



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

arpa **FVG**

agenzia regionale per la
PROTEZIONE DELL'AMBIENTE
DEL FRIULI VENEZIA GIULIA



STUDIO CONOSCITIVO DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI E DI ALCUNI LORO IMPATTI IN FRIULI VENEZIA GIULIA

PRIMO REPORT – marzo 2018

Supporto alla predisposizione di una strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici e per le azioni di mitigazione

in collaborazione con



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI UDINE



The Abdus Salam
International Centre
for Theoretical Physics



ISTITUTO NAZIONALE
DI OCEANOGRAFIA E DI GEOFISICA SPERIMENTALE

FOCUS Cambiamenti climatici e specie aliene invasive

Giovanni Bacaro, Enrico Tordoni, Luca Scoria, Università di Trieste

Anna Carpanelli, Regione autonoma Friuli Venezia Giulia Direzione generale Servizio paesaggio e biodiversità,
Marco Valecic, Regione autonoma Friuli Venezia Giulia ERSA Servizio fitosanitario e chimico, ricerca,
sperimentazione e assistenza tecnica.

Ambrosia artemisiifolia L.



La perdita di biodiversità ha assunto un ruolo chiave negli ultimi decenni nella ricerca scientifica (Sala et al. 2000); molti studi hanno dimostrato che questi cambiamenti alterano i processi ecosistemici modificandone persino la loro capacità di riprendersi a seguito di un disturbo (resilienza). Scienziati e policy maker sono attualmente impegnati a cercare di comprendere le conseguenze che le alterazioni antropiche possono causare agli ecosistemi ed ai servizi ecosistemici ad essi correlati. Ad oggi, gli effetti dei cambiamenti climatici sulla biodiversità non sono totalmente noti dato che le scale temporali su cui agiscono questi fenomeni sono generalmente piuttosto ampie. Tuttavia, ci si aspetta che i cambiamenti climatici possano avere pesanti ripercussioni sulla biodiversità modificando fenologia, composizione genetica ed areali delle specie, alterando anche le loro interazioni biotiche ed i processi ecosistemici (Hellmann et al. 2008); è stato stimato che i cambiamenti globali attualmente in atto hanno compromesso fino

al 60% dei servizi ecosistemici presenti sul nostro pianeta (MEA 2005). In ecologia è ben noto che la distribuzione delle specie è fortemente controllata da una serie di variabili ambientali. Tra queste, quelle climatiche come la temperatura e le precipitazioni svolgono un ruolo chiave nel delimitare sia l'areale di distribuzione di una specie che la nicchia ecologica, in special modo a grandi scale spaziali come quella regionale o continentale. Alcune simulazioni sembrano suggerire che i cambiamenti climatici potrebbero portare fino alla scomparsa, entro il 2100, di più del 50% delle specie vegetali europee attualmente a rischio (Thuiller et al. 2005). Spesso i cambiamenti climatici sono stati annoverati tra i principali fattori di degrado e causa della perdita degli ecosistemi, in altri casi essi accentuano ed aggravano gli impatti di fattori di origine antropica come inquinamento, consumo di suolo, eccessivo prelievo di risorse naturali, deforestazione, riduzione e frammentazione degli habitat e diffusione di specie aliene (specie la cui distribuzione in una data area è il risultato di un'introduzione antropica intenzionale o accidentale). Queste ultime e, in particolare, quelle ritenute invasive sono tra le principali minacce alla biodiversità globale. L'intensità e la frequenza del fenomeno a scala globale ha raggiunto livelli difficilmente calcolabili, ma lo squilibrio dei flussi di immigrazione ed emigrazione di specie per alcuni ecosistemi ha raggiunto una dimensione realmente significativa: l'ecosistema unico al mondo delle Isole Galapagos, considerabile come quasi completamente isolato, negli ultimi 20 anni ha conosciuto un incremento esponenziale del tasso medio di immigrazione tale da raggiungere valori 100.000 volte superiori rispetto al valore medio calcolato per gli ultimi 3 milioni di anni (Pyšek e Richardson 2008). In Europa,

il numero di specie aliene invasive è cresciuto del 76% negli ultimi 30 anni provocando danni stimati per circa 12 miliardi di euro all'anno.

In termini generali, con il termine "invasioni biologiche" si identificano quei fenomeni e processi che determinano il trasporto, intenzionale o meno, da parte dell'uomo di organismi in aree che tali taxa non potrebbero raggiungere a causa dei limiti posti dai propri meccanismi di dispersione e dalle barriere biogeografiche (Carlton 2001; Mack et al. 2000). Per specie alloctone, o aliene, si intendono quindi specie che hanno superato i limiti dei loro range geografici naturali e che sono state in grado di stabilire popolazioni stabili nei nuovi ambienti (Blackburn et al. 2011). La veicolazione antropica rende possibili introduzioni altamente improbabili per cause naturali oppure che le invasioni biologiche siano caratterizzate da dinamiche spazio-temporali molto rapide, decisamente superiori a quelle delle migrazioni naturali.

Con il termine "*invasiveness*" viene identificata la predisposizione da parte di una specie a diventare invasiva (Alpert et al. 2000; Rejmánek e Richardson 1996). La predisposizione ad assumere carattere invasivo da parte di una specie dipende da un insieme di fattori che condizionano principalmente la sua capacità di dispersione (Alpert et al. 2000). Diverse ricerche identificano questa capacità come legata a tratti peculiari intrinseci e caratteristici delle specie quali la durata delle generazioni, la durata del periodo riproduttivo e la capacità di dispersione dei propaguli, legata anche alla loro dimensione e al loro numero (Alpert et al. 2000; Rejmánek e Richardson 1996). La capacità di una specie di stabilire ed ampliare le proprie popolazioni dipende significativamente anche dai fattori biotici e abiotici del sito di introduzione che determinano le condizioni ambientali alle quali la specie deve far fronte e perciò dalle opportunità che le comunità e l'ambiente interessati forniscono (Alpert et al. 2000; Blackburn et al. 2011; Davis et al. 2005; Levine 2008; Richardson et al. 2000; Shea e Chesson 2002).

Blackburn et al. (2011) hanno descritto un modello teorico per l'interpretazione delle dinamiche invasive, suddividendo il processo di invasione in una serie di fasi dipendenti dal superamento di determinate barriere. La prima fase del processo di invasione è rappresentata dal trasporto della specie e dall'introduzione in un nuovo habitat. A questa prima barriera geografica, principio del modello proposto da Richardson et al. (2000), Blackburn et al. (2011) associano un'ulteriore barriera (Captivity or Cultivation) che enfatizza il legame tra introduzioni di specie alloctone e trasporto umano, più o meno volontario, e che sottolinea soprattutto il fatto che molte specie vegetali (e animali) che vengono coltivate (o mantenute in cattività) non hanno la capacità di proliferare naturalmente al di fuori di queste condizioni controllate dall'uomo. Qualora le specie riescano ad oltrepassare tale limite, il passo successivo è rappresentato dalla sopravvivenza degli individui nei nuovi ambienti e dalla stabilizzazione di una popolazione tramite la formazione di nuove generazioni di individui. In questa fase del processo di invasione, quella che è stata definita da Richardson et al. (2000) come "barriera ambientale" viene denominata "Survival barrier" (o barriera di sopravvivenza) che non può essere considerata separatamente dalla barriera della riproduzione ("Reproduction barrier"), sottolineando il fatto che la stabilizzazione di una specie alloctona in un nuovo ambiente dipenderà innanzitutto dalla sopravvivenza dei suoi individui e dal suo successo riproduttivo (Blackburn et al. 2011). In questa fase la specie viene ancora definita "Casuale" (o non-naturalizzata) e, nel caso di organismi vegetali, si tratta di una specie per la quale gli individui sopravvissuti riescono a portare a termine il ciclo vitale, fino alla produzione dei semi, ma non sono in grado di formare una popolazione stabile (Richardson e Pyšek 2006). Una specie viene considerata come "Naturalizzata" quando, al contrario, forma popolazioni in grado di autosostenersi per almeno 10 anni (nel caso di specie vegetali, tramite semi o per via vegetativa), senza l'intervento dell'uomo (Blackburn et al. 2011; Richardson et al. 2000; Richardson e Pyšek 2006). Le specie che mostrano la capacità di diffondersi massivamente anche a distanze significative rispetto al luogo di introduzione sono definite "Invasive". Normalmente, solo una percentuale minima delle specie naturalizzate diventa effettivamente invasiva (Richardson e Pyšek 2006). Tale percentuale fa riferimento alla "regola del 10" proposta da Williamson e Brown (1986), che

fornisce una stima quantitativa della proporzione delle specie in grado di diventare invasive in seguito all'introduzione. Secondo questa regola, solamente il 10% delle specie introdotte sarà in grado di assumere il carattere di specie casuale; di queste solo il 10% riuscirà a naturalizzarsi nei nuovi ambienti ed infine, solamente un decimo di queste manifesterà caratteristiche invasive (Richardson e Pyšek 2006). In base a questa regola, perciò, la probabilità di invasione riguarda solamente l'1% delle specie aliene casuali. I tratti che contribuiscono al successo di una specie non sono universali, ma vanno correlati alle condizioni geografiche, e ad un set di fattori esterni, come:

1. Fattori stocastici, quali la dimensione iniziale della popolazione degli individui introdotti (definita come "pressione dei propaguli") ed il numero dei tentativi di introduzione (Pyšek et al. 2004; Rejmánek et al. 2005) oltre agli eventi climatici estremi;
2. Il tempo di residenza ("residence time") di una specie in un determinato sito, fattore che può incrementare le probabilità di naturalizzarsi. Maggiore sarà il tempo di residenza, maggiori risulteranno la pressione dei propaguli nell'area e la probabilità che questi costituiscano la base per nuove popolazioni stabili in spazi sempre più ampi (Pyšek et al. 2004; Richardson e Pyšek 2006).

L'arco temporale immediatamente successivo all'introduzione viene definito come "periodo di latenza" durante il quale la specie mette in atto i propri meccanismi adattativi per insediarsi nei nuovi habitat, e può avere durata dell'arco di decine di anni. È durante la fase di latenza che le barriere della sopravvivenza e del successo riproduttivo determinano la capacità di una specie aliena di diventare naturalizzata e potenzialmente invasiva. In seguito all'uscita dalla fase di latenza, il processo di invasione incontra la fase dello "Spread", ossia della diffusione della popolazione oltre i limiti del luogo di introduzione, che porta i propaguli a raggiungere e proliferare in nuovi siti (Blackburn et al. 2011; Levine, 2008; Richardson et al. 2000). In questa fase, il processo invasivo può ancora andare incontro al fallimento poiché numerosi sono i casi in cui in seguito alla fase della diffusione si è verificata una sorta di implosione della popolazione alloctona fino alla rapida estinzione: questo fenomeno prende il nome di "Boom and Bust", traducibile come "Esplosione e Fallimento" (Blackburn et al. 2011). Qualora invece la specie riesca a stabilire popolazioni stabili anche in nuovi habitat, caratterizzati da nuove condizioni ambientali, il processo invasivo può essere considerato ultimato ed è dunque possibile attribuire alla specie il carattere invasivo anche a prescindere dall'impatto che questa possa avere sull'ambiente e sulle comunità invase (Blackburn et al. 2011; Richardson et al. 2000).

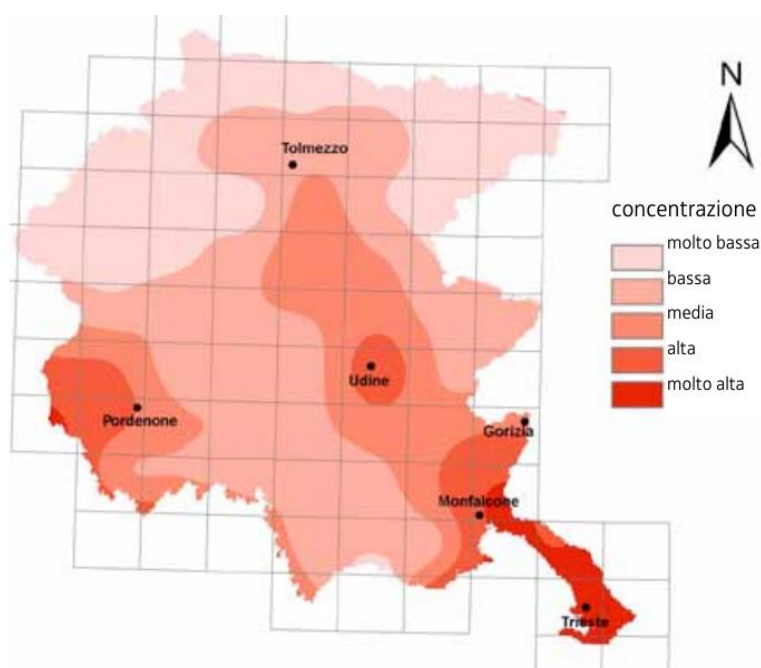
In Europa sono state stimate circa 12100 specie aliene, delle quali approssimativamente il 12% è ritenuto invasivo. Circa il 77% delle specie aliene presenti in Europa è costituito da piante e invertebrati terrestri; i principali vettori d'introduzione vengono considerati i trasporti, insieme all'introduzione a scopi commerciali, al rilascio intenzionale in natura e alla dispersione casuale. Sebbene alcuni studi sembrano indicare un possibile ruolo "facilitatore" dei cambiamenti climatici nella diffusione di specie aliene invasive, quest'argomento è ancora oggetto di dibattito in ambito accademico. È stato comunque osservato in diverse ricerche, soprattutto in ambiente montano, come le temperature medie relative al periodo primaverile siano generalmente legate al limite altitudinale di diffusione delle specie aliene vegetali (Barni et al. 2012, Bacaro et al. 2015), determinando in questo modo una chiara relazione causa-effetto che, relativamente ai cambiamenti climatici, è utile a prevedere una maggiore distribuzione delle specie aliene in funzione dell'innalzamento delle temperature, con impatti sensibili sulla biodiversità.

Generalmente però le specie aliene invasive sono quelle che occupano vasti areali geografici e nicchie climatiche molto ampie che gli garantiscono la sopravvivenza a diverse condizioni climatiche. Inoltre sono spesso dotate di caratteristiche fisiologiche che gli consentono di sopportare rapidi mutamenti nell'areale di distribuzione come, ad esempio, maturità sessuale precoce, cicli vitali ridotti e facilità di dispersione dei propaguli (semi ed altri organi di propagazione; Qian & Ricklefs 2006).

Specie aliene vegetali in Friuli Venezia Giulia

Il tasso d'invasione nella flora italiana è stato stimato attorno al 13,4 %, quello calcolato per la Regione Friuli Venezia Giulia si attesta circa al 11,6% (331 specie aliene su 2859 specie della flora regionale, Poldini et al. 2001). Di queste, le specie vegetali esotiche invasive, riportate nelle liste nazionali ufficiali (Flora vascolare alloctona e invasiva delle regioni d'Italia, 2009), sono 37.

Figura 1: Carta della distribuzione delle specie aliene in Friuli Venezia Giulia con indicazione delle aree a densità maggiore (da Carpanelli e Valecic 2016, precedentemente modificata da Poldini, 2009, Poldini et al., 2010)



La famiglia con il maggior numero di specie aliene è quella delle *Asteraceae*. La maggior parte delle specie aliene presenti sul territorio regionale ha origine americana ed eurasiatica, seguite da specie di origine africana e del bacino del Mediterraneo. Le tipologie di habitat più invase risultano essere quelli più antropizzati come le superfici artificiali (matrici urbane) e le zone agricole. Data l'intensa urbanizzazione e la fitta rete viaria, soprattutto nella fascia pianiziale, questa può essere considerata dal punto di vista funzionale come un'estesa area metropolitana (Celesti-Grapow et al. 2010). Inoltre nella fascia climaticamente più calda della regione molte specie invasive, di origine neo-tropicali, trovano l'habitat ideale. Infine, la loro diffusione è favorita dalla presenza di aree portuali che, come è ben noto dalla letteratura, rappresentano spesso il primo punto d'ingresso di nuove specie aliene (Tordoni et al. 2017). Per queste ragioni un aumento delle temperature potrebbe provocare la genesi di nuove nicchie ecologiche ed habitat ideali alla diffusione di queste specie.

Le conseguenze di queste invasioni sono di ordine ecologico-paesaggistico, sanitario, produttivo e quindi, in ultima analisi, economico. Le specie aliene invasive, in sostanza, possono incidere significativamente nel destabilizzare la struttura che garantisce il benessere umano. Alcune di queste infatti come, ad esempio, *Ambrosia artemisiifolia* L.

possiedono un polline estremamente allergenico. Altre come *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle possono apportare bio-deterioramento ai manufatti antropici come monumenti e reperti archeologici dovuto a danni meccanici e chimici causati dall'apparato radicale. Altre ancora possono generare danni alle colture agricole con conseguente riduzione e/o perdita della produttività. Infine, le specie aliene, possono ridurre la diversità nelle comunità residenti competendo con le specie native per le risorse e semplificandone gli ecosistemi causando anche la perdita di servizi ecosistemici connessi nonché l'alterazione dell'estetica dei paesaggi.

Dato per assodato che l'eradicazione della maggior parte delle specie invasive è oramai quasi impossibile (tranne per quelle appena insediate in territorio regionale aventi popolazioni localizzate), è fondamentale attuare azioni di prevenzione, controllo e contenimento della loro diffusione nonché di ripristino ambientale, ove necessario. Tali interventi, che se fatti nelle prime fasi di sviluppo ed insediamento delle specie aliene sono molto più economici ed efficaci rispetto ad interventi tardivi, devono essere sempre seguiti dal monitoraggio per verificare l'efficacia delle azioni intraprese.

Al momento la Regione Friuli Venezia Giulia ha individuato tre classi di rischio per quanto riguarda le specie aliene: 1) specie di temuta introduzione non ancora presenti nel territorio regionale. In questo caso è basilare individuare i primi focolai e tentarne l'eradicazione fin da subito evitando la potenziale espansione della popolazione. Inoltre azioni di prevenzione sono necessarie per evitare l'ingresso di nuove specie (soprattutto in porti ed aeroporti) attraverso piani di *risk assessment* e studio delle rotte commerciali. 2) specie da poco introdotte, cioè specie presenti in piccoli nuclei, per cui si ritiene possibile l'eradicazione dal territorio con azioni mirate ad elevata intensità e frequenza; 3) specie diffuse ed insediate stabilmente in regione di cui è possibile solo il monitoraggio delle popolazioni e la gestione per contenerne la diffusione. È bene attuare misure di prevenzione al fine di limitare l'introduzione/diffusione di specie aliene tra le quali vale la pena annoverare: evitare l'utilizzo di piante aliene o loro propaguli a fini ornamentali, nei ripristini e nella vivaistica; evitare di lasciare suolo nudo in caso di cantiere e movimentazione di terra e curare la progettazione, pulizia e manutenzione dei manufatti per evitare il loro possibile insediamento. Per quel che riguarda l'eradicazione, metodi fisici/agronomici (sfalcio e mulching, pacciamatura, ecc.) assieme ad un'attenta gestione selvicolturale del territorio sarebbero da preferire rispetto alla lotta chimica.

Tale approccio è attualmente soggetto a perfezionamento in modo da ottimizzare l'utilizzo delle risorse ed informazioni disponibili.

Gli strumenti normativi di Riferimento

Al principale fine di tutelare la biodiversità e per far fronte agli ingenti danni sia economici che ecologici causati dalle specie aliene invasive, l'Unione Europea ha emanato un apposito regolamento (Regolamento UE 1143/2014 del 22/10/2014), atto a i) prevenirne l'introduzione, ii) rilevarne precocemente ed intervenire velocemente per l'eradicazione, iii) monitorarne e gestirne la diffusione all'interno dell'Unione Europea. Tale Regolamento inoltre cita i cambiamenti climatici come uno dei fattori in grado di intensificare i rischi per l'ambiente e per l'uomo provocati dalle specie invasive.

Il Regolamento prevede che i Paesi Membri attuino una serie di misure gestionali per le specie aliene invasive più dannose, che comprendono il blocco del commercio, del possesso e del trasporto, il rilascio nell'ambiente, il divieto di allevamento e riproduzione, il rilevamento precoce e la rapida rimozione, l'identificazione delle principali vie di introduzione sulle quali concentrare gli sforzi di prevenzione. Queste misure si applicano alle specie presenti in una specifica Lista di specie aliene invasive di rilevanza unionale, adottata ufficialmente nel luglio 2016 ed integrata una

prima volta nel luglio 2017 da parte della Commissione Europea. Attualmente la lista si compone di 49 specie di cui 33 già presenti in Italia.

L'Italia si è adeguata al Regolamento il 30 gennaio 2018 attraverso un apposito decreto legislativo, un nuovo strumento normativo a tutela della biodiversità. Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale (serie generale n. 30 del 30/01/2018) il Decreto Legislativo 230 del 15 dicembre 2017, adegua la normativa italiana al Regolamento UE 1143/2014 sull'introduzione e la diffusione di specie esotiche invasive. Il decreto fa suo il punto di partenza del regolamento: le specie esotiche invasive sono una delle principali minacce alla biodiversità e ai servizi ecosistemici nonché una rilevante causa di danni economici e sulla salute umana. Il decreto introduce numerosi divieti per evitare che le specie esotiche più pericolose, contenute in apposite liste ufficiali (unionale e nazionale), siano introdotte accidentalmente o volontariamente e si diffondano sul nostro territorio; sono quindi vietati l'introduzione, la detenzione, l'allevamento e la coltivazione, il trasporto, il commercio, il rilascio nell'ambiente naturale, la cessione gratuita. Il decreto individua le autorità amministrative competenti nelle azioni di prevenzione, controllo, eradicazione, monitoraggio e sorveglianza previste dal regolamento. Il Ministero dell'Ambiente, del territorio e del mare è riconosciuto come autorità nazionale di raccordo con la Commissione Europea e di coordinamento fra le pubbliche amministrazioni; l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) è incaricato del supporto tecnico e scientifico all'attuazione del decreto. Particolare responsabilità è poi assegnata alle Regioni e alle Province Autonome, che sono tenute a monitorare permanentemente il loro territorio per rilevare la presenza e la distribuzione delle specie esotiche invasive e ad attuare interventi di eradicazione rapida o di gestione, "risparmiando agli esemplari oggetto di eradicazione dolore, angoscia, o sofferenze evitabili". Per tali interventi le autorità territoriali locali dovranno garantire, ove necessario, l'accesso ai terreni privati. Un importante passaggio del decreto è l'obbligo che le Regioni, le Province Autonome e le aree protette nazionali, a valle di interventi di eradicazione o gestione di specie esotiche invasive, adottino misure di ripristino degli ecosistemi danneggiati.

La regione Friuli Venezia Giulia, con L.R. 9/2007 (Sez. IV bis - Lotta alle specie vegetali infestanti dannose per la salute umana e per l'ambiente) ha identificato una lista di tre specie vegetali invasive dannose per la salute umana e per l'ambiente (*Ambrosia artemisiifolia* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle e *Senecio inaequidens* DC) per cui è concessa la lotta senza autorizzazione oltre ad attività di divulgazione atte a renderne nota la potenziale pericolosità e i danni ambientali che possono generare. Tale lista potrà essere integrata, in modo tale da poter includere, nel breve periodo, le ulteriori 34 specie invasive presenti in Friuli Venezia Giulia.

Bibliografia

- Bacaro, G., Maccherini, S., Chiarucci, A., Jentsch, A., Rocchini, D., Tossi, D., Gioria, M., Tordoni, E., Martellos, S., Altobelli, A., Rudinger, O., Escudero, C.G., Fernandez Lugo, S., Fernandez-Palacios, J.M., Arevalo, J.R. (2015). Distributional patterns of endemic, native and alien species along a roadside elevation gradient in Tenerife, Canary Islands. *Community Ecology*, 16: 223-234
- Barni, E., Bacaro, G., Rocchini, D., Falzoi, S., Spanna, F., Siniscalco, C. (2012). Establishing climatic constraints shaping the distribution of alien plant species along the elevation gradient in the Alps. *Plant Ecology*, 213: 757-767.

- Carpanelli, A., Valecic, M. (2016). Specie vegetali esotiche invasive in Friuli Venezia Giulia, Riconoscimento e possibili misure di contenimento – Regione autonoma Friuli Venezia Giulia.
- Celesti-Grappo L., Pretto, F., Carli, E., Blasi, C. (2010). Flora vascolare alloctona e invasiva delle regioni d'Italia, Roma: Casa Editrice Università Sapienza.
- Hellmann, J. J., Byers, J. E., Bierwagen, B. G., Dukes, J. S. (2008). Five potential consequences of climate change for invasive species. *Conservation biology* 22(3): 534-543.
- MEA (2005). Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human wellbeing: a framework for assessment Washington, DC: Island Press.
- Poldini L. (2009). La diversità vegetale tra Trieste e Gorizia. Lo stato dell'Ambiente. Guide alla Flora IV, Le Guide di Dryades 5 – Serie Flore IV (F-IV), Ed. Goliardiche, 736 pp., Trieste.
- Poldini L., Oriolo G., Vidali M. 2001. Vascular flora of Friuli-Venezia Giulia. An annotated catalogue and synonymic index. *Studia Geobotanica* 21:3-227.
- Poldini L., Vidali M. & Comin S.(2010). Friuli Venezia Giulia. In: Celesti-Grappo L., Pretto F., Carli E. & Blasi C. (Eds.), Flora vascolare alloctona e invasiva delle regioni d'Italia. Casa Editrice Università La Sapienza, pag. 61-66, Roma.
- Qian, H., Ricklefs, R. E. (2006). The role of exotic species in homogenizing the North American flora. *Ecology Letters* 9(12): 1293-1298.
- Sala, O. E., Chapin, F. S., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., ..., Leemans, R. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287(5459): 1770-1774.
- Thuiller, W., Lavorel, S., Araújo, M. B., Sykes, M. T., Prentice, I. C. (2005). Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102(23): 8245-8250.
- Tordoni, E., Napolitano, R., Nimis, P., Castello, M., Altobelli, A., Da Re, D., Zago, S., Chines, A., Martellos, S., Maccherini, S., Bacaro, G. (2017). Diversity patterns of alien and native plant species in Trieste port area: exploring the role of urban habitats in biodiversity conservation. *Urban Ecosystems* 20: 1151–1160.