 99 insetti campionati ha consentito di identificare 26 specie o famiglie botaniche. I taxa più rappresentati sono risultati essere *M. domestica*, Compositae forma T (*Taraxacum* f.), Compositae forma H, *Salix*, Brassicaceae e *Papaver*. Meno abbondanti, ma comunque presenti, Lamiaceae, Ranunculaceae ed entità arboree come *Laurus* e *Quercus*.

L'analisi del polline collezionato attivamente dalle api in strutture specializzate (corbicule) ha consentito di stimare le preferenze di foraggiamento dei diversi taxa di insetti: *A. mellifera* è parso il visitatore più costante, presentando cariche polliniche monoflorali per *M. domestica*, mentre i bombi e le andrene hanno evidenziato una non specificità, preferendo bottinare diverse specie vegetali. Per ogni taxon di impollinatori, infine, è stato calcolato un indice di importanza "Pollinator Importance" moltiplicando la sua abbondanza relativa, intesa come fedeltà, per la percentuale di polline di melo presente sul corpo (media), ossia la sua efficienza. *A. mellifera*, *Bombus*, *Andrena* e *Colletes* sono risultati essere gli impollinatori più importanti del melo.

Discussione

Lo scopo di questo lavoro era analizzare la diversità delle comunità di impollinatori di *M. domestica* in diversi contesti agricoli (IPM e BIO) e stimare la loro efficienza. Dai risultati ottenuti è emerso che la ricchezza specifica non è sostanzialmente diversa tra i meleti (variando da un minimo di 12 a un massimo di 16 specie), e che l'ape da miele è sempre la specie più abbondante, seguita da bombi e andrene, in accordo con altri studi (Földesi et al. 2015, Shiffield et al. 2016). Sono state riscontrate invece differenze nella composizione delle comunità di impollinatori tra i diversi meleti. Il meleto con la maggiore estensione è risultato il più ricco di specie (16), ma queste sono meno equamente ripartite rispetto ad altri contesti, cosicché la biodiversità degli impollinatori è risultata minore. Al contrario, il meleto biologico, pur avendo la minore estensione ed il minor numero di specie (12), presenta la maggiore equiripartizione; pertanto, la diversità della comunità di impollinatori risulta maggiore. *A. mellifera* si è dimostrata la specie dominante in tutti i meleti, ma in maniera più marcata nel meleto con la presenza di arnie dove, infatti, la diversità è risultata minore.

Il polline "sparso" sul corpo degli insetti, ossia raccolto in maniera passiva, ha permesso di rilevare indirettamente la diversità vegetale all'interno dei meleti e nelle loro vicinanze; il maggior numero di taxa (18) è stato riscontrato nel frutteto biologico, mentre quello minore (11) nel meleto di uguali dimensioni ma a gestione integrata, dove risultava evidente la prevalenza in campo di *Taraxacum officinale* (osservazione personale).

La percentuale di polline di melo presente sul corpo delle api catturate ha consentito di stimare l'efficienza di impollinazione per ogni taxon. L'ape domestica (*A. mellifera*) ha evidenziato quantità di polline di *M. domestica* molto basse; tuttavia, l'elevata percentuale di polline di melo raccolto attivamente ha messo in luce una elevata costanza nelle visite ai fini del foraggiamento di polline. Questo comportamento, unitamente alla frequenza di visita, contribuisce a rendere tale specie uno dei principali impollinatori del melo. I generi *Bombus*, *Andrena* e *Colletes*, invece, hanno presentato le maggiori percentuali di polline di melo, e conseguentemente ad essi sono associati i valori più alti dell'indice di importanza (PI) che li indicherebbe i migliori impollinatori per *M. domestica*, in linea con quanto riportato dalla letteratura (Kendall 1973, Thomson, Goodell 2001). Anche il genere *Osmia*, pur essendo meno rappresentato, risulterebbe essere più efficiente rispetto all'ape da miele, come dimostrato anche da altri studi (Vicens, Bosch 2000).

I servizi di impollinazione ad opera degli insetti sono fondamentali per circa il 75% delle piante coltivate a scopo alimentare e soprattutto per specie autoincompatibili come *M. domestica*. Tuttavia vi è una diffusa evidenza del declino delle comunità di impollinatori a causa del cambiamento climatico e delle stesse pratiche di agricoltura intensiva. Sebbene sia consuetudine posizionare arnie di *A. mellifera* nei campi durante la fioritura, con questo studio è stato dimostrato che l'ape da miele non è l'impollinatore più efficiente per *M. domestica*, anche se la sua abbondanza compensa questo fattore, mentre lo sono i bombi e api solitarie dei generi *Andrena*, *Colletes* e *Osmia*. Il presente studio, inoltre, ha evidenziato una relazione tra agricoltura biologica e biodiversità, sia per quanto riguarda l'entomofauna impollinatrice che la flora spontanea.

Letteratura citata

- Földesi R, Kovács-Hostyánszki A, Korösi Á, Somay L, Elek Z, Markó V, Sároszpataki M, Bakos R, Varga Á, Nyisztor K, Báldi A (2015) Relationships between wild bees, hoverflies and pollination success in apple orchards with different landscape contexts. *Agricultural and Forest Entomology* 18(1): 68-75.
- Garratt M, Breeze T, Jenner N, Polce C, Biesmeijer J, Potts S (2014). Avoiding a bad apple: Insect pollination enhances fruit quality and economic value. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 184: 34-40.
- Kendall DA (1973) The viability and compatibility of pollen on insects visiting apple blossom. *Journal of Applied Ecology* 10(3): 847-853.
- Shiffield Cory S, Ngo Hien T, Azzu N (2016) A Manual on Apple Pollination. FAO, Rome. 44 pp.
- Thomson JD, Goodell K (2001) Pollen removal and deposition by honeybee and bumblebee visitors to apple and almond flowers. *Journal of Applied Ecology* 38(5): 1032-1044.

Vicens N, Bosch J (2000) Pollinating Efficacy of *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae, Apidae) on 'Red Delicious' Apple. *Environmental Entomology* 29(2): 235-240.

Candidato: Lucia Lenzi

Relatore: Marta Galloni

Correlatori: Francesca Vittoria Grillenzoni, Francesca Corvucci

Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna, Via Zamboni 33, 40126 Bologna

Anno di discussione: 2019

Emissione costitutiva e indotta di Composti Volatili Organici (VOC) di piante di *Prunus armeniaca* L. infestate dall'insetto patogeno *Capnodis tenebrionis* L.

E. Secomandi

Introduzione

Obiettivo di questo studio è la valutazione dei Composti Organici Volatili (VOC) emessi da albicocco (*Prunus armeniaca* L.) in risposta all'attacco di adulti di *Capnodis tenebrionis* L. (Coleoptera: Buprestidae), un fitofago delle drupacee particolarmente aggressivo a cui è rivolta una grande attenzione per i significativi danni economici causati in tutta Italia (Garzone 2015, Bari et al. 2019). Nello specifico, è stata eseguita una caratterizzazione del profilo qualitativo e della dinamica temporale dell'emissione costitutiva di VOC rilasciati da piante di albicocco in condizioni non stressate (controllo) durante la fase fenologica vegetativa e delle variazioni nel rilascio dei composti (emissione indotta) in risposta allo stress biotico imposto dall'alimentazione di adulti di *C. tenebrionis*.

Materiali e Metodi

Le ricerche, svolte presso il Centro Nazionale delle Ricerche - Istituto per la BioEconomia di Bologna, hanno riguardato 8 piante di *Prunus armeniaca* cv. Farbaly® di 3 anni coltivate all'aperto in vaso, mentre gli insetti utilizzati sono stati catturati direttamente in frutteti vicino a Bologna e allevati in laboratorio. I composti sono stati collezionati con un branch enclosure system (Tholl et al. 2006), racchiudendo una porzione di ramo all'interno di una camera di teflon trasparente. Le camere sono state sottoposte ad un flusso in entrata e in uscita regolato e costante di 6 L/min e aria in entrata purificata con Zero Air Generator (ZAG). L'emissione di albicocco caratterizzata in condizioni di luce, temperatura e umidità standard è stata considerata come controllo. La variazione dell'emissione in risposta all'attacco dell'insetto è stata valutata applicando 3 adulti per ramo. In entrambi i trattamenti sono stati registrati anche alcuni parametri fisiologici, come il tasso fotosintetico e la conduttanza stomatica. Le misurazioni dei VOC sono state condotte con una combinazione di metodologie off-line e on-line. La tecnica off-line si è basata sul Termo-Desorbimento e analisi Gas-Cromatografica accoppiata alla Spettrometria di Massa (TD-GC-MS) per la determinazione dei composti campionati precedentemente su trappole assorbenti. Nello specifico, dopo aver inserito il ramo nel sistema di campionamento, i composti sono stati catturati con cartucce per un'analisi puntuale a 1 ora ed a 20 ore dopo la chiusura della camera e poi analizzati con TD-GC-MS. Parallelamente è stato condotto un monitoraggio on-line analizzando i VOC in tempo reale ed in modo continuo per 20 ore con il Proton Transfer Reaction Mass Spectrometer (PTR-MS). Questo strumento ha operato in modalità SCAN per rilevare tutti gli ioni protonati compresi nel range che va da 28 a 271 m/z.

Risultati

Le analisi condotte con GC-MS hanno consentito di identificare 96 composti rilasciati nello spazio di testa (Tholl et al. 2006) dell'albicocco, di cui 89 sono stati quantificati. I principali volatili rilasciati dalle piante sane sono stati: acidi (C6, C8, C9 e benzoico), alcoli (2-etil-1-esanolo), esteri ((Z)-3-esenil acetato), alcani (eptano e decano), aldeidi (decanale), chetoni (2-propanone, geranilacetone) e alcuni terpeni, principalmente i monoterpene aciclici (*E*)- β -ocimene e DMNT, il sesquiterpene α -farnesene e gli alcol terpenici linalolo e linalool-oxide, per un tasso di emissione totale di 1,632 $\mu\text{g gDW}^{-1} \text{h}^{-1}$.

Nelle piante sottoposte all'attacco del fitofago il rilascio dei composti è invece risultato alterato, sia qualitativamente che quantitativamente, raggiungendo tassi di 8,268 $\mu\text{g gDW}^{-1} \text{h}^{-1}$ nelle piante infestate, e aumentando drasticamente fino a 58,841 $\mu\text{g gDW}^{-1} \text{h}^{-1}$ quando l'intensità del danno era elevata. I Green Leaf

Volatile (aldeidi, alcol e esteri C5-C6) hanno mostrato un aumento significativo, direttamente proporzionale all'intensità dell'attacco, principalmente coinvolgendo le aldeidi pentanale, esanale, (*E*)-2-esenale, gli alcol 1-penten-3-olo, 3-pentanololo, (*Z*)-3-esen-1-olo, (*E*)-2-esen-1-olo, 1-esanololo, e gli esteri (*Z*)-3-esenil acetato e (*E*)-2-esen-1-olo acetato. Inoltre, è stato anche rilevato un aumento dei tassi di emissione di acidi (C4, C5, C6, C8 e benzoico), chetoni (geranilacetone, 2-propanone, 2-butanone, 1-penten-3-one, (*Z*)-jasmone) e del composto aromatico benzaldeide. L'analisi ha evidenziato, infine, un incremento nell'emissione dei terpeni, soprattutto dei monoterpeni aciclici (β -mircene, DMNT, (*E*)/(*Z*)- β -ocimene e allo-ocimene) e degli alcol terpenici (linalolo e (*Z*)/(*E*)-linalool-oxide).

Il monitoraggio dell'andamento temporale e dei tassi di rilascio dei VOC effettuato con il PTR-MS ha permesso di evidenziare una dinamica di emissione correlata al ciclo circadiano e alterata dall'attacco del fitofago, in modo dipendente dall'intensità e dalla temporalità dell'attacco stesso. Nello specifico, la caratterizzazione ha mostrato come il rilascio dei GLV aumenti immediatamente dopo l'inizio dell'attività di alimentazione del Capnode. Diversamente, l'incremento nell'emissione dei terpeni è stato riscontrato 15-20 ore dopo l'inserimento degli insetti nelle camere, proporzionalmente all'intensità del danno provocato. Nei due trattamenti non sono state rilevate variazioni nell'emissione di isoprene.

Discussione

La metodologia utilizzata in questo studio, che ha previsto il campionamento dei volatili emessi nello spazio di testa dinamico dell'albicocco, accoppiando l'analisi puntuale con TD-GC-MS e il monitoraggio in real-time con PTR-MS (Tholl et al. 2006), ha consentito di rilevare un ampio spettro di composti che finora non erano mai stati identificati nel profilo di emissione costitutiva dell'albicocco, considerato in letteratura come un basso emettitore (Winer et al. 1992, Yang et al. 2018, Bari et al. 2019).

I risultati hanno messo in luce come la quantità e la composizione dei VOC rilasciati varino notevolmente in risposta all'attacco del Capnode. In particolare, è stata confermata la forte dipendenza fra l'emissione dei GLV e l'attività di alimentazione dell'insetto, in quanto il danneggiamento dei tessuti a opera del Capnode provoca l'immediato rilascio di composti C5 e C6 come conseguenza dell'ossidazione degli acidi grassi delle membrane cellulari (Dudareva et al. 2013). Diversamente, nell'emissione dei terpeni, che segue tipicamente un ritmo circadiano dipendente da luce e temperatura, si è evidenziato un incremento nel loro rilascio solo dopo uno stress prolungato dovuto all'attacco dell'insetto. L'aumento dei terpeni, principalmente dei monoterpeni aciclici, proporzionale all'intensità del danno provocato, ha suggerito come il rilascio dipenda da una sintesi de novo, supportando l'assunzione che tale sintesi sia energeticamente dispendiosa per le piante (Dudareva et al. 2013). L'assenza di variazioni nell'emissione dell'isoprene ha indicato che il rilascio di questo composto non viene utilizzato dall'albicocco come protezione nella tolleranza agli stress, strategia invece adottata da numerose altre piante (Vickers et al. 2009). Infine, il rilevamento di volatili come il geranilacetone (derivato dei carotenoidi; Dudareva et al. 2013) e la benzaldeide (prodotto di degradazione della Prunasina, un glicoside cianogenetico tipico delle specie del genere *Prunus*; Santamour 1998), fa ipotizzare un loro ruolo come composti chiave in questa interazione specifica.

La caratterizzazione del profilo di emissione dell'albicocco in diverse condizioni di stress biotico e abiotico è utile per stabilire quali, tra i composti emessi dalla pianta, siano attrattivi e abbiano un'influenza sul comportamento del Capnode, portando quindi in futuro allo sviluppo di trappole biologiche per una protezione delle colture che sia efficace e eco-friendly (Bari et al. 2019, Brilli et al. 2019).

Letteratura citata

- Bari G, Scala A, Garzone V, Salvia R, Yalcin C, Vernile P, Aresta AM, Facini O, Baraldi R, Bufo SA, Vogel H, de Lillo E, Rapparini F, Falabella P (2019) Chemical Ecology of *Capnodis tenebrionis* (L.) (Coleoptera: Buprestidae): Behavioral and Biochemical Strategies for Intraspecific and Host Interactions. *Frontiers in Physiology* 10: 604.
- Brilli F, Loreto F, Baccelli I (2019) Exploiting plant volatile organic compounds (VOCs) in agriculture to improve sustainable defense strategies and productivity of crops. *Frontiers in Plant Science* 10: 264-271.
- Dudareva N, Klempien A, Muhlemann JK, Kaplan I (2013) Biosynthesis, function and metabolic engineering of plant volatile organic compounds. *New Phytologist* 198: 16-32.
- Garzone V (2015) Intraspecific and interspecific interactions of the flat-headed root borer: *Capnodis tenebrionis* (L.). PhD thesis. University of Bari. 111 pp.
- Santamour FS (1998) Amygdalin in *Prunus* leaves. *Phytochemistry* 47: 1537-1538.
- Tholl D, Boland W, Hansel A, Loreto F, Rose UR, Schnitzler JP (2006) Practical approaches to plant volatile analysis. *The Plant Journal* 45: 540-560.
- Yang L, Cheng P, Zhu XF, Zhang Z, Li H (2018) Composition and dynamic variations of the natural volatiles of *Prunus armeniaca*. *International Journal of Agriculture & Biology* 20: 169-182.
- Vickers CE, Gershenzon J, Lerdau MT, Loreto F (2009) A unified mechanism of action for volatile isoprenoids in plant abiotic stress. *Nature Chemical Biology* 5: 283-291.

Winer A, Arey J, Atkinson R, Aschmann S, Long W, Morrison L, Olszyk D (1992). Emission rates of organics from vegetation in California's Central Valley. *Atmospheric Environment* 26: 2647-2659.

Candidato: Elena Secomandi

Relatore: Marta Galloni

Correlatore: Francesca Rapparini

Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Agrarie, Università di Bologna, Via Zamboni 33, 40126 Bologna

Anno di discussione: 2020

Contributo alla conoscenza floristica dell'area archeologica dei Castra Praetoria (Roma)

A. Crisafulli

Introduzione

Questa tesi si inserisce nell'ambito degli studi floristici relativi alle aree archeologiche di Roma ed ha come obiettivo principale quello di descrivere la flora presente a ridosso delle mura dei Castra Praetoria, oggi parte delle Mura Aureliane, e le sue peculiarità ecologiche e naturali. Attraverso le analisi realizzate nelle distinte tipologie ambientali presenti all'interno del complesso storico-archeologico, si è cercato di definire il valore naturale dell'area.

Materiali e Metodi

Il lavoro di campo è stato svolto tra il 2018 ed il 2019, con una intensificazione dei campionamenti nel periodo primaverile-estivo. Per ogni taxon rilevato è stata annotata la presenza nelle diverse tipologie ambientali distinte come in Pirola (1987):

- Orizzontali interne spazi aperti di pertinenza della Biblioteca Nazionale Centrale di Roma;
- Orizzontali esterne spazi privi di pavimentazione al bordo basale delle murature e una delimitata superficie prativa utilizzata per attività sportive;
- Verticali sommitali all'apice delle murature;
- Verticali interne pareti esposte prevalentemente a WSW;
- Verticali esterne pareti esposte prevalentemente a ENE e NNE;
- Oblique superficie inclinata del contrafforte di viale del Policlinico.

Risultati

Lo spettro biologico, calcolato sul totale della flora dell'area archeologica dei Castra Praetoria, è stato confrontato con la "Flora e vegetazione dei muri di Roma" di Anzalone (1951) e con un'analoga tesi di laurea sulle Mura Aureliane (Santoro 2008). In coerenza tra loro, questi studi hanno rilevato una prevalenza di terofite del 42% per i Muri di Roma e Castra Praetoria, e del 45% per le Mura Aureliane; questo dato, non solo può essere considerato un indicatore dei processi di urbanizzazione, ma, in coerenza con il 41% della città di Roma entro il Grande Raccordo Anulare, evidenzia la più marcata aridità rispetto alle altre città del centro Europa (Celesti-Grappow 1995). Nell'area di studio seguono poi le emicriptofite con il 32%, le fanerofite con il 17%, le geofite con il 6% e le camefite con il 3%. Di particolare interesse è l'analisi strutturale in relazione alle diverse tipologie ambientali rilevate, dove è stata rilevata una maggiore percentuale di terofite sulle superfici orizzontali rispetto a quelle verticali che normalmente sono più soggette a prolungati periodi di aridità. Questa apparente anomalia si è riscontrata anche nei diversi valori delle emicriptofite, che di solito prevalgono in ambienti più freschi, mentre in ambienti ruderali tendono a comportarsi da camefite formando gemme ascellari su alcuni rami che resistono al disseccamento e al freddo (Anzalone 1951). Elevati valori di questa forma biologica sono stati rilevati anche sulle pareti interne ed esterne che, in quanto soggette ad un prolungato periodo di aridità, sono colonizzate da piante biennali e perenni dotate di un buon apparato radicale in grado di assicurare ad esse maggiori possibilità di sopravvivenza tra le fessure delle murature. Già Anzalone (1951) aveva evidenziato la prevalenza delle emicriptofite sulle murature verticali, e un notevole incremento delle specie perenni legnose, fanerofite e camefite, nei siti più aridi. Questa interpretazione è di fatto confermata dal più elevato valore di camefite che prevalgono proprio sulle superfici verticali e sulla sommità delle murature dove le condizioni ecologiche sono peculiari. L'elevato valore delle fanerofite nell'area di studio non è dunque da correlare alla presenza nel sito di studio di fisionomie di bosco/boscaglia. Le geofite mantengono un valore relativamente più elevato nei pratelli che circondano le murature, evidenziando una certa frequenza delle operazioni di sfalcio in queste aree.

Discussione

Questo studio ha consentito di stilare un elenco floristico di 117 taxa di rango specifico e sottospecifico, di cui 16 alloctoni (7 invasivi, 4 naturalizzati e 5 casuali), rinvenuti in 7 diverse tipologie ambientali delle mura dei Castra Praetoria. Anche se nell'area indagata non sono state rilevati taxa ritenuti rari o di interesse fitogeografico a livello nazionale, particolarmente significativo è il reperimento dell'esotica *Reseda odorata* L., specie non più ritrovata nel Lazio dal 1967 (Lucchese 2017); sono state ritrovate invece per la prima volta a Roma *Symphytum officinale* L. e *Campanula erinus* L.

L'analisi strutturale dell'intera flora dei Castra Praetoria è risultata coerente sia con la "Flora e vegetazione dei muri di Roma" di Anzalone (1951), sia con la "Flora vascolare e vegetazione delle Mura Aureliane" di Santoro (2008): tutte mostrano una prevalenza di terofite, il che evidenzia non solo una marcata aridità del substrato, ma anche i processi di urbanizzazione del territorio.

Lo studio dei corotipi ha confermato il carattere di mediterraneità dell'area, con il prevalere delle specie Mediterranee sul gruppo delle Europee. L'analisi dei dati distributivi, effettuata per tipologie ambientali, ha messo in evidenza come le Steno-Mediterranee prevalgano sulle pareti verticali con un picco su quelle esterne più soggette all'azione dei venti; viceversa, sulle superfici orizzontali mantenute a prato si osserva una prevalenza di Euro-Mediterranee. Le Eurasiatiche, generalmente correlate alla presenza di fitocenosi più evolute strutturalmente, nell'area di studio risultano meno presenti rispetto ad altre aree archeologiche della città di Roma, dimostrando l'esiguità di ambienti dominati da copertura arborea, se non un marginale lembo dove sono favorite le specie esotiche a causa delle manomissioni antropiche.

Questo studio ha voluto fornire anche un contributo alla conoscenza del patrimonio naturale che permane negli spazi aperti delle aree archeologiche romane. La conservazione della flora spontanea autoctona presente in tali ambienti, oltre a ricadute positive di tipo naturalistico, consente un miglioramento dell'aspetto percettivo delle aree archeologiche della città di Roma.

Letteratura citata

- Anzalone B (1951) Flora e vegetazione dei muri di Roma. *Annali di Botanica (Roma)* 23(3): 393-497.
- Celesti-Grappo L (in collaborazione con Petrella P) (1995) Atlante della Flora di Roma. La distribuzione delle piante spontanee come indicatore ambientale. Comune di Roma, Ufficio Tutela Ambiente. Università degli Studi di Roma, Dipartimento di Biologia Vegetale. Quaderni dell'Ambiente 3. Argos edizioni. 224 pp.
- Lucchese F (2017) Atlante della Flora Vascolare del Lazio: Cartografia, Ecologia e Biogeografia. Vol. 1: Parte generale e Flora Alloctona. Regione Lazio, Direzione Capitale Naturale, Parchi e Aree Protette, Roma. 352 pp.
- Pirola A (1987) La vegetazione dei muri. In: A.A.V.V. (Eds.) Atti del convegno nazionale sulla salvaguardia dei monumenti storici dalla vegetazione infestante. Rotary club di Casalmaggiore Viadana-Sabbioneta. Turrus editore.
- Santoro S (2008) Flora vascolare e vegetazione delle Mura Aureliane (Roma): studio di base. Tesi di laurea specialistica. Dipartimento di Biologia vegetale, "Sapienza" Università di Roma. 96 pp.

Candidato: Alberto Crisafulli

Relatore: Mauro Iberite

Correlatore: Giovanni Buccomino

Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Roma La Sapienza, Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma

Anno di discussione: 2019

Valorizzazione dell'attività antiossidante e nutraceutica delle specie botaniche eduli spontanee ed autoctone: *Hyoseris radiata* L. e *Hyoseris taurina* (Pamp.) Martinoli

I. Paglianiti

Introduzione

La conoscenza di specie vegetali autoctone risponde, ancora oggi, a diverse esigenze legate alla vita quotidiana: dal cibo, al lavoro, alla medicina tradizionale. Le erbe selvatiche commestibili rappresentano una risorsa importante per un'alimentazione sana. Spesso infatti risultano più ricche di vitamine e sali minerali rispetto a quelle coltivate. Il più delle volte sono caratterizzate da un sapore amarognolo e da sostanze bioattive, in particolare i polifenoli (carotenoidi, flavonoidi, antocianine, etc.), i quali possiedono proprietà antiossidanti (Gutierrez et al. 2008). Nel mercato italiano, le erbe officinali spontanee sono oggetto di un crescente interesse per i loro utilizzi nell'industria farmaceutica, erboristica, cosmetica ed alimentare, in conseguenza di un incremento della domanda al consumo di prodotti naturali e salutistici. La loro coltivazione, inoltre, può

rappresentare una reale innovazione produttiva in grado di rispondere ad una pluralità di benefici, soprattutto ambientali ed economici.

In questo lavoro di tesi è stata studiata l'attività antiossidante e nutraceutica di *Hyoseris radiata* L. e *Hyoseris taurina* (Pamp.) Martinoli, specie autoctone della flora italiana e note per essere eduli.

Materiali e Metodi

I campioni da sottoporre ad analisi sono stati raccolti in Calabria, precisamente sull'Aspromonte in località "Cucullaro" (*H. radiata*) e presso il borgo di Scilla (*H. taurina*). Alla recente Flora d'Italia (Pignatti et al. 2018) si è fatto riferimento per l'identificazione tassonomica e la nomenclatura. Subito dopo la raccolta del materiale, è stata effettuata una pulizia manuale delle foglie di entrambe le specie, seguita da diversi lavaggi. Si è proceduto poi, all'asciugatura delle parti considerate, tamponandole con della carta assorbente e conservandole in sacchetti di plastica in congelatore alla temperatura di -40°C per 7 giorni. Una parte delle foglie raccolte, è stata scottata in acqua attraverso la tecnica del blanching alla temperatura di 70°C per 25 minuti. Trascorso questo tempo, le foglie sono state fatte raffreddare per poi procedere alla preparazione degli estratti per la determinazione dei parametri considerati sulla matrice raccolta e congelata, su quella sottoposta a blanching e sull'acqua di cottura. Per preparare l'estratto acquoso sono stati utilizzati 5 g di matrice di *H. radiata* (HyR) e *H. taurina* (HyT), introdotti in una provetta e portati a volume con 25 mL di acqua distillata. Per entrambe le specie sono state prodotte 3 repliche per un totale di 6 campioni. Per quanto riguarda l'estratto metanolico sono stati impiegati nuovamente 5 g di matrice e portati a volume con una miscela idroalcolica di metanolo/acqua (80:20 v/v). Anche in questo caso sono state preparate 3 repliche per un totale di 6 campioni. Per il brodo di cottura "tal quale" di entrambe le specie sono stati prelevati 50 mL e inseriti in una apposita provetta. L'estrazione è avvenuta omogeneizzando i campioni mediante Ultra-Turrax e successiva centrifugazione per 10 minuti. Su entrambi i campioni sono stati analizzati i seguenti parametri: acidità totale, pH dell'estratto vegetale e solidi solubili totali (SST, espressi come $^{\circ}\text{Brix}$), contenuto di licopene, β -carotene, clorofille e carotenoidi, polifenoli totali (TP), flavonoidi totali (TF), capacità antiossidante mediante saggio DPPH.

Risultati

L'obiettivo principale di questa tesi è stato quello di verificare eventuali variazioni dell'attività antiossidante dovute ai trattamenti tecnologici applicati. Le analisi statistiche non hanno evidenziato variazioni significative dei valori di acidità di tutti i campioni analizzati. Mentre si può dire il contrario, sia per il contenuto dei SST, sia per i valori di pH di entrambe le specie esaminate. Infatti, come evidenziato dai valori dei SST presenti negli estratti freschi, il contenuto è maggiore in *H. taurina* (0,90 $^{\circ}\text{Brix}$) rispetto a *H. radiata* 0,40 $^{\circ}\text{Brix}$. Stesso andamento è stato riscontrato per i valori dell'estratto acquoso ottenuto dalle foglie sottoposte a cottura (0,70 vs. 0,30 $^{\circ}\text{Brix}$). Anche per quanto riguarda i valori di pH determinato sull'estratto fresco in entrambe le specie vegetali, sono state riscontrate variazioni significative. L'acqua di cottura ha mostrato valori maggiori in *H. taurina* (6,38 vs. 6,21); mentre, nell'estratto acquoso sottoposto a blanching i valori sono risultati maggiori in *H. radiata* con 6,41 contro i 6,19 di *H. taurina*.

Il contenuto di licopene è risultato maggiore nell'estratto fresco di HyR (6,33 mg/100 g), rispetto a quello di HyT (5,55 mg/100 g). Di contro l'acqua di cottura di HyT ha presentato un valore maggiore di licopene (3,66 mg/100g) rispetto a quello di HyR (2,99 mg/100g). Tuttavia, in entrambi i campioni, il licopene presente nell'acqua di cottura è risultato in concentrazione inferiore rispetto a quella riscontrata negli estratti di foglie fresche. Anche i valori di β -carotene, clorofille totali e carotenoidi totali hanno mostrato differenze significative nei campioni freschi rispetto a quelli sottoposti a cottura. Infatti, in quelli sottoposti a blanching e nei campioni di acqua "tal quale" derivante dalla cottura è stato possibile notare un contenuto di β -carotene nettamente diminuito. I valori di TP, TF e DPPH sono risultati maggiori nell'estratto metanolico (MeOH) sul fresco rispetto a quello sul blanching e alla sola acqua di cottura, attestandosi rispettivamente a 975 mg/100g, 855 mg/100g e 79% per HyR ed a 1110 mg/100g, 800 g/100g e 92% per HyT. Anche in questo caso, come osservato nei parametri esaminati e discussi precedentemente, il contenuto dei polifenoli totali, flavonoidi totali e l'attività antiossidante sono diminuiti in seguito ai trattamenti che utilizzano calore.

Discussione

Alcuni trattamenti tecnologici, cui vengono sottoposti gli alimenti vegetali per la loro preparazione e conservazione, possono essere responsabili di diminuzioni, incrementi o trasformazioni nel contenuto e nella funzionalità di molecole bioattive e altri principi nutritivi (Carratù, Sanzini 2005). Relativamente agli effetti del trattamento termico (blanching) subito dalle due specie vegetali, sono state riscontrate in entrambe le matrici differenze significative, sia nel contenuto di polifenoli, sia nella capacità antiossidante. I valori più elevati di polifenoli, flavonoidi e capacità antiossidante, infatti, si sono riscontrati negli estratti ottenuti dalle foglie fresche. In conclusione, è possibile affermare che, oltre al consumo delle foglie fresche o scottate, può essere utilizzata anche l'acqua di cottura, in quanto in essa, come osservato nel corso di questo studio e riportato da altri autori

(Hunter, Fletcher 2002), si solubilizzano molecole bioattive importanti dal punto di vista salutistico. Per tale motivo, l'acqua di cottura può essere utilizzata per la preparazione di altre pietanze, come brodo vegetale tal quale, o ancora può essere direttamente bevuta rappresentando un concentrato ricco di sostanze altamente funzionali e benefiche, indispensabili per il nostro organismo.

Letteratura citata

- Carratù B, Sanzini E (2005) Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetale. *Annuario Istituto Superiore della Sanità* 41(1): 7-16.
- Gutierrez D, Mendoza S, Serrano V, Bah M, Pelz R, Balderas P, Leon F (2008) Proximate composition, mineral content, and antioxidant properties of 14 Mexican weeds used as fodder. *Weed Biology and Management* 8(4): 291-296.
- Hunter KJ, Fletcher JM (2002) The antioxidant activity and composition of fresh, frozen, jarred and canned vegetables. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 3: 399-406.
- Pignatti S, Guarino R, La Rosa M (2018) *Flora d'Italia* 3. 2nd ed. Edagricole, Bologna. 1288 pp.

Candidato: Isabella Paglianiti

Relatore: Carmelo Maria Musarella

Correlatori: Vincenzo Sicari, Carmelo Santonoceto

Dipartimento di Agraria, Università "Mediterranea" di Reggio Calabria, Località Feo di Vito, 89122 Reggio Calabria

Anno di discussione: 2019

Stato di conservazione della flora aspromontana, analisi di alcune specie target: *Salvia ceratophylloides* Ard., *Woodwardia radicans* (L.) Sm., *Soldanella calabrella* Kress.

V.L.A. Laface

Introduzione

Il bacino del Mediterraneo è una delle aree della Terra con la più alta concentrazione di biodiversità, un vero e proprio "biodiversity hotspot" (Myers et al. 2000). Al centro del Mediterraneo si trova l'Aspromonte con l'omonimo Parco Nazionale che si contraddistingue per la grandissima variabilità ambientale e paesaggistica, oltre che per l'elevata presenza di specie endemiche ed a rischio di estinzione (Brullo et al. 2001). Le trasformazioni ambientali prodotte dall'uomo negli ultimi decenni hanno profondamente modificato alcuni habitat, a volte in modo irreversibile; esse rappresentano la causa principale del cattivo stato di conservazione di molte specie rare e localizzate, spesso a rischio di estinzione. Obiettivo principale di questa tesi è accertare la presenza, la consistenza numerica e lo stato di conservazione di tre rare specie aspromontane: *Salvia ceratophylloides* Ard. (endemismo esclusivo del versante occidentale dell'Aspromonte, localizzato sulle colline circostanti la città di Reggio Calabria), *Woodwardia radicans* (L.) Sm. [(relitto termofilo del Terziario, in Italia presente ad Ischia ed Amalfi in Campania, nella Sicilia Nord-orientale ed in Calabria centro-meridionale (Spampinato, Crisafulli 2008)]. *Soldanella calabrella* Kress (endemica della fascia montana dell'Appennino calabrese, con distribuzione fortemente frammentata in due aree principali rappresentate da Sila ed Aspromonte).

Materiali e Metodi

Al fine di monitorare e valutare lo stato di conservazione delle tre specie target, è stata condotta un'analisi dettagliata delle popolazioni presenti in Aspromonte utilizzando i criteri e le metodologie applicate per le specie di interesse comunitario (Ercole et al. 2016). Il lavoro di campo è stato svolto nei mesi di maggio e giugno 2018 ed ha previsto la georeferenziazione delle popolazioni ed il conteggio degli individui presenti nelle diverse "stazioni di presenza" (cioè tutte le località in cui si rinviene la specie [Ercole et al. 2016]). La struttura e la composizione in specie dell'ambiente di crescita sono state caratterizzate mediante rilievi fitosociologici. Per la nomenclaturale delle specie rilevate si è fatto riferimento a Bartolucci et al. (2018). Per le forme biologiche ed i tipi corologici riportati per ciascuna specie sono in accordo con Pignatti (1982). La caratterizzazione bioclimatica è stata fatta in accordo con Rivas Martinez, Loidi Arregui (1999), mentre per la vegetazione reale si è fatto riferimento a Brullo et al. (2001). Le pressioni e minacce sono riferite all'elenco realizzato da Salafsky et al. (2007). Lo stato di conservazione è stato definito in accordo con i parametri ed i criteri IUCN; per ciascuna specie sono stati applicati il criterio B: sottocriterio B1: EOO (Extent of Occurrence - area di estensione) elaborato tramite ArcGIS utilizzando un GIS Tools (EOO calculator); sottocriterio B2: AOO (Area of Occupancy - area di

occupazione) calcolato in ambiente GIS, utilizzando una griglia a maglia 1×1 km). Per *S. ceratophylloides* sono stati applicati inoltre, il criterio C e criterio D (sottocriteri D1 e D2).

Risultati

Salvia ceratophylloides. I dati raccolti hanno evidenziato che la specie è presente unicamente nella periferia suburbana di Reggio Calabria. In totale sono state accertate 13 stazioni di presenza, all'interno di un'unica fascia bioclimatica termo-Mediterranea sub-umida. La specie si localizza in praterie steppiche ad *Ampelodesmos mauritanicus* (Poir.) T.Durand & Schinz o più raramente in garighe a *Cistus creticus* L. subsp. *eriocephalus* (Viv.) Greuter & Burdet. Le relative alleanze fitosociologiche sono *Avenulo cincinnatae-Ampelodesmion mauritanici* Minissale 1995 per le praterie steppiche e *Cisto cretici-Ericion manipuliflorae* Horvatic 1958 per le garighe. La conservazione della specie è compromessa essenzialmente dalle modifiche dell'habitat dovute all'urbanizzazione, all'ampliamento delle superfici coltivate, alle cave di sabbia, alla limitata consistenza numerica della specie, agli incendi, alle specie invasive e agli attacchi parassitari. L'area complessiva occupata dalle 13 stazioni di presenza risulta di 4.230 m².

Sono stati censiti 601 individui riproduttori né fioriti né fruttificanti, 22 individui fioriti, 3 individui fruttificanti, 216 plantule, 259 individui non riproduttori e 17 individui morti. Lo stato di conservazione è di seguito riportato.

B1: la specie risulta "Gravemente minacciata" poiché l'E00<100 km² e le popolazioni sono fortemente frammentate ed in costante declino. L'areale globale di *S. atophylloides* è pari a 4,2 km².

B2: la specie risulta "Gravemente minacciata" poiché il A00=7 km², quindi risulta inferiore a 10 km².

C: la specie rientra nella categoria "Minacciata" in quanto sono stati conteggiati 601 individui maturi e rientra nel range 250-1000 individui maturi.

D1: la specie rientra nella categoria "Vulnerabile" in quanto compresa nel range 250-1000 individui maturi.

D2: esclusivamente per la categoria "Vulnerabile" viene preso in considerazione l'A00 della specie <20 km².

S. ceratophylloides, avendo A00=7 km² rientra pienamente in questa categoria.

Woodwardia radicans. Rientra all'interno di un'unica fascia bioclimatica mesomediterranea umida. L'associazione di riferimento è *Conocephalo-Woodwardietum radicans* Brullo, Lo Giudice & Privitera 1989. Le minacce principali cui la specie è sottoposta sono: pressioni antropiche, captazione delle acque utilizzate in agricoltura o per l'approvvigionamento idrico pubblico, pascolo, gestione ed utilizzazione forestale errata, specie invasive, modificazione del microclima, smottamenti, frane e erosione. L'area complessiva occupata dalle 12 stazioni di presenza risulta di 2254 m².

In totale sono stati stimati 3820 individui riproduttori, 2510 plantule nate da bulbilli, 1310 plantule nate da spore e 4600 individui non riproduttori. È stato rinvenuto un solo individuo morto. Lo stato di conservazione è di seguito riportato.

B1: la specie risulta "Minacciata" poiché E00<5000 km² e le popolazioni sono fortemente frammentate ed in costante declino. L'areale attuale delle stazioni aspromontane è pari a 775 km².

B2: la specie risulta "Gravemente minacciata" poiché A00=11 km² è e quindi <500 km².

Soldanella calabrella. La popolazione rientra all'interno della fascia bioclimatica supratemperata superiore sub-Mediterranea. L'alleanza fitosociologica di riferimento è il *Caricion remotae* Kästner 1941. Le minacce che compromettono la specie sono: pascolo, modifica del normale flusso delle acque dovuto ad estrazioni, smottamenti e frane. L'area complessiva delle 11 stazioni di presenza aspromontane risulta pari a 2761 m². Sono stati stimati circa 25686 individui riproduttori (di cui 7362 individui fioriti e 18015 individui fruttificanti), 324451 plantule e 139661 individui non riproduttori. Lo stato di conservazione è di seguito riportato.

B1: la specie risulta "Gravemente minacciata" poiché l'E00<100 km² e le popolazioni sono fortemente frammentate ed in costante declino. L'areale attuale occupato delle popolazioni aspromontane è pari a 4,2 km².

B2: la specie risulta "Gravemente minacciata" poiché A00=7 km² e quindi <10 km².

Discussione

I risultati di questo studio hanno evidenziato che *W. radicans*, in passato considerata "Minacciata" (EN) a livello locale (Spampinato, Crisafulli 2008), nonostante la scomparsa di alcune stazioni di presenza nel territorio aspromontano, continua a rimanere tale. *S. calabrella*, considerata "Vulnerabile" (VU) a livello regionale e nazionale (Rossi et al. 2013), a livello locale è invece "Gravemente minacciata" (CR). Per quanto concerne infine l'endemica puntiforme *S. ceratophylloides*, nonostante il rinvenimento di numerose nuove stazioni di presenza, continua a mantenere lo status di specie "Gravemente minacciata" (CR).

Letteratura citata

Bartolucci F, Peruzzi L, Galasso G, Albano A, Alessandrini A, Ardenghi NMG, Astuti G, Bacchetta G, Ballelli S, Banfi E, Barberis G, Bernardo L, Bouvet D, Bovio M, Cecchi L, Di Pietro R, Domina G, Fascetti S, Fenu G, Festi F, Foggi B, Gallo L, Gottschlich G, Gubellini L, Iamónico D, Iberite M, Jiménez-Mejías P, Lattanzi E, Marchetti D, Martinetto E, Masin RR, Medagli P, Passalacqua NG, Peccenini S, Pennesi R, Pierini B, Poldini L, Prosser F, Raimondo FM, Roma-Marzio F, Rosati L, Santangelo

- A, Scoppola A, Scortegagna A, Selvaggi A, Selvi F, Soldano A, Stinca A, Wagensommer RP, Wilhalm T, Conti F (2018) An updated checklist of the vascular flora native to Italy. *Plant Biosystems* 152(2): 1-127.
- Brullo S, Scelsi F, Spampinato G (2001) La vegetazione dell'Aspromonte. Studio fitosociologico. Laruffa Editore, Reggio Calabria. 368 pp.
- Ercole S, Giacanelli V, Bacchetta G, Fenu G, Genovesi P (Eds.) (2016) Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie vegetali. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 140/2016, Roma. 292 pp.
- Myers N, Mittermeier RA, Da Fonseca GAB, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Pignatti S (1982) Flora d'Italia 1-3. Edagricole, Bologna. 790 pp. vol 1, 732 pp. vol 2, 780 pp. vol 3.
- Rivas Martinez S, Loidi Arregui J (1999) Bioclimatology of the Iberian Peninsula. *Itinera Geobotanica* 13: 41-47.
- Rossi G, Montagnani C, Gargano D, Peruzzi L, Abeli T, Ravera S, Cogoni A, Fenu G, Magrini S, Gennai M, Foggi B, Wagensommer RP, Venturella G, Blasi C, Raimondo FM, Orsenigo S (Eds.) (2013) Lista Rossa della Flora Italiana. 1. Policy Species e altre specie minacciate. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. 54 pp.
- Salafsky N, Salzer D, Stattersfield AJ, Hilton-Taylor C, Neugarten R, Butchart SHM, Collen B, Cox N, Master LL, O'Connor S, Wilkie D (2007) A Standard Lexicon for Biodiversity Conservation: Unified Classifications of Threats and Actions. *Conservation Biology* 22: 897-911.
- Spampinato G, Crisafulli A (2008) Struttura delle popolazioni e sinecologia di *Salvia ceratophylloides* (Lamiaceae) specie endemica minacciata di estinzione. Atti 103° Congresso S.B.I. - Reggio Calabria, 17-19 Settembre 2008: 56.

Candidato: Valentina Lucia Astrid Laface

Relatore: Giovanni Spampinato

Correlatore: Carmelo Maria Musarella

Dipartimento di Agraria, Università "Mediterranea" di Reggio Calabria, Località Feo di Vito, 89122 Reggio Calabria

Anno di discussione: 2018

AUTORI

Federica Lagger, Dipartimento di Scienze della Vita e Biotecnologia, Università di Ferrara, Via Luigi Borsari 46, 44121 Ferrara
 Andrea Chiuchiolo, Lara Quaglini, Gaia Mascetti, Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Terra, Università di Milano-Bicocca, Piazza della Scienza 1, 20126 Milano

Silvia Cascone, Dipartimento di Scienze, Università di Roma Tre, Viale Guglielmo Marconi 446, 00146 Roma

Martina Moretti, Santina Diletta Gigliotti, Elisa De Luca, Alberto Crisafulli, Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Roma La Sapienza, Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma

Anna Claudia Caspani, Dipartimento di Scienza e Alta Tecnologia, Università dell'Insubria, Via Valleggio 11, 22100 Como

Teresa Di Santo, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Biologiche e Farmaceutiche, Università della Campania Luigi Vanvitelli, Via Vivaldi 43, 81100 Caserta

Lorenzo Eposito, Francesca Brentazzoli, Dipartimento di Scienze e Innovazione Tecnologica, Università del Piemonte Orientale, Viale Teresa Michel 11, 15121 Alessandria

Federica De Braco, Paolo Di Lisio, Dipartimento di Medicina Clinica, Sanità Pubblica, Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università dell'Aquila, Piazzale Salvatore Tommasi 1, Blocco 11, 67100 L'Aquila

Patrizia Panzeca, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche, Chimiche e Farmaceutiche, Università di Palermo, Via Archirafi 20, 90123 Palermo

Marcello Puddu, Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università di Cagliari, S.P. Monserrato Sestu km 0,700, 09042 Monserrato (Cagliari)

Davide Barberis, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco (Torino)

Alessia Cozzolino, Lucia Vanacore, Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Via Università 100, 80055 Portici (Napoli)

Lucia Lenzi, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna, Via Zamboni 33, 40126 Bologna

Elena Secomandi, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Agrarie, Università di Bologna, Via Zamboni 33, 40126 Bologna

Isabella Paglianiti, Valentina Lucia Astrid Laface, Dipartimento di Agraria, Università "Mediterranea" di Reggio Calabria, Località Feo di Vito, 89122 Reggio Calabria

Responsabile della Rubrica: Adriano Stinca (adriano.stinca@unicampania.it; adriano.stinca@unina.it), Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali, Biologiche e Farmaceutiche, Università della Campania Luigi Vanvitelli, Via Vivaldi 43, 81100 Caserta