



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

Dottorato – Agronomia ambientale.
Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (SAF)
AGR 02

PIANTE ERBACEE SPONTANEE DELLA CITTA' DI PALERMO: ASPETTI ECOLOGICI, AGRONOMICI E APPLICATIVI

IL DOTTORE
GAETANA BARONE

IL COORDINATORE
PROF. CARMELO DAZZI

IL TUTOR
PROF.SSA TERESA TUTTOLOMONDO

CICLO XXV.
ANNO CONSEGUIMENTO TITOLO 2016.

Dedico questi anni di dottorato e ricerca;

a mio figlio Federico che con la sua nascita ha reso questo dottorato ancora più speciale;

a mio marito Bepi e ai miei genitori che mi hanno sempre supportato con tanto amore;

a mio fratello Antonio, la mia forza e il mio sostegno;

a Federica, il mio mentore;

alla mia egregia prof.ssa Teresa Tuttolomondo, tutor del mio corso di dottorato, ma anche mamma e amica, che con i suoi preziosi consigli mi ha fatto crescere sia nella vita che nel lavoro insegnandomi veramente come avvicinarmi alla ricerca;

al prof. Claudio Leto che con i suoi abbracci e i suoi sorrisi mi ha sempre tirato sù il morale;

al prof. Carmelo Dazzi per la sua disponibilità e pazienza;

ai miei colleghi Giuseppe Virga e Cristina Gennaro per il loro tempo dedicatomi e la loro ottima collaborazione;

a tutti i miei colleghi del corso di dottorato che mi vogliono bene.

SOMMARIO

INTRODUZIONE	1
---------------------------	---

PARTE GENERALE

1. BIODIVERSITA' E FLORA MEDITERRANEA

1.1 Introduzione	4
1.2 Definizione di biodiversita'	4
1.3 Ambiente mediterraneo e la sua flora	5
1.4 Le piante urbane e ruderali.....	6

2. L' ECOSISTEMA URBANO

2.1 Ambiente urbano e ruolo della componente vegetale	8
2.2 Suoli e comunità erbacee nell'ecosistema urbano	10

3. SPECIE ERBACEE SPONTANEE PER USI ORNAMENTALI

3.1 Generalità e riferimenti storici	12
3.2 Impiego delle piante erbacee autoctone e alloctone	13
3.3 Funzioni e tecnica di impianto dei wildflowers	15
3.4 Problematica.....	16

4. L'ECOLOGIA GERMINATIVA NELLE SPECIE SPONTANEE

4.1 Biologia florale nelle specie erbacee spontanee	19
4.2 Germinazione e dormienza nelle specie erbacee spontanee	20
4.3 Tipi di dormienza	21
4.4 L'influenza dei fattori ambientali nella germinazione	25

5. LE SPECIE ERBACEE E I METALLI PESANTI

5.1 I metalli pesanti	27
5.2 Sorgenti di metalli pesanti nei suoli	27
5.3 Ruolo biologico dei metalli nelle piante	28
5.4 Bioaccumulo di metalli pesanti nelle piante	30

PARTE SPERIMENTALE

I FASE DI RICERCA:

6. PIANTE ERBACEE SPONTANEE DEL CENTRO STORICO DI PALERMO: DISTRIBUZIONE, OSSERVAZIONE E VALUTAZIONE DELLA COMPONENTE VEGETALE.

6.1 Premessa.....	32
6.2 Materiali e metodi	32
6.3 Risultati e discussioni.....	35

II FASE DI RICERCA:

7. CARATTERIZZAZIONE MORFOLOGICA DELLE SEMENTI E PROVA DI GERMINABILITÀ IN ALCUNE SPECIE ERBACEE

7.1 Premessa.....	53
7.2 Caratterizzazione morfologica delle sementi	53
Materiali e metodi	
7.3 Risultati e discussioni.....	54
7.4 Prova di germinabilità.....	55
Materiali e metodi	
7.5 Risultati e discussioni.....	56

III FASE DI RICERCA:

8. CARATTERIZZAZIONE MORFO-BIOMETRICHE DI ALCUNE SPECIE ERBACEE SPONTANEE PER USI ORNAMENTALI

8.1 Premessa.....	72
8.2 Materiali e metodi	72
8.3 Risultati e discussioni.....	73

IV FASE DI RICERCA:

9. SPECIE ERBACEE SPONTANEE PER IL BIOMONITORAGGIO DI METALLI PESANTI IN AMBIENTE URBANO

9.1 Premessa.....	103
9.2 Materiali e metodi	104
9.3 Risultati e discussioni.....	105

CONCLUSIONI FINALI	107
---------------------------------	-----

BIBLIOGRAFIA	109
---------------------------	-----

INTRODUZIONE

Qualità dell'ambiente e benessere sociale, sia a livello collettivo che individuale, sono tematiche strettamente interconnesse. Si tratta, infatti, di una relazione che investe valori di primaria importanza, quali quelli relativi alla salute e alla sicurezza dell'uomo, al patrimonio e alle risorse da trasmettere alle generazioni future.

Il concetto di “sviluppo sostenibile”, con cui si intende lo sviluppo che è in grado di assicurare “*i bisogni delle generazioni presenti senza compromettere le capacità delle generazioni future di soddisfare i propri*” (Rapporto Brundtland, 1987) mette in luce un principale principio etico: la responsabilità da parte delle generazioni d'oggi nei confronti delle generazioni future, toccando quindi almeno due aspetti dell'ecosostenibilità: ovvero il mantenimento delle risorse e dell'equilibrio ambientale del nostro pianeta.

L'efficacia di qualsiasi azione o politica in campo ambientale implica una consapevolezza dei cittadini e l'adozione di adeguati comportamenti.

Il tema della sostenibilità ambientale è stato affrontato per la prima volta nel 1992 nel summit internazionale - Vertice della Terra – svoltosi a Rio de Janeiro. Dal suddetto anno della stesura della Convenzione di Rio de Janeiro, la biodiversità è stata riconosciuta a livello mondiale come un patrimonio da salvaguardare e arricchire. Tutti gli aspetti connessi a questo tema sono stati affrontati successivamente in numerosi incontri internazionali, fra cui la Conferenza di Kyoto nel 1997 che costituisce una tappa fondamentale anche se non decisiva nella operatività degli interventi conseguenti al cambiamento climatico.

L'impegno mondiale su questa tematica è ormai ampio ed intenso come dimostra la Conferenza ONU sul clima (Conference of the Parties -15) del dicembre 2009, che ha portato la sottoscrizione da parte di 193 Nazioni di un accordo internazionale per contenere entro i 2° C l'aumento del riscaldamento medio globale della Terra.

Negli ultimi anni l'attenzione verso l'ambiente è divenuta una esigenza forte, grazie ad una maggiore consapevolezza dell'importanza dei fenomeni ambientali da parte della comunità internazionale.

La politica dell'Unione Europea infatti si è molto impegnata a intervenire con varie normative su assi prioritari come il cambiamento climatico, la diversità biologica, la qualità della vita, l'ambiente, la gestione sostenibile delle risorse e dei rifiuti. L'Unione Europea si va orientando sempre più a una politica di agricoltura sostenibile, dove la produzione non risponda più solo a una finalità di tipo economico, ma anche ad obiettivi di natura sociale ed ecologica. Quindi, oltre alla creazione di ricchezza e di occupazione, si cerca di garantire sicurezza alimentare, tutela dell'ambiente, del paesaggio e delle risorse naturali.

Il crescente e generalizzato aumento della sensibilità per il recupero, la salvaguardia e la valorizzazione dell'ambiente è senza dubbio una componente molto importante che spiega facilmente l'ormai affermato e continuo rafforzamento del ruolo multifunzionale dell'agricoltura. In questo contesto, oltre allo scopo produttivo tradizionale, vengono considerati altri fattori fondamentali, quali il disinquinamento dell'aria e dell'acqua, la difesa dall'erosione, la salvaguardia delle biodiversità e soprattutto del paesaggio agrario nei suoi risvolti estetici, culturali, storici e biologici (Serra, 2000; Buhk et al., 2007).

La politica agricola comunitaria, infatti, tende ad identificare attività differenti nell'ambito dell'agricoltura, riconoscendo a quest'ultima una pluralità di funzioni strettamente legate al

territorio, con la produzione di nuovi beni e servizi per una fruizione sostenibile dell'ambiente. Si evidenzia così il ruolo multifunzionale dell'agricoltura, definito dalla Commissione agricoltura dell'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE) nel modo seguente: *“Oltre alla sua funzione primaria di produrre cibo e fibre, l'agricoltura può anche disegnare il paesaggio, proteggere l'ambiente e il territorio e conservare la biodiversità, gestire in maniera sostenibile le risorse, contribuire alla sopravvivenza socio-economica delle aree rurali, garantire la sicurezza alimentare. Quando l'agricoltura aggiunge al suo ruolo primario una o più di queste funzioni può essere definita multifunzionale.”* (Tuttolomondo, 2010).

Il concetto di “sostenibilità” sta diventando di estremo interesse anche nella gestione del verde ornamentale e territoriale. Le nuove tendenze nella progettazione degli spazi a verde sono sempre più rivolte sia ad esaltarne gli aspetti “naturali” sia a ricercare schemi caratterizzati da minori costi di manutenzione (Hitchmough, 2004).

Mentre in passato era il lindore dell'insieme, la regolarità delle forme, le stesse rigide simmetrie ad assumere preminente valore ornamentale, oggi a destare l'ammirazione è la consapevolezza che si è davanti ad un processo “naturale”, ad un ambiente che è capace di autosostenibilità (Grimal, 2000).

Fondamentalmente oggi si riscontra una dualità nel confrontarsi col tema del giardino naturalistico: da una parte l'estetica della natura, dall'altra la conservazione e la biodiversità. Molti noti paesaggisti hanno utilizzato e utilizzano questa tecnica nei loro progetti (Christopher Lloyd, John Brookes, Noel Kingsbury, Piet Oudolf) e promuovono l'uso di fiori spontanei come mezzo di conservazione della natura o come pratica di verde sostenibile (Özgüner et al., 2007).

In tutte queste modalità di “fare giardino”, per cercare di limitare gli stress biotici e abiotici, attenzione particolare viene posta su tutte le fasi del processo, dalla scelta della specie alle operazioni di impianto, alla manutenzione, a soluzioni in grado di rendere più compatibile il verde con le condizioni dell'ambiente naturale (Phillips, 2002; Franco et al., 2006).

In questo contesto il ruolo delle piante erbacee spontanee diventa fondamentale (Iles, 2003), e costituisce un'efficace risposta alla attuale richiesta di difesa, conservazione e valorizzazione della biodiversità.

Nonostante tradizionalmente queste piante siano state ignorate nella realizzazione del verde (Romano, 2004), recentemente, soprattutto nell'ambito di modalità di realizzazione di spazi a verde più rispettose delle condizioni climatiche e rivolte alla ricomposizione ambientale, l'interesse nei loro confronti è andato crescendo (Zhang et al., 1996; De Herralde et al., 1998; Sánchez-Blanco et al., 1998; Cabot e Travesa, 2000; Franco et al., 2001; Martínez-Sánchez et al., 2003; Biset e Biset, 2009).

Molte di queste possono rappresentare una buona alternativa alle specie tradizionali soprattutto in ecosistemi semi-aridi, qual è quello mediterraneo, per la loro buona resistenza a malattie ed a elevati livelli salini, per la loro elevata efficienza nel consumo d'acqua, per le specifiche modalità di crescita (Morales et al., 2000; Franco et al., 2002; Clary et al., 2004). Le piante erbacee spontanee si lasciano apprezzare, inoltre, per le numerose strategie morfologiche e fisiologiche messe in atto per superare gli stress abiotici; da ricordare, comunque, che l'adattabilità di queste piante si modifica fortemente fra le diverse specie ed anche all'interno della specie stessa (Sánchez-Blanco et al., 2002; Torrecillas et al., 2003).

PARTE GENERALE

1 BIODIVERSITA' E FLORA MEDITERRANEA

1.1 Introduzione

L'azione dell'uomo sull'ambiente ne ha profondamente influenzato le caratteristiche originarie, tanto da modificare in modo a volte irreversibile le sue componenti. Agricoltura, industrializzazione, urbanizzazione sono tra le cause di quella scomparsa di specie vegetali e animali che, soprattutto oggi, crea grandi preoccupazioni (Jones e Hayes, 1999; Rahmann, 2011). La perdita di biodiversità mondiale, ritenuta una delle emergenze ambientali, è causata in grande percentuale (85%) dalla perdita di habitat.

Negli ultimi anni è andata crescendo sempre più la consapevolezza del fatto che le risorse ambientali non sono solo importanti e strategiche per la crescita, lo sviluppo e la qualità della vita umana, ma anche limitate e in gran parte non rinnovabili. Si è così assistito alla nascita di una coscienza globale volta a tutelare e preservare le risorse ambientali, nell'ottica dello sviluppo sostenibile.

Lo sfruttamento del territorio a soli fini produttivi, che ha caratterizzato l'uso del suolo dal secondo dopoguerra ad oggi, ha di fatto condotto all'impoverimento del sistema ambiente.

E soprattutto in tempi di crisi, come quello che stiamo vivendo, che si riscoprono le "semplici opportunità fornite dalla natura nei territori" spesso testimoniate dalle antiche certezze delle tradizioni popolari.

In campo ornamentale si assiste a un lento ritorno di interesse per le piante locali. Le attuali tendenze nella progettazione dei giardini, a partire dal paesaggista fiorentino Pietro Porcinai, si orientano verso l'interpretazione ed il rispetto del *genius loci*, lo spirito del luogo, che comprende, oltre agli aspetti culturali, anche quelli ambientali e paesaggistici (Matteini, 1993).

Si assiste così in tempi attuali alla riscoperta della bellezza e dell'utilità di molte specie selvatiche fino a poco tempo fa ritenute "malerbe", inutili o non interessanti, ma che oggi si rivelano al contrario molto utili per risanare le ferite che l'uomo crea nel paesaggio.

1.2 Definizione di biodiversità

Il termine "biodiversità" venne coniato da Walter G. Rosen nel 1985, ma cominciò ad essere utilizzato in occasione nel Forum Nazionale sulla Biodiversità tenuto a Washington DC nel settembre del 1986. Il concetto diventa però di uso comune solo nel 1992 con la redazione della Convenzione sulla Biodiversità durante la Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente e lo Sviluppo (UNCED) al vertice di Rio de Janeiro (Enea, 1998). Tale documento indica col termine "biodiversità" (forma abbreviata di "diversità biologica") la "variabilità tra organismi viventi siano essi terrestri, marini o di altri ecosistemi acquatici, e i complessi sistemi ecologici di cui sono parte; includendo quindi sia la diversità interspecifica sia la diversità tra le specie ed i sistemi cui esse appartengono" (Solidea, 1993).

L'esigenza di definire a livello internazionale il concetto di biodiversità è nata dalla consapevolezza che la ricchezza della vita sulla terra rischia di essere definitivamente compromessa dalla progressiva antropizzazione di tutti gli ecosistemi terrestri. Questi ultimi sono sistemi complessi capaci di reagire alle variazioni di condizioni che si possono verificare, ma comunque piuttosto fragili per cambiamenti rilevanti sul breve periodo e con la possibilità frequente di non essere in grado di recuperare e reinstaurare le condizioni iniziali (Odum, 1988; Longo, 1990; Miller, 1997).

Tra le attività principali che stanno alla base del momento critico per la biodiversità troviamo lo sfruttamento eccessivo di alcune risorse naturali, l'inquinamento degli habitat o la loro distruzione, l'introduzione di specie alloctone, la deforestazione eccessiva, l'introduzione della monocoltura su vaste aree, l'alterazione degli ecosistemi in generale e l'aumento di temperatura media superficiale terrestre (Ristori, 2005).

Infatti l'uomo ha distrutto progressivamente gli habitat naturali a fini agricoli, insediativi e produttivi, introducendo spesso specie alloctone generaliste a scapito di quelle specialiste autoctone con la tendenza alla semplificazione dell'ecosistema. In realtà sistemi maggiormente complessi mostrano una maggior stabilità perché minimizzano i rischi sul lungo periodo, associando alla variabilità (la biodiversità) un ruolo di pre-adattamento dei sistemi sul lungo periodo e su una scala ampia (Rammel, 2002).

La biodiversità è un concetto scientifico astratto, che presenta diversi significati e interpretazioni, non sempre chiari al grande pubblico. Attraverso appropriate iniziative di divulgazione e, soprattutto, esempi concreti si deve riuscire a rendere immanente questo concetto nel modo più capillare possibile.

Puntare sulla biodiversità negli ambienti urbani e antropizzati, come da tempo è stato compreso a livello internazionale (Swaffield, 2005), consente da una parte di attuare una strategia di conservazione e dall'altra di raggiungere quei principi di sostenibilità cui si ispira sempre più lo sviluppo urbano.

1.3 Ambiente mediterraneo e la sua flora

Nel mondo esistono cinque regioni geografiche caratterizzate da un clima e da una vegetazione di tipo "mediterraneo". La principale di queste regioni riguarda il bacino del mare Mediterraneo anche se, dal punto di vista climatico, tale regione si estende fino al Pakistan (Daget, 1977). All'interno di questa area la vegetazione di tipo mediterraneo si ritrova in una fascia più o meno ampia dell'Europa meridionale, dell'Africa settentrionale e del vicino Oriente e in un'area dai confini ancora incerti a cavallo tra Afghanistan e Pakistan.

Le altre regioni che condividono il clima di tipo mediterraneo si trovano una nell'emisfero settentrionale (California) e tre in quello meridionale (Cile centrale, Provincia del Capo, Australia sudoccidentale e meridionale).

I connotati specifici del clima mediterraneo sono dati dalla mitezza degli inverni, da un'insolazione effettiva che raggiunge, particolarmente in estate, una percentuale molto alta rispetto a quella teorica, dalla concentrazione delle precipitazioni solitamente poco abbondanti, nei mesi più freddi, mentre l'estate è calda e quasi completamente arida; vi è l'assenza, inoltre, delle escursioni termiche tipiche dei climi continentali; la temperatura non è mai inferiore a 0 °C e mai superiore a 50°C, con medie annuali che oscillano tra 14-18°C; le piogge variano da un minimo di 100 mm nelle zone più aride della regione ad un massimo di 3.000 mm annui su alcune montagne; gelate e precipitazioni nevose sono rare ed in generale si esauriscono in pochi giorni (Koppen, 1936).

La regione mediterranea è considerata uno dei luoghi più ricchi del mondo per quanto concerne la biodiversità (Collins *et al.*, 1996). L'insieme di aspetti geologici, evoluzione climatica e interferenze antropiche hanno reso infatti il bacino del Mediterraneo uno dei principali *hot spot* a livello mondiale di biodiversità (Myers *et al.*, 2000). Per *hot spots* "*punti caldi di biodiversità*" si intendono tutte quelle aree con elevata concentrazione di biodiversità e dove ogni *hot spot* deve

avere almeno 1500 vegetali endemici (0,5 del totale planetario) e deve aver subito perdite per almeno il 70% dell'habitat originario (Médail e Quézel, 1997).

La flora del Bacino del Mediterraneo contiene in una superficie di poco più di 2,3 milioni di km² circa 24.000 specie (Greuter, 1991), che rappresentano il 10% delle specie vegetali conosciute a livello mondiale su una superficie che incide molto poco (meno del 2%) sul totale del pianeta.

In particolare, il bacino del Mediterraneo possiede 10,8 specie/1000 km², valore che è superiore a quello di 3,1 specie/1000 km² della Cina, 4,7 di Zaire e India e 6,5 del Brasile, ma inferiore alle 40 e 90 specie per 1000 km² di Colombia e Panama (Médail e Quézel, 1997).

Nel bacino del Mediterraneo l'Italia è il Paese che presenta la flora più ricca con 5.599 specie (Pignatti, 1982), classificabili come native (cioè spontanee e introdotte dall'uomo ma inselvatichite); a queste se ne possono aggiungere almeno altre 500 più comunemente coltivate o sub-spontanee. Si tratta, dunque, di una flora che costituisce oltre la metà di quella dell'intera Europa, valutata in poco più di 11.000 specie (Webb, 1978), ma che è diffusa su una superficie che è solo 1/30 di quella europea. Indagini più recenti (Conti *et al.*, 2005a e 2005b; Scoppola e Blasi, 2005) hanno indicato come il numero di entità presenti in Italia sia ancora più ampio: in particolare Conti *et al.* (2005b) sottolineano come siano 7634 le entità censite, di cui 6711 specie; complessivamente le famiglie rappresentate sono 196 e i generi 1267. Conti *et al.*, (2005a) individuano 7464 entità di Angiosperme e 34 di Gimnosperme, suddivise in 1267 generi e 196 famiglie botaniche diverse.

Il bioma mediterraneo è costituito da specie adatte all'aridità stagionale; molte di queste sono erbacee, capaci di superare, mediante rizomi, bulbi o tuberi, il periodo arido estivo (Giardina, 2010), che rappresenta, come ricordato, il principale limite ambientale. Numerose specie, infine, soprattutto quelle dei siti aperti, si sono adattate a sopravvivere al periodo di siccità estiva, che esse superano sotto forma di semi, avendo assunto habitus annuale; i semi germinano nel periodo autunno-inverno e le piante, che da essi si sviluppano, giungono poi alla fioritura verso la fine dell'inverno, proseguendo fino a primavera inoltrata, per formare ancora una volta nuovi semi (Giardina, 2010).

1.4 Le piante urbane e ruderali

La biodiversità vegetale probabilmente rappresenta la più grande risorsa che l'umanità abbia avuto a disposizione durante tutta la sua storia. Sono state classificate oltre 250.000 specie di muschi, felci, conifere e piante da fiore, e sono state selezionate centinaia di migliaia di differenti varietà genetiche all'interno delle circa cento specie coltivate che forniscono la maggior parte dell'alimentazione mondiale.

Nei paesi più industrializzati si registra un ulteriore quadro, cioè quello delle piante che vivono nelle città formando la "vegetazione urbana": si tratta di un insieme di organismi vegetali che occupano gli spazi rimasti liberi dalle costruzioni e si adattano a vivere in presenza di alterazioni – anche forti – delle condizioni ambientali.

Nel verde urbano si distinguono le piante coltivate, introdotte in città dall'uomo per scopo ornamentale, e le piante spontanee, meno conosciute.

Considerando la città come un ecosistema complesso in cui lo spazio si è frammentato in relazione all'evoluzione urbanistica, è possibile riconoscere un mosaico di ambienti, ognuno caratterizzato da condizioni ecologiche peculiari, in cui è presente vegetazione.

La vegetazione urbana spontanea, molto meno appariscente e spesso sottovalutata, è invece detta "rudérale" ed è condizionata dalle azioni dell'uomo: nonostante le differenze geografiche e storico-

culturali tra le diverse città, le flore urbane possiedono caratteristiche comuni.

Le crepe dei muri, le vecchie mura di cinta, i monumenti ed i resti archeologici o i muri di separazione dei giardini vengono occupati da una vegetazione che origina dagli ambienti rupestri naturali, dai prati-pascoli aridi e dalle piante sfuggite dai giardini e dagli orti.

I fondi stradali di vie e piazze ospitano una vegetazione formata da piante di piccole dimensioni che sopportano l'aridità, gli sbalzi termici e l'insolazione diretta e che resistono alla pressione provocata dal calpestio. Nelle periferie si incontra un ambiente semi-ruderale caratterizzato da un mosaico di micro-habitat ove la flora è molto ricca: abbondano le specie pioniere e consolidatrici del terreno così come le erbe annuali e perenni, sono presenti specie termofile ed eliofile così come piante che prediligono una moderata umidità.

La vegetazione urbana svolge funzioni ambientali importanti in quanto influenza il microclima, riduce la compattazione del suolo, oppone barriere al diffondersi dell'inquinamento atmosferico e acustico, e offre nicchie alla fauna.

Durante l'ultimo decennio, molti studi hanno suggerito l'uso di bioindicatori per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico (Ali, 1993; Brighigna et al, 1997;. Klumpp et al., 1994).

La maggior parte dei metodi utilizzati per monitorare l'inquinamento atmosferico non sono in grado di valutare gli effetti di esposizione integrati sull'organismo di tutti i tipi di inquinanti atmosferici, ma forniscono solo indicazioni fisico-chimiche circa l'esposizione ad un unico inquinante (Falla et al., 2000), o al massimo, ad una combinazione di alcuni inquinanti (Black et al.,1982; MacLean, 1990; Swietlicki et al., 1996). Inoltre, la maggior parte della metodi fisico-chimici sono costosi (Gombert et al., 2006).

2. L' ECOSISTEMA URBANO

2.1 Ambiente urbano e ruolo della componente vegetale

In generale, l'ambiente è tutto ciò che ci circonda ed è capace di influire sulla nostra vita. I rapporti funzionali, diretti e indiretti, di ogni individuo vivente con ciò che lo circonda determinano la formazione di un ecosistema. Considerando l'ecosistema urbano, questo viene definito come l'insieme delle relazioni complesse che intercorrono tra le componenti chimico-fisiche e biologiche dell'ambiente urbano: abitanti, attività umane, rapporti sociali, clima, comunità animali e vegetali, rapporti con gli altri ambienti. L'ecosistema urbano è un ecosistema artificiale in quanto i flussi di materia e di energia dipendono notevolmente dall'opera dell'uomo. Mentre un ecosistema naturale raggiunge una fase di massimo equilibrio (*climax*), in cui si evidenzia l'esistenza di meccanismi di autoregolazione (*omeostasi*) capaci di conferire all'ecosistema stesso stabilità e autosufficienza, un ecosistema urbano può essere mantenuto solo mediante continui *input* di materia e di energia da parte dell'uomo. Questi flussi di materia ed energia permettono il funzionamento dell'ecosistema urbano ossia permettono una serie di reazioni che portano alla produzione di beni, servizi e informazioni. In tal modo la città può accrescersi e può trasferire questi beni (materiali e immateriali) all'ambiente circostante, determinando lo sviluppo economico e sociale del territorio. Le suddette reazioni, in base ai principi della termodinamica, comportano sempre un aumento dell'entropia del sistema, che si manifesta con la dissipazione di energia sotto forma di calore e con la produzione di inquinanti e di rifiuti (Tuttolomondo, 2010).

L'ecosistema urbano costituisce un sistema complesso nel quale sono presenti numerosissimi e diversificati biotopi: abitazioni, edifici dai diversi usi, verde spontaneo e coltivato, scarpate stradali e ferroviarie, aree industriali attive o dismesse (Giordano *et al.*, 2002).

Le superfici incolte, o nelle quali l'intervento antropico è minimo, funzionano frequentemente da elementi di raccordo con il paesaggio circostante: accade così che elementi di flora e fauna propri di un ambiente naturale vengano a trovarsi spazialmente vicini a specie più strettamente sinantropiche (Vigna Taglianti e Zapparoli, 2006).

L'azione dell'uomo sull'ambiente ha profondamente influenzato le sue caratteristiche originarie, tanto da modificarne in modo a volte irreversibile le componenti. Ambienti urbani e industriali hanno subito un impatto determinante, sviluppando caratteristiche peculiari: basti pensare alla temperatura più elevata delle città (isola di calore) o ai suoli post-industriali, irreversibilmente modificati.

Gli ambienti cittadini sono a volte talmente trasformati da mostrare caratteristiche pedologiche uniformi ma completamente avulse dalla zona geografica di appartenenza (Biasioli *et al.*, 2007). Spesso le specie erbacee diffuse in ambienti urbani o periurbani o lungo le strade, sono le stesse che si sviluppano su suoli aridi e sassosi negli ambienti agricoli marginali.

La presenza di strade molto trafficate e di diverse attività produttive molto vicine alle abitazioni provoca inquinamento acustico e atmosferico.

In tale contesto, il "verde" rappresenta infatti una componente essenziale per una progettazione ecologica degli insediamenti urbani, esplicando molteplici aspetti funzionali nella riduzione dell'inquinamento e nel miglioramento del microclima.

La capacità di riduzione dell'inquinamento è peculiare della componente vegetale; in proposito si ricorda che ciascuna pianta con la parte epigea interagisce con le sostanze presenti nell'atmosfera, mentre con la parte ipogea interagisce con le diverse sostanze presenti nel suolo. Tutte le piante

assorbono l'anidride carbonica (CO₂) utilizzandola, mediante la fotosintesi, per sintetizzare i composti organici. Le piante, sia erbacee che arboree, trattengono il pulviscolo atmosferico, diminuendone la concentrazione nell'aria, tale funzione risulta più efficace nelle specie che possiedono foglie con epidermide scabra rispetto alle specie con foglie ad epidermide liscia.

Le piante con abbondante fogliame possono mitigare l'inquinamento acustico con una riduzione del livello di rumorosità compresa tra 5 e 10 decibel. Gli apparati radicali, nell'interazione con la struttura delle particelle terrose e con la sostanza organica presente nel suolo, limitano la lisciviazione dei metalli pesanti e degli inquinanti organici (per esempio oli lubrificanti e solventi vari), contribuendo così alla protezione delle falde idriche. Diverse piante erbacee, oltre ad alcuni muschi e licheni, possono inoltre essere impiegate utilmente per il monitoraggio degli inquinanti presenti nell'ambiente.

La traspirazione dei vegetali, con l'emissione di vapore acqueo, ha un importantissimo ruolo nel migliorare il microclima delle città, riducendo il fenomeno negativo dell'*isola di calore* causato sia dall'emissione di calore da parte delle attività umane, sia dal calore rilasciato dalle superfici pavimentate nonché dalla ridotta circolazione dell'aria, dovuta alla concentrazione degli edifici. I vegetali, riflettendo la radiazione solare, grazie ad un albedo più alto rispetto a molte superfici urbane, intercettando la radiazione solare con effetto di ombreggiamento ed emettendo gran parte dell'energia in forma di calore latente, anziché in forma di calore sensibile, riescono a mitigare l'isola di calore.

Nell'ecosistema urbano, con riferimento ai rapporti sociali tra gli abitanti e l'ambiente, la componente vegetale svolge diverse e rilevanti funzioni tra le quali migliora il valore estetico degli insediamenti urbani, incrementa il valore degli immobili, contribuisce alla realizzazione di spazi destinati alle attività sportive e ricreative, facilita iniziative di educazione ambientale e di integrazione sociale di persone in difficoltà. Per la molteplicità degli usi e delle funzioni, la componente vegetale va quindi opportunamente progettata e gestita al fine di contribuire positivamente, per gli aspetti ecologici e sociali, alla sostenibilità dell'ambiente urbano (Tuttolomondo, 2010).

La conservazione della natura all'interno di ambienti fortemente antropizzati, il recupero di suoni, odori e colori e del loro valore ricreativo e didattico si rivelano indispensabili per una migliore qualità della vita, sia fisica che mentale (Thompson *et al.*, 2005). La presenza di animali selvatici e piante spontanee, di spazi ricreativi e luoghi di incontro rappresenta un'occasione educativa e istruttiva che procura benessere ad ognuno di noi per il bisogno di contatto con la natura.

Il verde ha effetti positivi sulla salute umana, sia a livello fisico che mentale. Numerosi studi hanno dimostrato che la visione di spazi verdi determina diversi benefici per la salute dell'uomo: riduzione del battito cardiaco, abbassamento della pressione sanguigna, attività cerebrale più rilassata. Per tutte le fasce di età, sono ampiamente riconosciuti i benefici derivanti dall'attività fisica e sportiva praticata all'aria aperta.

Altro aspetto di carattere generale riguarda la biodiversità: la realizzazione di aree verdi, all'interno di un contesto ecologico tipicamente degradato come può essere quello urbano, crea nuovi habitat per gli animali e per i vegetali, rappresentando un corridoio ecologico con gli ambienti circostanti. Esperienze positive di corridoi ecologici sono rappresentate, ormai in molte città, dai vecchi tracciati ferroviari in disuso che, trasformati in viali alberati e delimitati da siepi, sono stati adibiti a piste ciclabili e percorsi pedonali. Tali *greenways* (strade verdi) possono permettere la continuità ecologica tra il centro cittadino, le periferie e il territorio circostante. Possono rappresentare, inoltre,

un elemento di promozione turistica se collegate con siti di interesse storico e aree archeologiche-monumentali (Tuttolomondo,2010).

La diffusione del Verde urbano rappresenta quindi il presupposto essenziale per la riqualificazione e uso degli spazi presenti nell'ambito urbano. L'importanza della vegetazione in termini di miglioramento ambientale e della qualità di vita è fondamentale per l'attenuazione dei rumori, per la purificazione dell'aria dalle polveri e da altri agenti inquinanti e per l'incremento della biodiversità.

2.2 Suoli e comunità erbacee nell'ecosistema urbano

Il terreno o suolo è lo strato detritico superficiale delle terre emerse nel quale le piante possono espandere il loro apparato radicale, traendone sostegno meccanico e nutrimento di acqua e sali minerali (Bonciarelli, 1989).

Il suolo è una risorsa essenzialmente non rinnovabile, fondamentale per la sopravvivenza degli ecosistemi (Oberholzer e Höper, 2006; European Soil Framework Directive, 2006). La fertilità del suolo è un fenomeno complesso, legato a molteplici fattori quali il contenuto di nutrienti e di sostanza organica (P, N, K, C organico), la tessitura (contenuto di argilla, limo e sabbia), le proprietà fisico-chimiche (pH, capacità di scambio cationico, di ritenzione idrica, drenaggio) e la conseguente presenza della componente biotica.

La natura del substrato pedologico gioca un ruolo prioritario nella composizione e nella dinamica delle comunità di piante autoctone, contribuendo all'immensa diversità della flora.

I suoli di zone urbane o industriali sono soggetti ad azioni antropiche molto impattanti, tanto da essere considerati come una categoria a sé. Essi si differenziano dai suoli naturali e agrari per essere influenzati nella loro composizione in maniera molto più determinante dall'azione umana piuttosto che dagli agenti naturali. Una definizione di "suolo urbano" utilizzata è stata la seguente: "un suolo non agricolo, con una superficie arabile profonda più di 50 cm, prodotto dalla mescolanza e riporto, soggetto a processi di contaminazione specifici, situato in aree urbane e suburbane" (Craul, 1992). Da questa definizione risaltano tre azioni, tutte realizzate dall'uomo, che costituiscono le cause principali della peculiarità del suolo urbano: mescolanza, riporto, contaminazione.

Contrariamente ai terreni naturali, che presentano un profilo composto di orizzonti verticali, il suolo urbano non ha un profilo determinato, ma presenta una grandissima variabilità, verticale e orizzontale, perché alla base della sua formazione non ci sono i processi pedogenetici, ma la stratificazione è causata dall'accumulo di detriti, materiali di riporto, edili, resti di scavi di fondamenta, ecc.

Chesworth e Spaargaren (2008) definiscono i *technosols* come suoli modificati da processi tecnogenici, in aree urbane, industriali e di miniera, caratterizzati da aggiunta di materiale estraneo in quantità dal 20 al 100% nei primi 100 cm di suolo.

L'uso influenza fortemente le caratteristiche dei suoli stessi in aree urbane, portando a fenomeni di compattamento dovuto al passaggio di veicoli pesanti, alla rimozione dello strato superficiale organico e fertile, alla contaminazione organica e inorganica proveniente da scarichi industriali, traffico veicolare e impianti di varia natura, alla modificazione del pH in alcalino o sub alcalino (Bretzel e Calderisi, 2006).

Un ridotto contenuto di sostanza organica e di elementi nutritivi, un basso grado di struttura e un alto grado di compattamento, sono tutte condizioni che costituiscono una riduzione sempre più crescente di fertilità agronomica (Craul, 1992).

Sui suddetti suoli delle città e delle vaste aree, che costituiscono le periferie urbane, si sviluppano con maggior facilità che sui suoli agrari molte comunità erbacee ricche di specie diverse (Bretzel e Hitchmough, 2000; Gilbert, 1989; Marrs e Gough, 1989). In generale molte specie erbacee spontanee si sono adattate a crescere su substrati poveri di sostanza organica, costituiti prevalentemente da materiali di tipo edile o da altri materiali grossolani di risulta.

Questo è da attribuire al fatto che, contrariamente ai suoli utilizzati per la crescita di colture agricole, i suoli urbani non subiscono interventi di diserbo o, quanto meno, non hanno subito l'impatto massiccio dei suoli destinati all'agricoltura intensiva. Molti studi hanno inoltre dimostrato come la ricchezza di tali comunità erbacee vegetali è correlata negativamente alla fertilità chimica data da azoto e fosforo; si è visto come il numero delle specie è tendenzialmente diminuito alla somministrazione di azoto nel suolo, pur se in piccole quantità come quello dovuto agli apporti meteorici; così come il fosforo, altro elemento che determina la riduzione di diversità erbacea se disponibile in valori superiori a 5-10 mg/kg, in quanto influenza la disponibilità di azoto (Clark e Tilman 2007; Elisseou et al., 1995; Marrs, 1993; Mountford et al., 1993; Tallowin et al., 1994).

L'utilizzo indiscriminato di diserbanti e concimi, che talvolta si è verificato nel corso dei decenni, ha portato alla scomparsa delle specie erbacee perenni ed annuali tipiche infestanti dei campi. Queste specie sono considerate infestanti da un punto di vista agronomico, ma da un punto di vista ecologico rappresentano invece un patrimonio di biodiversità e costituiscono la fisionomia caratteristica dei campi fioriti delle aree rurali. Tali specie hanno trovato il luogo di diffusione e le condizioni pedologiche favorevoli, tra cui la scarsa fertilità, sui terreni incolti urbani (Bretzel et al., 2013). Questa condizione può favorire lo sviluppo uniforme della vegetazione erbacea, portatrice di diversità vegetale e animale, senza dar luogo a fenomeni di competizione e senza necessità di irrigazione e fertilizzazione (Bretzel et al., 2009).

L'utilizzo di specie erbacee che costituiscono la componente autoctona del nostro territorio permette di aggirare il problema riguardante l'introduzione di entità alloctone per uso di ripristino ambientale, ovvero l'alterazione degli equilibri naturali indotta dalla maggior capacità riproduttiva e dalla migliore adattabilità di alcune specie alloctone (Vitousek, 1990).

Le specie erbacee sono caratterizzate dall'assenza di strutture legnose e, ai fini della realizzazione di uno spazio verde, possono essere suddivise in diverse categorie. In base alla durata del ciclo vegeto-riproduttivo si distinguono piante erbacee annuali e perenni. In base alle caratteristiche botaniche si distinguono specie che si propagano per seme, per rizomi, per stoloni, piante bulbose e tuberose, piante grasse, eccetera. La grande varietà delle specie erbacee consente diversi usi: aiuole fiorite, bordure sempreverdi, tappeti erbosi, prati fioriti eccetera. Oltre agli usi ornamentali, le piante erbacee si prestano anche a specifici utilizzi funzionali: verde verticale, tetti verdi e prato-tetto (Tuttolomondo, 2010).

3. SPECIE ERBACEE SPONTANEE PER USI ORNAMENTALI

3.1 Generalità e riferimenti storici

Il termine anglosassone *wildflowers* (corrispettivo italiano: “fiori di campo” o “fiori selvatici”) viene comunemente utilizzato per indicare le specie erbacee spontanee annuali, bienni o perenni, con fiori evidenti o molto evidenti, che possono assumere valenza estetico-paesaggistica e naturalistica (Coile, 2002) e che possano essere impiegate per l’arredo di spazi verdi per la ricreazione, la socializzazione e la didattica ambientale (Carrai, 2008).

Nella sua accezione più ampia, il termine si riferisce a tutte le specie non coltivate dall’uomo, pertanto non solo quelle autoctone, ma anche quelle alloctone (Duncan e Foote, 1975).

Il termine *wildflowers*, adottato anche a livello commerciale dalle ditte sementiere, indica specie erbacee, annuali e perenni adatte ad essere seminate in miscuglio per la realizzazione di prati misti, gestiti in modo sostenibile con un grado di manutenzione ridotto e richiedenti un insieme di pratiche minime, quali preparazione del letto di semina, semina e sfalcio (Bretzel et al., 2010).

Secondo Tomei e Kugler (2008) una specie che può assumere interesse come *wildflowers* deve presentare delle caratteristiche distintive che possono essere schematizzate come segue:

- portamento erbaceo (annuale o perenne);
- fioritura appariscente e prolungata;
- taglia non eccessivamente elevata per l’impiego in aree pertinenti alla strade (rotatorie, spartitraffico, banchine), mentre in altre situazioni la taglia non ha grande importanza;
- adattabilità ad ambienti assolati, ventosi e con forti escursioni termiche e a suoli aridi, poveri di nutrienti e spesso inquinati;
- risposta positiva agli sfalci (rivegetazione e rifioritura);
- facile reperibilità sul territorio e capacità di auto-disseminazione;
- facilità di germinazione (percentuale di semi fertili prodotti e presenza di eventuali meccanismi di dormienza).

L’impiego di prati misti di specie erbacee spontanee in giardini e spazi verdi, pur essendo di grande attualità, poiché è sostenibile dal punto di vista economico e ambientale, trova le sue motivazioni nel più ampio tema del giardino naturale e affonda le radici nel passato. La sensibilità degli antichi Romani nei confronti della natura era tale che nei loro giardini trovavano spazio numerose piante erbacee, fra cui proprio quei fiori di campo ritenuti indispensabili nel giardino naturale (Brighina et al., 2010). Importanti sono anche i documenti iconografici e le informazioni archeologiche per ricostruire l’arte dei giardini del periodo romano. Fra i primi vanno ricordati i celebri affreschi della villa di Livia a Prima Porta in cui sono rappresentati dei prati fioriti molto simili a quelli spontanei (Caneva e Bohuny, 2003). Gli stessi resti delle ville di Pompei confermano l’importante ruolo che dovevano assumere nel peristilio le bordure fiorite (Grimal, 1984). L’apprezzamento nei confronti delle piante spontanee è presente anche nel periodo tardo-medievale: tra le prime testimonianze iconografiche più significative vi sono i prati puntellati di fiori degli affreschi del Beato Angelico e le rappresentazioni botaniche che fanno da sfondo agli arazzi di quell’epoca. Anche Boccaccio, nella terza giornata del Decamerone, descrive il prato fiorito “*forse di mille fiori*” presente nel giardino della villa dove i protagonisti dei racconti trovano rifugio dalla peste che imperversava su Firenze. (Milone, 2003).

La nascita del giardino naturale, come oggi lo intendiamo, è, però, storicamente legata al Nord Europa. E’, infatti, con le descrizioni dei giardini ispirati alla natura, in “La Nouvelle Héloïse” di

Jean-Jacques Rousseau e “I dolori del giovane Werther” di Johann Wolfgang Goethe, che viene promulgata l’Estetica della Natura (Hitchmough e Woudstra, 1999). Da questi autori prende il via un grande e rinnovato interesse per le scienze botaniche, ma da un nuovo punto di vista: è la nascita della fitogeografia (von Humboldt, 1805) e dell’ecologia (Haeckel, 1866). L’aspetto innovativo di queste scienze è lo studio delle forme biologiche nel contesto del proprio ambiente: le specie vegetali vengono quindi studiate nell’interazione con gli altri individui simili e con le condizioni geografiche e pedo-climatiche del luogo. Nascono così, inizialmente a Berlino (1801) e successivamente a Birmingham (1831), i primi giardini botanici scientifici: “*geografici dove le piante sono disposte secondo l’area di provenienza, o geologici in cui le piante sono sistemate nei terreni dove si sviluppano meglio*” (Loudon,1835).

Nel corso dell’800 e del ‘900, molti autori si accostano al giardino naturale o ecologico, chi con un approccio scientifico, come l’olandese Jacobus P. Thijsse, naturalista e insegnante di scuola, che diffuse i parchi didattici luoghi di studio e conservazione della natura, chi con un approccio estetico, come William Robinson, considerato il padre del giardino moderno che nel suo libro *The Wild Garden*, in italiano letteralmente “il giardino selvatico”, teorizza la naturalizzazione di piante esotiche associate a piante autoctone in boschi naturali o in sottoboschi cedui (Robinson,1870). Dopo secoli in cui erano stati di moda giardini molto formali, nella seconda metà del 1800 William Robinson riuscì a rivoluzionare il giardinaggio inglese, facendo appello all’informalità nel disegno e alla coltivazione naturale.

L’opera di Robinson viene, in parte, continuata da Gertrude Jekyll che, fra la fine dell’800 e l’inizio del ‘900, porta un’ulteriore innovazione nel creare bordure, in cui piante esotiche crescevano assieme a piante comuni e selvatiche, lasciando il bosco incontaminato e autoctono.

A differenza di quanto accaduto all’estero, dove il concetto di giardino naturale ha da sempre avuto un grande rilievo, in Italia questa modalità di fare giardino si è insediata con molte difficoltà probabilmente a causa della consolidata tradizione formale nella realizzazione dei giardini e del rilievo assunto nel corso dell’Ottocento dei cosiddetti giardini di acclimatazione, ricchi di esuberante vegetazione esotica, che lasciavano spazio del tutto marginale alle piante autoctone e spontanee.

3.2 Impiego delle piante erbacee autoctone e alloctone

L’impiego di piante erbacee autoctone (o native), nell’ambito della gestione degli spazi a verde ornamentale si è abbastanza sviluppato in molti Paesi europei e non solo (Nuova Zelanda, Stati Uniti), dove è ormai ampiamente consolidato l’uso di fitocenosi erbacee fiorite e gradevoli esteticamente in interventi di verde pubblico e privato, recupero e rinaturalizzazione di aree marginali o degradate (Rentch et al., 2005; Tinsley et al., 2006; Karim e Mallik, 2008).

Si definiscono *autoctone* le piante originarie di un dato luogo. Si definiscono *esotiche* (aliene, alloctone) le specie migrate al di fuori del loro areale geografico originario tramite l’intervento volontario o involontario dell’uomo. A seconda del grado di naturalizzazione, che costituisce una misura del successo delle specie nel nuovo territorio e quindi anche una stima della loro potenzialità invasiva, le specie esotiche vengono distinte in *casuali* (o occasionali), che si riproducono per poche generazioni ma richiedono il continuo apporto di nuovi propaguli per mantenere le proprie popolazioni, *naturalizzate*, che formano popolamenti stabili, e *invasive*, che si diffondono rapidamente a grandi distanze dai luoghi di immissione. (Camarda et al., 2005).

Diversi studi hanno inoltre dimostrato come alcune specie erbacee alloctone o esotiche possono anche essere utilizzate in ambienti altamente antropizzati (urbano o ex industriale), dove non vi è pericolo di infestazione, (Hitchmough e Woudstra, 1999) e non in aree prossime ad ambienti naturali e zone rurali.

Negli impianti dei wildflowers è importante non utilizzare specie invasive; caratteristica da non confondere con l'origine (nativa o esotica) della specie, dove l'invasività nulla ha a che spartire con l'origine della pianta, ma è solamente il prodotto delle caratteristiche e della storia evolutiva della specie stessa (Thompson et al., 1995).

Molti studi hanno dimostrato infatti come piante esotiche non invasive sono in grado di presentare un periodo di fioritura complementare rispetto a quello delle stesse autoctone (Hitchmough, 2000; Hitchmough *et al.*, 2004), inoltre in altre esperienze condotte con successo in Italia centrale si è visto anche come alcune specie alloctone non invasive, soprattutto quelle provenienti dalle praterie del Nord America, della California e dal Sud Africa (aree con clima di tipo mediterraneo), hanno un altissimo valore ornamentale, una elevata capacità di adattamento a condizioni difficili, soprattutto alla carenza d'acqua e di nutrienti e hanno il vantaggio di fiorire nella seconda metà dell'estate e, dunque, di accrescere il valore ornamentale dell'impianto, protraendo la fioritura in un'epoca in cui le nostre annuali sono già a seme (Malorgio e Bretzel, 2008).

Si può affermare che i luoghi più adatti per l'utilizzo di piante spontanee dei wildflowers sono l'ambiente urbano e peri-urbano: spartitraffico, aree degradate ex industriali e fasce marginali, con il vantaggio secondario di valorizzare delle aree dove le amministrazioni pubbliche sovente non investono somme ingenti. Vi è poi un'altra prospettiva, secondo la quale è consigliabile l'utilizzo di queste specie in zone al limite di parchi pubblici, nel verde condominiale a bassa manutenzione, in tetti e cortili verdi, nei giardini di scuole e complessi didattici: in questo caso la possibilità di fruire di tali spazi viene arricchita da un elemento in più e di grande valore culturale (Dunnett, 1999). Le amministrazioni pubbliche, infatti, possono dislocare dei cartelli esplicativi con la descrizione delle specie utilizzate, dei loro habitat naturali, delle specie di insetti visitatori di tale vegetazione. Nel caso in cui la vegetazione naturalistica composta da wildflowers viene impiegata in cortili o giardini di scuole, la didattica scolastica può prevedere una parte di applicazione pratica nel programma di scienze, con visite dal vivo in cui gli alunni possono seguire le varie fasi biologiche e fenologiche delle piante, dalla germinazione alla fioritura e alla formazione del seme, e l'osservazione degli insetti impollinatori. Si crea così la possibilità di un laboratorio all'aria aperta dove gli alunni, con la guida degli insegnanti, possono svolgere osservazioni e ricerche.

Anche l'ambiente antropizzato extra urbano si presta per l'impiego di tali specie, sia per la gestione di aree dove sia richiesto un basso input manutentivo, come le aiuole di sosta autostradali, le scarpate e le discariche, sia per la rinaturalizzazione di aree abbandonate, come cave e zone ex industriali.

Miscugli di sementi di *wildflowers* vengono sempre più utilizzati per il ripristino della biodiversità nei terreni agricoli intensivi (Keller *et al.*, 2000). Diverse azioni sono state intraprese per promuovere la ricostituzione di ambienti ricchi di specie, come siepi e margini dei campi (Wassmuth *et al.*, 2009). L'impiego di strisce di *wildflowers* è divenuto un elemento importante dell'habitat all'interno dei paesaggi agricoli, dato che sono stati dimostrati i benefici nei confronti delle colture limitrofe e nel miglioramento della biodiversità. Realizzare strisce di *wildflowers* negli agroecosistemi intensivi diventa importante perché la *seed bank* del suolo è spesso impoverito (Albrecht e Forster, 1996).

L'impiego di specie erbacee spontanee presenta indubbi vantaggi che possono essere così sintetizzati:

- l'effetto estetico-funzionale è raggiunto in tempi più rapidi, in quanto presentano un insediamento molto rapido riuscendo a coprire il suolo in un lasso di tempo molto breve, e maggiore è la capacità protettiva del suolo rispetto all'impiego di piante arboree ed arbustive;
- elevata è l'adattabilità all'ambiente biologico, pedologico e climatico in quanto sono evolute con lo stesso;
- richiedono pratiche minime, bassa manutenzione (Piotto et al., 2010) e minor impiego di risorse, inclusi acqua e concimi, e si prestano alla coltivazione su suoli di scarsa qualità che si traduce oltre che a una diminuzione dei costi di gestione, a un minore impatto sull'ambiente (Cervelli, 2009) ;
- contribuiscono alla conservazione della biodiversità vegetale e indirettamente anche quella animale in quanto non turbano gli equilibri biologici e possono fornire ospitalità oltre che nutrimento alla fauna selvatica (Hobbs, 1988);
- introducono un tocco di "naturalità" nei giardini uniformati e spersonalizzati da tappeti erbosi monofitici, raramente oligofitici, privi di policromia spaziale e stagionale (Bretzel, 1999a); i *wildflowers* aggiungono interesse e bellezza a qualsiasi paesaggio;
- impianto di *wildflowers* può contribuire a diffondere la conoscenza della flora locale e stimolare quindi l'interesse per la sua conservazione.

3.3 Funzioni e tecnica di impianto dei wildflowers

L'impianto dei *wildflowers* può ricostituire, culturalmente, la soluzione di continuità tra paesaggio antropizzato e paesaggio naturale, favorendo la formazione dei cosiddetti "corridoi ecologici" (Bourdeau, 2004; Baessler e Klotz, 2006). Tali piante, sempre utilizzate in miscuglio, aggiungono una policromia spaziale e stagionale, rispetto ai tappeti erbosi tradizionali, monofitici o costituiti da sole graminacee, contribuendo a esaltare la biodiversità per la capacità di attirare uccelli, farfalle e insetti grazie all'attrattività delle loro strutture fiorali (Maini, 1995; Celli et al., 1996; Smith et al., 2006; Basteri e Benvenuti, 2008).

Portare la natura in città, attraverso la creazione o la conservazione di aree che presentano caratteristiche simili a quelle degli ambienti naturali, può sembrare paradossale, ma in realtà è un fenomeno già ampiamente in atto e documentato (Gilbert, 1989). Sia la flora che la fauna trovano in città alcune condizioni favorevoli: le aree di risulta urbane possono offrire rifugio a piante e animali che hanno difficoltà a trovare habitat adatti nelle aree agricole continuamente sottoposte a sempre più intensi cambiamenti ad opera dell'uomo.

Grazie alle caratteristiche di queste specie e alla loro rusticità, è possibile quindi ipotizzare un loro impiego negli ambienti fortemente modificati dall'uomo come discariche, aree ex industriali, argini di fiumi e canali, terrapieni delle ferrovie, scarpate di autostrade, per aumentare le possibilità di sviluppo di specie vegetali e per contribuire come già ricordato alla conservazione della biodiversità. Anche i parchi urbani e le aiuole cittadine, dove le condizioni del suolo sono spesso carenti a livello qualitativo e simili ai terreni poco fertili delle zone agricole marginali, possono rappresentare per queste specie un habitat rifugio nel quale possono trovare ricovero l'entomofauna e l'avifauna associate (nettariifagi, impollinatori, granivori e insettivori).

Nell'impianto dei *wildflowers* in ambienti antropici bisogna valutare quindi diversi aspetti:

- la fertilità e la presenza di sostanza organica nel suolo: utile per evitare fenomeni di competizione tra le specie seminate ma anche per valutare le specie che potenzialmente emergeranno dalla banca di semi del suolo (spesso indicata con il termine inglese di *soil seed bank*). Se il suolo ha un alto contenuto di sostanza organica, osservabile anche dal tipo di vegetazione che vi si sviluppa spontaneamente, è sempre opportuno provvedere al controllo delle infestanti o, meglio, dare una destinazione consona all'area, ovvero utilizzarla per specie ornamentali esigenti dal punto di vista della qualità del substrato di crescita. Il diserbo spesso non è sufficiente né efficace, soprattutto per le aree lasciate incolte per molto tempo, dove l'influenza dei semi germinanti dalla *soil seed bank* è molto elevata. Su questi suoli, popolati da associazioni di specie ruderali e nitrofile, la semina si può rivelare un fallimento totale a causa della competizione da parte delle specie pre-esistenti. D'altro canto, in ambienti antropizzati è facile osservare suoli dove la vegetazione è rada e poco sviluppata: sono questi i luoghi dove è più facile raggiungere il successo con la naturalizzazione di specie erbacee perenni (Molineux et al., 2009);
- il pH: è bene individuare le specie in grado di vivere nelle condizioni naturali di reazione del suolo (Lickorish *et al.*, 1997) ed è sempre opportuno puntare sulla scelta di specie più idonee al pH naturale di un determinato terreno (Miles, 1976). I suoli urbani hanno pH generalmente sub-alcalino a causa dei materiali edili di risulta mescolati; per la scelta delle specie ci si può allora orientare su quelle che si adattano naturalmente a questa condizione e che spesso già popolano i bordi delle strade e le aree abbandonate; un sistema utile per ottenere l'effetto ornamentale è quello di intensificare il numero di piante per metro quadro, calibrando le quantità di semi in modo adeguato;
- le caratteristiche del suolo: la tessitura influenza l'emergenza e può esercitare una selezione sul tipo di specie presenti, la porosità che è legata alla tessitura e alla presenza di sostanza organica contribuisce alla riserva di acqua disponibile e alla penetrazione delle radici; la presenza di carbonio organico non umificato spinge la microflora ad attingere alla riserva di azoto riducendone la disponibilità (*priming effect*); la presenza di azoto disponibile (nitrati e ammonio) in quantità elevate riduce la diversità e stimola alcune specie a produrre biomassa a scapito di altre a crescita più lenta; la presenza di contaminanti inorganici (metalli) può creare stress nutrizionali riducendo la fertilità del suolo;
- l'utilizzo di ammendante compostato verde o misto (compost): questo ammendante può essere utilizzato o incorporato con le lavorazioni o come pacciamante e rappresenta un'ottima soluzione per l'apporto di sostanza organica al suolo, evitando nella coltivazione dei miscugli dei wildflowers fenomeni di dominanza tra le specie ed eccessiva produzione di biomassa tale da impedire lo sviluppo delle altre (Bretzel et al., 2011). L'azione miglioratrice riguarda anche aspetti chimici (elementi nutritivi, pH), fisici (struttura, ritenzione idrica) e biologici (microfauna, micorrize). L'impiego del compost, inoltre, riveste indirettamente un importante ruolo per la riduzione dei rifiuti urbani.

3.4 Problematica

La maggior parte delle specie autoctone, seppur ben studiate dal punto di vista botanico (morfologia, identificazione tassonomica, corologia, ecc.) sono spesso quasi del tutto sconosciute dal punto di vista agronomico, se si escludono le cosiddette “infestanti”, e scarse sono le esperienze

circa la loro coltivazione. Non del tutto note sono spesso, inoltre, l'ecologia della germinazione e la fenologia.

Questa mancanza di informazioni, unitamente ad una coscienza ambientale ancora non del tutto matura nel nostro Paese, sono in parte responsabili dell'assenza di un settore floro-vivaistico e conseguentemente di un mercato di piante autoctone affiancato da ditte sementiere specializzate a livello nazionale. L'assenza di una specifica attività sementiera attiva a livello nazionale comporta, infatti, che ci si rivolga all'estero per l'approvvigionamento dei materiali di propagazione, il che determina l'impiego di miscugli costituiti in percentuale talvolta molto elevata di specie alloctone.

In molti paesi europei (Germania, Francia, Gran Bretagna, Olanda e Paesi Scandinavi) i *wildflowers* invece sono stati studiati in maniera approfondita dal punto di vista botanico, ecologico e agronomico, dando un particolare rilievo al valore culturale di questa vegetazione. Sono state curate una serie di attività sociali e commerciali dando vita anche ad attività sementiere specializzate inserendo nei loro cataloghi una sezione dedicata ai fiori selvatici (Bretzel, 1999; Wilson, 1999; Hitchmough, 2000).

L'individuazione di piante autoctone, dotate di caratteristiche interessanti per l'impiego quali *wildflowers*, non può che arricchire l'offerta oggi disponibile di piante da impiegare nelle sistemazioni a verde in ambiente urbano e la biodiversità nelle città. Tale opportunità potrà essere assicurata, però, solo se si avvierà un serio e approfondito lavoro di rassegna delle potenzialità della flora erbacea autoctona in considerazione del fatto che la flora mediterranea è estremamente ricca.

L'impiego di piante erbacee spontanee autoctone negli spazi a verde è purtroppo una tecnica recente nel nostro paese e l'uso di tali piante è ancora limitato; è pertanto necessario intensificare degli studi al riguardo, sia per quanto riguarda la valutazione del comportamento in opera delle numerose specie della nostra flora, sia per il raggiungimento della conoscenza approfondita delle esigenze eco-fisiologiche delle piante più idonee.

L'introduzione di piante autoctone nelle sistemazioni a verde presuppone in una prima fase la rassegna delle specie di particolare interesse al fine di definirne preliminarmente le potenzialità. Naturalmente le informazioni necessarie per una fattiva introduzione di queste sono numerose e necessitano della messa a punto di adeguati protocolli di propagazione e di coltivazione e la verifica delle prestazioni delle stesse nelle più comuni modalità di impiego, spesso in un ambiente urbano, che si presenta molto diverso dagli ambienti naturali in cui queste piante danno buona prova di adattabilità (Fini e Ferrini, 2007).

In Italia, a differenza di quanto accaduto in Europa e nel resto del mondo, lo studio delle specie spontanee per usi ornamentali o per il recupero di aree degradate è più recente ed è stato rivolto soprattutto a specie arboree e arbustive (Pezzarossa, 2008).

Solo da qualche anno in Italia sono state effettuate delle ricerche relative ai *wildflowers* in campo botanico, indirizzate prevalentemente alla conoscenza della flora tracheofitica (felci, gimnosperme e angiosperme) che cresce in aree urbane (Frattini, 1992; Tomei *et al.*, 1992; Siniscalco e Montacchini, 1994). Queste indagini sono state condotte sia in relazione al ruolo che le piante svolgono nel degrado dei complessi monumentali nei quali sono inserite, sia per comprendere l'azione della città o della sua periferia nella conservazione di contingenti floristici peculiari (Menichetti *et al.*, 1989). Nel 1999 Reyneri e Siniscalco, ad esempio, hanno pubblicato studi sulle specie spontanee erbacee da fiore in ambiente collinare o pre-alpino, in miscela con graminacee, per inerbimenti protettivi.

Negli ultimi anni, però, è cresciuto l'interesse per la flora erbacea spontanea (Romano, 2000; Serra, 2000; Tesi *et al.*, 2002; Cervelli e De Lucia, 2004; Kugler e Tomei, 2004; Lenzi *et al.*, 2004; Bent, 2009), ma la sperimentazione in materia non è ancora in grado di dare un sostegno adeguato alla messa in pratica delle tecniche colturali (Bretzel *et al.*, 2003).

L'azione più organica avviata in Italia è l'iniziativa dell'ARSIA Toscana che ha affrontato gli aspetti relativi all'individuazione e all'impiego dei *wildflowers* negli spazi a verde e anche gli aspetti più strettamente connessi con l'educazione ambientale, coinvolgendo numerose Istituzioni di ricerca ed anche scuole (Carrai, 2008).

4. L'ECOLOGIA GERMINATIVA NELLE SPECIE SPONTANEE

4.1 Biologia florale nelle specie erbacee spontanee

Una delle più importanti peculiarità biologiche nelle specie erbacee spontanee è quella di essersi evolute verso una strategia di impollinazione di tipo mutualistico. Il fatto che i vettori del trasferimento del polline siano gli insetti ha comportato, ad esempio, l'esaltazione dell'attrattività dei fiori in termini di cromaticità, di forme accattivanti delle corolle, di profumi emessi. Grazie alla vistosità e gradevolezza olfattiva, i fiori riescono ad assicurarsi la possibilità di sviluppare semi vitali in seguito a una fecondazione incrociata. È da questo mutualismo, più o meno rigido a seconda della presenza o assenza di auto-compatibilità con il proprio polline, che deriva la minore partecipazione di *wildflowers* in fitocenosi di ambienti eccessivamente disturbati in cui è ostacolata la vita di insetti pronubi (Benvenuti *et al.*, 2007).

La dinamica di sopravvivenza delle varie specie viene messa a rischio soprattutto in presenza di mutualismi rigidi (impollinazione solo ad opera di una determinata categoria di impollinatori) e tale pericolo esiste in ambienti altamente disturbati (Sutcliffe e Kay, 2001). È proprio per questo motivo che le specie entomofile sono più frequenti in ecosistemi naturali che negli agroecosistemi intensivi, dove, al contrario, prevalgono le specie anemofile e/o autogame. In queste ultime spesso l'auto-compatibilità con il proprio polline è correlata con la condizione di specie annuali. Le specie perenni, invece, che hanno comunque la possibilità di mantenere vitale il genotipo della pianta madre attraverso la propagazione vegetativa, affidano alla progenie allogama la possibilità di evolvere il proprio genotipo con il dinamismo climatico (Aarssen, 2000); in altre parole, la ricombinazione genetica può servire ad evolvere una progenie più adatta ad eventuali cambiamenti ambientali.

Tuttavia, anche le specie prevalentemente entomofile manifestano un diverso grado di specializzazione a secondo dei possibili impollinatori (Aigner, 2001). La simmetria florale gioca, infatti, un ruolo importante nel sistema pianta-impollinatore (Giurfa *et al.*, 1999). Un caso di elevata specializzazione mutualistica è quello di *Silene noctiflora* L.: la pianta fiorisce durante la notte ed è impollinata esclusivamente da farfalle notturne (Davis e Delph, 2005).

La specializzazione flora-fauna non dipende esclusivamente dalla conformazione e dalla dinamica di apertura del fiore, ma anche dalla composizione del nettare in termini percentuali di zuccheri e aminoacidi, nonché dalla quantità di secrezione, che è possibile rilevare in campo con diverse tecniche (Corbet, 2003). Le farfalle, ad esempio, sono maggiormente attratte dai fiori più ricchi di aminoacidi, in quanto la loro dieta, unicamente basata su nettare, deve assicurare una sufficiente sintesi proteica. Al contrario, le api domestiche e quelle solitarie sono attratte dal contenuto zuccherino in quanto, cibandosi anche di polline, non hanno bisogno di un ulteriore apporto di proteine (Gardener e Gillman, 2002).

Unitamente alla forma, anche il colore del fiore è importante per poter consentire un facile riconoscimento da parte dell'entomofauna; i bombi, ad esempio, sembrano prediligere il colore violetto (Nakano e Washitani, 2003). Il colore, anche nei casi di fiori scarsamente vistosi, assume molta importanza nel favorire il riconoscimento delle singole specie da parte degli insetti. Ciò assume rilevante interesse in quanto evita confusione nel trasferimento del polline, che deve avvenire il più possibile all'interno della stessa specie (Fenster *et al.*, 2004). A tal fine il sistema di "percezione visiva" posseduto dagli insetti (Goulson, 2000) può essere facilitato da caratteristiche macchie nere alla base del petalo che funzionano come guida (Johnson e Dafni, 1998).

Un ulteriore, e spesso decisivo, meccanismo di individuazione e riconoscimento dei fiori è costituito dall'emissione di profumi volatili a base di terpenoidi e benzenoidi (Van Schie *et al.*, 2006).

Nonostante le numerose strategie adottate, si può assistere talvolta alla mancata impollinazione dei fiori che determina a volte la presenza di semi non vitali e soprattutto l'assenza dei semi stessi.

Nelle specie erbacee spontanee la causa più frequente di non vitalità dei semi è dovuta alla mancata fecondazione derivata da scarse visite dell'entomofauna.

Le insufficienti frequentazioni degli insetti possono essere causate da eventi, sia naturali (eccessive e prolungate piogge, vento ecc.) che antropici (inquinamento dell'agro-ecosistema per l'uso di fitofarmaci), o dalle caratteristiche intrinseche dell'ecosistema urbano (sostanze tossiche aerodisperse). Esistono, però, eccezioni a questa regola, dato che alcune specie entomofile sono in grado di sviluppare semi vitali anche in mancanza di impollinazione. Il tarassaco (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.) è un esempio di specie che, seppure tendenzialmente entomofila, non a caso è diffusa in ambiente urbano dato che è in grado di maturare semi vitali anche in assenza di riproduzione sessuale (Tas e Van Dijk, 1999). Questo fenomeno, definito "apomissia", è dovuto alla formazione di embrioni senza l'unione dei gameti (cioè senza fecondazione) e dà origine ad organismi geneticamente identici alla pianta madre.

Un ulteriore vincolo dei processi di fioritura è la cosiddetta "vernalizzazione". Alcune specie biennali, infatti, necessitano di periodi di freddo per il passaggio dall'attività vegetativa a quella riproduttiva. Di conseguenza le semine primaverili di specie che richiedono la "vernalizzazione" non danno luogo a fioriture al primo anno ma solamente al secondo.

4.2 Germinazione e dormienza nelle specie erbacee spontanee

Il seme è stata una delle innovazioni più spettacolari nel corso dell'evoluzione delle piante vascolari; essendo una struttura con valore di sopravvivenza (Raven *et al.*, 1990), è l'organo per eccellenza a cui nelle spermatofite viene affidata sia la diffusione che la conservazione della specie (Gerola, 1997).

La propagazione per seme è il principale metodo di riproduzione delle piante in natura ed uno dei più diffusi ed efficaci nell'ambito della propagazione di specie coltivate (Hartmann e Kester, 1990). Vi è una sorprendente diversità di forme e dimensioni dei semi tra le specie vegetali del mondo (Leishman *et al.*, 2000).

Il processo mediante il quale una pianta passa dallo stadio embrionale, interno al seme (stato di quiescenza del seme), alla fase di accrescimento e sviluppo, prima del germoglio e poi della pianta, grazie ai sali minerali è chiamato germinazione. Il processo di germinazione termina quando il seme non ha più nutrimento da offrire alla pianta e questa è capace di produrlo mediante la fotosintesi.

Black *et al.* (2006) definiscono la germinazione come l'insieme degli eventi che si verificano tra l'inizio della captazione dell'acqua da parte di un seme (imbibizione) e l'emergenza dell'asse embrionale attraverso le sue strutture circostanti (in genere la radichetta che penetra il *testa* o il pericarpo). Un seme da cui è emersa la radichetta si considera germinato; gli eventi successivi, invece, sono associati con la crescita e la formazione della piantina.

La germinazione è una fase critica del ciclo di vita delle piante spontanee e coltivate e controlla spesso la dinamica della popolazione, con importanti implicazioni pratiche (Radosevich *et al.*, 1997).

Una delle peculiarità frequenti nelle specie spontanee è quella di avere una germinazione non sincronizzata a causa di fenomeni di dormienza del seme. Il termine dormienza viene spesso usato per descrivere l'arresto della crescita e dello sviluppo di semi (embrioni), gemme e di altre parti della pianta sotto condizioni apparentemente adatte alla crescita (Devlin e Witham, 1983). Questo ostacolo alla germinazione si è evoluto in modo diverso tra le specie attraverso l'ambiente dominante, così che la germinazione si verifica quando le condizioni per avere la crescita delle piante appaiono idonee.

La disidratazione dei semi, raggiunta alla fine della maturazione, unita alla dormienza crea un formidabile disegno di sopravvivenza che attribuisce a questi organi di propagazione un'elevata resistenza nei confronti degli agenti atmosferici, pur conservando la capacità germinativa, e moltiplica la possibilità di far avvenire la germinazione nel periodo migliore dal punto di vista climatico. (Vi sono infatti specie per esempio che vedono germinare una parte dei semi durante la primavera successiva alla disseminazione, con un picco pronunciato durante la seconda primavera e un'ultima porzione di semi che emergono durante la terza primavera). Questo è parte di una straordinaria strategia biologica di sopravvivenza che minimizza i rischi di una germinazione temporalmente concentrata e assicura la colonizzazione graduale dell'ambiente.

La dormienza è uno stato fisiologico, dovuto a cause fisiche e/o fisiologiche intrinseche, che impedisce la germinazione anche in condizioni ambientali favorevoli. È una caratteristica controllata geneticamente e fisiologicamente che interagisce in vario modo con i fattori ambientali. Per convenzione si dice che un seme è in dormienza o è dormiente quando, posto a germinare in condizioni ottimali di umidità, luce e temperatura, non germina entro 4 settimane

L'affascinante possibilità di circondarsi in città di specie spontanee da fiore dipende molto dallo studio della loro peculiare ecofisiologia della germinazione e dei metodi per interrompere i meccanismi di dormienza.

Accade frequentemente, come già accennato, che, proprio per la presenza di dormienze, i semi di specie spontanee appena raccolti non siano in grado di dar luogo ad una pronta germinazione, indipendentemente dal fatto che le condizioni di incubazione siano ideali. A volte è sufficiente conservare per 2-3 mesi i semi in ambiente fresco (non più di 20°C) e asciutto per ottenere la maturità degli embrioni e facilitare così la germinazione; questo processo si chiama post-maturazione (de Klerk, 1987).

Ma non sempre è così semplice: spesso occorre, infatti, sottoporre i semi a trattamenti più o meno lunghi per superare la/le dormienza/e oppure scegliere un'epoca di semina che consenta di attraversare, in modo naturale, condizioni ambientali tali da rimuovere gli ostacoli alla germinazione. D'altra parte, non è facile disporre di semi di erbacee spontanee per la costituzione di *wildflowers* di buona qualità perché le ditte sementiere non prestano ancora la sufficiente attenzione a questo tipo di sementi. Tra le caratteristiche di qualità del seme è fondamentale quella di un'elevata percentuale di germinazione.

4.3 Tipi di dormienza

Vi sono molti tipi di dormienza in relazione alle cause che le provocano; l'individuazione della/e causa/e è alla base del metodo impiegato per rimuoverla/e. Due grandi gruppi sono costituiti dalle dormienze di tipo endogeno e da quelle di tipo esogeno. Dormienze endogene sono quelle che vedono coinvolto l'embrione, mentre esogene sono le dormienze in cui sono coinvolte solo alcune

strutture (endocarpo legnoso, tegumenti seminali, endosperma ecc.), che ostacolano la germinazione ma non agiscono direttamente sull'embrione (Baskin e Baskin, 1998).

Le dormienze più frequenti nei *wildflowers* sono riconducibili alle seguenti tipologie: fisiologica (leggera, intermedia, profonda) abitualmente riscontrata nelle piante che vegetano in climi temperati e freddi e fisica, frequente in specie presenti in deserti caldi e freddi e in ambienti di tipo mediterraneo (ad es. Fabacee). Non sono rare le combinazioni di dormienze morfo-fisiologiche (frequente nelle Rosacee e nelle Ranunculacee) mentre sono infrequenti le dormienze chimiche e le combinazioni fisico-fisiologiche.

Poichè la germinazione è uno stadio molto vulnerabile nel ciclo dei vegetali (Herranz *et al.*, 2010), l'individuazione delle cause della dormienza e dei metodi per rimuoverla appare una necessità prioritaria (Benvenuti *et al.*, 2004), in particolare per il gruppo di specie considerate tra i *wildflowers* che, se confrontate alle piante di interesse alimentare e industriale, destano minore interesse nella ricerca scientifica.

Dormienza fisiologica leggera o intermedia. È dovuta a meccanismi fisiologici di inibizione dell'embrione e della germinazione. Gran parte dei semi delle erbacee spontanee hanno dormienza di tipo fisiologico come, ad esempio, molte *Genzianacee*, *Campanulacee*, *Cariofillacee*, *Scrofulariacee*, *Amarillidacee*, *Dipsacacee*, *Boraginacee*, *Papaveracee*, *Asteracee*.

Le dormienze fisiologiche vengono generalmente rimosse da un'esposizione, in condizioni naturali o controllate, ad ambienti umidi e freddi (tra +2°C e +6°C) per un periodo variabile (generalmente 1-4 settimane); questo processo è detto stratificazione fredda, vernalizzazione o *chilling* (i tre termini sono sinonimi). In alcuni casi un periodo di post-maturazione in condizioni fresche e asciutte può essere ugualmente efficace.

Per specie con dormienza fisiologica, e per le specie spontanee in generale, è indicata la semina autunnale (o di fine inverno) che consente la rimozione della dormienza in condizioni naturali. Non va dimenticato che ciò comporta talvolta l'esposizione dei semi ai rischi determinati dalla stagione fredda (allagamento e/o gelo negli strati superficiali del terreno, concorrenza da parte di malerbe, depredazioni da parte di roditori o avifauna ecc.). Per evitare tali pericoli si può effettuare l'esposizione a condizioni controllate freddo-umide (ovvero la stratificazione fredda) per rimuovere la dormienza fisiologica in modo tale da impiegare seme già vernalizzato (e quindi non più dormiente) per la semina primaverile. Il procedimento, detto "stratificazione fredda", consiste nella disposizione a strati dei semi in un substrato soffice e umido, costituito generalmente da torba, agriperlite, sabbia o vermiculite utilizzate singolarmente oppure mescolate tra di loro in varie proporzioni. La stratificazione in condizioni controllate a basse temperature si conduce normalmente in ambienti termoregolati (celle refrigerate o attrezzature simili). In mancanza di spazio si può ricorrere alla cosiddetta "stratificazione del seme senza substrato" (detta anche "stratificazione del seme nudo") generalmente dopo immersione in acqua per 24 - 48 ore e sgocciolamento. A questo fine il seme viene generalmente sistemato in sacchi di plastica, non chiusi ermeticamente, per consentire lo scambio gassoso e rimescolando periodicamente. La stratificazione di seme nudo va effettuata a temperature di circa +3°C rispetto a quelle della vernalizzazione tradizionale e generalmente dà migliori risultati in trattamenti piuttosto brevi.

Per il controllo di alcuni funghi presenti nei tessuti esterni dei semi, che trovano nella stratificazione condizioni favorevoli di sviluppo, si può ricorrere all'immersione delle sementi in una soluzione di ipoclorito di sodio al 2% di cloro attivo per 10 minuti prima e/o dopo l'inizio del trattamento; i semi sono risciacquati dopo l'immersione in soluzione di ipoclorito di sodio.

La vernalizzazione può essere talvolta efficace anche nella rimozione di dormienze fisiche (impermeabilità dei tegumenti), perché agisce sull'integrità dei tegumenti nel corso di un processo che è, in realtà, una forma di invecchiamento di alcuni tessuti.

Dormienza fisiologica profonda. Può essere superata in seguito ad un lungo periodo di condizioni freddo-umide, come avviene in natura durante l'inverno. La semina in questi casi è consigliata durante l'autunno oppure, più raramente, in primavera con seme già vernalizzato in condizioni controllate e pronto alla germinazione.

Dormienza fisica. È dovuta all'impermeabilità dei tegumenti che impediscono l'assorbimento dell'acqua. Frequente nelle Fabacee (ad esempio nei generi *Trifolium*, *Lathyrus* e *Astragalus*) e nelle Malvacee (*Malva sylvestris* L. subsp. *sylvestris*, *Lavatera trimestris* L.), può essere rimossa tramite la scarificazione, ovvero l'abrasione dei tegumenti seminali che, non più integri, consentono l'ingresso d'acqua nel seme. Quando il quantitativo di semi è ridotto, la scarificazione si pratica tramite sfregamento con carta vetrata; per volumi consistenti si adottano scarificatori meccanici.

L'aggressione dei tegumenti si può praticare anche attraverso l'immersione dei semi in acqua molto calda (60°C - 80°C); la temperatura e la durata del trattamento variano con la specie, in relazione allo spessore e alla durezza dei tegumenti seminali. Alternativa, non sempre consigliabile per motivi di sicurezza, è una breve immersione in acido solforico; anche qui la durata deve essere stabilita in base alla specie.

La dormienza fisica è presente in 15 famiglie di angiosperme tra cui Anacardiacee, Bixacee, Cannacee, Cistacee, Convolvulacee, Cucurbitacee, Dipterocarpacee, Fabacee, Geraniacee, Malvacee, Nelumbonacee, Ramnacee; non tutti i membri di queste famiglie, però, hanno tegumenti impermeabili.

Inoltre, in alcune Fabacee annuali invernali (piante che germinano in autunno o in inverno, attraversano la stagione fredda allo stato di semenzale e fioriscono a fine inverno o inizio primavera) vi è nei semi "freschi" (appena dispersi) non solo l'impermeabilità dei tegumenti (dormienza fisica) ma anche una leggera dormienza fisiologica che scompare dopo alcuni mesi (almeno 3) di conservazione in ambiente secco a temperatura ambiente.

Semi di Fabacee annuali invernali conservati dopo la raccolta in condizioni asciutte e a temperatura ambiente per 3 mesi e scarificati prima della semina, hanno manifestato un aumento della velocità di germinazione in un range di temperature variabile da 5°C a 23°C rispetto a semi appena raccolti e non trattati (che hanno germinato abbastanza velocemente solo a 10°C ma non a temperature superiori).

Queste dormienze combinate nelle Fabacee annuali (dormienza fisico-fisiologica) supportano la tesi di un meccanismo di "sicurezza" doppio che evita la germinazione durante l'estate: la dormienza fisica rimanda la germinazione, ma anche quando i tegumenti fossero aggrediti e consentissero l'imbibizione, la leggera dormienza fisiologica riesce comunque ad evitare una rischiosa germinazione prematura.

Combinazioni di dormienze morfo-fisiologiche. È la combinazione della dormienza morfologica e fisiologica (Baskin e Baskin, 2004b). Ci sono alcune famiglie botaniche, come le Ranunculacee, le Apiacee, le Araliacee, le Aquifoliacee, le Caprifoliacee, le Rosacee ecc., in cui si riscontra con una certa frequenza la presenza di embrioni morfologicamente piccoli (sono anche chiamati sottosviluppati o immaturi) al momento della dispersione naturale. Per poter germinare, embrioni così caratterizzati debbono crescere e raggiungere una dimensione che varia con la specie. La dormienza morfologica, legata quindi alla dimensione dell'embrione, si accompagna quasi sempre

ad una dormienza fisiologica. In questo caso i semi richiedono prima un trattamento per il superamento della dormienza, per esempio una determinata combinazione di stratificazione caldo e/o freddo, che in alcuni casi può essere sostituita dall'applicazione di acido gibberellico.

Dormienze secondarie. Le tipologie di dormienza prima descritte sono chiamate **dormienze primarie** (Vleeshouwers e Bouwmeester, 2001), sono tutte presenti nei semi al momento della disseminazione e, in natura, sono rimosse dall'esposizione a condizioni ambientali per periodi variabili in relazione alla specie. In modo artificiale e controllato, si eliminano applicando trattamenti che rispecchiano le circostanze naturali.

In alcuni casi, però, i semi non più dormienti (perché hanno già rimosso gli ostacoli alla germinazione in modo naturale o in ambienti controllati) possono essere indotti a riprendere la condizioni di dormienza se posti in situazioni non adeguate alla germinazione della specie (alta temperatura, anossia, eccesso di acqua, ecc.). Questa dormienza indotta è detta **dormienza secondaria** (Côme e Corbineau, 1992) ed è un processo fisiologico a difesa da situazioni poco favorevoli tramite una sorta di “freno” biologico, un “ritorno al punto iniziale” per cui, per essere di nuovo rimossa, ha bisogno delle stesse condizioni necessarie all'eliminazione della dormienza primaria.

Molti semi che costituiscono le banche di semi del suolo non germinano perché ad ogni stagione sono indotti ad entrare in dormienza secondaria, facendo parte così di una successione di cicli annuali di dormienza/non-dormienza che consente a molti di loro di permanere nel terreno per molto tempo ma senza germinare. Si crea in questo modo una riserva naturale di semi vitali (Baskin e Baskin, 1985). È un comportamento fisiologico molto diffuso tra i semi delle specie infestanti. La permanenza nella banca di semi del suolo va messa in relazione sia con le caratteristiche della dormienza, della longevità e della conservabilità dei semi (tutte peculiarità intrinseche della specie), sia con la prevalenza di fattori esterni che ostacolano o favoriscono la germinazione. In assenza di disturbi, alcune specie non riescono a permanere più di un anno nella banca di semi del suolo mentre altre vi si insediano per periodi lunghi e costituiscono vere e proprie riserve nel terreno e nel tempo.

Tabella 1: Dormienze endogene ed esogene e pretrattamenti per rimuoverle (da Bacchetta et al., 2006).

TIPO DI DORMIENZA		CAUSE	CONDIZIONI CHE LA INTERROMPONO
DORMIENZE ESOGENE	FISICA (A ₁)	impermeabilità dei tegumenti seminali all'acqua	scarificazione
	CHIMICA (A ₂)	presenza di fattori inibitori nel pericardio (non frequente), talvolta all'esterno del frutto	rimozione del pericardio, in alcuni casi con dilavamento
	MECCANICA (A ₃)	resistenza meccanica dei tegumenti seminali alla crescita dell'embrione	rimozione del tegumento
DORMIENZE ENDOGENE	MORFOLOGICA (B)	incompleto sviluppo dell'embrione; compare solo combinata ad altri fattori	estivazione
	FISIOLOGICA (C)	meccanismi fisiologici di inibizione della germinazione	
	FISIOLOGICA LEGGERA (C ₁)		brevi periodi di vernalizzazione, sostanze stimolanti della crescita
	FISIOLOGICA INTERMEDIA (C ₂)		lunghi periodi di vernalizzazione, gibberelline
	FISIOLOGICA PROFONDA (C ₃)		vernalizzazione molto prolungata
COMBINAZIONI DI DORMIENZE ENDOGENE MORFO-FISIOLOGICHE	(B+C)		generalmente lunghi trattamenti termici con alternanza di temperature
	(B+C ₃)		lunga estivazione seguita da lunga vernalizzazione

4.4 L'influenza dei fattori ambientali nella germinazione

La germinazione dei semi dipende da svariati fattori interni (come la dormienza) ed esterni. Le condizioni esterne sono essenzialmente i fattori chimico-fisici dell'ambiente nel quale si trova il seme stesso: acqua, temperatura, ossigeno, luce, anche se a volte entrano in causa i fattori biologici (Champagnat *et al.*, 1969). La mancanza di uno o più di questi fattori può impedire l'avviamento dei processi germinativi.

Quindi nel caso in cui i semi abbiano superato la dormienza, la germinazione può comunque non avvenire, dal momento che molte specie necessitano delle suddette esigenze ecologiche per innescare i processi germinativi.

L'acqua è un fattore di grande importanza nel processo di germinazione del seme; la sua presenza è indispensabile per la germinazione dei semi che a maturità presentano generalmente un contenuto idrico insufficiente per l'attivazione dei processi enzimatici.

Con meno del 40-60% di acqua (riferito al peso fresco) la germinazione non ha luogo. La disponibilità di acqua al momento dell'imbibizione prima dell'emissione della radichetta è di grande importanza, perché influisce sia sulla percentuale che sulla prontezza della germinazione (Hartmann e Kester, 1990). Bacchetta *et al.* (2006) sottolineano che i bisogni idrici sono variabili da

specie a specie. Esiste una soglia d'acqua che non deve essere superata; se ciò avviene la germinazione sarà inibita, dato che l'embrione entra in uno stato di anossia.

La Temperatura deve essere compatibile con le esigenze delle specie in quanto una temperatura non adeguata può anche indurre delle dormienze di tipo secondario (Bacchetta *et al.*, 2006). I *wildflowers* sono raggruppabili in specie macroterme e microterme; le prime hanno un ciclo biologico primaverile-estivo mentre le seconde uno autunno-primaverile. Ciò appare importante sia per la conoscenza dei relativi periodi di fioritura sia per l'individuazione dell'epoca di semina più adeguata: autunnale per le specie microterme e primaverile per quelle macroterme

La presenza di ossigeno. Per una germinazione immediata e più elevata è essenziale un attivo scambio gassoso tra il mezzo di coltura e l'embrione (Hartmann e Kester, 1990). Il bisogno di ossigeno è, comunque, variabile in base alla specie. Solo l'ossigeno disciolto nell'acqua d'imbibizione è utilizzato dall'embrione per i suoi bisogni metabolici. Questo gas è poco solubile in acqua, essendo la solubilità inversamente proporzionale alla temperatura; si tratta, quindi, di uno dei parametri più difficili da controllare (Bacchetta *et al.*, 2006). Se il suolo è inondato di acqua, la quantità di ossigeno disponibile può essere insufficiente per la respirazione aerobica e il seme non germinerà (Raven *et al.*, 1990).

La luce; l'esigenza nei confronti della *luce* è piuttosto variabile fra le diverse specie (Devlin e Witham, 1983; Cantliffe *et al.*, 2000). Da un punto di vista generale è stato calcolato che i semi del 70% delle specie hanno bisogno di luce per portare avanti il processo germinativo (Tonzig e Marré, 1983), in altre specie la germinazione viene inibita dalla presenza di luce.

La fotosensibilità nei *wildflowers* è riscontrabile soprattutto nelle specie con semi molto piccoli; per questi semi la luce è il segnale di prossimità alla superficie del terreno e quindi della possibilità di germinare con successo; i semi piccoli che si trovano in profondità del suolo, al buio, non hanno, infatti, riserve sufficienti per superare strati di terreno di un certo spessore.

I semi cosiddetti longidiurni germinano solo quando la durata del giorno è superiore a un certo numero di ore fatto che costituisce una soglia critica; all'opposto vi sono i semi brevidiurni.

I semi grandi sono generalmente meno condizionati dalla luce rispetto ai semi piccoli (Milberg *et al.* 2000).

5. LE SPECIE ERBACEE E I METALLI PESANTI

5.1 I metalli pesanti

Il termine "*metalli pesanti*" viene comunemente utilizzato per raggruppare una serie di elementi, inquinanti o potenzialmente tossici, alcuni dei quali però, in piccole concentrazioni, sono essenziali per la vita degli organismi viventi (micronutrienti come Cu, Mn, Zn essenziali per piante e animali e Co, Cr e Se essenziali per gli animali).

I metalli pesanti in senso stretto sono rappresentati da quegli elementi che hanno una densità superiore ai 5,0 g/cm³ e peso atomico maggiore di 20. In realtà vengono considerati tali anche alcuni metalli che presentano una densità inferiore e dei non metalli, come As, Mo, B e Se, che hanno simili origine e meccanismi di azione dei metalli pesanti veri e propri, (Adriano D.C., 1986. Alloway B.J 1995, Riffardi R., 2005) ovvero:

- si comportano in genere come cationi;
- le forme idrate presentano una bassa solubilità;
- hanno una buona attitudine a formare complessi;
- hanno una grande affinità per i solfuri, nei quali tendono a concentrarsi;
- cambiano stato di ossidazione a seconda delle condizioni di pH ed Eh;

I metalli pesanti, con l'eccezione del Fe e dell'Al, si trovano normalmente come elementi in traccia nell'ambiente, in concentrazioni molto basse (0.1%) dell'ordine delle parti per milione (ppm) e in alcuni casi parti per miliardo (ppb). In piccole concentrazioni sono essenziali per la vita delle piante, degli animali e dell'uomo, ma superate certe soglie, variabili da organismo ad organismo, possono rivelarsi tossici e in alcuni casi cancerogeni. Gli elementi in traccia sono così definiti in contrapposizione ai dieci elementi maggiori, O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, Ti e P che costituiscono il 99% degli elementi contenuti nella crosta terrestre (Alloway B.J, 1995).

Generalmente vengono considerati metalli pesanti l'Ag, il Ba, il Cd, il Co, il Cr, il Mn, il Hg, il Mo, il Ni, il Pb, il Cu, lo Sn, il Tl, il V, lo Zn, alcuni metalloidi, con proprietà simili a quelle dei metalli pesanti, quali l'As, l'Sb, il Bi ed il Se. Tra questi, gli elementi più significativi a livello eco tossico sono: As, Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Zn e Se (Salomon e Förstner, 1984).

5.2 Sorgenti di metalli pesanti nei suoli

Le possibili origini della contaminazione da metalli pesanti nell'ambiente sono: naturale o antropica. La principale fonte naturale è il substrato geologico, mentre tra le sorgenti d'origine antropica sono da ricordare l'agricoltura (fertilizzanti, pesticidi,..); la metallurgia, la produzione di energie (gasolio, batterie,..); la microelettronica e l'eliminazione dei rifiuti; le emissioni industriali; la gestione impropria di sostanze pericolose (es. errato stoccaggio); la non corretta dismissione di siti industriali, militari, minerari; gli sversamenti accidentali; la dispersione di rifiuti industriali, urbani, militari nell'ambiente; il traffico veicolare (Adriano, 2001).

Sorgenti naturali: il substrato roccioso

Nel corso del processo di alterazione delle rocce il reticolo cristallino dei minerali primari è distrutto dai processi pedogenetici, ed i metalli pesanti presenti nei reticoli cristallini primari sono trasferiti nella soluzione circolante del suolo. Una volta raggiunta la soluzione circolante, essi possono essere inviati verso la falda idrica od essere adsorbiti nei reticoli cristallini dei minerali pedogenetici. Come regola generale, gli elementi aventi un elevato rapporto tra carica e raggio ionico, aventi in altri termini un elevato (3-12) "potenziale ionico", come Fe⁺³, Al⁺³, Mn⁺⁴, Cr⁺³

precipitano in forma di idrossidi ed ossidi insolubili. I metalli minori a elevato potenziale ionico come cobalto, nichel, rame, zinco, arsenico e selenio, possono sostituire ferro, alluminio e manganese nei relativi minerali. I metalli in traccia aventi basso (<3) potenziale ionico come piombo e cadmio, simili al calcio e al potassio, hanno un raggio ionico troppo elevato per poter essere ospitati nel reticolo cristallino degli ossidi ed idrossidi di ferro, alluminio e manganese, ma possono essere adsorbiti in forma scambiabile negli interstrati di Smectiti, Vermiculiti e Illiti. Tra i processi che trattengono gli elementi in traccia negli orizzonti superficiali del suolo vi è l'assorbimento nella biomassa vegetale, che imprigiona l'elemento negli orizzonti organici del suolo attraverso il ciclo suolo-vegetale-suolo. Tra i processi che favoriscono la lisciviazione dei metalli pesanti vi è la complessazione con ligandi anionici e la formazione di specie complesse cariche negativamente poco trattenute dal complesso di scambio del suolo. Tra i ligandi che formano i complessi più stabili con i metalli pesanti vi sono il cloro ed i gruppi carbossilici, fosforici e tiolici della sostanza organica.

Sorgenti antropiche: attività civili, industriali ed agricole

Una delle sorgenti principali di emissioni gassose di metalli pesanti è rappresentata dai fumi prodotti dal consumo di combustibili per il riscaldamento, circa l'84 % delle ceneri prodotte dalla combustione dei carboni sono volatili ed il loro contenuto in elementi in traccia è piuttosto variabile, dipendendo sia dal tipo di carbone sia dalle condizioni di combustione. Durante il processo estrattivo dei metalli, e le successive operazioni di fusione e lavorazione, possono disperdersi nell'ambiente rilevanti quantitativi di elementi inquinanti attraverso i fumi e le polveri, immessi dalle ciminiere nell'atmosfera, ed i rifiuti liquidi rappresentati dalle acque utilizzate durante il ciclo produttivo. Durante la combustione dei carburanti e dei lubrificanti necessari ai mezzi di trasporto si libera piombo, mentre l'usura dei pneumatici diffonde zinco: in entrambi i casi vi è associata una liberazione di cadmio. L'applicazione ai suoli di fanghi di depurazione e/o compost con un eccessivo contenuto in cadmio, rame, nichel, piombo e zinco in particolare, riduce la resa delle colture o, comunque, peggiora la qualità dei prodotti; rame, nichel e zinco sono risultati i più fitotossici. Per quanto riguarda gli apporti dovuti alle pratiche agricole, la maggior parte sono dovuti all'utilizzo dei fertilizzanti sia per il fatto che la concimazione viene ripetuta stagionalmente sia perché vengono ottenuti dalla lavorazione di rocce fosfatiche (le Fosforiti) contenenti quantità variabili di arsenico, cadmio, piombo, bismuto e zinco. Il cobalto, il rame e lo zinco sono contenuti, anche in notevoli quantità, nelle deiezioni degli animali, che, assimilandone soltanto percentuali molto basse (circa il 5%), fanno sì che le loro feci e le loro urine ne risultano molto arricchite. I problemi ambientali legati all'impiego delle deiezioni animali nascono, poiché, soprattutto nelle aziende ad indirizzo zootecnico e cerealicolo-zootecnico, vengono ridistribuiti su aree limitate o limitatissime per lunghi periodi di tempo. Stagionali apporti di rame, mercurio, manganese, piombo, arsenico, stagno e zinco sono causati inoltre dall'uso di antiparassitari di varia natura.

5.3 Ruolo biologico dei metalli nelle piante

Secondo una delle definizioni comunemente più accettate un elemento è definito essenziale se una sua carenza previene il completamento del ciclo vitale della pianta (Taiz-Zeiger, 1996) ed è indispensabile nei suoi processi di crescita, sviluppo o riproduzione (Barbafieri, 2005).

Gli elementi essenziali sono in genere classificati come macronutrienti o micronutrienti, a seconda delle loro concentrazioni relative nel tessuto vegetale. In realtà questa suddivisione non è sempre rigorosa poiché molti elementi possono essere presenti in concentrazioni superiori al minimo

richiesto dalla pianta ed inoltre nei tessuti vegetali si possono trovare elementi non essenziali a causa della non specificità di molti meccanismi di assorbimento. Gli elementi essenziali possono essere classificati più precisamente a seconda del loro ruolo biochimico e della loro funzione fisiologica (Taiz-Zeiger, 1996); tra di essi ci sono anche alcuni metalli che, pur risultando tossici oltre una certa concentrazione, in piccolissime quantità sono utili e necessari (Pietrelli *et al.*, 2004; Barbaferi, 2005). Nella maggior parte dei casi il ruolo biologico che i metalli esplicano nella pianta è legato ad enzimi che permettono il trasporto di elettroni tramite cambiamenti di valenza oppure agiscono come cofattori (Taiz-Zeiger, 1996; Clemens *et al.*, 2002).

Ad esempio il rame è associato agli enzimi coinvolti nelle reazioni ossidoriduttive, come la fotosintesi (Taiz-Zeiger, 1996; Brock *et al.*, 1995; Clemens *et al.*, 2002). Una sua carenza si manifesta con la produzione di foglie verde scuro, che possono contenere delle macchie necrotiche. Le foglie possono anche apparire deformi e, in caso di carenza estrema, cadere prematuramente. Lo zinco è spesso usato come cofattore e può essere un importante componente strutturale di proteine che legano il DNA (Clemens *et al.*, 2002). Una sua carenza si manifesta con la riduzione dell'accrescimento internodale, col risultato che le piante presentano un accrescimento a rosetta. Le foglie possono anche risultare piccole e alterate, con margini fogliari di aspetto raggrinzito.

Così come la carenza di micronutrienti è dannosa, lo è anche il loro eccesso. A concentrazioni molto basse, nella zona di carenza, la crescita della pianta è inibita e si riscontra uno stimolo positivo alla crescita all'aumentare della concentrazione del nutriente. C'è un punto oltre il quale ad un aumento di concentrazione dell'elemento non consegue alcuno stimolo positivo alla crescita: in questa situazione la pianta si trova nelle condizioni ottimali, che comprendono un intervallo di concentrazione dell'elemento all'interno del quale la pianta è in grado di mantenere l'omeostasi. Una volta superato questo intervallo di concentrazioni, la crescita viene nuovamente inibita e ad un incremento di nutriente corrisponde una diminuzione della crescita della pianta. L'estensione e l'altezza dei tre intervalli variano a seconda dell'elemento considerato, della specie vegetale e in certi casi anche del genotipo all'interno di una stessa specie (Macnair, 1993).

Molti metalli pesanti come il piombo ed il cadmio non rientrano nel gruppo dei micronutrienti e non esplicano nessuna funzione biologica (Taiz-Zeiger, 1996; Pietrelli *et al.*, 2004), e la loro azione fitotossica è evidente già in piccole quantità (Liphadzi and Kirkham, 2005).

La tossicità dei metalli si deve alla loro capacità di interagire nei meccanismi biologici a livello cellulare e molecolare (Hall, 2002; Guschina and Harwood, 2002; Bako *et al.*, 2005). A livello molecolare possono legarsi ai gruppi solfidrici delle proteine ed ai siti attivi degli enzimi che contengono ossigeno, zolfo o azoto in forma di gruppi -OH, -COO⁻, -SH⁻, -NH₂ inibendo la loro attività biologica o modificandone la struttura (Antonovics *et al.*, 1971; Baker and Proctor, 1990; Xiong, 1997) o portare alla formazione di radicali liberi causando stress ossidativo (Van Assche and Clijsters, 1990). A livello cellulare possono sostituirsi agli elementi essenziali causando sintomi di deficienza. L'effetto globale di questi meccanismi si manifesta in genere con un'alterazione delle funzioni della pianta come la fotosintesi, la respirazione, l'assorbimento di nutrienti minerali, o con alterazioni nella struttura della membrana e nell'espressione genica (Van Assche and Clijsters, 1990).

5.4 Bioaccumulo di metalli pesanti nelle piante

I termini biondificazione, biomonitoraggio e bioindicatore oggi sono quanto mai attuali: essi sono generalmente utilizzati nelle tematiche legate a problemi di inquinamento atmosferico, idrico o del suolo. Secondo tale approccio viene definito “*bioindicatore*” un organismo che risponde con variazioni identificabili del suo stato a determinati livelli di sostanze inquinanti e “*bioaccumulatore*” un organismo che può essere usato per misurare la concentrazione di una sostanza, ottenendo risposte quantitative oltre che qualitative (NIMIS 1989 B, C).

Nel biomonitoraggio gli organismi vengono utilizzati come “sentinelle ambientali”. Essi possono essere impiegati come bioindicatori se le modifiche del loro stadio naturale in presenza di sostanze inquinanti sono sensibili e possono portare ad una riduzione della vitalità e anche alla morte, o come bioaccumulatori quando sono in grado di sopravvivere alla presenza di una determinata sostanza, accumulandola e permettendo una quantificazione.

In questo senso quindi un buon bioindicatore deve soddisfare determinati criteri: avere una accertata sensibilità verso la sostanza tossica indagata; essere ampiamente distribuito nella zona di indagine; avere scarsa mobilità; avere un ciclo vitale sufficientemente lungo.

In realtà i margini di applicazione della bioindicazione vanno ben al di là del semplice monitoraggio degli inquinanti. Estendendo il concetto di bioindicatore allo studio degli ecosistemi in genere, si può arrivare ad una definizione più ampia come “un organismo in grado di fornire informazioni su uno/più fattori ecologici di un determinato ambiente in base alla sua presenza/abbondanza”.

In questi termini l'utilizzo di singole specie o di intere comunità vegetali assume un ruolo di primaria importanza in numerosi campi: monitoraggio ambientale dell'inquinamento, valutazione dei cambiamenti climatici, analisi del grado di naturalità e di antropizzazione, analisi della biodiversità, gestione e pianificazione territoriale, prevenzione dagli incendi, analisi microclimatiche a scala fine, conservazione, ripristino ambientale, ingegneria naturalistica, gestione dei pascoli e delle foreste, depurazione delle acque, reti ecologiche, ecc.

Durante l'ultimo decennio, molti studi hanno suggerito l'uso di bioindicatori per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico (Ali, 1993; Brighigna et al, 1997;. Klumpp et al., 1994).

La maggior parte dei metodi utilizzati per monitorare l'inquinamento atmosferico non sono in grado di valutare gli effetti di esposizione integrati sull'organismo di tutti i tipi di inquinanti atmosferici, ma forniscono solo indicazioni fisico-chimiche circa l'esposizione ad un unico inquinante (Falla et al., 2000), o al massimo, ad una combinazione di alcuni inquinanti (Black et al.,1982; MacLean, 1990; Swietlicki et al., 1996). Inoltre, la maggior parte della metodi fisico-chimici sono costosi (Gombert et al., 2006).

Ad oggi, la maggior parte degli studi di biomonitoraggio è stata condotta su licheni grazie alla loro elevata capacità di accumulare metalli pesanti, ammoniaca o anidride solforosa e la loro elevata suscettibilità ai cambiamenti dell'ambiente in termini di abbondanza e diversità (Carreras et al, 1998;. Isocrono et al, 2007;. Frati et al, 2007; Larsen et al., 2007).

Tuttavia, l'uso di licheni per la stima della qualità dell'habitat urbano ad ampio spettro è limitato poiché l'esistenza degli stessi è correlata al tipo di substrato (Szczepaniak e Biziuk, 2003).

Poiché, inoltre, i licheni non hanno la possibilità di liberarsi delle sostanze contaminanti, accumulate nel tallo, tramite meccanismi di escrezione attiva, come fanno invece le piante superiori, si assiste ad un progressivo peggioramento delle condizioni della loro vitalità (Hijano et al.,2005).

In contrapposizione ai licheni, le piante erbacee ruderali, risultano più adatte e presentano un ampio spettro di diffusione.

PARTE SPERIMENTALE

I FASE DI RICERCA:

6. PIANTE ERBACEE SPONTANEE DEL CENTRO STORICO DI PALERMO: DISTRIBUZIONE, OSSERVAZIONE E VALUTAZIONE DELLA COMPONENTE VEGETALE.

6.1 Premessa

Le piante erbacee spontanee assumono particolare interesse per la rinaturalizzazione e il recupero di terreni abbandonati, come suoli urbani o antropizzati (Bretzel *et al.*, 2009b). Un loro puntuale impiego passa attraverso l'analisi delle possibilità offerte dalla flora spontanea.

I wildflowers sono delle specie erbacee spontanee perenni e annuali, adatte ad essere seminate in miscuglio per la creazione di prati misti, gestiti in modo sostenibile attraverso una idonea preparazione del letto di semina, della semina, dello sfalcio. I miscugli possono essere disponibili con o senza graminacee: i primi sono più adatti per la naturalizzazione, i secondi più costosi, ma preferibili per la minore difficoltà di gestione e per l'effetto ornamentale più attraente (Bretzel e Pezzarossa, 2008). In ogni caso, anche se vengono soprattutto privilegiate le specie con fioriture vistose, non possono essere escluse le possibilità di impiego di specie meno attraenti come le graminacee, che presentano comunque elevate capacità competitive.

Un altro aspetto oggetto di attenzione è quello relativo all'origine dei materiali. L'impiego di specie erbacee provenienti da semi di origine locale, in opere pubbliche di recupero e rinaturalizzazione (es. scarpate autostradali), soddisfa le esigenze di uso sostenibile delle risorse naturali, di rispetto della biodiversità floristica e faunistica, di continuità paesaggistica campagna-città e di conservazione della natura in generale (Di Gregorio, 2007-2010).

In questo contesto si è voluto analizzare quali potessero essere le specie presenti nella flora urbana del centro storico Palermo e quelle di potenziale impiego come *wildflower*.

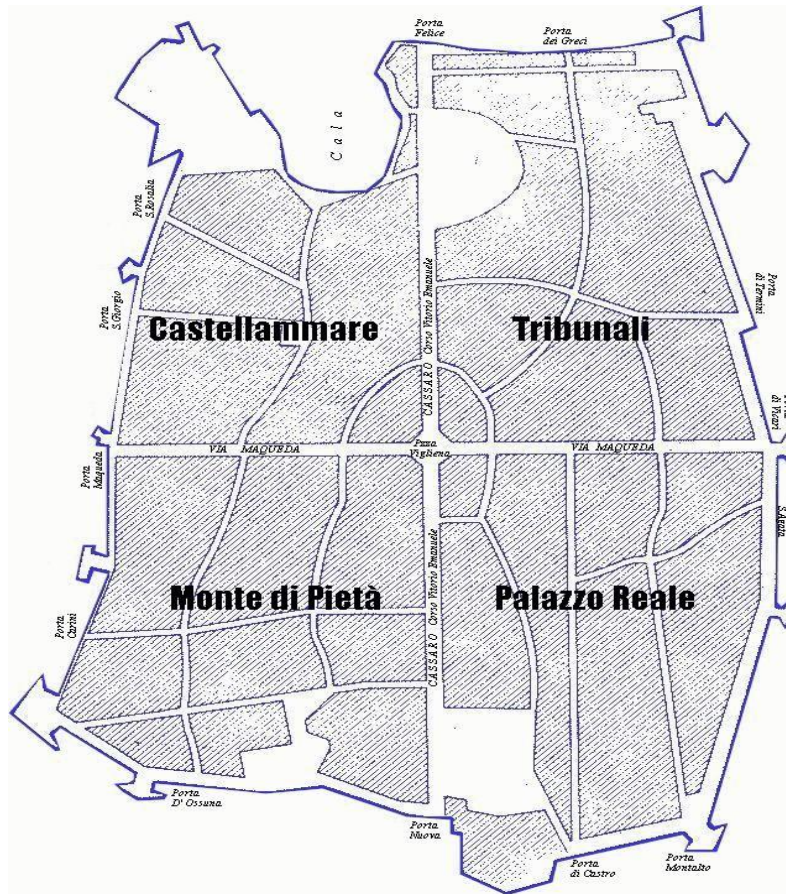
Le analisi effettuate sulla componente vegetale urbana consentono di individuare il corretto uso dello spazio urbano durante la pianificazione territoriale e la progettazione di aree ricreative, permettono di riqualificare aree abbandonate, di instaurare corridoi ecologici per favorire la biodiversità, di integrare la vegetazione spontanea nel territorio urbano (BIBLIOFlora e vegetazione spontanea della città di Alessandria (Piemonte-Italia) F. Andreucci Fitosociologia vol. 43 (2): 77-95, 2006)

6.2 Materiali e metodi

La ricerca delle specie erbacee spontanee è stata limitata all'area urbana del centro storico della città di Palermo. Per lo svolgimento della seguente fase è stata effettuata idealmente una suddivisione del centro storico in 4 aree corrispondenti ai quattro quartieri storici della città detti *mandamenti*: 1) mandamento Tribunali, 2) mandamento Palazzo Reale, 3) mandamento Monte di Pietà, 4) mandamento Castellamare.

Il cuore del Centro storico di Palermo corrisponde alla piccola *Piazza Vigliena*, comunemente chiamata *Quattro Canti di città* che per molto tempo è stato il centro della vita cittadina (*Foto1*).

Foto: 1 Panoramica centro storico di Palermo con i 4 mandamenti



L'indagine è consistita nel percorrere a random le vie interne al perimetro di ogni area procedendo all'individuazione e alla raccolta delle specie vegetali spontanee annuali e perenni presenti. (Foto centro storico con percorsi). Per ogni zona si sono presi in considerazione i seguenti biotopi:

- margini stradali
- parchi e giardini
- aiuole
- reti di drenaggio idrico
- marciapiedi
- muri ed edifici

Su ogni zona sono stati fatti dei prelievi di porzione di piante per l'elaborazione di un elenco floristico della flora presente in modo da ottenere una lista differenziata per area e per biotopo.

La raccolta delle specie vegetali e dei loro semi è stata effettuata tra maggio e settembre del 2014, ripetendo le uscite in tempi precisi (ogni 15 gg).

Il riconoscimento delle specie è stato effettuato con l'utilizzo dello stereomicroscopio e della Flora d'Italia (Pignatti S.,1982). In laboratorio si è proceduto alla classificazione delle specie presenti conservandole con il proprio nome, il luogo di ritrovamento e la data di reperimento. Le specie vegetali sono state fatte essiccare su una pressa disponendole su fogli di carta di giornale e catalogate in erbario (Foto 2).

Il campionamento degli individui da cui prelevare il seme è stato eseguito tenendo presente le indicazioni fornite da recenti pubblicazioni sull'argomento in particolare "Manuale per la raccolta, lo studio, conservazione e gestione ex situ del germoplasma"(Bacchetta et al., 2006); in primo

luogo è stato effettuato un campionamento in maniera casuale, si sono scelti individui sani e che ad una prima osservazione presentavano semi maturi che si staccavano facilmente dai loro frutti, inoltre i semi sono stati prelevati da diverse piante così da garantire la variabilità genetica della popolazione.

Foto: 2 Composizione dell'erbario



I semi raccolti sono stati sottoposti ad una prima sommaria pulizia in campo; ciò ha avuto lo scopo di eliminare corpi estranei (porzioni di foglie o di altre parti vegetative, insetti, ecc.) che avrebbero potuto compromettere la loro successiva conservazione e sono stati posti in sacchetti di carta, ideali perché traspiranti e prontamente trasportati in laboratorio.

I semi sono stati essiccati in modo naturale, disponendoli su vassoi di alluminio in ambiente ventilato, a circa 20°C e al riparo dalla luce, per circa 10-15 giorni ciò al fine di garantire un'adeguata conservazione, così da rendere possibile la caratterizzazione del seme e la loro semina in autunno dell'anno successivo.

Una volta effettuato il monitoraggio del contingente vegetale e avere stimato le caratteristiche delle specie rinvenute mediante i dati presenti in letteratura, per ogni area della città e per ciascuna specie, è stato elaborato un elenco floristico contenente le seguenti informazioni (Tab.3):

- nome latino della specie
- nome comune
- famiglia botanica
- forma biologica
- tipo corologico
- ciclo vegetativo
- biotopo di appartenenza
- periodo di fioritura

Successivamente, dalle 4 aree summenzionate dove sono state reperite 89 specie erbacee spontanee, è stato elaborato un nuovo elenco suddividendo le piante aventi un potenziale allergenico da quelle invece innocue.

Da un'attenta ricerca bibliografica si è evinto quali sono le specie erbacee che presentano allergenicità e come queste piante, utilizzando soprattutto un'impollinazione anemofila, producono

elevatissime quantità di polline per compensare l'impreciso mezzo di trasporto costituito dal vento e aumentare così la possibilità che almeno qualche granulo possa raggiungere il fiore femminile.

I pollini delle specie erbacee che maggiormente causano allergie appartengono al gruppo delle: 1) Graminaceae o Poaceae: erba codolina (*Phleum pratense*), erba mazzolina (*Dactylis glomerata*), loglio comune (*Lolium perenne*), gramigna delle vie o fienarola annua (*Poa annua*), fienarola dei prati (*Poa pratensis*), erba canina o gramigna comune (*Cynodon dactylon*); 2) Urticaceae: ortica a elevate potenzialità allergica assieme alla *Parietaria* nelle sue due varietà *officinalis* (Vetriola comune) e *judaica* (Vetriola minore); 3) Chenopodiaceae : farinaccio (*Chenopodium album*); 4) Asteraceae o Compositae: amarella o assenzio selvatico (*Artemisia vulgaris L.*); 5) Plantaginaceae come la lanciola (*Plantago lanceolata*), il romice (*Rumex spp.*), l'amaranto comune (*Amaranthus retroflexus*) e ambrosia (*Ambrosia spp.*) (Tab. 2).

Tabella 2 Elenco specie allergeniche

Famiglia	Specie
<i>Asteraceae</i>	<i>Artemisia vulgaris L</i>
<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Chenopodium album</i>
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>
	<i>Ambrosia spp.</i>
	<i>Plantago lanceolata</i>
	<i>Rumex spp</i>
<i>Poaceae</i>	<i>Cynodon dactylon</i>
	<i>Dactylis glomerata</i>
	<i>Lolium perenne</i>
	<i>Phleum pratense</i>
	<i>Poa annua</i>
	<i>Poa pratensis</i>
<i>Urticaceae</i>	<i>Parietaria judaica</i>
	<i>Parietaria officinalis</i>
	<i>Urtica dioica</i>

Si riporta di seguito l'elenco floristico di tutte le specie rinvenute nella città di Palermo e frequenti in ambienti disturbati, spesso prossimi o inclusi nell'ambito urbano. Questo, ovviamente, non per favorire l'impiego della singola specie, cosa estranea alla logica dei *wildflowers* e agli obiettivi della biodiversità, ma per portare l'attenzione su quelle piante che sono già presenti in molti ambienti antropizzati, in quanto facenti parte della flora sinantropica.

6.3 Risultati e discussioni

L'indagine ha permesso di individuare all'interno delle 4 aree del centro storico 89 specie e 35 famiglie botaniche diverse (Tab.4, Fig. 1).

Tabella 3 Tabella con elenco floristico delle specie censite

Famiglia	Specie	Nome comune	Tipo corologico	Forma biologica	Ciclo vegetativo	Fioritura
Acanthaceae	<i>Acanthus mollis</i>	Acanto comune	Steno-Medit occident	H scap	perenne	III-VI
aranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranto ibrido	Neotropic.	T scap	annuale	VII-IX
Amaranthaceae	<i>Amaranthus cruentus</i>	Amaranto cruento	Neotropic.	T scap	annuale	VII-IX
Amaranthaceae	<i>Amaranthus deflexus</i>	Amaranto prostrato	Avv.	T scap	annuale	VII-IX
Amaranthaceae	<i>Amaranthus graecizans</i>	Amaranto blito-minore	Paleotemp.	T scap	annuale	VIII-IX
Amaranthaceae	<i>Amaranthus muricatus</i>	Amaranto muricato	Avv.	H scap	perenne	VIII-IX
Amaranthaceae	<i>Amaranthus viridis</i>	Amaranto verde	Neotropic.	T scap	annuale	VIII-IX
Amaranthaceae	<i>Beta vulgaris</i>	Bietola comune	Euri-Mediterranea	H scap	perenne	VI-VIII
Amaryllidaceae	<i>Nothoscordum inodorum</i>	Aglio fragrante	Avv.	G bulb	perenne	V-VI
Apiaceae	<i>Daucus carota</i>	Carota selvatica	Paleotemp.	H bienne	bienne	IV-X
Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i>	Finocchio selvatico	S-Steno-Medit.	H scap	perenne	VI-X
Asteraceae	<i>Andryala integrifolia</i>	Lanutella comune	W-Euri-Medit.	T scap	annuale	IV-VI
Asteraceae	<i>Centaurea sicula</i>	Fiordaliso siculo	SW-Euri-Medit	H bienne	bienne	V-VI
Asteraceae	<i>Cichorium intybus</i>	Cicoria comune	Paleotemp.	H scap	perenne	VI-IX
Asteraceae	<i>Crepis bursifolia</i>	Radicchiella tirrenica	Endem.	H scap	perenne	IV-IX
Asteraceae	<i>Erigeron canadensis</i>	Saepola canadese	Avv	T scap	annuale	VI-X
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i>	Galinsoga comune	Avv.	T scap	annuale	VIII-X
Asteraceae	<i>Glebionis coronaria</i>	Crisantemo giallo	Steno-Mediterranea	T scap	annuale	IV-VII
Asteraceae	<i>Urospermum picroides</i>	Boccione minore	Euri-Mediterranea	T scap	annuale	II-VII
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	Grespino comune	Euro-asiat.	T scap	annuale	III-X
Asteraceae	<i>Urospermum dalechampii</i>	Boccione	SW-Euri-Medit	H scap	perenne	III-VIII

Asteraceae	Taraxacum officinale	Tarassaco comune	Circumbor.	H ros	perenne	II-V
oraginaceae	Echium plantagineum	Viperina piantaginea	Euri-Mediterranea	T scap	annuale	III-VII
Brassicaceae	Coronopus didymus	Lappolina americana	Avv.	T rept	annuale	III-V
Brassicaceae	Lepidium graminifolium	Lepidio graminifoglio	Euri-Medit.	H scap	perenne	V-X
Brassicaceae	Lobularia maritima	Filigrana comune	Steno-Medit	H scap	perenne	I-XII
Brassicaceae	Sisymbrium irio	Erba cornacchia irida	Paleotemp.	T scap	annuale	II-VI
Brassicaceae	Sisymbrium officinale	Erba cornacchia comune	Paleotemp.	T scap	annuale	V-VII
Brassicaceae	Sisymbrium orientale	Erba cornacchia orientale	Euri-Medit.	T scap	annuale	VI-VII
Campanulaceae	Campanula erinus	Campanula minore	Steno-Medit.	T scap	annuale	III-VI
Capparaceae	Capparis spinosa L.	Cappero comune	Euro-asiat.	NP	perenne	V-VI
Caprifoliaceae	Sisylx atropurpurea	Vedovina marittima	Steno-Mediterranea	H bienne	bienne	IV-XI
Caryophyllaceae	Polycarpon tetraphyllum	Migliarina a due foglie	Steno-Medit.	T scap	annuale	V-VII
Chenopodiaceae	Chenopodium ambrosioides	Farinello aromatico	Avv.	T scap	annuale	VIII-X
Chenopodiaceae	Chenopodium murale	Farinello murale	Subcosmop.	T scap	annuale	VI-IX
Convolvulaceae	Convolvulus althaeoides	Vilucchio rosso	Steno-Medit.	H scand	perenne	IV-VI
Convolvulaceae	Convolvulus arvensis	Vilucchio comune	Paleotemp.	G rhiz	perenne	IV-X
Convolvulaceae	Convolvulus cantabrica	Vilucchio bicchierino	Euri-Medit.	H scap	perenne	V-X
Cyperaceae	Cyperus rotundus	Zigolo infestante	Subcosmop.	G rhiz	perenne	VI-XI
Cucurbitaceae	Echballium elaterium	Cocomero asinino	Euri-Mediterranea	G bulb	perenne	V-IX
Euphorbiaceae	Chamaesyce maculata	Euphorbia macchiata	Avv	T scap	annuale	V-X
Euphorbiaceae	Chamaesyce prostrata	Euforbia prostrata	Avv.	T rept	annuale	VI-XI
Euphorbiaceae	Ricinus communis	Ricino	Paleotropicale	P scap	albero	III-X
Fabaceae	Bituminaria bituminosa	Trifoglio bituminoso	Euri-Mediterranea	H scap	perenne	V-VI

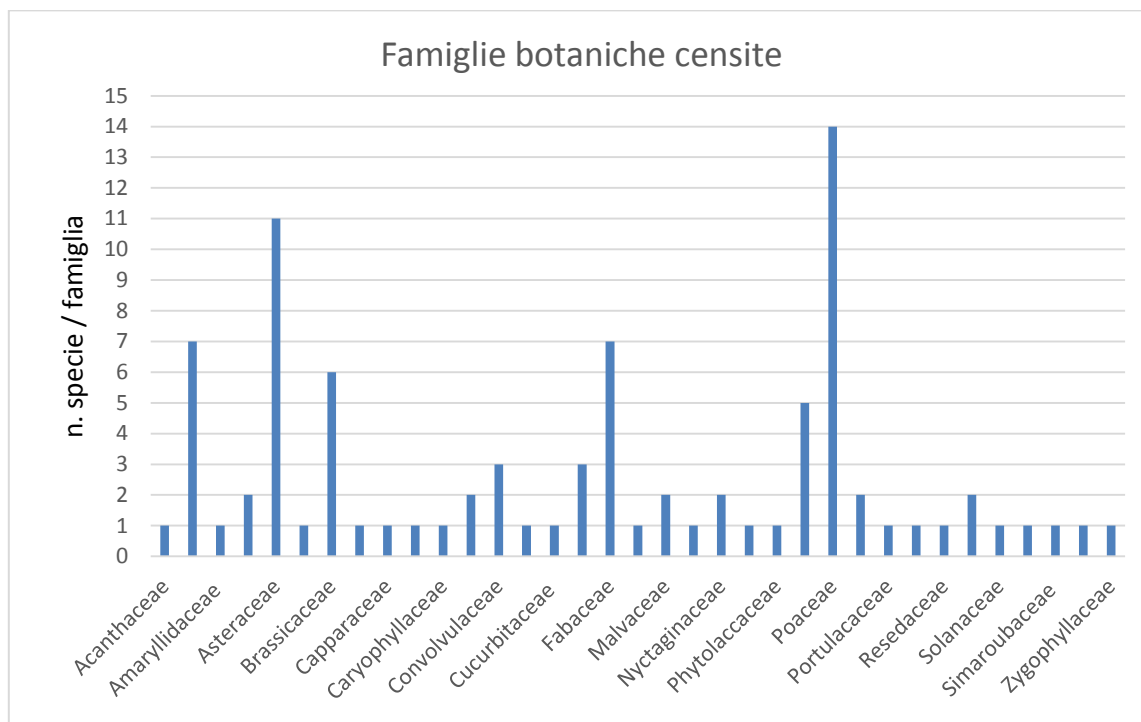
Fabaceae	Lotus ornithopodioides	Ginestrino pie' d'uccello	Steno-Mediterranea	T scap	annuale	IV-V
Fabaceae	Melilotus indica	Meliloto d'India	Medit.-Turan.	T scap	annuale	IV-VII
Fabaceae	Trifolium campestre	Trifoglio campestre	W-Paleotemperata	T scap	annuale	IV-VIII
Fabaceae	Trifolium nigrescens	Trifoglio annerente	Euri-Medit.	T scap	annuale	III-VI
Fabaceae	Trifolium repens	Trifoglio ladino	Paleotemp.	H rept	perenne	IV-VII
Fabaceae	Trifolium tomentosum	Trifoglio tomentoso	Paleotemp.	T rept	annuale	IV-VI
Lamiaceae	Micromeria graeca	Issopo meridionale	Steno-Medit.	Ch suffr	perenne	V-VI
Malvaceae	Lavatera cretica	Malvone di Creta	Steno-Medit.	T scap	annuale	III-V
Malvaceae	Malva sylvestris	Malva selvatica	Eurosiberiana	H scap	perenne	V-VIII
Moraceae	Ficus carica	Fico comune	Medit.-Turan.	P scap	albero	II-IX
Nyctaginaceae	Boerhavia repens	Boeravia	Paleotropicale	T scap	annuale	V-XI
Nyctaginaceae	Mirabilis jalapa	Bella di notte comune	Avv-Sudamericana (Perù)	G bulb	perenne	V-X
Oxalidaceae	Oxalis corniculata	Acetosella dei campi	Euri-Mediterranea	H rept	perenne	IV-VI
Phytolaccaceae	Phytolacca americana	Crema di uva-turca	Avv.	G rhiz	perenne	VII-X
Plantaginaceae	Antirrhinum siculum	Bocca di leone siciliana	Endemica	Ch suffr	perenne	I-XII
Plantaginaceae	Cymbalaria muralis	Ciombolino comune	Subcosmop.	H scap	perenne	III-X
Plantaginaceae	Plantago lanceolata	Piantaggine lanciuola	Eurasiatica	H ros	perenne	V-VIII(III-X)
Plantaginaceae	Plantago major	Piantaggine maggiore	Eurasiatica	H ros	perenne	III-XI
Plantaginaceae	Plantago major		Subcosmop.	H ros	perenne	III-XI
Poaceae	Avena fatua	Avena selvatica	Eurasiatica	T scap	annuale	IV-VI
Poaceae	Catopodium rigidum	Logliarello ruderale	Euri-Medit.	T scap	annuale	IV-VII
Poaceae	Cynodon dactylon	Gramigna rampicante	Termocosmopolita	G rhiz	perenne	VI-IX
Poaceae	Dactyloctenium aegyptium	Gramigna egiziana	Subtrop	T scap	annuale	V-VI

Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Sanguinella comune	Cosmop.	T scap	annuale	VI-XI
Poaceae	<i>Echinochloa colonum</i>	Giavone meridionale	Subtrop.	T scap	annuale	VII-IX
Poaceae	<i>Hordeum murinum</i>	Orzo mediterraneo	Euri-Medit	T scap	annuale	IV-X
Poaceae	<i>Lamarckia aurea</i>	Lamarckia	Steno-Medit.-Turan.	T scap	annuale	II-V
Poaceae	<i>Panicum repens</i>	Panico strisciante	Paleosubtrop.	G rhiz	perenne	VI-X
Poaceae	<i>Pennisetum setaceum</i>	Penniseto allungato	Paleosubtropicale	H scap	perenne	V-VI
Poaceae	<i>Piptatherum miliaceum</i>	Miglio multifloro	Steno-Medit.	H caesp	perenne	IV-IX
Poaceae	<i>Setaria parviflora</i>	Pabbio perenne	Avv. Sud-amer.	H caesp	perenne	VII-IX
Poaceae	<i>Setaria verticillata</i>	Pabbio verticillato	Subtrop.	T scap	annuale	V-X
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i>	Sorgo selvatico	Termocosmop.	G rhiz	perenne	VII-X
Polygonaceae	<i>Polygonum rurivagum</i>	Poligono campagnolo	Subcosmop	T rept	annuale	VI-IX
Polygonaceae	<i>Rumex pulcher</i>	Rómice cavolaccio	Euri-Medit.	H scap	perenne	V-VI
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	Porcellana,Portulaca	Avv	T scap	annuale	VI-IX
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i>	Centonchio dei campi	Euri-Medit.	T rept	annuale	IV-X
Resedaceae	<i>Reseda alba</i>	Reseda bianca	Steno-Mediterranea	T scap	annuale	I-XII
Rubiaceae	<i>Galium murale</i>	Caglio murale	Steno-Medit.	T scap	annuale	III-VI
Rubiaceae	<i>Valantia muralis</i>	Erba-croce comune	Steno-Medit	T scap	annuale	III-VI
Solanaceae	<i>Solanum nigrum L.</i>	Morella comune	Cosmopolita (sinantropica)	T scap	annuale	III-XI
Scrophulariaceae	<i>Verbascum sinuatum</i>	Verbascu sinuoso	Euri-Medit.	H bienn.	bienne	III-VIII
Simaroubaceae	<i>Ailanthus altissima</i>	Albero del paradiso	Avv	P scap	albero	VI-VII
Urticaceae	<i>Parietaria judaica</i>	Vetriola minore	Euri-Medit.-Macaron.	H scap	perenne	I-XII
Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i>	Tribolo comune	Cosmop.	T rept	annuale	V-X

Tabella 4 Numero specie censite per famiglia botanica

Famiglia	n.specie	Famiglia	n.specie
<i>Acanthaceae</i>	1	<i>Malvaceae</i>	2
<i>Amaranthaceae</i>	7	<i>Moraceae</i>	1
<i>Amaryllidaceae</i>	1	<i>Nyctaginaceae</i>	2
<i>Apiaceae</i>	2	<i>Oxalidaceae</i>	1
<i>Asteraceae</i>	11	<i>Phytolaccaceae</i>	1
<i>Boraginaceae</i>	1	<i>Plantaginaceae</i>	5
<i>Brassicaceae</i>	6	<i>Poaceae</i>	14
<i>Campanulaceae</i>	1	<i>Polygonaceae</i>	2
<i>Capparaceae</i>	1	<i>Portulacaceae</i>	1
<i>Caprifoliaceae</i>	1	<i>Primulaceae</i>	1
<i>Caryophyllaceae</i>	1	<i>Resedaceae</i>	1
<i>Chenopodiaceae</i>	2	<i>Rubiaceae</i>	2
<i>Convolvulaceae</i>	3	<i>Simaroubaceae</i>	1
<i>Cyperaceae</i>	1	<i>Solanaceae</i>	1
<i>Cucurbitaceae</i>	1	<i>Scrophulariaceae</i>	1
<i>Euphorbiaceae</i>	3	<i>Urticaceae</i>	1
<i>Fabaceae</i>	7	<i>Zygophyllaceae</i>	1
<i>Lamiaceae</i>	1		
Totale		35	89

Figura 1 Distribuzione delle specie erbacee reperite per famiglia di appartenenza



Dall'elenco si evince che la famiglia maggiormente rappresentata è stata quella delle *Poaceae* con 14 specie seguita da quella delle *Asteraceae* con 11 specie.

Ai fini ornamentali occorre sottolineare che nonostante le *Poaceae* non manifestino fiori vistosi, in molti casi appaiono caratterizzate da infruttescenze che assumono particolare interesse. Da ricordare, inoltre, come alcune di queste piante appaiono particolarmente utili nei lavori di ricomposizione ambientale e negli interventi di *phytoremediation*.

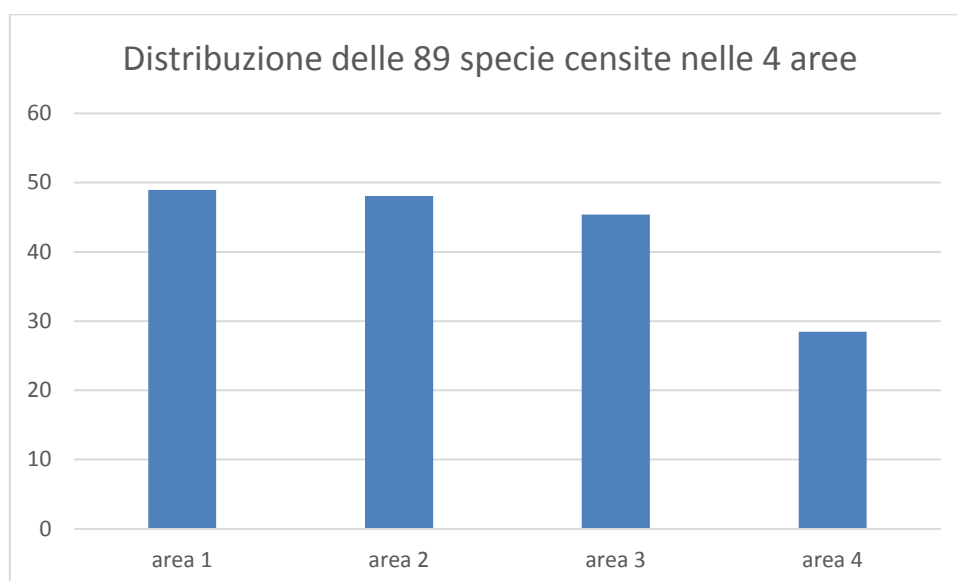
Sia le *Asteraceae* che le *Poaceae* sono le famiglie più rappresentative della flora italiana (Pignatti, 1982) e spesso, trovano, negli ambienti sinantropici, habitat particolarmente favorevoli. Entrambe le famiglie sono ecologicamente molto differenziate: le diverse specie si possono rinvenire in quasi tutti gli ambienti, grazie all'efficienza nella dispersione dei numerosi semi prodotti. In particolare, nella flora mediterranea sono numerose le specie rinvenibili su incolti aridi o ai margini di strade e viottoli di campagna. La principale differenziazione fra le due famiglie è connessa con la biologia florale ed in particolare con i meccanismi dell'impollinazione: prevalentemente anemofila nelle *Poaceae*, il che giustifica le infiorescenze poco appariscenti, e soprattutto entomofila nelle *Asteraceae*, il che comporta la presenza di strutture fiorali particolarmente vistose, caratterizzate spesso da una elevata durata della fase di fioritura. Molte di queste specie presentano fiori "a margherita" (*Glebionis coronaria* L.) e sono caratterizzate dal colore bianco o giallo dei fiori ligulati, mentre i fiori del disco sono per lo più gialli (*Andryala integrifolia* L., *Centaurea sicula*, *Crepis bursifolia* L.). Particolare è la colorazione azzurra dei fiori di cicoria comune (*Cichorium intybus* L.), che si lascia apprezzare per una fioritura piuttosto prolungata. Alcune asteracee diventano interessanti anche al momento della fruttificazione, quando sviluppano acheni dotati di pappo, struttura utile per la disseminazione anemocora, di grande effetto ornamentale (*Taraxacum officinale* Weber, *Urospermum dalechampi*).

Le *Fabaceae* sono un'altra vasta famiglia che comprende diverse specie interessanti non solo per la particolare vistosità delle fioriture (*Lotus ornithopodioides* L., *Bituminaria bituminosa* L.) ma anche per la loro attività azotofissatrice, grazie alla quale possono arricchire il suolo in composti dell'azoto. Tale famiglia si colloca al terzo posto per numero di specie censite insieme alle *Amaranthaceae*. Anche le *Brassicaceae* annoverano specie interessanti, benché talvolta si presentano con dimensioni dei fiori piccoli, qual è il caso del genere *Sisymbrium*. Specie particolarmente degne d'attenzione per la bellezza dei fiori particolarmente vistosi sono state rinvenute nelle famiglie delle *Malvaceae* (*Lavatera cretica* L., *Malva sylvestris* L. subsp. *sylvestris*), delle *Scrophulariaceae* (*Verbascum sinuatum*), delle *Boraginaceae* (*Echium plantagineum* L.) e delle *Nyctaginaceae* (*Mirabilis jalapa*).

Si ricordano anche altre specie rinvenute dai fiori di piccole dimensioni, ma di aspetto gradevole e dai bei colori come quelli appartenenti alla famiglia delle *Convolvulaceae* (genere *convolvulus*), delle *Campanulaceae* (*Campanula erinus* L.), delle *Lamiaceae* (*Micromeria graeca* (L.) Benthams subsp. *graeca*), delle *Oxalidaceae* (*Oxalis corniculata* L.) e delle *Primulaceae* (*Anagallis arvensis* L. subsp. *Arvensis*).

Dalla figura 2 si evince che l'area del mandamento 4 "Monte di Pietà" ha presentato un minor numero di specie spontanee. Difatti l'area ha presentato ambienti scarsamente idonei all'insediamento della vegetazione a causa sia della ripulitura delle pareti degli edifici recentemente intonacati, sia della ricostruzione e restauro di marciapiedi, aiuole e altri manufatti, nonché per la ripulitura e la realizzazione di alcune zone pedonali chiuse al traffico veicolare.

Figura 2



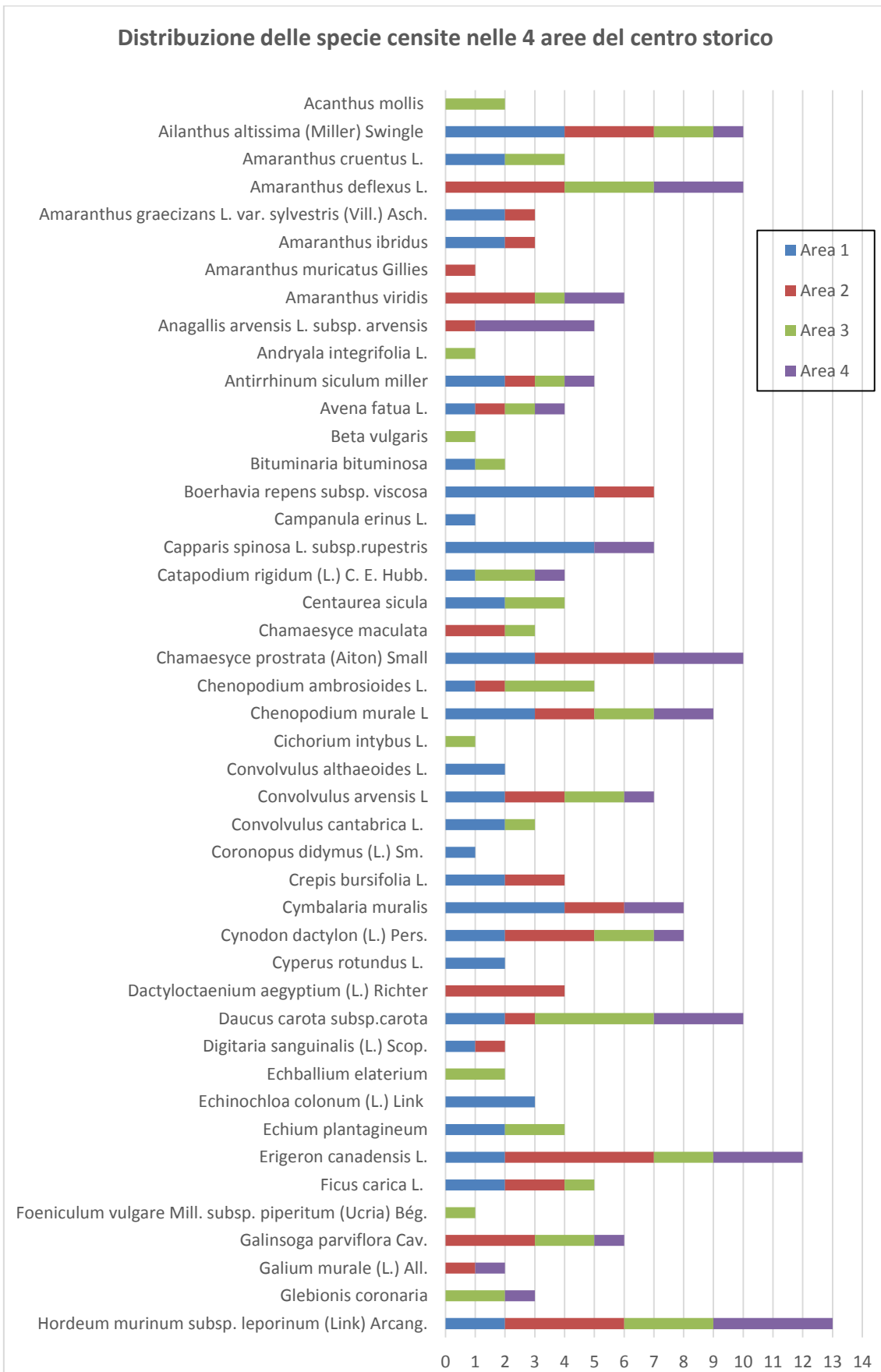
La figura 3, riguardante lo studio della distribuzione delle specie censite nelle 4 aree del centro storico, fornisce delle chiare indicazioni in merito alla loro diffusione. Fra le specie molto comuni e presenti in tutte e quattro le aree censite, le più numerose sono sicuramente quelle legate ai gruppi ad ampia distribuzione (cosmopolite, subcosmopolite, avventizie) quali ad esempio *Daucus carota*, *Erigeron canadensis*, *Sonchus oleraceus*, *Chenopodium murale*, *Convolvulus arvensis*, *Oxalis corniculata*, *Plantago major*, *Cynodon dactylon*, *Portulaca oleracea*, *Ailanthus altissima*, *Solanum nigrum*. Il significato è indubbiamente il forte grado di antropizzazione delle aree urbane (come l'eliminazione di aree incolte per nuove case, l'impermeabilizzazione del suolo, l'arrivo di materiali da grandi distanze per scambi commerciali su vasta scala) con la tendenza alla parziale sostituzione di alcune specie autoctone da parte di entità a più ampia distribuzione.

Anche alcune specie appartenenti alla famiglia delle *Poaceae* hanno rilevato una elevata presenza all'interno delle aree censite quali l'*Avena fatua* L., *Hordeum murinum* subsp. *leporinum*, *Pennisetum setaceum*, *Piptatherum miliaceum* L., *Setaria verticillata* L.

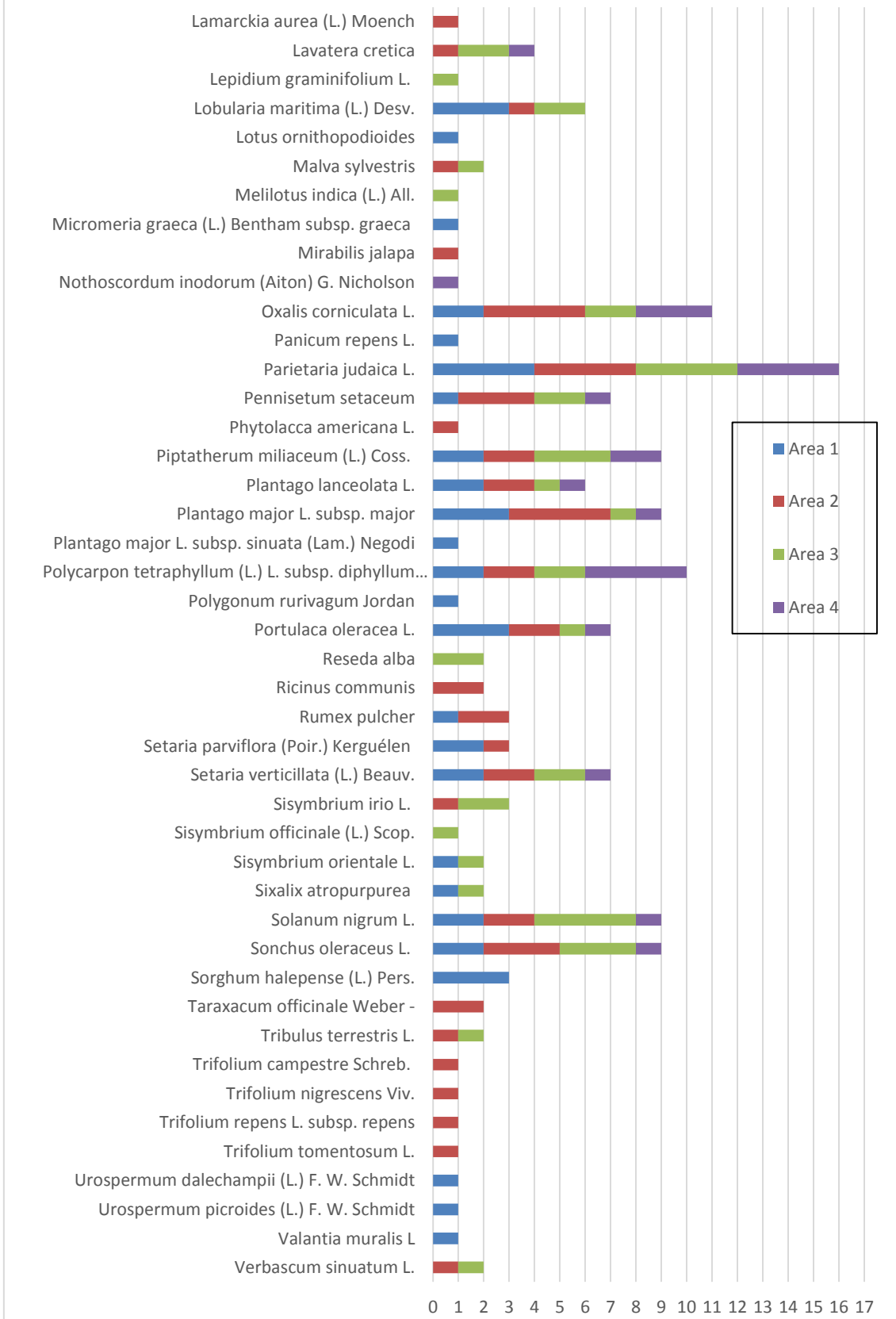
La specie endemica comune e presente in tutte le aree censite è risultata l'*Antirrhinum siculum* miller, camefita fruticosa di particolare vivacità che fiorisce e fruttifica quasi tutto l'anno, presente soprattutto lungo i marciapiedi e nei margini stradali.

Ampiamente diffusa la *Parietaria judaica*, specie nitrofila sinantropica della famiglia delle *Urticaceae* e molto allergenica; la diffusione della specie risulta essere estremamente vasta in tutte e 4 le aree, ma anche in tutti i biotopi censiti, soprattutto ai bordi delle strade e lungo i muretti a secco con fioriture che coprono tutto l'anno. Gli habitat ideali sono generalmente i luoghi aridi.

Figura 3



Distribuzione delle specie censite nelle 4 aree del centro storico



Relativamente alla distribuzione delle singole specie per ogni biotopo di ritrovamento (figura 4). Esaminando i biotopi oggetto di studio, i margini stradali sono ambienti che a prima vista possono sembrare difficili da colonizzare, tuttavia rappresentano aree di accumulo di una discreta quantità di detrito organico e inorganico. Sono, inoltre, luoghi in cui è presente una certa umidità proveniente dalle pareti verticali o dalle linee di scorrimento e l'apporto idrico è a volte più che discreto. L'insolazione può essere molto diversificata considerando l'esposizione. La manutenzione, trattandosi anche di strade e bordi stradali/marciapiedi, risulta frequente con estirpazioni anche manuali da parte degli operatori ecologici. Le specie maggiormente rinvenute sono state: *Acanthus mollis*, *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus deflexus*, *Amaranthus viridis*, *Andryala integrifolia*, *Avena fatua*, *Boerhavia repens subsp. viscosa*, *Chamaesyce maculata*, *Chamaesyce prostrata*, *Chenopodium murale*, *Cichorium intybus*, *Convolvulus cantabrica*, *Coronopus didymus*, *Cynodon dactylon*, *Daucus carota subsp. carota*, *Erigeron canadensis*, *Glebionis coronaria*, *Hordeum murinum subsp. leporinum*, *Lavatera cretica*, *Lobularia maritima*, *Malva sylvestris*, *Oxalis corniculata*, *Parietaria judaica*, *Pennisetum setaceum*, *Plantago lanceolata*, *Plantago major L. subsp. Major*, *Plantago major L. subsp. sinuata*, *Polycarpon tetraphyllum subsp. diphyllum*, *Portulaca oleracea*, *Reseda alba*, *Rumex pulcher*, *Setaria verticillata*, *Sisymbrium orientale*, *Sixalix atropurpurea*, *Solanum nigrum*, *Sonchus oleraceus*, *Tribulus terrestris*, *Valantia muralis*, *Verbascum sinuatum*. Sono da segnalare, ma non oggetto di studio in questa tesi, le specie arboree: *Ailanthus altissima* e *Ficus carica*.

Il biotopo censito "parchi e giardini" ha riguardato maggiormente le aree più abbandonate e poco curate di medie e grandi dimensioni, dove è più o meno sensibile la presenza dell'uomo, con manutenzione quasi nulla in cui si effettua talvolta un taglio all'anno della vegetazione. Le specie spontanee maggiormente presenti sono state: *Boerhavia repens subsp. viscosa*, *Chamaesyce maculata*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus rotundus*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa colonum*, *Echium plantagineum*, *Lamarckia aurea*, *Melilotus indica*, *Rumex pulcher*, *Setaria parvi flora*, *Sorghum halepense*, *Verbascum sinuatum*.

Le aiuole censite invece sono aree di limitate estensioni e prevedono normalmente interventi di manutenzione almeno 3-4 volte l'anno: sono ambienti che subiscono talvolta concimazioni, apporti di terriccio fresco e operazioni di fresatura, ma tale situazione cambia notevolmente allontanandosi dal centro cittadino. Le specie maggiormente censite hanno riguardato: *Acanthus mollis*, *Amaranthus ibridus*, *Amaranthus muricatus*, *Anagallis arvensis L. subsp. arvensis*, *Centaurea sicula*, *Convolvulus althaeoides*, *Convolvulus arvensis*, *Convolvulus cantabrica*, *Cyperus rotundus*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Echinochloa colonum*, *Echium plantagineum*, *Foeniculum vulgare Mill. subsp. piperitum*, *Galium murale*, *Malva sylvestris*, *Nothoscordum inodorum*, *Oxalis corniculata*, *Panicum repens*, *Reseda alba*, *Rumex pulcher*, *Sisymbrium irio*, *Sorghum halepense*, *Taraxacum officinale*, *Tribulus terrestris*, *Trifolium repens L. subsp. repens*, *Urospermum dalechampii*, *Urospermum picroides*.

Nel biotopo "Reti di drenaggio idrico" sono state prese in considerazione le piante spontanee che ivi crescevano in prossimità dei tombini e nei paraggi delle bocche di lupo (sistemi di drenaggio delle strade che permettono il deflusso dell'acqua dal piano stradale). Le specie spontanee presenti sono state: *Cymbalaria muralis*, *Cynodon dactylon*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Echinochloa colonum*, *Erigeron canadensis*, *Oxalis corniculata*, *Parietaria judaica*, *Portulaca oleracea*, *Setaria verticillata*, *Sorghum halepense* e delle fanerofite: *Capparis spinosa subsp. rupestris*.

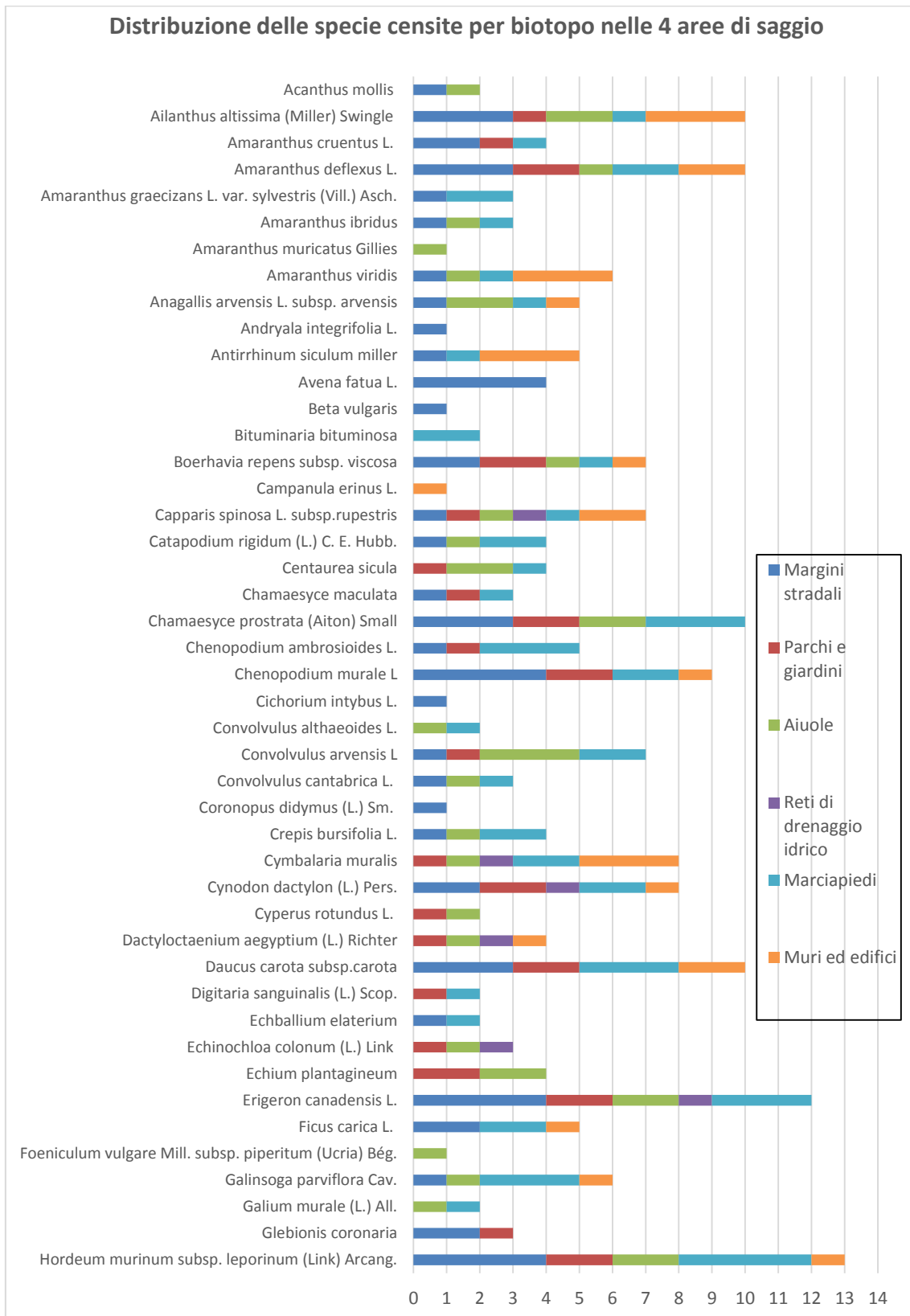
Nei marciapiedi, gli insediamenti di specie floristiche possono essere duraturi grazie anche alle operazioni di pulizia poco frequenti; necessitano di adattamenti particolari visto il calpestio continuo a cui le piante sono sottoposte su marciapiedi, gradini e piazze. A causa delle coperture e del continuo calpestio le specie di questi ambienti vivono in condizioni difficili per schiacciamento, costipamento e scarsità d'aria, con l'unica possibilità di sopravvivere negli angusti spazi tra piastre, ciottoli di porfido e screpolature varie. Qui si sviluppano soprattutto le terofite annuali che ben si adattano a tali condizioni anomale con insolazione, evapotraspirazione e siccità elevate. Le specie spontanee maggiormente osservate sono state: *Amaranthus deflexus*, *Amaranthus graecizans* var. *sylvestris*, *Amaranthus ibridus*, *Catapodium rigidum*, *Chamaesyce maculata*, *Chamaesyce prostrata*, *Convolvulus althaeoides*, *Convolvulus cantabrica*, *Crepis bursifolia*, *Cynodon dactylon*, *Daucus carota* subsp. *carota*, *Digitaria sanguinalis*, *Echballium elaterium*, *Galinsoga parvi flora*, *Galium murale*, *Hordeum murinum* subsp. *leporinum*, *Oxalis corniculata*, *Parietaria judaica*, *Phytolacca americana*, *Piptatherum miliaceum*, *Plantago lanceolata*, *Polycarpon tetraphyllum* subsp. *diphyllum*, *Polygonum rurivagum*, *Portulaca oleracea*, *Setaria parviflora*, *Setaria verticillata*, *Sisymbrium officinale*, *Sonchus oleraceus*, *Taraxacum officinale*. Anche in questo caso, si segnalano delle specie arboree come *Ficus carica* e *Ricinus communis*.

I muri e gli edifici rappresentano un ambiente particolare per il tipo di substrato e lo sviluppo verticale, con frequenti diserbi alla base. I muri osservati nelle aree del centro storico spesso sono in mattoni privi di intonaco con superfici che il tempo ha profondamente alterato, producendo sgretolamento e utili anfratti per le piante. Si insediano specie caratteristiche, talvolta eliminate periodicamente da interventi di manutenzione. Le strategie di sopravvivenza prevedono tassi di crescita bassi, spesso riproduzione vegetativa, con strutture destinate a durare a lungo per adattarsi alle difficoltà. Le specie maggiormente rinvenute sono state: *Amaranthus viridis*, *Antirrhinum siculum*, *Campanula erinus*, *Capparis spinosa* L. subsp. *rupestris*, *Cymbalaria muralis*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Daucus carota* subsp. *carota*, *Parietaria judaica*, *Setaria parviflora*, *Trifolium campestre*, *Trifolium nigrescens*, *Trifolium tomentosum* e delle fanerofite *Ailanthus altissima* e *Ricinus communis*.

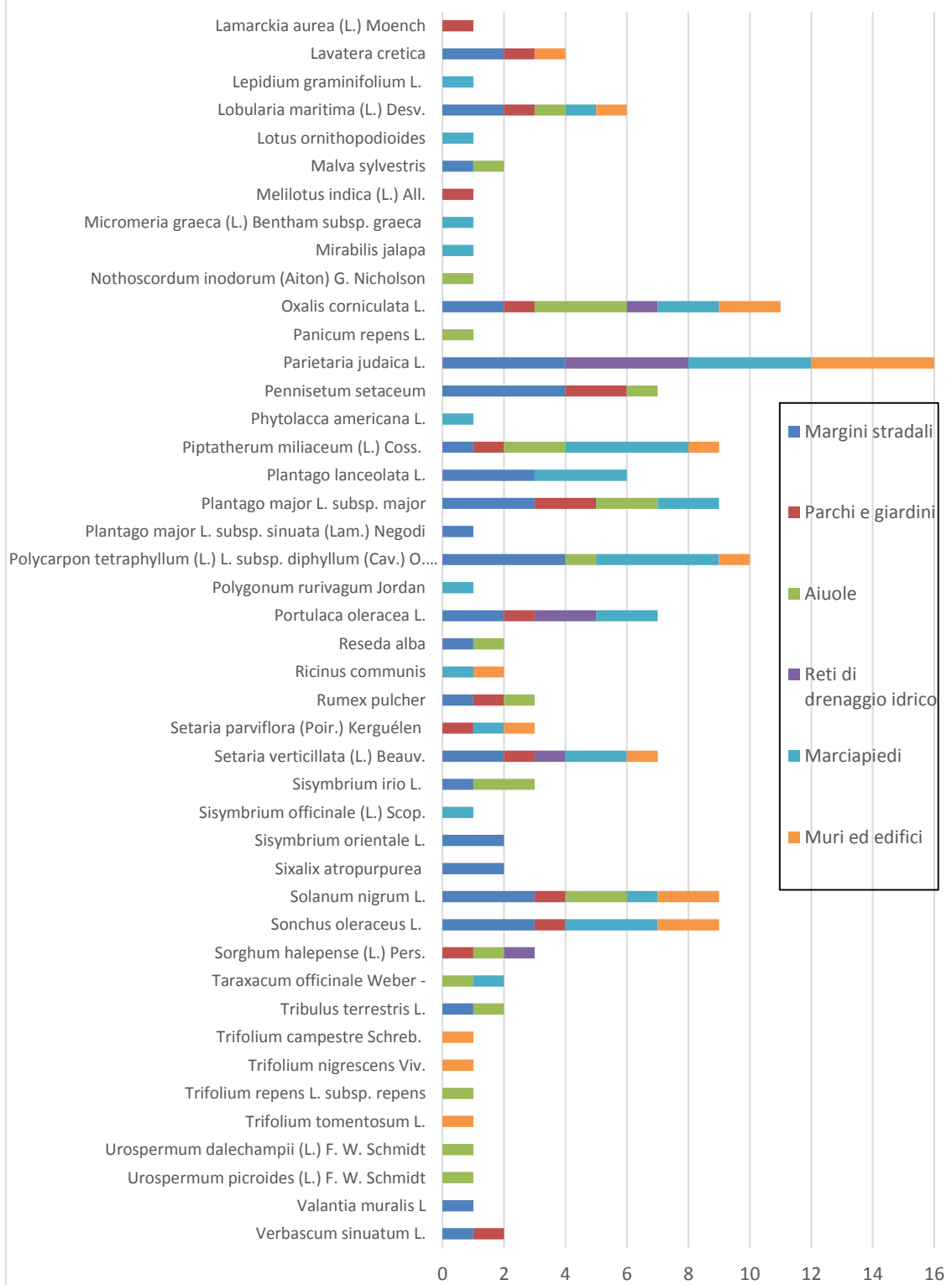
Le specie osservate comuni a tutti i 4 biotopi censiti si sono rivelate le esotiche avventizie come *Ailanthus altissima* (Mill), *Amaranthus deflexus* L., *Boerhavia repens* subsp. *viscosa*, *Capparis spinosa* L. subsp. *rupestris*, *Chamaesyce prostrata* (Aiton) Small, *Erigeron canadensis*, *Setaria verticillata* L. e le specie cosmopolite come *Chenopodium murale* L., *Cymbalaria muralis*, *Cynodon dactylon* (L.) Pers, *Oxalis corniculata* L., *Plantago major* L. subsp. *major*, *Solanum nigrum* L. e *Sonchus oleraceus* L.

In generale le 2 specie più frequenti nelle quattro aree e maggiormente rinvenute in tutti i biotopi sono stati *in primis* la *Parietaria* e poi l'*Hordeum murinum* subsp. *leporinum*, entità a distribuzione eurimediterranea oggi divenuta sub cosmopolita.

Figura 4



Distribuzione delle specie censite per biotopo nelle 4 aree di saggio



Per la flora rilevata sono stati elaborati il tipo corologico e la forma biologica delle specie secondo Raunkier.

L'analisi del tipo corologico ha evidenziato una maggiore presenza nella flora urbana censita di specie eurimediterranee, stenomediterranee e avventizie (Fig. 5), che indica come l'attuale

fisionomia del popolamento floristico è il risultato combinato delle caratteristiche climatiche marcatamente mediterranee e dell'elevata pressione antropica a cui è sottoposto il territorio indagato.

Un ampio contingente di specie avventizie è stato rinvenuto maggiormente nell'area 2 e nell'area 4, fra queste, le più frequenti sono state le *Amaranthaceae* (*Amaranthus deflexus* L., *Amaranthus muricatus* Gillies), le *Asteraceae* (*Erigeron canadensis* L. *Galinsoga parviflora* Cav.), le *Chenopodiaceae* (*Chenopodium ambrosioides* L.) e le *Euphorbiaceae* (*Chamaesyce maculata*, *Chamaesyce prostrata* (Aiton) Small). Le 2 aree in questione hanno mostrato un andamento della distribuzione dei tipi corologici delle specie rinvenute molto simile (Fig 6).

Figura 5 Distribuzione delle specie erbacee censite per tipo corologico

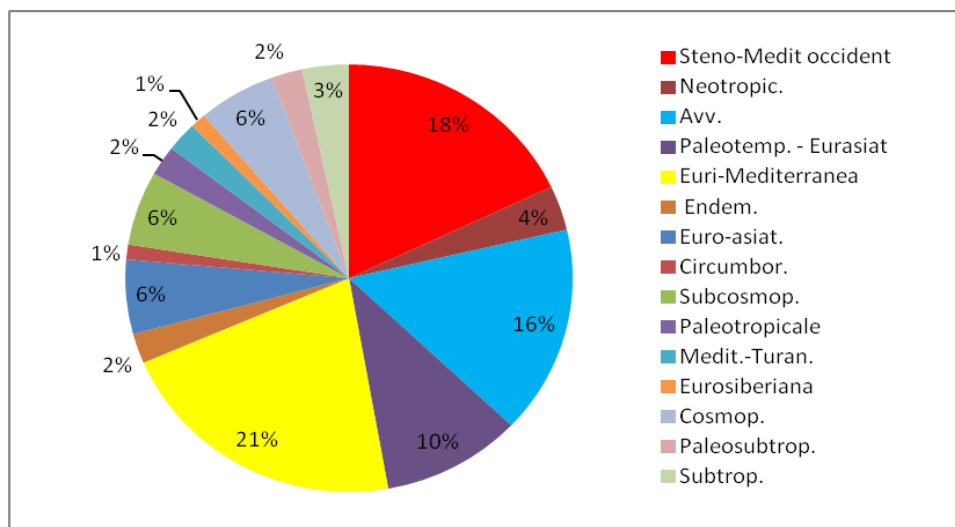
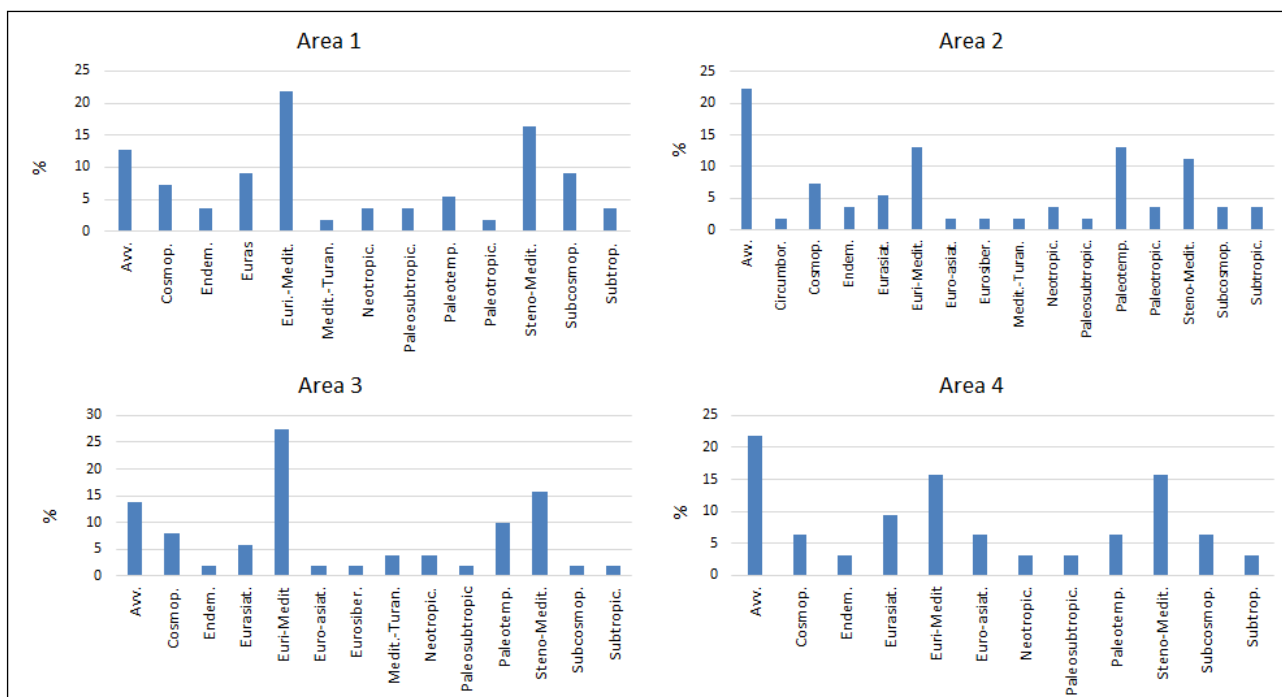


Figura 6 Distribuzione dei tipi corologici presenti nelle 4 aree del centro storico



Dall'analisi delle forme biologiche le terofite scapose sono in abbondanza rispetto a tutte le altre, nelle quattro aree del centro storico, com'era da prevedere per la regione mediterranea, rappresentando il 43,82% del totale; rilevante è anche il contributo delle emicriptofite scapose con quasi il 18%, entrambe forme biologiche favorite da ambienti aridi e asciutti (Fig.7 e 8). Importante è stato anche l'apporto offerto dalle geofite (*Nothoscordum inodorum* (Aiton) G. Nicholson): molte bulbose, soprattutto quelle caratterizzate da fiori vistosi e facilità di propagazione, potrebbero rappresentare una valida risorsa per la realizzazione di prati spontanei in ambiente mediterraneo, anche grazie alla loro elevata adattabilità alle condizioni di quest'ultimo. Particolare interesse rivestono le emicriptofite rosulate che formano rosette di foglie aderenti al suolo. Presentano questa fisionomia fra le *Asteraceae*, ad esempio, il tarassaco comune (*Taraxacum officinale* Weber). Le emicriptofite in particolare le rosulate, sono piante di estremo interesse in quanto potrebbero assicurare una rapida ripresa dopo lo sfalcio, operazione indispensabile nella manutenzione dei prati di fiori spontanei, portando le proprie gemme a livello del suolo. Anche le geofite e le terofite possono adattarsi bene ad un ambiente soggetto ad un disturbo moderato quale il taglio, portando le proprie gemme in apparati ipogei (geofite), oppure concludendo il proprio ciclo vitale sottoforma di seme (terofite) prima del taglio stesso.

Le fanerofite arboree (P scap) rinvenute nelle 4 aree del centro storico sono state: *Ailanthus altissima*(Miller), il *Ricinus communis* L.e il *Ficus carica* L. e come nano-fanerofita (NP) il *Capparis spinosa* L. subsp.rupestris.

Figura 7 Distribuzione delle specie erbacee censite per forma biologica

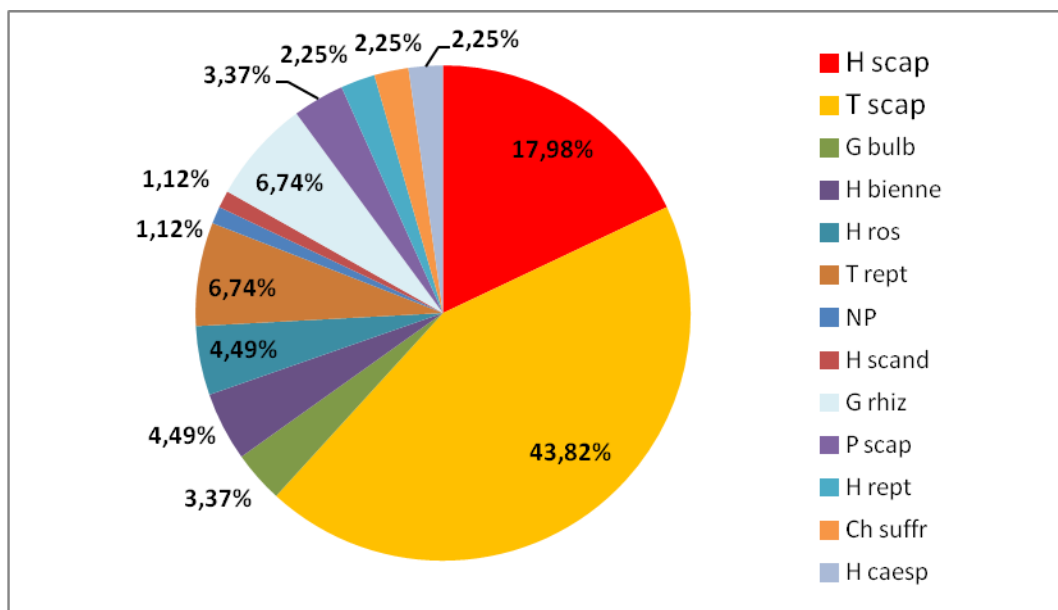
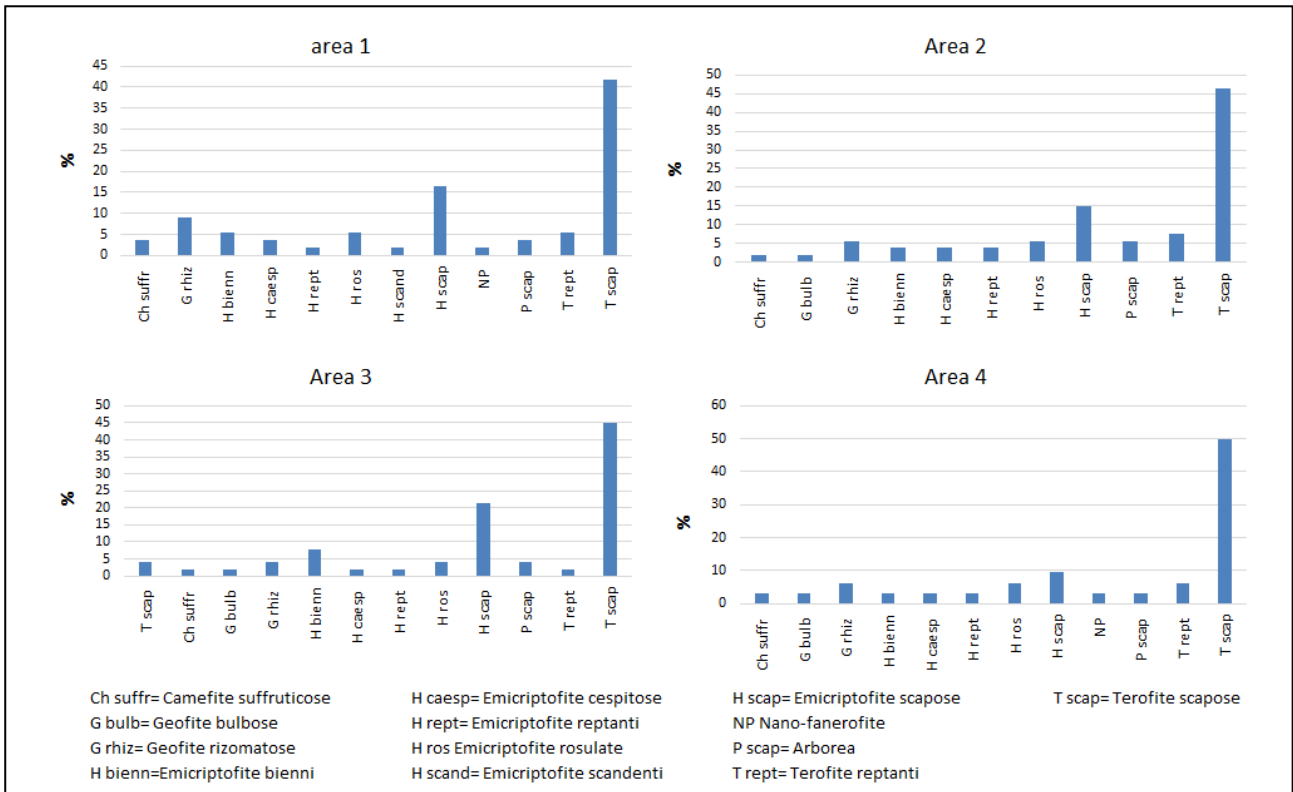
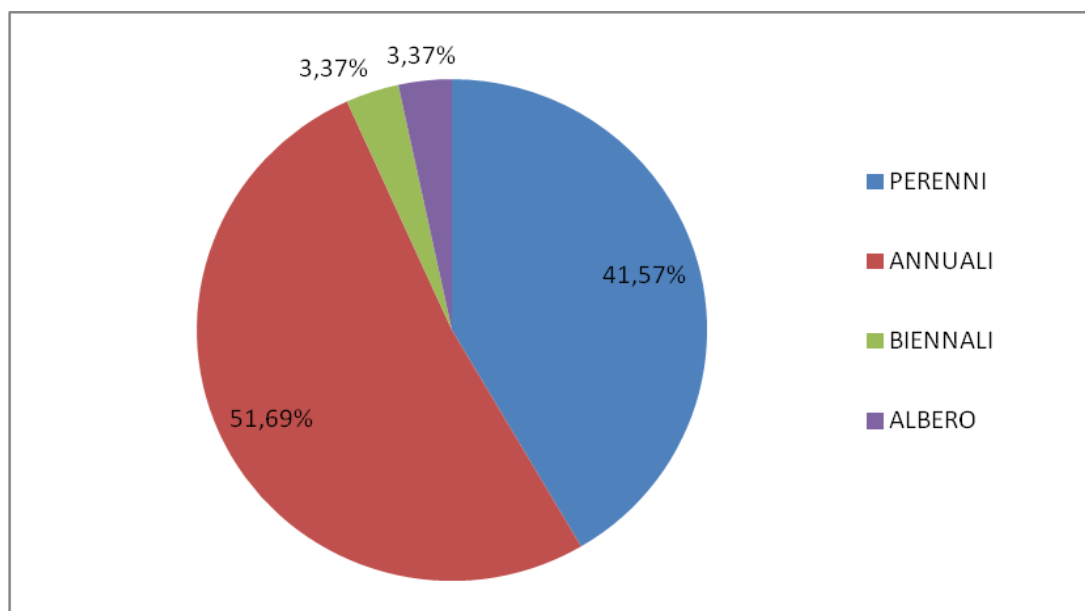


Figura 8: Distribuzione delle forme biologiche presenti nelle 4 aree del centro storico



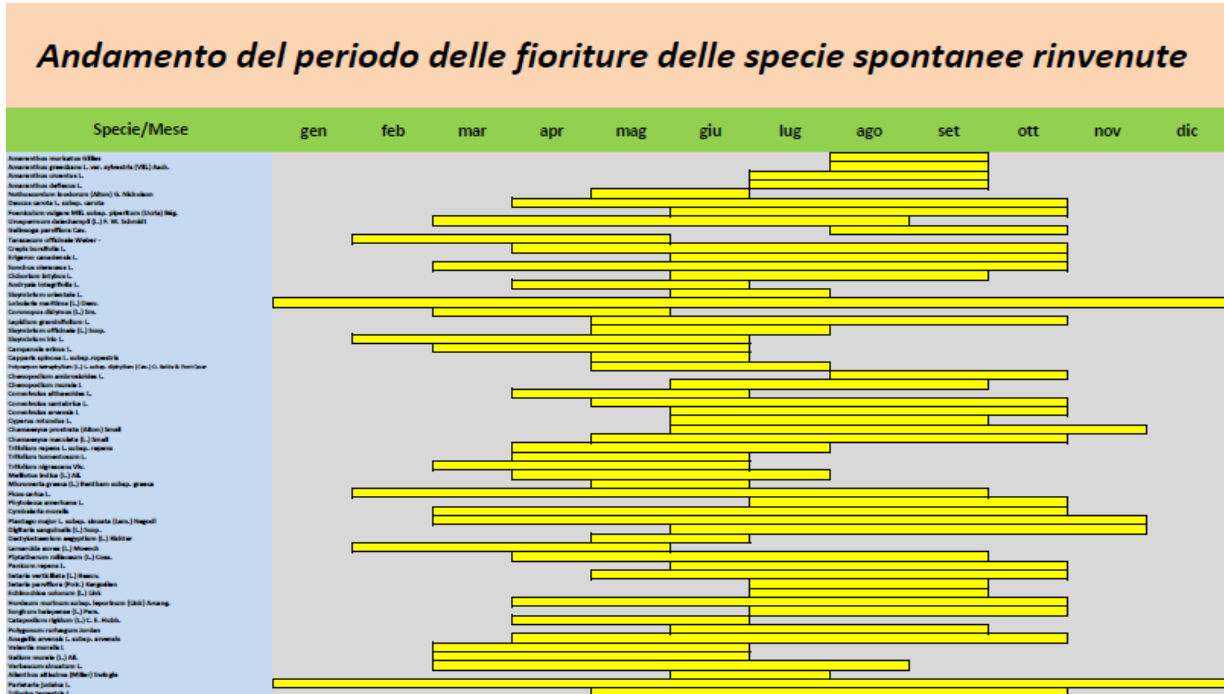
La distribuzione delle specie per durata del ciclo vegetativo privilegia di poco le annuali (51,69%) rispetto alle perenni (41,57%); poco rappresentate le biennali e gli alberi (3%) (Fig.9). Questi ultimi sono stati riportati solo a scopo informativo, come già detto precedentemente. Le annuali sono piante che si lasciano in genere apprezzare per il rapido insediamento, anche se difficilmente danno luogo a impianti stabili; anche per questo motivo, data la lunga durata della stagione vegetativa in ambiente mediterraneo, il contributo delle perenni andrebbe adeguatamente valorizzato.

Figura 9 Distribuzione delle specie censite per durata del ciclo vegetativo



Le diverse specie rinvenute manifestano caratteristiche morfologiche ed ecologiche diverse ed attraenti. Occorre, inoltre anche ricordare come le stesse specie offrono un calendario di fioriture molto ampio riuscendo ad assicurare una copertura variopinta durante tutto l'anno (Fig. 10).

Figura 10 Andamento delle fioriture delle specie erbacee



Ovviamente solo un'adeguata scelta del genotipo, che tenga conto del periodo di antesi, potrà dare luogo a impianti dotati di prolungato effetto ornamentale all'interno di un qualsiasi spazio verde. Oltre ai colori, anche i diversi tipi d'infiorescenze e le diverse forme, dovute all'appartenenza a famiglie botaniche differenti, contribuiscono al risultato estetico finale. Il valore ornamentale delle specie rinvenute si è rivelato molto interessante sia per le forme, che per le dimensioni e per i colori dei fiori, che possono sostituire molte delle specie oggi utilizzate comunemente, ma bisognose di cure più intensive. La diversità funzionale, morfologica ed ecologica conferisce alle specie censite una flessibilità nell'adattamento a diverse situazioni ambientali e quindi una buona versatilità nel loro utilizzo. Sarebbe auspicabile che questa nuova tecnica di coltivazione fosse diffusa maggiormente presso chi gestisce e progetta il verde ornamentale e che ne fosse divulgato l'aspetto culturale.

II FASE DI RICERCA:

7. CARATTERIZZAZIONE MORFOLOGICA DELLE SEMENTI E PROVA DI GERMINABILITÀ IN ALCUNE SPECIE ERBACEE

7.1 Premessa

Uno dei problemi principali che possono avere i semi di piante spontanee è quello della dormienza che ne ritarda o ne impedisce addirittura la germinazione per lunghi periodi. Per dormiente s'intende, generalmente, un seme che, pur essendo vitale, posto in condizioni ottimali per la sua germinazione (temperatura, umidità, ossigeno, luce) non germina.

Ad oggi le uniche indicazioni relative alla dormienza e alla propagazione delle varie specie spontanee, si hanno grazie a degli studi condotti in ambito agronomico e botanico, che non hanno avuto come scopo principale quello di un loro utilizzo come ornamentali. Molte specie sono state studiate per la loro attitudine a divenire infestanti delle colture agrarie come nel caso del papavero (*Papaver rhoeas*), del fiordaliso (*Centaurea cyanus*) o della camomilla (*Matricaria chamomilla*) che, anche se rappresentano pienamente la biodiversità dell'agroecosistema (Altieri, 1999), sono piante che in tempi passati hanno rappresentato un fattore limitante per la riuscita agronomica delle varie colture.

La possibilità di circondarsi in città di specie spontanee dipende molto dallo studio della loro peculiare ecofisiologia della germinazione e dei metodi per interrompere i meccanismi di dormienza.

Il presente studio ha cercato di analizzare il processo di germinazione delle specie ritenute interessanti per essere utilizzate come *wildflowers*, e ha previsto in una prima fase la caratterizzazione morfologica delle sementi in quanto non sempre sono note le dimensioni ponderali degli organi di propagazione delle specie tipiche della flora spontanea se non di diretto interesse agricolo, e in una seconda fase una prova di germinabilità delle stesse.

7.2 Caratterizzazione morfologica delle sementi

Materiali e metodi

Le prove di caratterizzazione e germinabilità sono state condotte presso il Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali dell'Università di Palermo nell'autunno 2014.

Delle specie erbacee spontanee censite all'interno del centro storico della città di Palermo, 18 di esse, a valenza ornamentale, sono state selezionate per la caratterizzazione morfologica.

I semi sono stati essiccati all'aria, disponendoli su vassoi di alluminio in ambiente ventilato e asciutto, al riparo dalla luce per 20 giorni. Ciò al fine di garantire un'adeguata conservabilità per rendere possibile l'avvio della caratterizzazione del seme e della successiva semina in autunno.

Sui semi delle 18 specie erbacee è stata effettuata la determinazione del peso di 1000 semi (mg) e del numero di semi contenuti in 1g di campione (*Tab. 5*).

Tabella 5 Caratteristiche morfologiche dei semi delle specie che rientrano nella prova

Specie	Famiglia	Peso di 1000 semi (g)	N.di semi/g di campione
<i>Amaranthus ibridus</i>	Amaranthaceae	0,300	3300
<i>Amaranthus viridis</i>	Amaranthaceae	0,521	1923,076
<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	Apiaceae	0,822	1219,512
<i>Centaurea sicula</i>	Asteraceae	2,063	484,615
<i>Glebionis coronaria</i>	Asteraceae	2,029	492,647
<i>Echium plantagineum</i>	Boraginaceae	4,122	242,553
<i>Convolvulus althaeoides</i>	Convolvulaceae	34,594	28,906
<i>Echballium elaterium</i>	Cucurbitaceae	16,666	60
<i>Chamaesyce maculata</i>	Euphorbiaceae	0,096	10342,857
<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae	37,142	26,923
<i>Lotus ornithopodioides</i>	Fabaceae	1,571	636,263
<i>Bituminaria bituminosa</i>	Fabaceae	31,333	31,914
<i>Lavatera cretica</i>	Malvaceae	6,923	144,444
<i>Malva sylvestris</i>	Malvaceae	6,520	153,367
<i>Boerhavia repens</i> subsp. <i>viscosa</i>	Nyctaginaceae	1,456	686,567
<i>Anthymminum siculus</i>	Plantaginaceae	12,222	81,818
<i>Rumex pulcher</i>	Polygonaceae	2,831	353,225
<i>Reseda alba</i>	Resedaceae	0,490	2038,461

7.3 Risultati e discussioni

Numerose e svariate sono state le differenze morfologiche riscontrate nei semi delle specie oggetto di studio. Come si può osservare nella Fig.9, solamente in alcune specie, appartenenti alla stessa famiglia, si notano caratteristiche morfologiche del seme molto simili. Un esempio è quello delle *Malvaceae*: *Lavatera cretica* e *Malva sylvestris* che presentano un seme di forma rotonda e di superficie piuttosto ruvida e scabra con caratteristiche della struttura morfologica molto simili.

Altre specie appartenenti alla stessa famiglia presentano, di contro, caratteristiche morfologiche molto variabili.

Relativamente alle dimensioni e al peso dei semi, tra le specie che presentano il seme più piccolo, è da segnalare *Chamaesyce maculata* (L.) Small, con un peso di 1000 semi di appena 90 mg.

È stato rilevato un articolato campo di variazione nel numero di semi contenuti in un campione di un grammo, variabile da circa 10.000 ad appena 30.

Ciò rappresenta una caratteristica importante da tenere in considerazione in una possibile realizzazione di miscugli per i *wildflowers*, poiché presuppone la necessità di individuare idonee modalità di impiego degli stessi.

7.4 Prova di germinabilità

Materiali e metodi

Successivamente alla caratterizzazione dei semi delle 18 specie esaminate (Tab. 6), è stata effettuata la prova di germinabilità:

Tabella 6: specie utilizzate per la prova di germinabilità

<i>Amaranthus ibridus</i>	<i>Erigeron canadensis</i>
<i>Amaranthus viridis</i>	<i>Galinsoga parviflora</i>
<i>Anthyminum siculus</i>	<i>Glebionis coronaria</i>
<i>Bituminaria bituminosa</i>	<i>Lavatera cretica</i>
<i>Boerhavia repens</i>	<i>Lotus ornithopodioides</i>
<i>Capparis spinosa</i>	<i>Malva sylvestris</i>
<i>Centaurea sicula</i>	<i>Piptatherum miliaceum</i>
<i>Chamaesyce maculata</i>	<i>Reseda alba</i>
<i>Convolvulus althaeoides</i>	<i>Rumex pulcher</i>
<i>Convolvulus cantabrica</i>	<i>Setaria parviflora</i>
<i>Cymbalaria muralis</i>	<i>Sisymbrium irio</i>
<i>Daucus carota subsp.carota</i>	<i>Sorghum halepense</i>
<i>Echballium elaterium</i>	<i>Urospermum picroides</i>
<i>Echium plantagineum</i>	

La semina autunnale nei nostri ambienti mediterranei si rivela la migliore strategia sia per aumentare la percentuale di attecchimento in campo delle specie erbacee sia per superare la dormienza dei semi, peculiarità frequente nelle specie spontanee. Infatti, la maggiore disponibilità di apporti idrici naturali ed il verificarsi di adeguate condizioni freddo-umide (vernalizzazione) permette ai semi di superare la stasi vegetativa (Manuale linee guida, 2013).

Si è proceduto quindi all'avvio della prova di germinabilità attraverso la semina in appositi semenzai posti in pien'aria provvisti di impianto di irrigazione automatizzato, per valutare il comportamento in opera delle specie e quindi l'andamento dell'emergenza.

La semina è stata effettuata il 27/11/2014 utilizzando delle vaschette in plastica per semenzali da 9 alveoli riempiti con terriccio Techinic per invasatura. Su ogni alveolo è stato posto un singolo seme e ogni vaschetta è stata etichettata con il nome della specie e la data di semina. Le vaschette sono state, infine, poste in piena aria e ben esposte alla luce solare per l'intera durata della prova.

Il protocollo adottato ha previsto l'utilizzo di numero 6 vaschette da 9 alveoli per ciascuna specie, per un totale di 54 semi posti a germinare.

Per alcune specie, per le quali non è stato possibile reperire la necessaria quantità di seme in ambiente urbano, il campione è stato ridotto in base alle disponibilità, nello specifico per *Capparis spinosa* L. ed *Echballium elaterium* (L.) A.Rich. sono state utilizzate 3 vaschette da 9 alveoli per un totale di 27 semi/specie.

La profondità di semina all'interno degli alveoli è dipesa dalla grandezza del seme: i semi molto piccoli sono stati ricoperti con un sottile strato di terreno in quanto le dimensioni più contenute

richiedono una maggiore esigenza in luce per la germinazione rispetto a quelli un po' più grandi che sono stati ricoperti indicativamente da uno strato di terra pari a 2-3 volte il loro diametro.

Le vaschette sono state ricoperte con un TNT (tessuto non tessuto), trasparente e permeabile, al fine di riparare i semi dagli agenti atmosferici e dalla fauna ornitica.

Una volta poste le vaschette in semenzaio si è prontamente provveduto a effettuare una abbondante irrigazione fino a portare il substrato di semina alla capacità di campo.

L'irrigazione, successivamente è avvenuta a calendario, con turni giornalieri di 15 minuti, mediante un impianto di nebulizzazione automatico.

Attraverso periodiche osservazioni, effettuate ad intervalli di 7 giorni sono state annotate il numero di plantule nate; in totale sono stati effettuati 16 rilievi settimanali per un totale di 112 giorni dal momento della semina.

La percentuale di germinabilità è stata calcolata utilizzando la seguente formula:

$$(\text{numero di semi germinati} / \text{numero totale di semi utilizzati}) \times 100$$

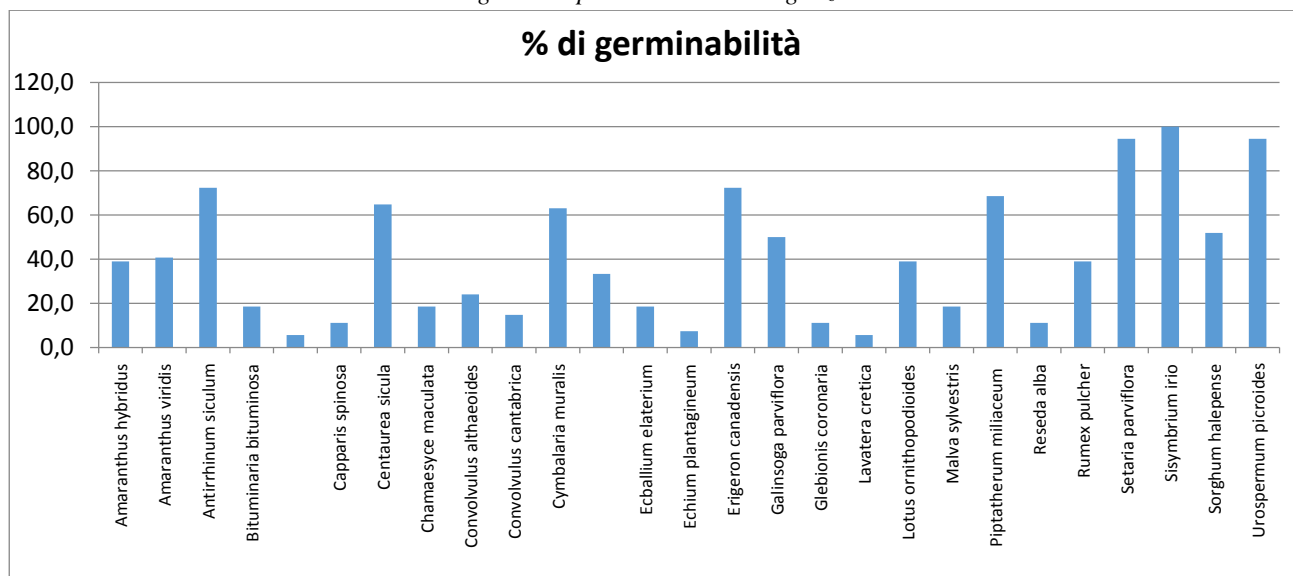
7.5 Risultati e discussioni

Un parametro molto significativo che indica la vitalità dei semi delle varie specie, è quello relativo alla germinabilità e quindi all'emergenza delle plantule.

Le dimensioni dei semi, non sembrano aver influenzato gli esiti del processo di germinazione, che è avvenuto per tutte le specie a prescindere dalle caratteristiche ponderali dei semi stessi: così un valore molto elevato di germinazione è stato osservato in *Urospermum picroides*, una specie con organi di propagazione di peso piuttosto contenuto.

Nel grafico si riportano i valori della percentuale di emergenza di tutte le specie utilizzate nel protocollo (Fig.11).

Figura 11: percentuali di emergenza



Dallo schema si evince che le specie con la più alta percentuale di emergenza delle plantule sono state *Sisymbrium irio*, tutti i semi utilizzati nel protocollo sono riusciti a germinare, *Setaria parviflora* e *Urospermum picroides* (51 semi nati su 54 semi seminati). Mentre solo 3 dei 54 semi sono nati nelle specie *Boerhavia repens subsp. viscosa* e *Lavatera cretica* L.

Sulla base dei dati acquisiti le 27 specie sono state suddivise in tre gruppi in base ai valori di emergenza osservati: 1° gruppo, specie a bassa capacità di emergenza (valori compresi tra lo 0 e il 30%); 2° gruppo, specie a media capacità (valori compresi tra il 30 e il 60%); 3° gruppo, specie ad elevata capacità (valori maggiori del 60%) (Tab. 7).

Tabella 7: suddivisione dei 3 gruppi di piante in base alla % di emergenza

	Specie	% di emergenza
1° gruppo	Sisymbrium irio	100,0
	Setaria parviflora	94,4
	Urospermum picroides	94,4
	Antirrhinum siculum	72,2
	Erigeron canadensis	72,2
	Piptatherum miliaceum	68,5
	Centaurea sicula	64,8
	Cymbalaria muralis	63,0
2° gruppo	Sorghum halepense	51,9
	Galinsoga parviflora	50,0
	Amaranthus viridis	40,7
	Amaranthus hybridus	38,9
	Lotus ornithopodioides	38,9
	Rumex pulcher	38,9
	Daucus carota L. subsp. carota	33,3
3° gruppo	Convolvulus althaeoides	24,1
	Bituminaria bituminosa	18,5
	Chamaesyce maculata	18,5
	Ecballium elaterium	18,5
	Malva sylvestris	18,5
	Convolvulus cantabrica	14,8
	Capparis spinosa	11,1
	Glebionis coronaria	11,1
	Reseda alba	11,1
	Echium plantagineum	7,4
	Boerhavia repens subsp. viscosa	5,6
	Lavatera cretica	5,6

Dall'analisi dell'andamento dell'emergenza delle singole specie possiamo distinguere le specie che sono emerse prima rispetto a tutte le altre e quelle più tardive.

L'emergenza delle prime plantule, al primo rilievo, dopo 7 gg dalla semina (in data 2/12/2014) si è avuta solo per le specie *Urospermum picroides* L., *Amaranthus viridis* L. e *Lotus ornithopodioides*

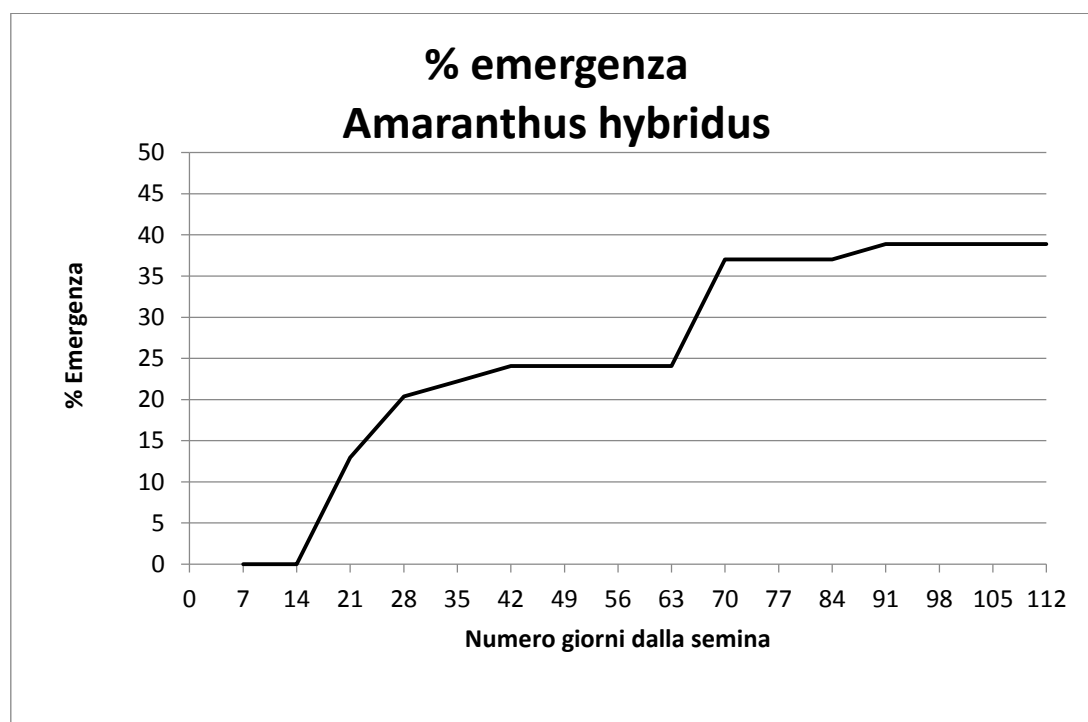
L., al contrario *Ecballium elaterium L.* è risultata la specie più tardiva che ha impiegato un maggior numero di giorni per germinare (42gg).

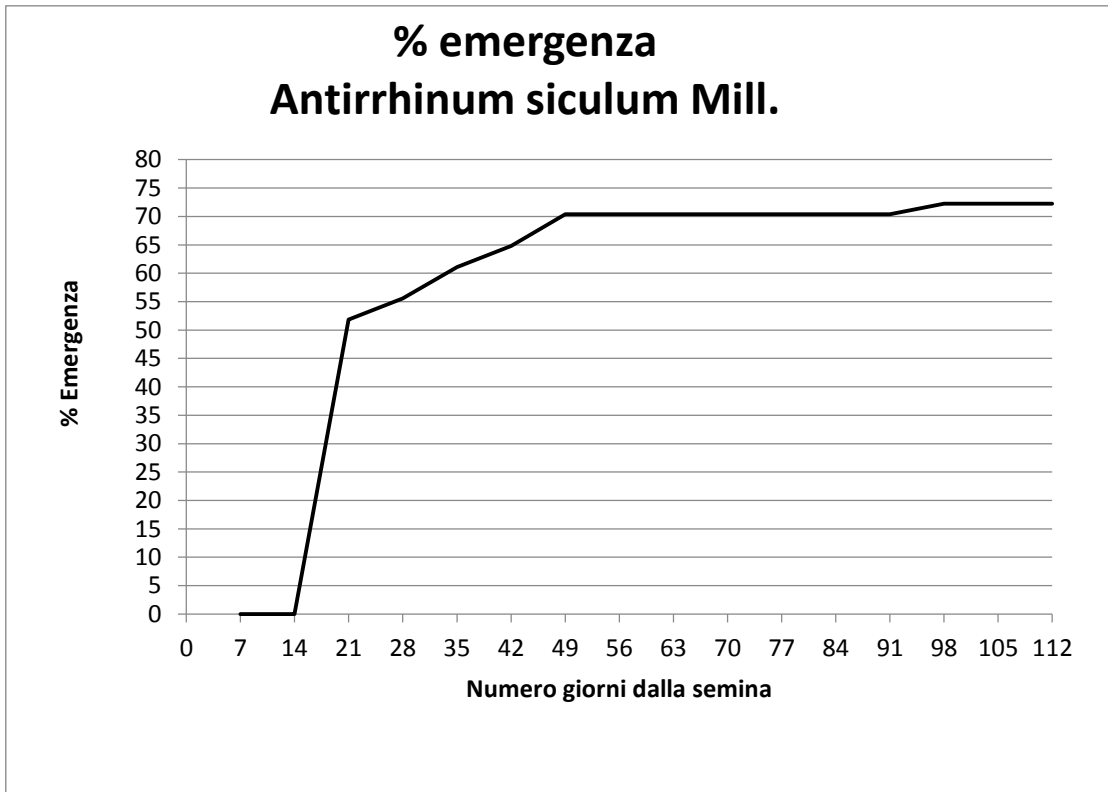
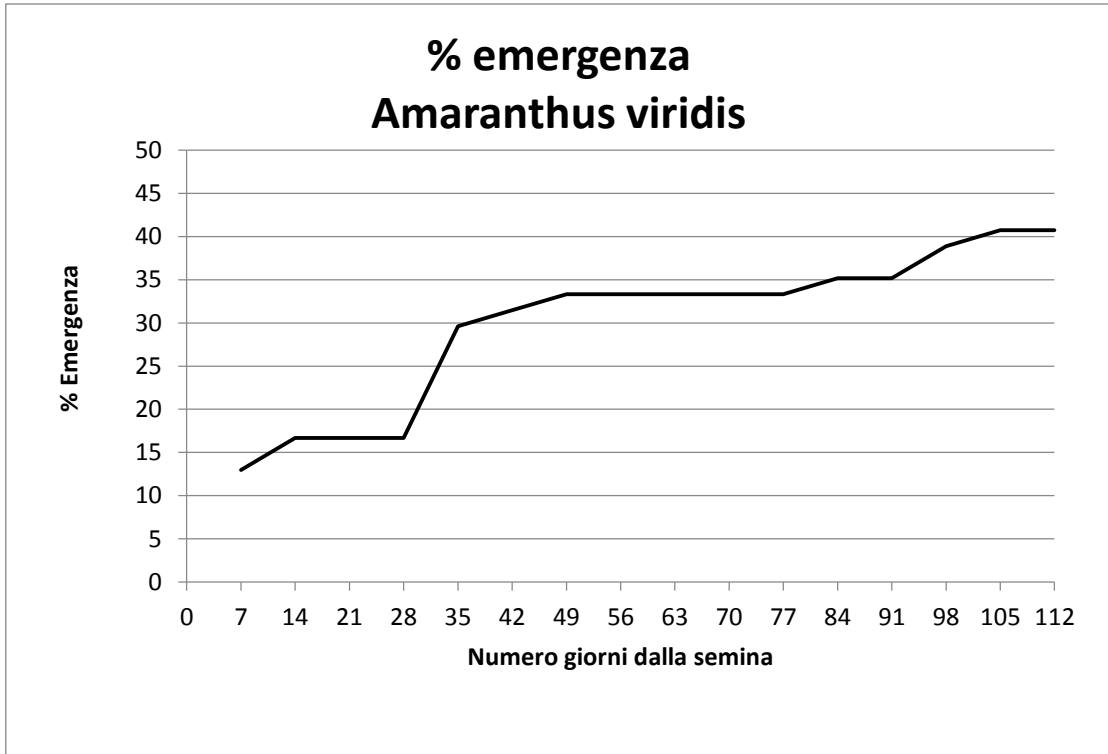
Antirrhinum siculum Mill. e *Erigeron canadensis L.*, *Centaurea sicula L.*, *Cymbalaria muralis* e *Piptatherum miliaceum (L.) Coss.* hanno dato i primi risultati di emergenza soltanto dalla terza settimana mostrando da quel momento in poi elevati tassi di germinabilità. Questo comportamento può essere dovuto a cause diverse, quali il lungo periodo di dormienza dei semi, la non adattabilità alle condizioni pedologiche, l'andamento climatico sfavorevole.

Per tutte le altre essenze in prova l'emergenza è stata registrata tra la seconda e la terza settimana dalla semina.

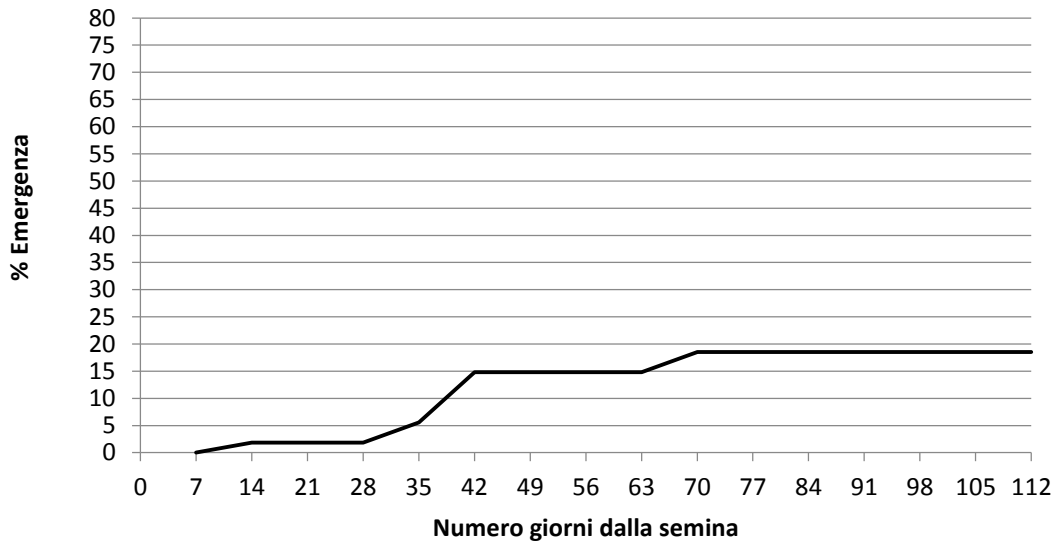
Risulta evidente che l'utilizzazione dei *wildflowers* dipenderà strettamente dall'ampliamento di informazioni relative alle caratteristiche di dormienza e alle esigenze ambientali in modo da ottimizzare sia le fasi di germinazione sia di successiva emergenza dal suolo.

Si riportano di seguito i grafici con l'andamento di emergenza di tutte le specie utilizzate nella prova sperimentale.

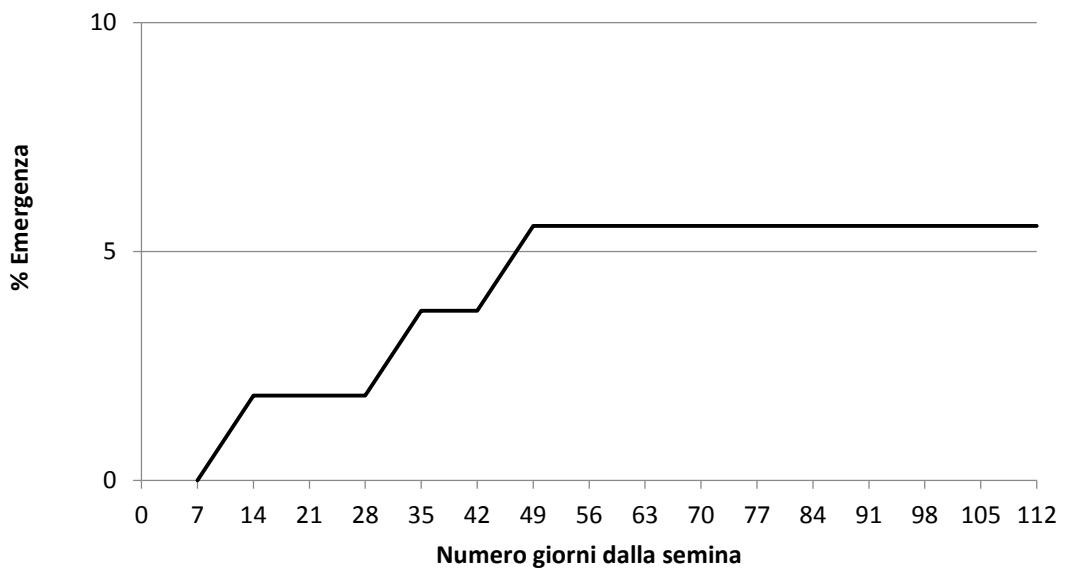


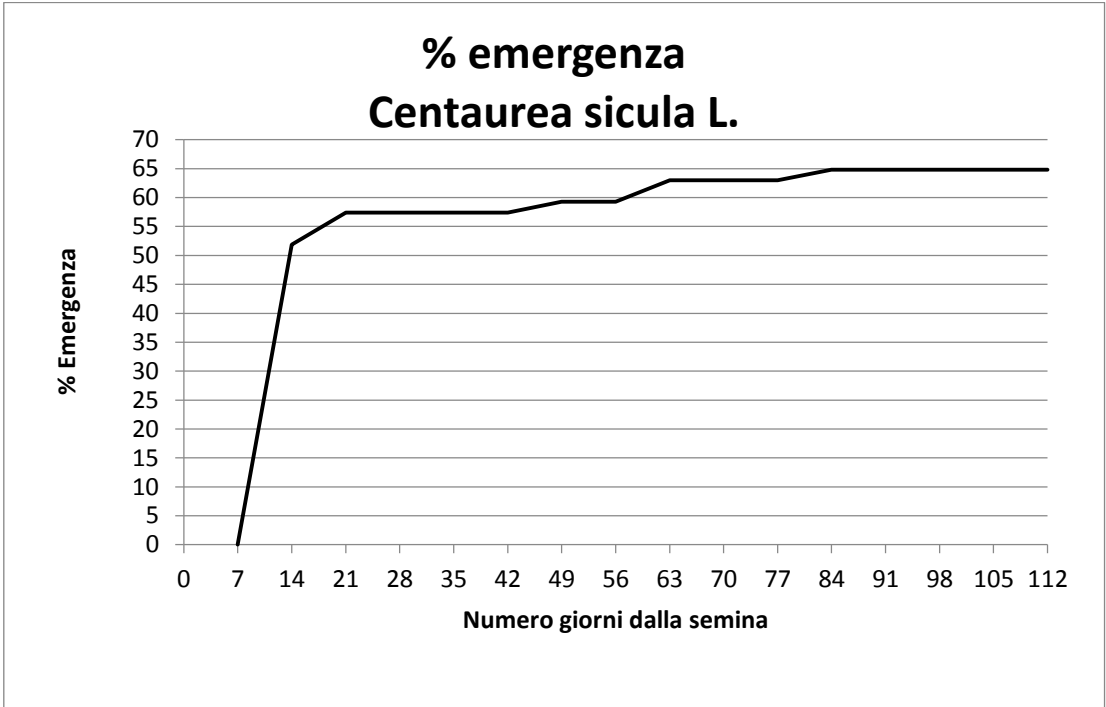
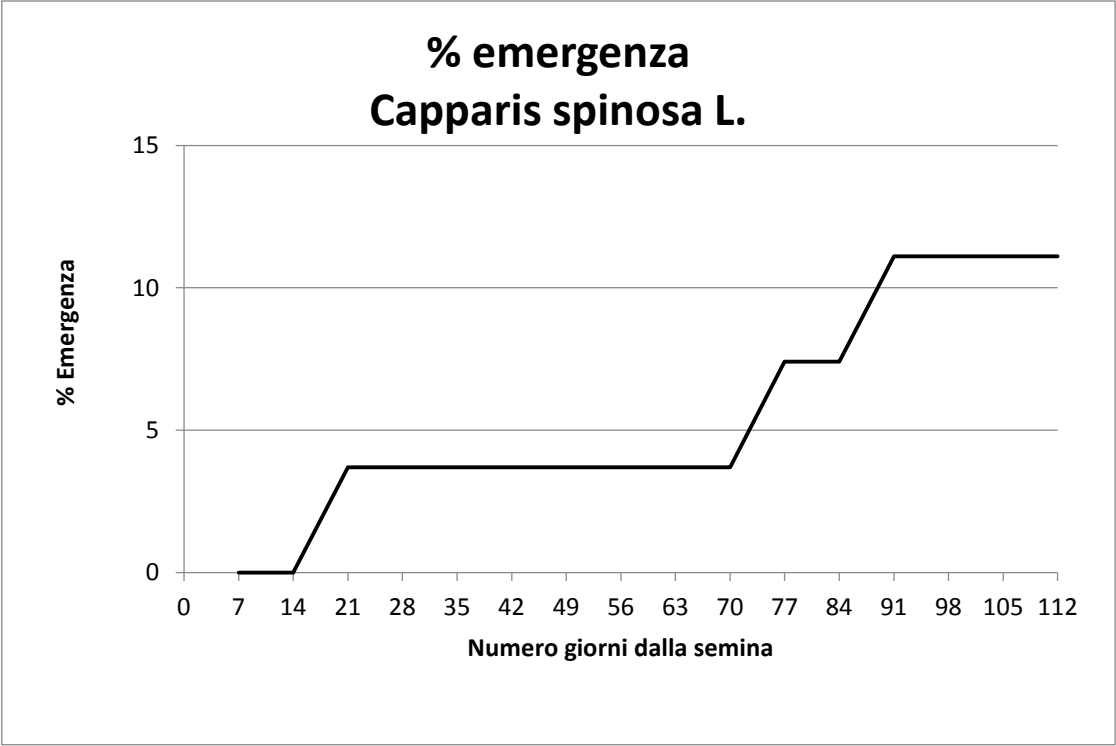


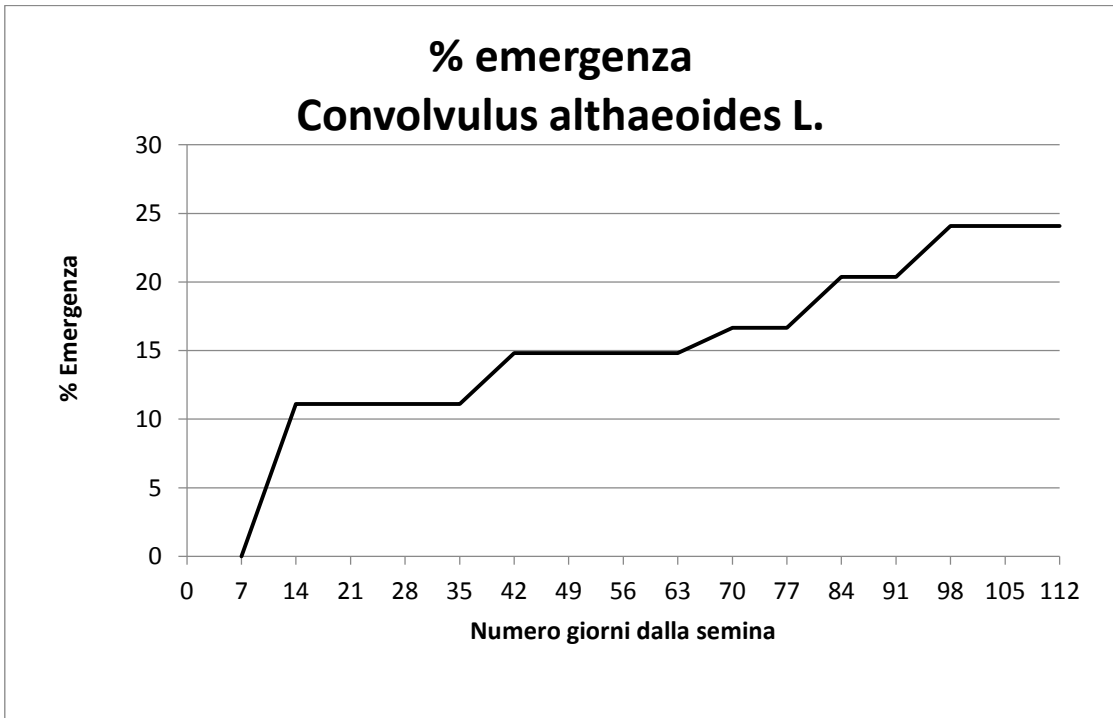
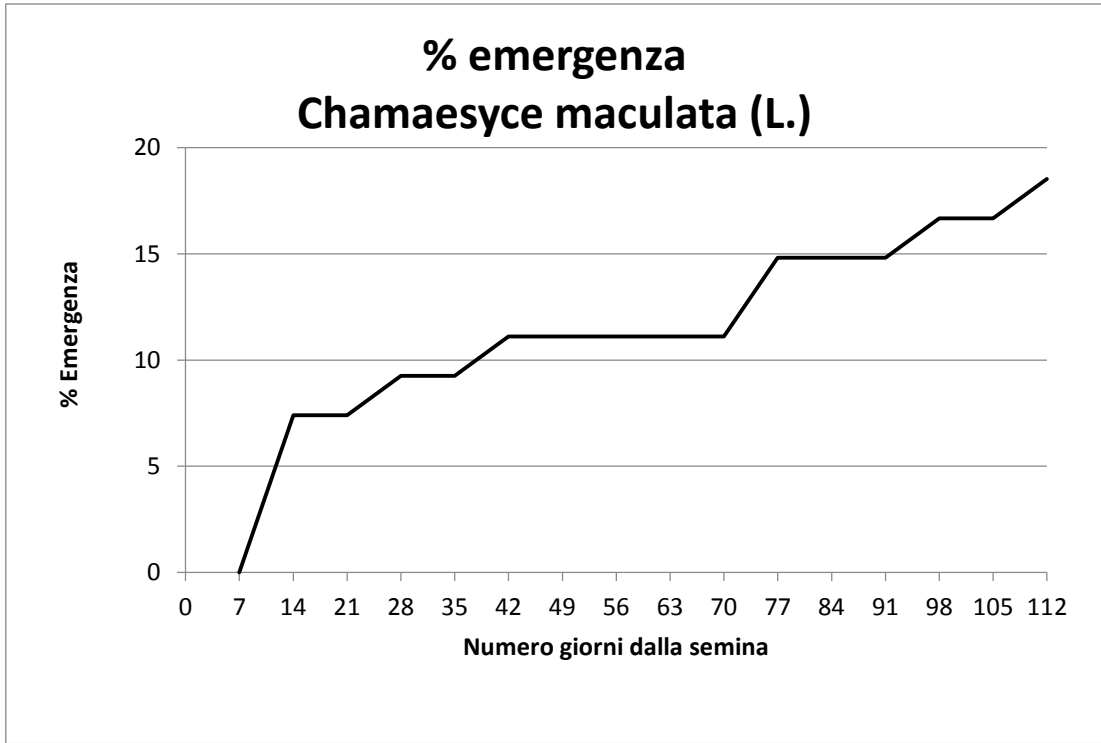
% emergenza
Bituminaria bituminosa L.

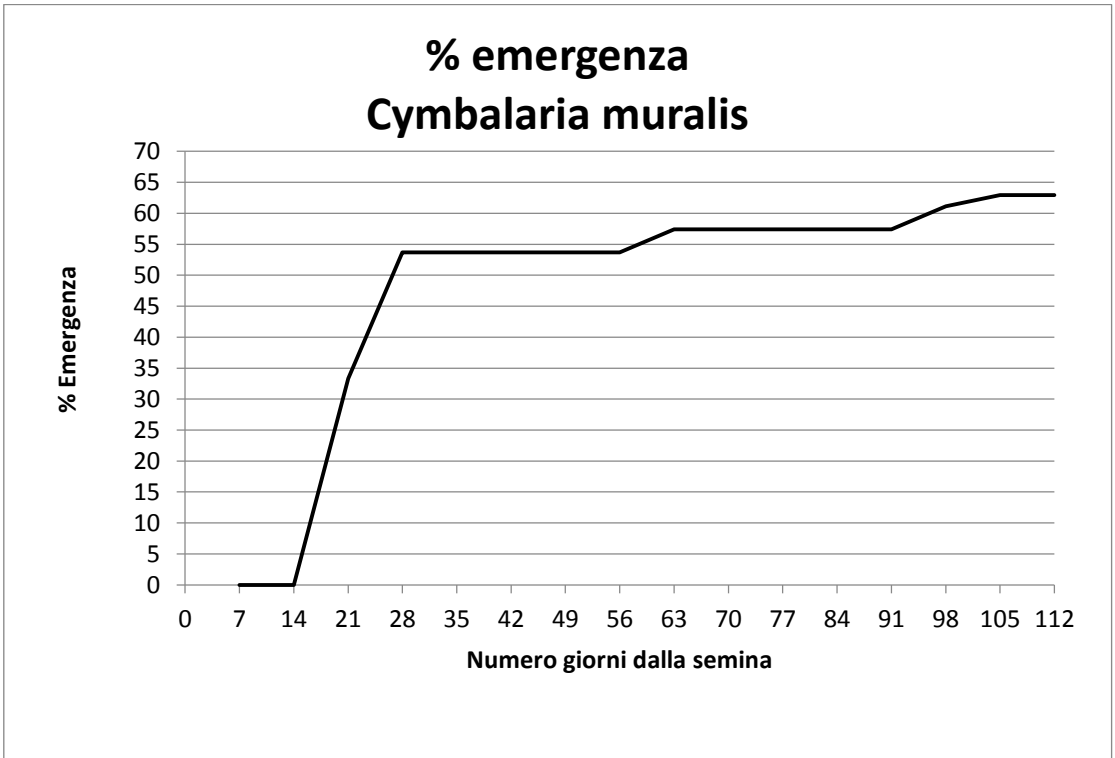
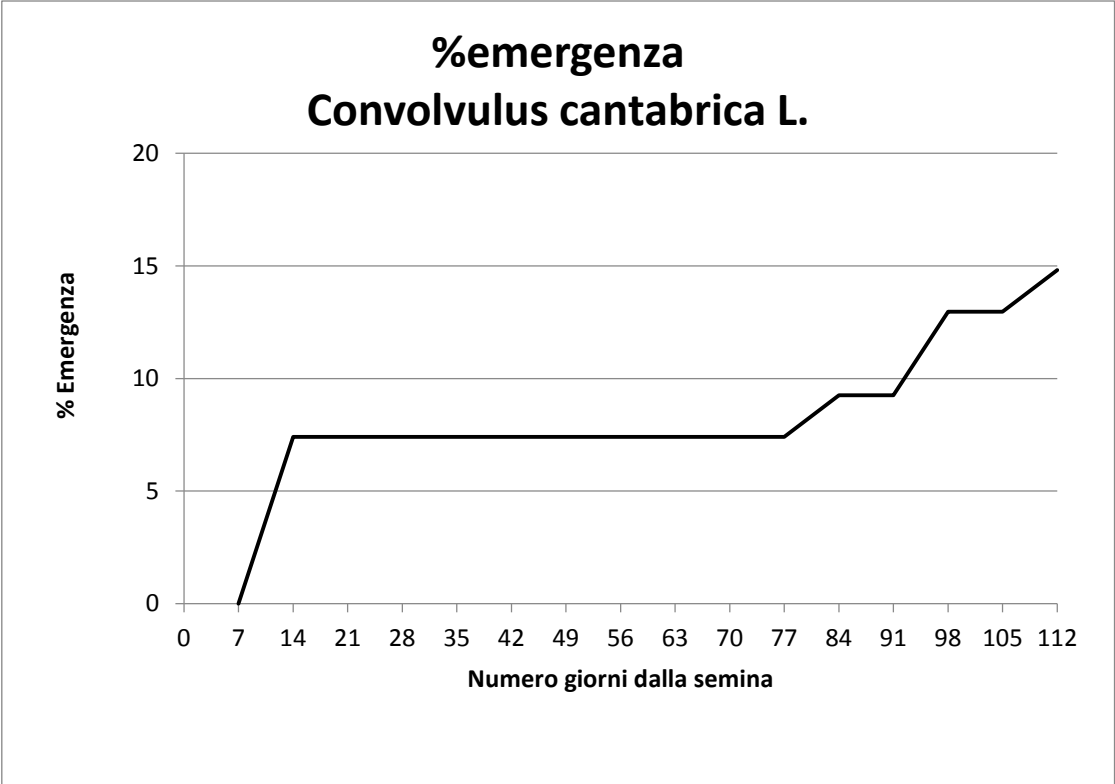


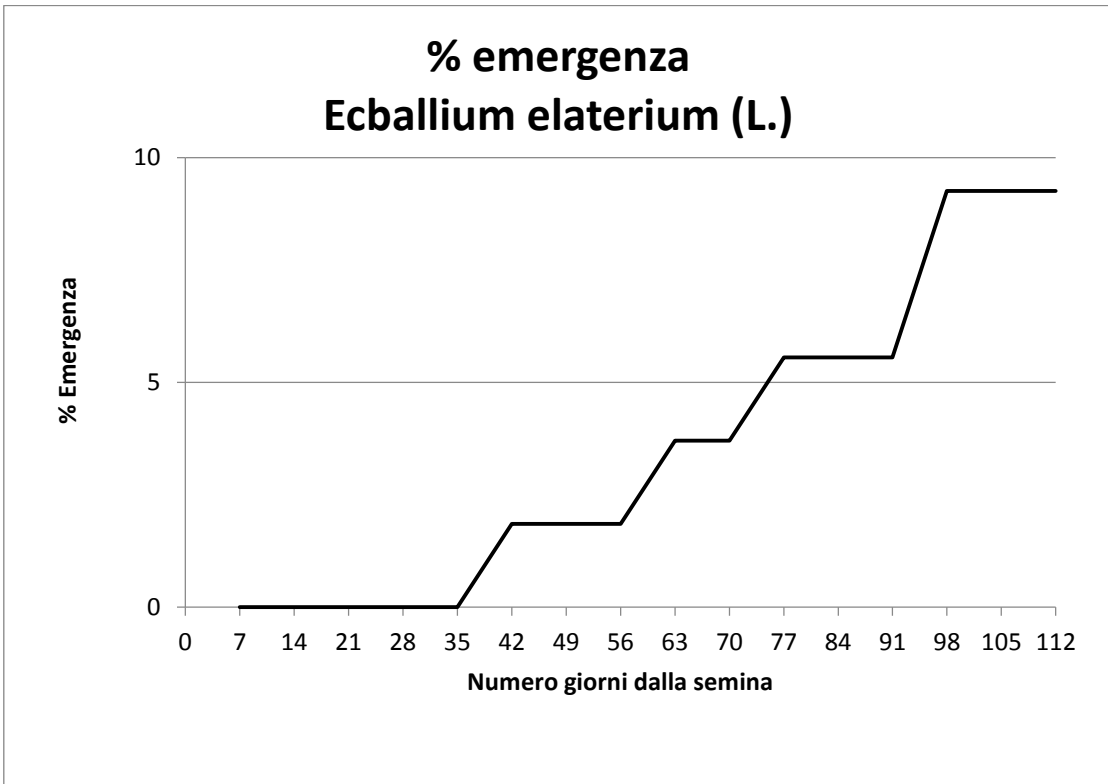
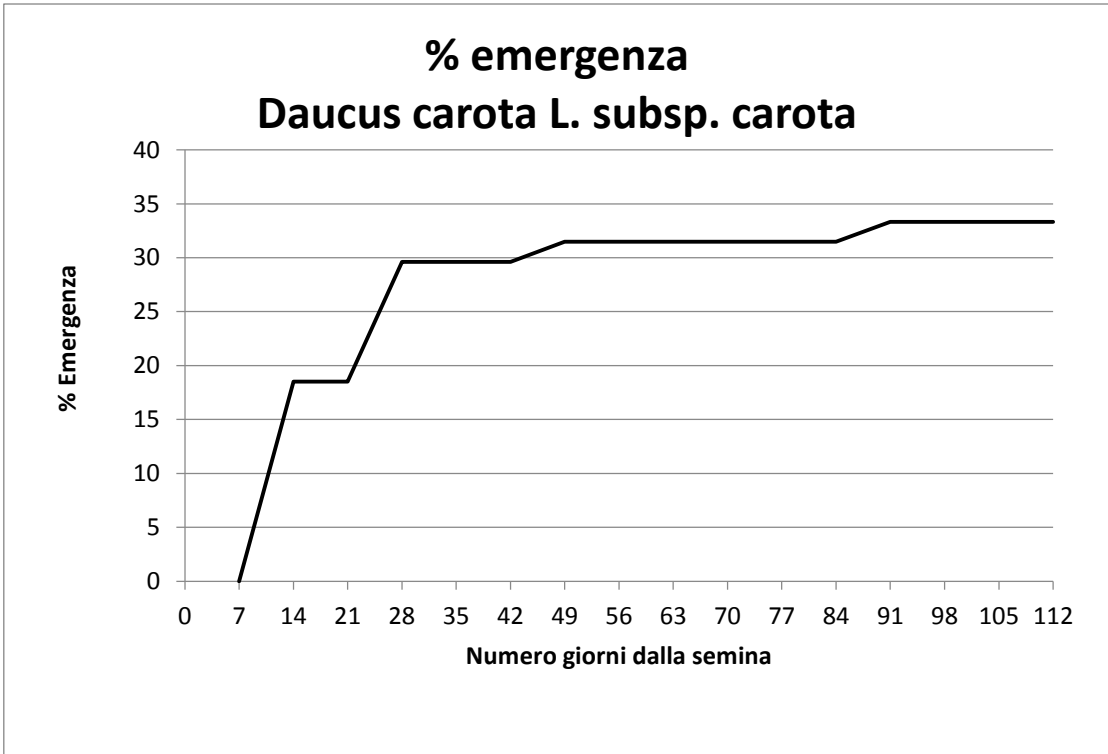
% emergenza
Boerhavia repens subsp. viscosa

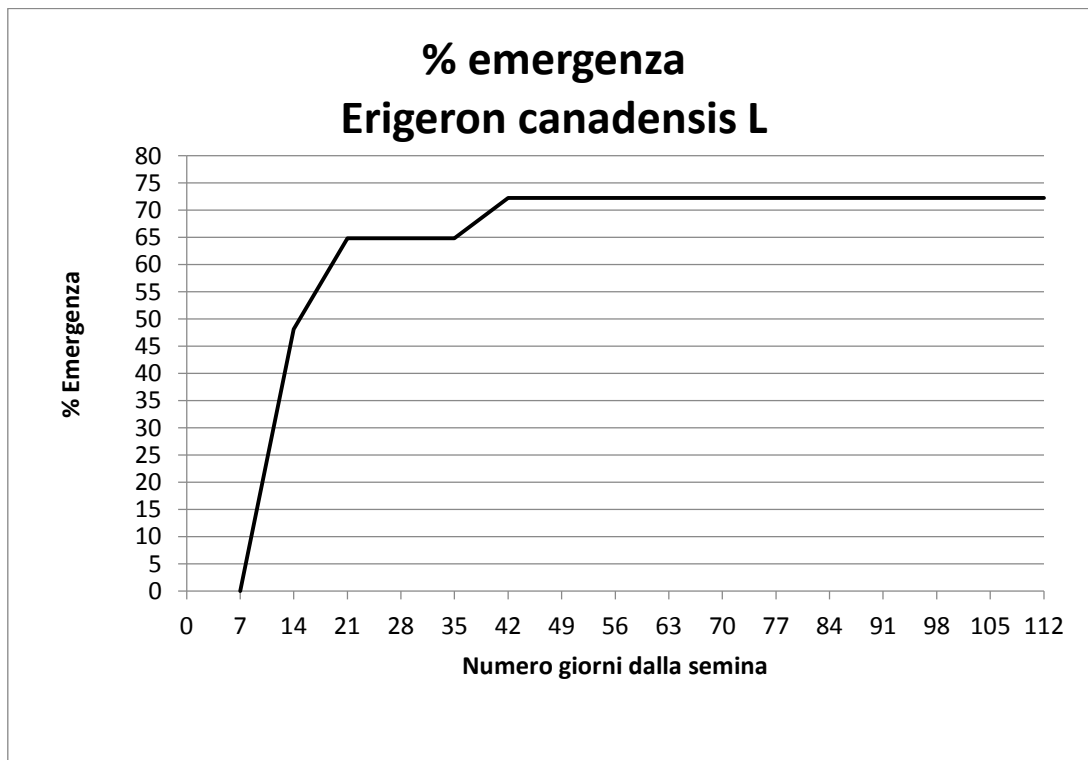
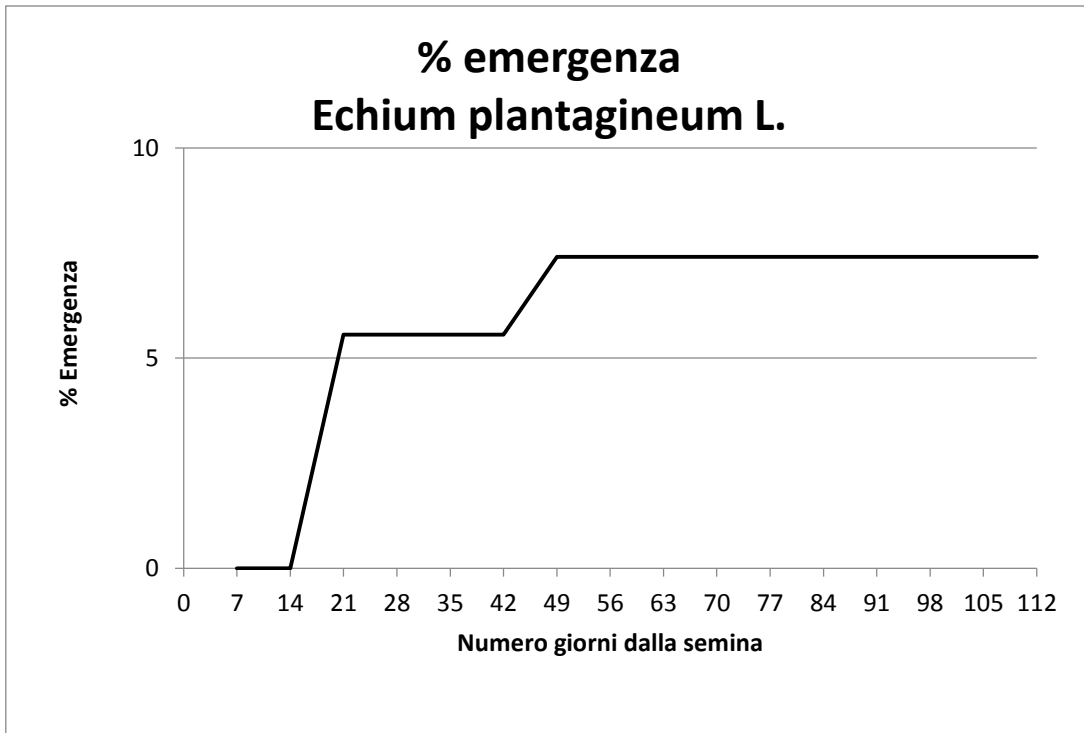


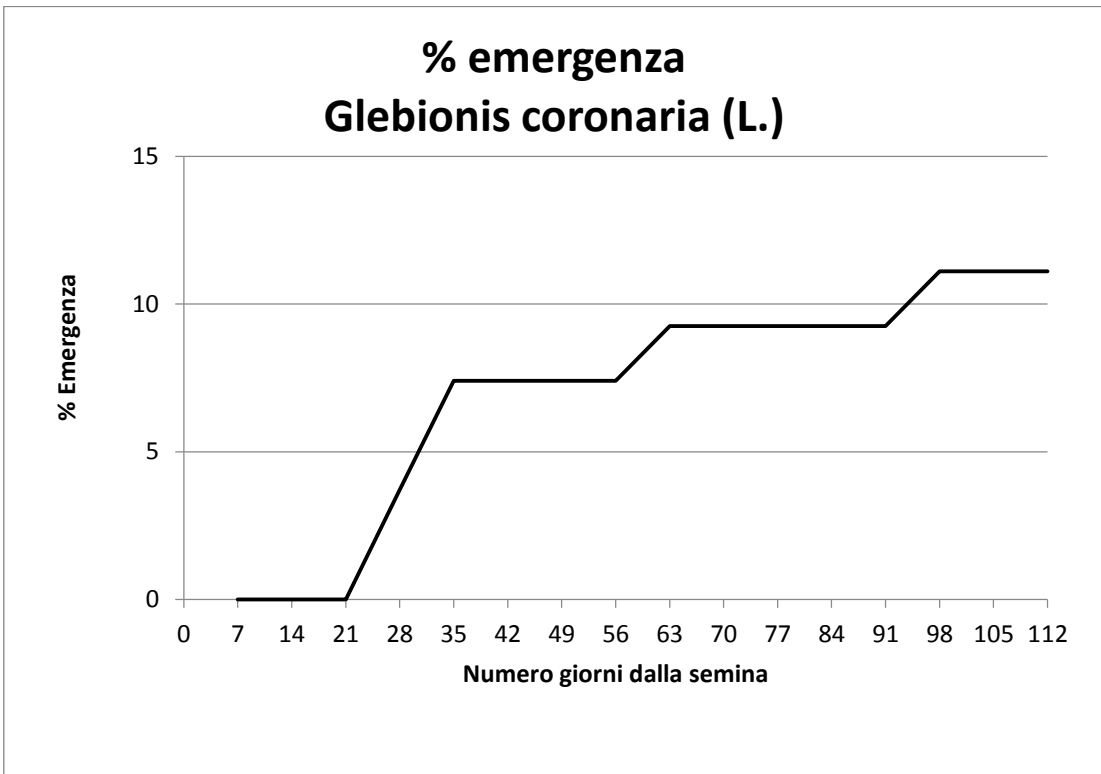
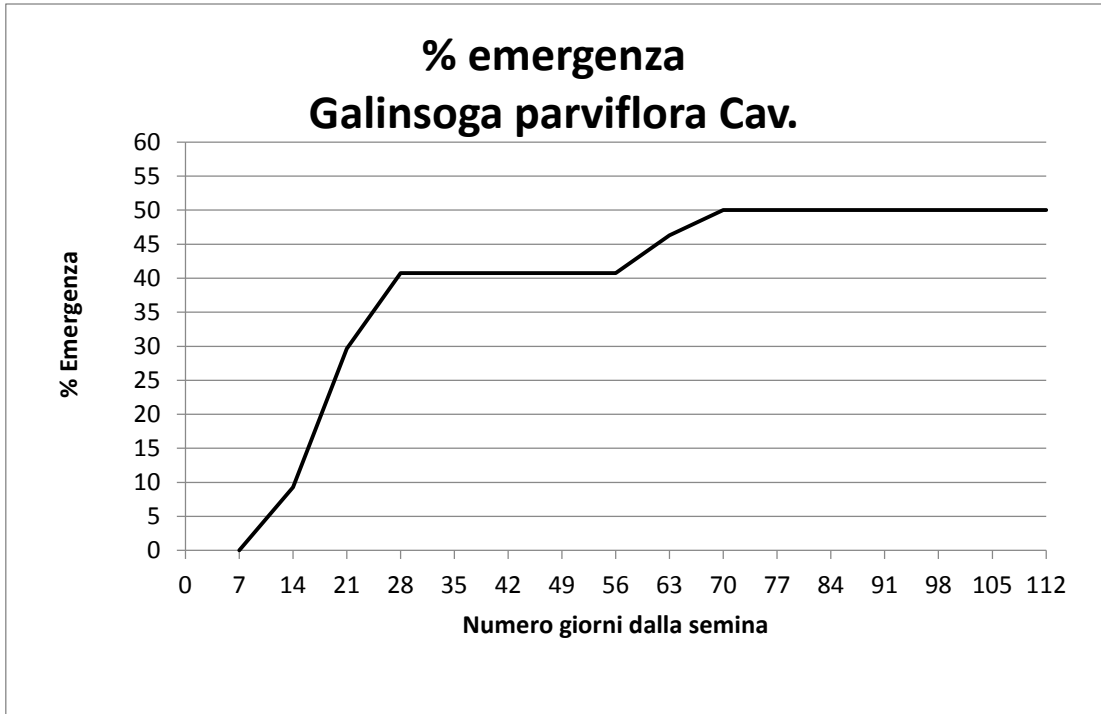


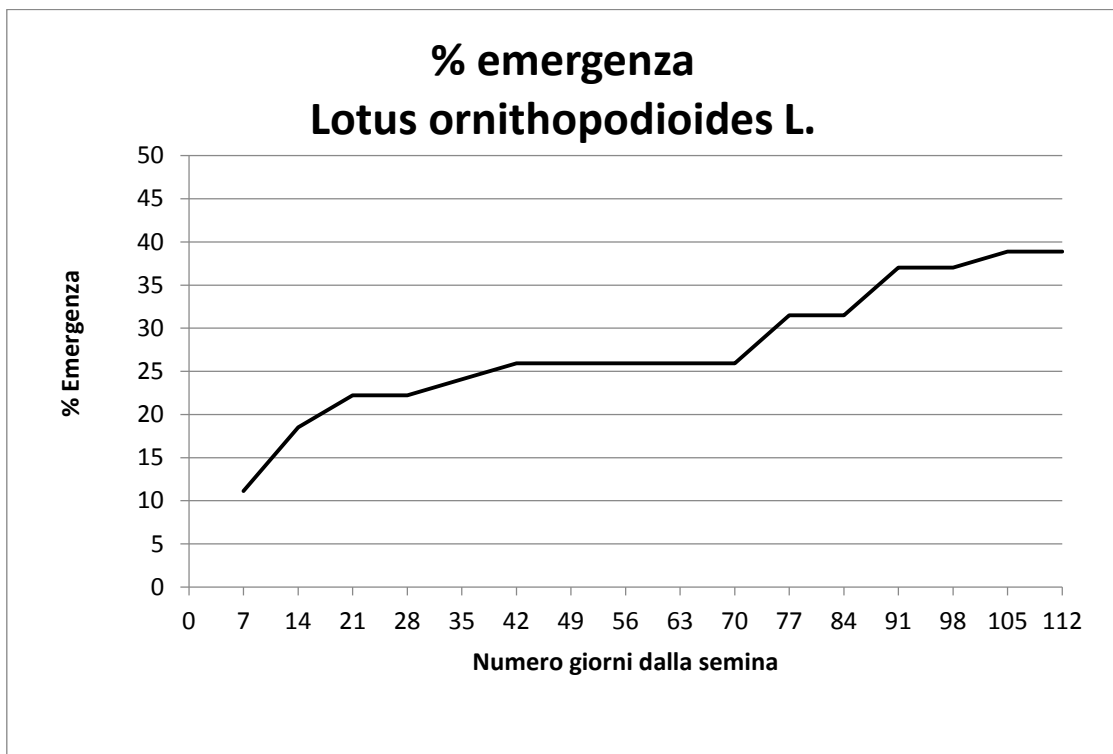
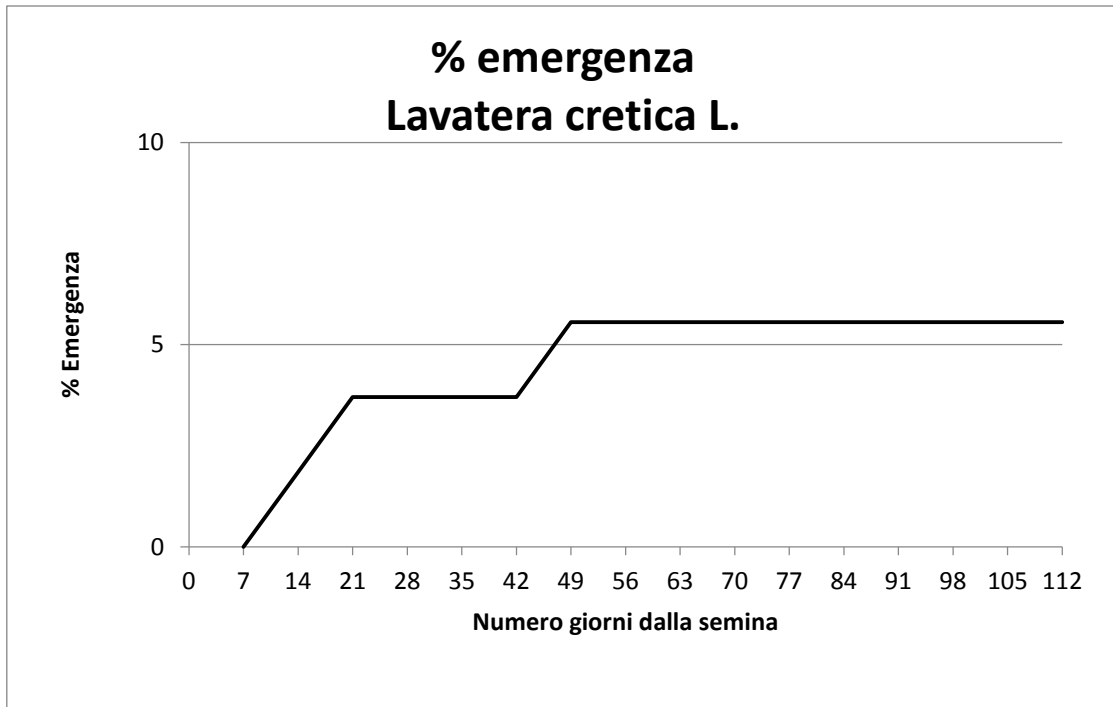


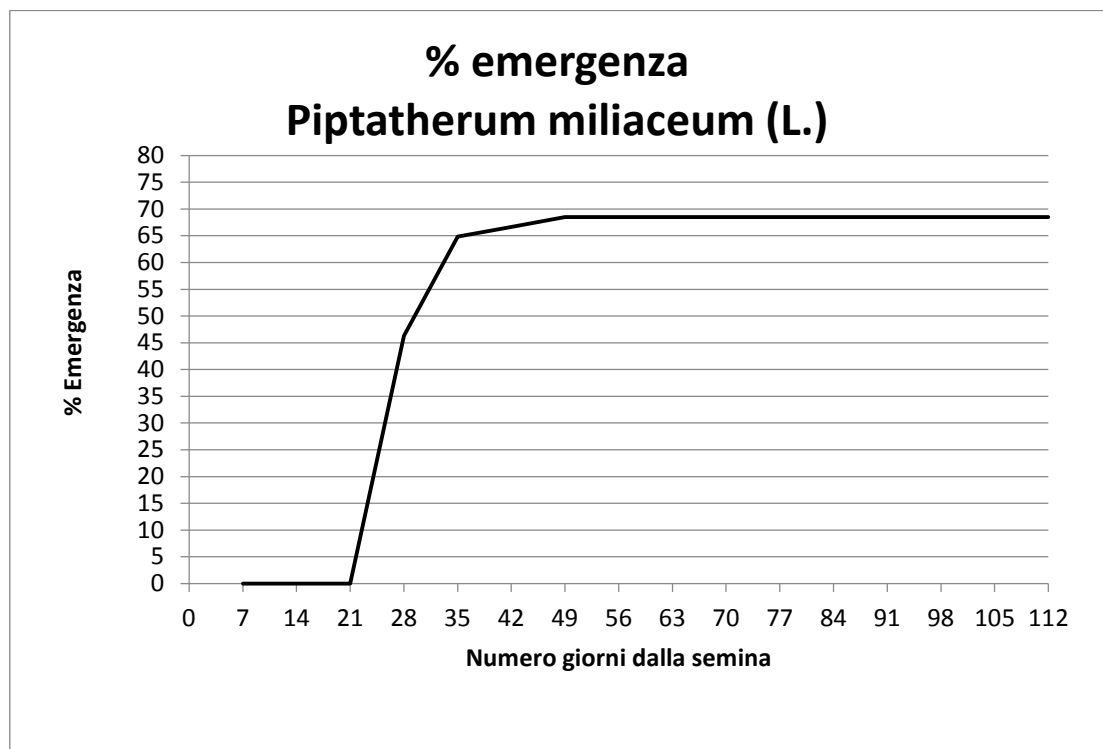
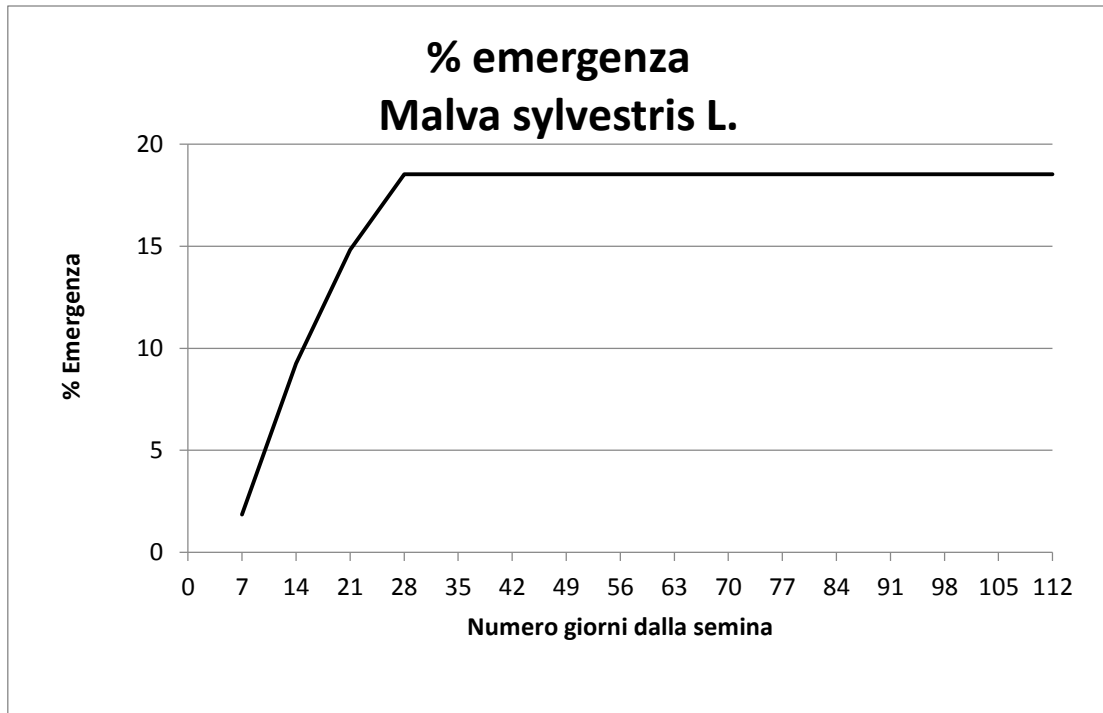


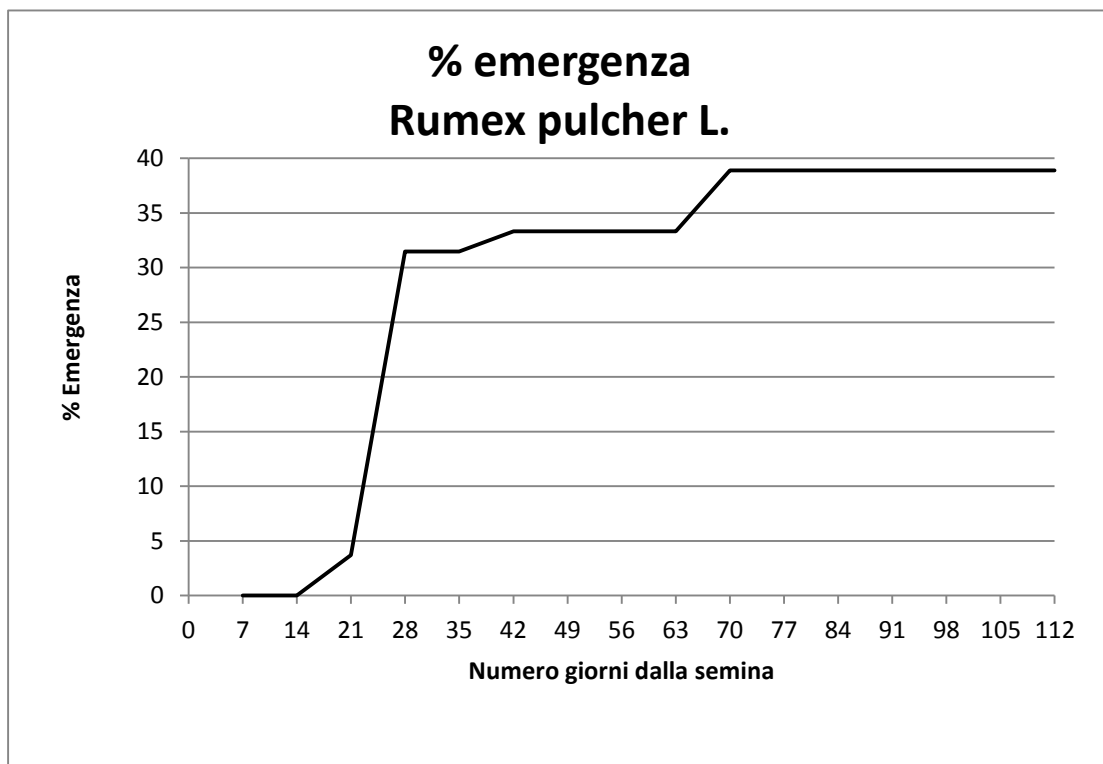
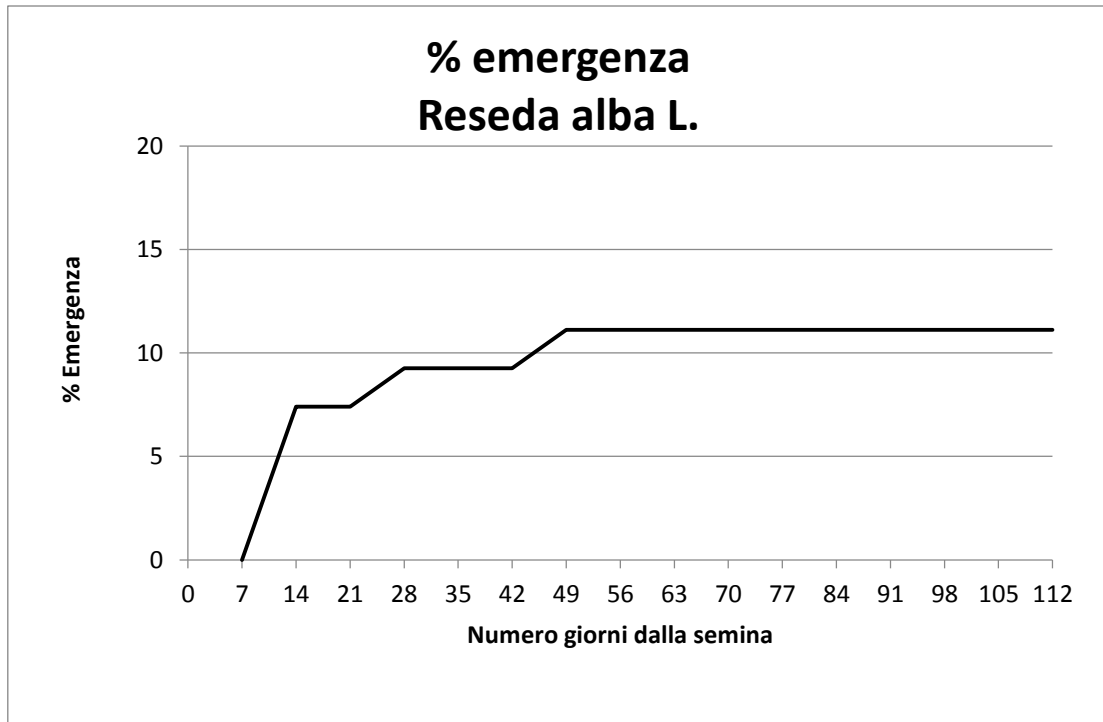


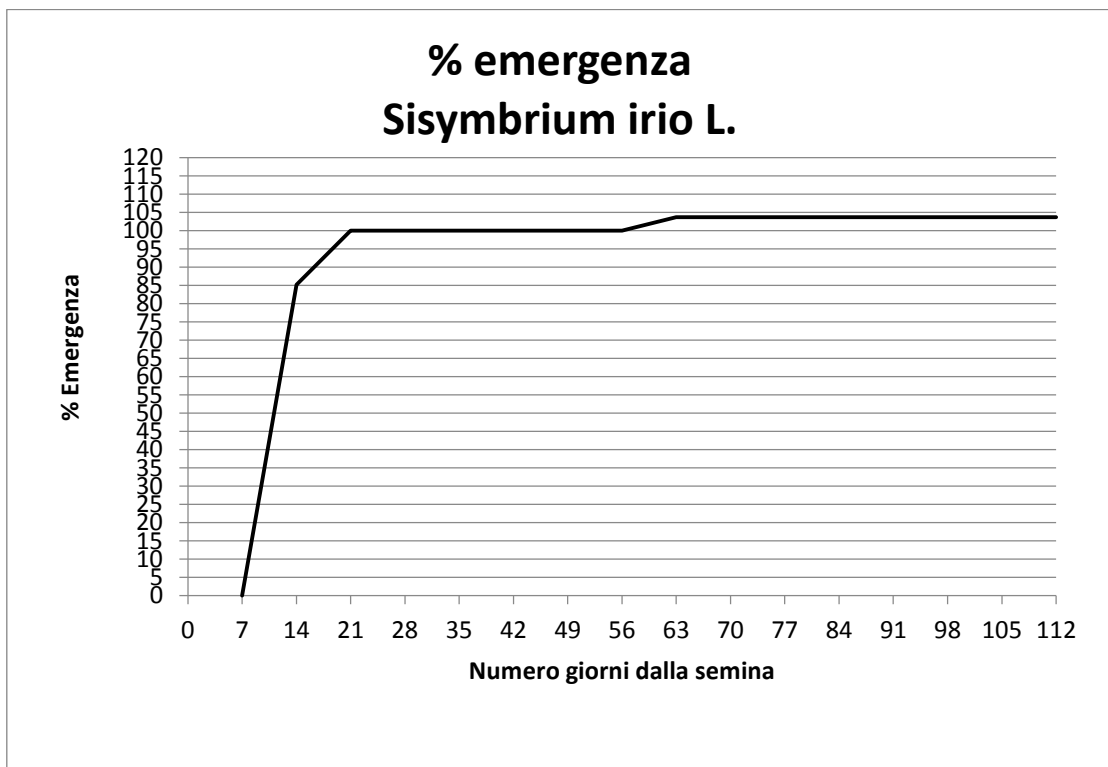


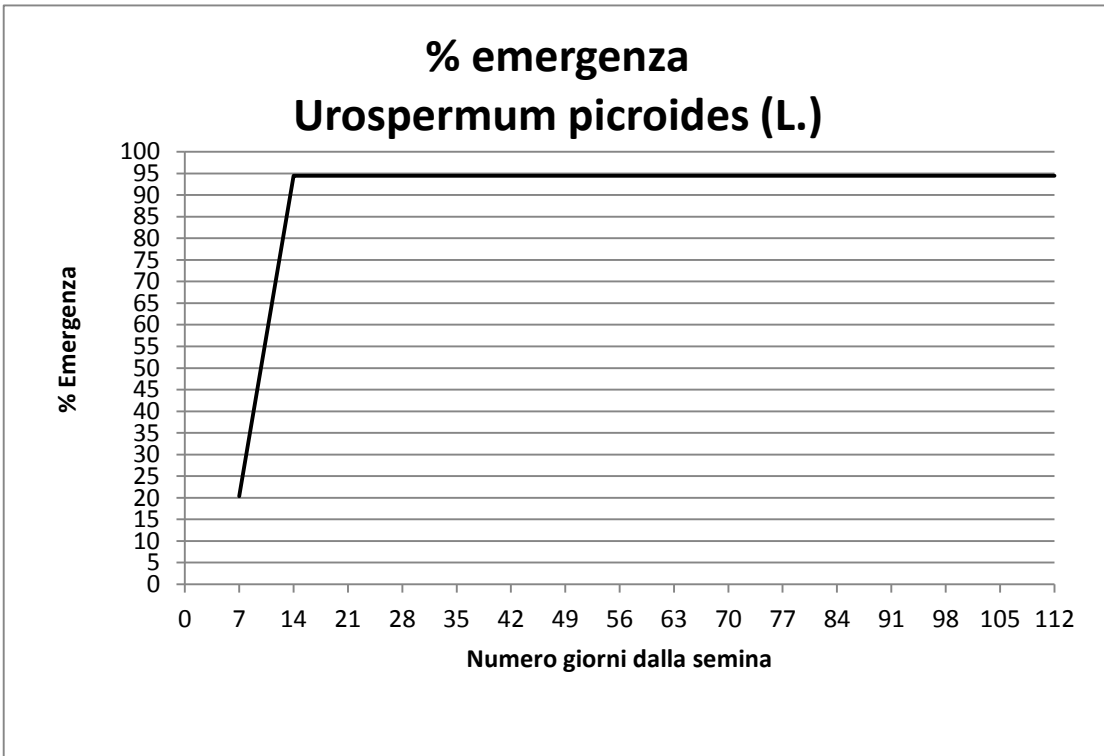
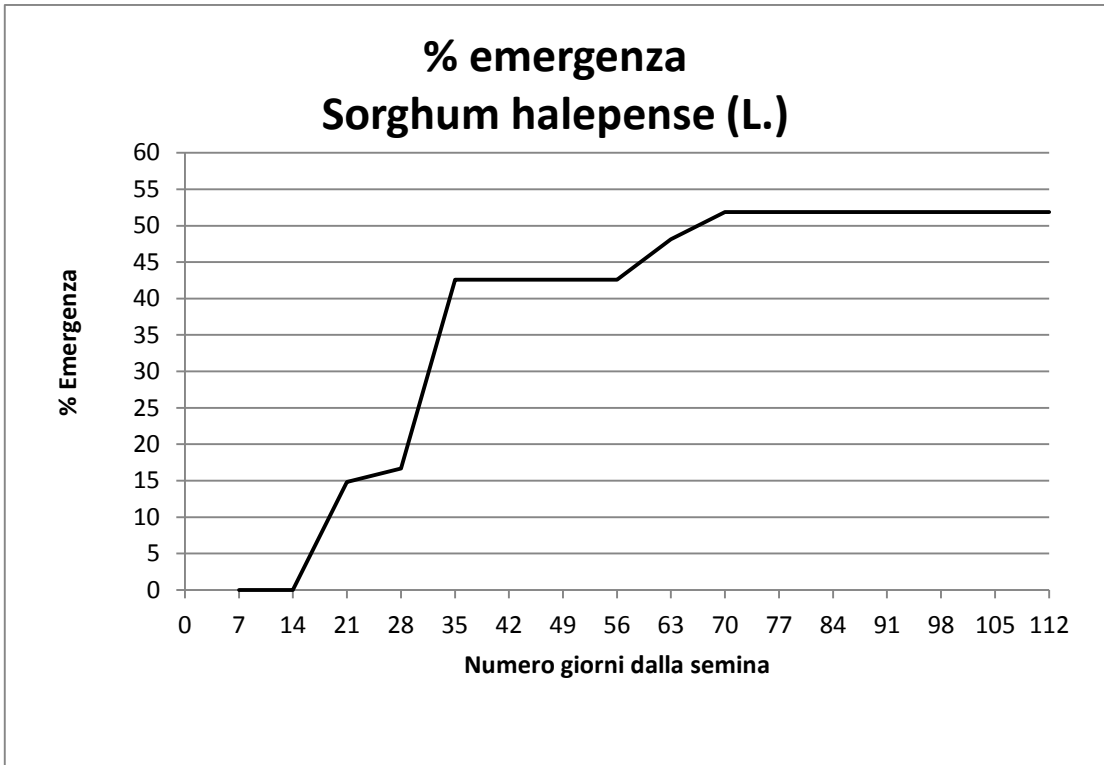












III FASE DI RICERCA:

8. CARATTERIZZAZIONE MORFO-BIOMETRICHE DI ALCUNE SPECIE ERBACEE SPONTANEE PER USI ORNAMENTALI.

8.1 Premessa

Gli ambienti creati dall'uomo includono un'ampia varietà di habitat, organismi e comunità. L'alterazione delle condizioni del suolo, del clima e dell'acqua influenza la distribuzione delle specie animali e vegetali nelle aree urbane. Generalmente l'intensità dell'impatto antropico aumenta passando dalla periferia al centro. Pertanto le varietà di specie nelle aree urbane spesso è molto superiore a quella delle aree suburbane. Grazie alle interessanti caratteristiche morfo-funzionali espresse da numerose specie osservate, si è ritenuto utile effettuare un'analisi dei materiali potenzialmente impiegabili per valutare l'idoneità all'impiego della singola specie ai fini ornamentali.

A tal proposito, si è delineata la terza linea di ricerca che ha riguardato la determinazione di alcune caratteristiche morfobiometriche (dimensioni longitudinali e trasversali della pianta, di fiori o infiorescenze, di foglie e frutti) di specie erbacee spontanee rinvenute all'interno dell'area urbana di Palermo, in particolare lungo Viale della Regione Siciliana, arteria viaria della città con l'obiettivo di individuare specie che sulla base di tali caratteristiche e principalmente di quelle che portano i fiori risultano idonee ai fini ornamentali (*wildflowers*).

8.2 Materiali e metodi

La prova sperimentale è stata articolata sempre all'interno dell'area urbano, di Palermo, lungo il Viale della Regione Siciliana (noto anche come Circonvallazione di Palermo), arteria viaria di scorrimento della città.

La strada attraversa il centro urbano di Palermo e rappresenta l'unica via di comunicazione veloce tra l'autostrada A19 Palermo-Catania e l'autostrada A29 Palermo-Mazara del Vallo. La sua lunghezza è di circa 12 chilometri.

L'indagine ha previsto diversi rilievi lungo i 12 km del viale secondo un gradiente di pressione antropica crescente in cui i fattori di impatto si spalmano partendo dalla zona più periferica (dove in genere si va affermando una presenza maggiore di spazi aperti e zone verdi) fino alla zona più interna (dove la pressione antropica è più pressante).

L'indagine ha previsto 9 stazioni di riferimento lungo una delle carreggiate laterali affiancata a quella autostradale. Sono state individuate 2 macro aree secondo gradiente di antropizzazione, in cui le prime 5 stazioni rientravano nell'area 1 (zona più periferica dell'arteria viaria a bassa e media intensità veicolare), mentre le rimanenti 4 stazioni rientravano nell'area 2 (zona interna dell'arteria ad alta intensità veicolare).

Lungo i bordi e i marciapiedi della suddetta strada sono state osservate e selezionate le piante spontanee per lo studio e la determinazione di alcune caratteristiche morfobiometriche.

Per l'identificazione del sito si è utilizzato un GPS Tomtom ONE per il rilevamento delle coordinate geografiche (espresse in sessadecimali) relative alle entità riscontrate durante i rilievi effettuati. Con una macchina digitale Pentax OPTIO70 si è proceduto all'acquisizione delle immagini relative all'ambiente di ritrovamento e alle diverse piante.

Su 5 individui omogenei per popolazione si è proceduto alla determinazione di alcune caratteristiche morfobiometriche (H pianta, dimensioni longitudinali e trasversali di fiori o infiorescenze, foglie e frutti o infruttescenze).

Per ogni specie è stata elaborata una scheda, con una breve descrizione della pianta, il nome scientifico, quello comune, la famiglia botanica di appartenenza, la forma biologica, il tipo corologico, il ciclo vitale, il periodo di antesi, il colore della infiorescenza, l'habitat e la sua distribuzione, mediante le stesse fonti utilizzate nelle precedenti prove (Pignatti, 1982; Conti *et al.*, 2005a; Giardina *et al.*, 2007).

Sulle specie più rappresentative e presenti in tutte le stazioni, è stato verificato l'andamento altresì delle caratteristiche morfobiometriche in rapporto al livello di antropizzazione, mediante "cluster analysis".

Le informazioni sulle caratteristiche morfobiometriche delle accessioni rilevate in situ non assumendo un valore assoluto, rappresentano indicazioni preliminari sulle quali basare una iniziale valutazione a uso ornamentale delle piante.

8.3 Risultati e discussioni

L'indagine ha interessato nel complesso 18 specie appartenenti a 13 famiglie botaniche diverse (Tab.8)

Tab.8 Prospetto delle specie analizzate

Famiglia	Specie
Acanthaceae	<i>Acanthus mollis L.</i>
Apiaceae	<i>Daucus carota L. subsp. carota</i>
Asteraceae	<i>Erigeron canadensis L.</i>
Asteraceae	<i>Glebionis coronaria (L.) Spach</i>
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus L.</i>
Brassicaceae	<i>Lobularia maritima L.</i>
Brassicaceae	<i>Sisymbrium officinale L.</i>
Caprifoliaceae	<i>Sixalix atropurpurea L.</i>
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis L.</i>
Fabaceae	<i>Bituminaria bituminosa (L.) C. H. Stirt.</i>
Malvaceae	<i>Malva sylvestris L.</i>
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia repens subsp. viscosa (Choisy) Maire</i>
Plantaginaceae.	<i>Plantago lanceolata L.</i>
Poaceae	<i>Avena fatua L.</i>
Poaceae	<i>Piptatherum miliaceum L.</i>
Poaceae	<i>Pennisetum setaceum L.</i>
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis L.</i>
Scrophulariaceae.	<i>Verbascum sinuatum L.</i>

Fra le famiglie più numerose vi sono le *Asteraceae* e le *Poaceae* con 3 specie ciascuno e le *Brassicaceae* con 2 specie.

Un primo elemento da sottolineare è che le specie oggetto di attenzione sono state rinvenute in contesti degradati, su substrati poveri e marginali.

L'indagine ha evidenziato una interessante biodiversità vegetale, che arricchisce la nostra città di elementi naturali a effetto ornamentale.

All'interno della macro area 1, zona altamente antropizzata, sono state, infatti, riscontrate delle piante con delle belle strutture sia del fiore che dei frutti come il *Sonchus oleraceus* e l'*Erigeron canadensis*, specie con infruttescenze vistose come quelle del *Plantago lanceolata*, di *Avena fatua* e di *Piptatherum miliaceum*, altre con abbondante fioritura di grande effetto estetico come il *Verbascum sinuatum*, e *Daucus carota L. subsp. carota* con le sue caratteristiche infiorescenze a ombrella, le infiorescenze vivaci dal colore rosso-purpureo della *Boerhavia repens subsp. viscosa* e la copiosa e colorata fioritura del *Convolvulus arvensis*.

Dall'analisi delle schede emerge come si tratta di piante caratterizzate da dimensioni diversificate, anche se sempre con elevata vistosità delle strutture fiorali. La taglia delle piante, rilevata, *in situ* è stata variabile dai pochi centimetri dell'*Anagallis arvensis* al metro e più del *Verbascum sinuatum*.

L'eterogeneità delle dimensioni delle piante ne ammettono usi differenziati: alcune di queste per il portamento prostrato e per i fusti ascendenti (*Anagallis arvensis*, *Lobularia maritima*, *Malva sylvestris*) si presterebbero utilizzare come *ground cover*; o per l'allestimento di rotatorie stradali; altre con taglia più elevata (*Acanthus mollis*, *Verbascum sinuatum* e le specie in genere appartenenti alla famiglia delle *Poaceae*) invece potrebbero essere impiegate in composizioni di airole spartitraffico laddove non vi siano problemi connessi con la visibilità per il guidatore.

L'altezza delle piante fortemente variabile autorizza a sostenere la fattiva possibilità d'impiego delle specie in combinazione diversa a seconda delle tipologie di aree da impiantare; queste potrebbero assicurare, infatti, composizioni a verde, ora con un aspetto tappezzante (5-10 cm), ora di statura media (20-50 cm), fino a potere formare dei veri e propri schermi (100-150 cm).

Le strutture riproduttive vivacemente colorate, molto evidenti in numerose specie, sono affidate a numerosi fiori singoli in *Anagallis arvensis*, *Convolvulus arvensis*, *Malva sylvestris*, o, caso più frequente, a infiorescenze.

Nonostante la flora mediterranea sia dominata in generale da strutture fiorali di colore giallo (come ad es. nelle specie di *Glebionis coronaria L.*, *Sonchus oleraceus L.*, *Sisymbrium irio L.*, *Verbascum sinuatum L.*), a causa della prevalente impollinazione entomofila (Barth, 1991; Menzel e Shmida, 1993; Chittka e Raine 2006), l'indagine ha messo in luce la fattiva possibilità di disporre di fiori di colori diversi, quale bianco (*Daucus carota L. subsp. carota*, *Lobularia maritima L.*), rosa (*Convolvulus arvensis L.*, *Sixalis atropurpurea L.*), lilla (*Malva sylvestris L.*) rosso purpureo (*Boerhavia repens subsp. viscosa (Choisy) Maire*), arancione (*Anagallis arvensis L.*), bianco-violaceo (*Acanthus mollis L.*), violetto (*Bituminaria bituminosa L.*).

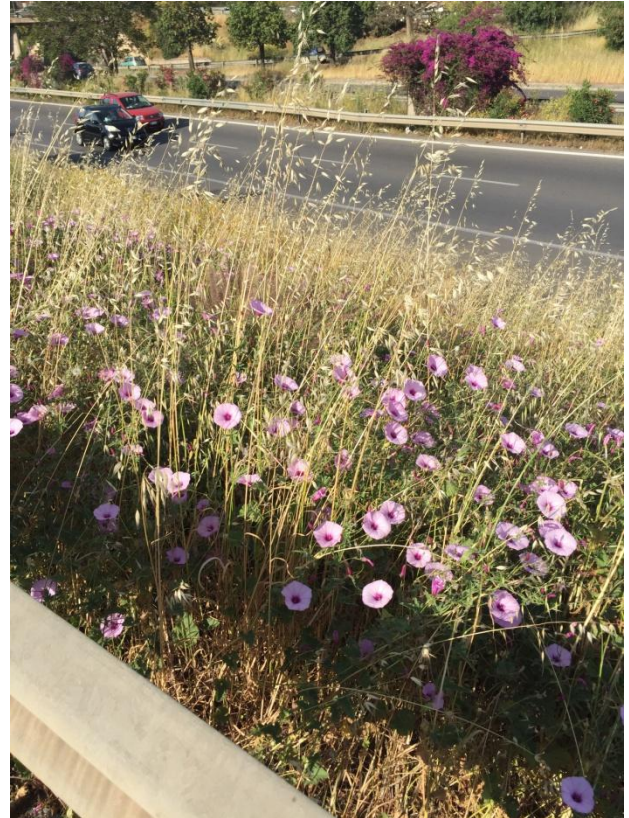
Se si analizzano le schede nel loro complesso, emerge chiaramente come tutte le specie individuate, almeno sulla base dei parametri morfologici, appaiono molto interessanti in vista di un possibile impiego quali *wildflowers*.

Talvolta le diverse specie si trovano in associazione con altre a formare impianti spontanei molto simili a quei prati fioriti cui si vorrebbe dare luogo (foto 3-4)

Foto 3 *Acanthus mollis* e *Ricinus communis* rinvenute a ridosso del marciapiede (G. Barone)



Foto 4 *Convolvulus arvensis* e *Avena fatua* rinvenute lungo il bordo stradale (G. Barone)



Dalle stazioni più periferiche a quelle più vicine ai centri abitati fortemente urbanizzati, bordi delle strade e marciapiedi sono spesso popolati da *Convolvulus arvensis* e *Avena fatua*, *Daucus carota* subsp. *carota*, *Sisymbrium officinale* e *Sisymbrium officinale*.

I rapporti fra queste entità andrebbero adeguatamente indagati per esaltare al meglio quelle relazioni di commensalismo favorevole che si instaurano naturalmente.

Di seguito vengono riportate le schede descrittive per ciascuna specie oggetto di studio.

Acanthus mollis L.

Nome comune: acanto comune

Famiglia: Acanthaceae

Descrizione: pianta erbacea perenne di notevoli dimensioni (50-120 cm), con lunghi fusti fioriferi sublegnosi ed eretti che si innalzano dal centro di grosse rosette di foglie. Foglie basali sparsamente villose nella pagina superiore, pubescenti sulle nervature della pagina sottostante e sul picciolo, lunghe fino a 80 cm, molto eleganti, hanno la lamina verde brillante, più scura di sopra, a contorno spatolato, pennatopartite con lobi profondamente inciso-dentati; le foglie superiori più piccole (1,5-4 x 1-2,5 cm), sessili, con profilo ovato-lanceolato, spinose all'apice. L'infiorescenza a spiga cilindrica densa con numerosi fiori che hanno il calice bilabiato con il labbro superiore violaceo, più grande, a forma di cappuccio. Corolla ridotta ad un solo labbro inferiore, trilobato, pubescente, di colore biancastro con venature purpuree. 4 stami arcuati saldati alla corolla, filamenti glabri, antere pelose nella parte inferiore, ovario supero, biloculare, ovoidale e peloso all'apice, stilo più lungo degli

stami. Al fianco dei fiori vi sono grandi brattee lunghe sino a 4 cm ovato-lanceolate con denti spinosi ai margini e all'apice. Il frutto è una capsula loculicida bivalve ad apertura esplosiva, con due grossi semi per loculo, bruno-nerastri che vengono proiettati a distanza.

Forma Biologica: H scap - Emicriptofita scaposa. Pianta perennante per mezzo di gemme poste a livello del terreno e con asse fiorale allungato, spesso privo di foglie.

Tipo corologico: Steno-Medit.-Occid. - Bacino occidentale del Mediterraneo, dalla Liguria alla Spagna ed Algeria.

Ciclo: perenne

Antesi: marzo – giugno

Colore infiorescenza: bianco con brattee violacee

Habitat: luoghi freschi, umidi e ombrosi, praterie e bordi stradali fino a 700m

Distribuzione in Italia: comune lungo le coste sia del territorio peninsulare che delle isole, penetrando sempre più nell'entroterra man mano che si procede verso sud. E' presente in Piemonte, Lombardia, Friuli-Venezia Giulia, Liguria, Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna

Note: viene da tempi remoti usata per decorare le zone ombrose e fresche dei giardini. Le sue foglie dai margini largamente frastagliati e con nervature molto pronunciate, sono di grande effetto decorativo, ed è per questo che la pianta ha trovato un vasto impiego nell'architettura antica, sia nel capitello corinzio, che nel capitello composito e nei fregi.

La pianta è stata rinvenuta lungo il bordo stradale in una piccola area abbandonata ombrosa in zona periferica a bassa intensità veicolare (Rilievo 1* 67m s.l.m.), insieme al *Ricinus communis* L. L'effetto ornamentale viene assicurato dall'imponente infiorescenza a spiga bianca e rossiccia quasi violacea e dall'eleganza del fogliame che assume una disposizione scultorea.

(Rilievo1*: coordin. geograf. N 38°10'45'' E 13°17'34'').

Parametro		media	min	Max	DS	C.V.
Dimensione infiorescenza(cm)	long	55,50	42,00	69,00	19,09	0,34
	trasv	6,25	5,50	7,00	1,06	0,17
Dimensione foglie (cm)	long	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	trasv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dimensione frutto (cm)	long	4,25	4,00	4,50	0,35	0,08
	trasv	1,40	1,40	1,40	0,00	0,00
altezza pianta	h pianta	87,00	62,00	112,00	35,36	0,41



Anagallis arvensis L.

Nome comune: centonchio dei campi

Famiglia: Primulaceae

Descrizione: terofita reptante, di colore verde cupo, alta 7-15 cm. I fusti sono esili, a sezione quadrata, molto ramosi e talvolta radicano ai nodi che poggiano sul terreno.

Le foglie sono ovate, appuntite, sessili e normalmente opposte. I fiori sono solitari ed ermafroditi, posti su lunghi peduncoli di 10-30 mm; la corolla è formata da 5 lobi ovati o ellittici, con bordo crenato-dentato di colore generalmente rosso mattone, più raramente azzurro, con un anello rosa fucsia molto intenso alla base degli stami, provviste di antere gialle. Il frutto è una capsula a pisside sferica che si apre orizzontalmente in due emisfere, permettendo la fuoriuscita di numerosi semi piccoli, di color marrone scuro o nero.

Forma biologica: T rept - Terofita reptante. Pianta annua con fusto strisciante sul terreno.

Tipo corologico: Euri-Mediterranea, divenuta sub cosmopolita

Ciclo: annuale

Antesi: aprile-ottobre

Colore fiore: rosso mattone

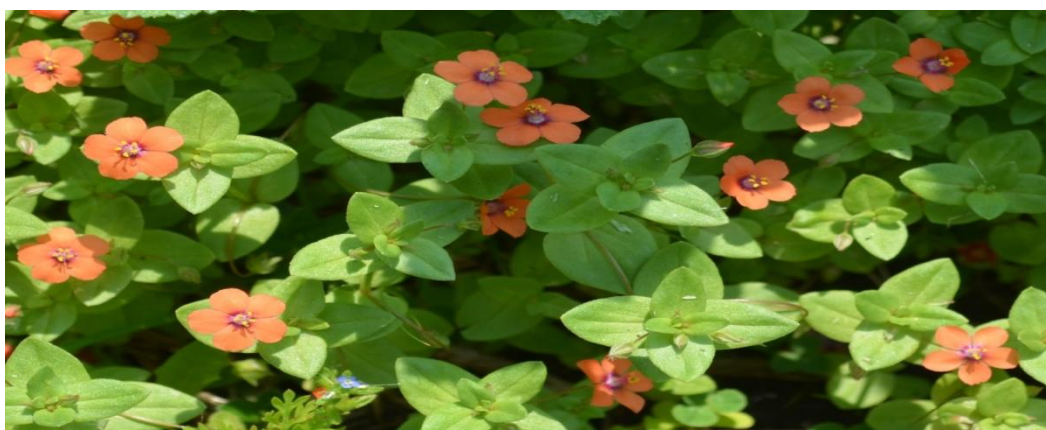
Habitat: garighe, incolti, campi, orti

Distribuzione in Italia: presente in tutta Italia

Note: la pianta è stata rinvenuta lungo il bordo stradale a ridosso del marciapiedi in una zona periferica a bassa intensità veicolare (Rilievo 0* 62m s.l.m.) insieme al *Piptatherum miliaceum subsp. miliaceum*. La specie nonostante abbia una modesta altezza si distingue per la bellezza dei suoi piccoli fiori colorati e il portamento tappezzante. Per la misura del frutto si è preso in considerazione la capsula fruttifera con all'interno i semi.

(Rilievo 0*: coordin. geograf. N 38°11'10'' E 13°17'15'')

Parametro		media	min	Max	DS	C.V.
Dimensione fiore (cm)	long	0,68	0,40	1,00	0,22	0,32
	trasv	0,70	0,40	1,00	0,21	0,30
Dimensione foglie (cm)	long	1,00	0,80	1,30	0,20	0,20
	trasv	0,64	0,50	0,90	0,15	0,24
Dimensione frutto(cm)	long	0,38	0,30	0,50	0,08	0,22
	trasv	0,34	0,30	0,40	0,05	0,16
altezza pianta	h pianta	4,28	3,50	5,00	0,58	0,14



Avena fatua L.

Nome comune: avena selvatica

Famiglia: Poaceae

Descrizione: pianta annua, alta fino ad 1 metro, con radice fascicolata e culmo (fusto) glabro, eretto e robusto. Foglie lineari a lamina larga fino a 8-10 mm, margine ciliato, ligula 3-5 mm. Infiorescenza a pannocchia di 10-30 cm, piramidale, ampia con rami patenti e in verticilli di 4-7, con spighe ppendenti nei rami inferiori. Ogni spighe lunga 18-30mm è costituita da 2-3 o più fiori fertili con glume subeguali, lemma glabrescente bidentato e resta dorsale attorcigliata e ginocchiata (3-5 cm). Il frutto è una cariosside.

Forma biologica: T scap - Terofita scaposa. Pianta annua con asse fiorale allungato, spesso privo di foglie.

Tipo corologico: Eurasiat. - Eurasiatiche in senso stretto, dall'Europa al Giappone.

Ciclo: annuale

Antesi: aprile-giugno

Colore infiorescenza: bianco

Habitat: specie calcifila, comune nei campi coltivati a cereali, margini di strade, lungo siepi in ambienti aridi, negli ambienti ruderali e incolti fino a 1800 m s.l.m.

Distribuzione in Italia: presente in tutta Italia

Note: la pianta, molto diffusa, è stata rinvenuta in tutti i rilievi effettuati nell'arteria stradale dalle zone più periferiche a quelle più urbanizzate, lungo i bordi stradali e i marciapiedi, isolata o in associazione ad altre specie quali *Piptatherum miliaceum L. subsp. miliaceum* o *Anagallis arvensis L.* o *Ricinus communis L.* o *Sonchus oleraceus L.* o *Plantago lanceolata L.* La capacità di crescere in differenti biotopi, insenature, marciapiedi, margini stradali, substrati poveri e l'aspetto piramidale dell'infiorescenza la rendono degna di interesse a scopo ornamentale. Per la misura della cariosside non si è presa in considerazione la resta.

Parametro		media	min	Max	DS	C.V.
Dimensione infiorescenza(cm)	long	28,36	15,50	45,50	7,98	0,28
	trasv	10,89	4,00	20,00	3,82	0,35
Dimensione foglie (cm)	long	10,79	4,00	21,00	4,45	0,41
	trasv	0,34	0,10	0,60	0,15	0,44
Dimensione frutto (cm)	long	2,66	1,90	5,00	0,55	0,21
	trasv	0,61	0,30	2,50	0,47	0,77
altezza pianta	h pianta	106,43	61,00	180,00	32,94	0,31



Bituminaria bituminosa (L.) C. H. Stirt.

Nome comune: trifoglio bituminoso

Famiglia: Fabaceae

Descrizione: erba perenne o suffrutice con caratteristico odore di bitume (che deriva dalle numerose ghiandole resinose sparse su tutto il suo corpo) e ricoperta di peli unicellulari, eretti e setosi, bianchi sulle foglie e sulla parte inferiore del fusto e bianchi e neri nell'infiorescenza, calice e frutto. Fusto scuro, striato, alto fino a 60 cm, ramoso ed eretto. Le foglie alterne, con stipole lanceolate e cuspidate, sono portate da un lungo picciolo (2-80 mm) angoloso e solcato, hanno il rachide di 3-17 mm che somiglia al picciolo e sono divise in tre foglioline ellittiche, due laterali opposte e una terminale più distanziata dalle laterali, tutte arrotondate all'apice, lucide e intere che misurano 1-2 x 3-5 cm. I fiori in numero di 15-25 sono raccolti in infiorescenze emisferiche del diametro di 2 – 3 cm, con brattee pelose e portate da un lungo peduncolo, hanno il calice campanulato, ispido con tubo più corto dei denti triangolari e ineguali (i due inferiori più lunghi) e setole argentine. Corolla vistosa, papilionacea, blu violacea o lilla e bianca, con vessillo stretto e allungato, ellittico, smarginato all'apice, ali acute all'apice e più lunghe della carena. Androceo diadelfo con 9 stami saldati a formare un tubo aperto ed 1 libero, antere ovoidali, glabre, basifisse e dorsifisse tutte della medesima dimensione. Ovario sericeo, stimma capitato. Il frutto è una camera allungata, di circa 2 cm, a forma di becco con numerose ghiandole nerastre, che sporge appena dal calice e che contiene un solo seme.

Forma Biologica: H scap – Emicriptofita scaposa. Pianta perennante per mezzo di gemme poste a livello del terreno e con asse fiorale allungato, spesso privo di foglie.

Tipo corologico: Euri-Medit. - Entità con areale centrato sulle coste mediterranee, ma con prolungamenti verso nord e verso est (areale tipico della Vite). Steno-Medit. - Entità mediterranea in senso stretto (con areale limitato alle coste mediterranee: area dell'Olivo).

Ciclo: perenne

Antesi: (aprile) maggio ÷ luglio

Colore infiorescenza: violaceo

Habitat: siepi, incolti, margini di strade, boscaglie su suoli non troppo aridi, fino a 1000m di quota.

Distribuzione in Italia: comune nelle regioni centromeridionali, rara o assente in quelle settentrionali. E' presente in Piemonte, Veneto, Liguria, Emilia Romagna, Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna.

Note: la pianta è stata rinvenuta al margine del marciapiede isolata in una zona periferica a media intensità veicolare (Rilievo 4* 75m s.l.m.). I fiori violacei vistosi sono attrattivi per l'entomofauna e costituiscono la parte di principale effetto ornamentale.

(Rilievo 4*: coordin. geograf. N 38°09'36'' E 13°18'44'')

Parametro		media	min	Max	DS	C.V.
Dimensione infiorescenza (cm)	long	2,25	2,00	2,50	0,35	0,16
	trasv	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00
Dimensione foglie (cm)	long	2,75	2,50	3,00	0,35	0,13
	trasv	0,45	0,40	0,50	0,07	0,16
Dimensione frutto (cm)	long	1,65	1,60	1,70	0,07	0,04
	trasv	0,40	0,30	0,50	0,14	0,35
altezza pianta	h pianta	102,50	97,00	108,00	7,78	0,08



Boerhavia repens subsp. viscosa (Choisy) Maire

Nome comune: boeravia strisciante vischiosa

Famiglia: Nyctaginaceae

Descrizione: pianta alta 50-100 cm, con fusti striscianti, pubescenti-ghiandolosi, ramosi, spesso lignificati alla base. Le foglie sono opposte, le maggiori con picciolo di 5-20 mm e lamina ovato-ellittica (17-25 X 20-27 mm), irregolarmente crenata o dentata sul bordo, arrotondata e spesso mucronata all'apice, ottusa o troncata alla base. Infiorescenze in glomeruli umbelliformi multiflori all'ascella delle foglie superiori, portati da un peduncolo comune di 1-2 cm, peduncoli fiorali clavati di 1 mm o meno. Le bratteole sono di 1 mm, con perianzio roseo o purpureo, pubescente-ghiandoloso (3 mm). Antocarpo fusiforme, obovato o clavato con apice arrotondato, 5 coste, peli ghiandolari su nervature e solchi.

Forma Biologica: Ch rept – Camefita reptante. Pianta con gemme perennanti poste a non più di 20 cm dal suolo e con portamento strisciante. T scap-Terofita scaposa.

Tipo corologico: Paleotrop. - Paesi della fascia tropicale in Africa ed Asia.

Ciclo: annuale

Antesi: giugno- novembre.

Colore infiorescenza: rosa, rosso purpureo

Habitat: terreni calpestati, bordi di strada (0-300 m slm).

Distribuzione in Italia: presente e molto comune in Sicilia e sporadica in Calabria.

Note: la pianta è stata rinvenuta isolata sul bordo stradale e addossata ai muri in zona periferica a bassa intensità veicolare (Rilievo 1*; 67m slm) e in zona urbana ad alta intensità veicolare (Rilievo 5*; 52m slm Rilievo 7*; 61m slm). La pianta occupa ampi spazi tendendo a svilupparsi in orizzontale grazie al suo habitus e colorando l'ambiente circostante con le sue vivaci infiorescenze. (Rilievo 1*: coordin. geograf. N 38°10'45'' E 13°17'34'')
 (Rilievo 5*: coordin. geograf. N 38°09'03'' E 13°19'25'')
 (Rilievo 7*: coordin. geograf. N 38°07'56'' E 13°19'48'')

Parametro		media	min	Max	DS	C.V.
Dimensione infiorescenza(cm)	long	0,57	0,40	0,70	0,11	0,19
	trasv	1,00	0,60	1,60	0,31	0,31
Dimensione foglie (cm)	long	3,74	2,60	4,80	0,95	0,25
	trasv	3,03	1,80	4,00	0,85	0,28
Dimensione frutto (cm)	long	0,87	0,70	1,00	0,14	0,16
	trasv	1,33	1,00	1,80	0,36	0,27
altezza pianta	h pianta	80,43	30,00	150,00	37,17	0,46



Convolvulus arvensis L.

Nome comune: vilucchio comune

Famiglia: Convolvulaceae

Descrizione: pianta perenne erbacea strisciante o rampicante, dal lungo rizoma fragile e biancastro, le cui radici vivono a lungo nel suolo e possono facilmente ricostruire l'intera pianta anche da un frammento minuscolo; i fusti sottili alla base, hanno sezione esagonale, sono glabri, striati, lunghi anche oltre 1 m, striscianti e se trovano sostegno rampicanti, generalmente levogiri. Le foglie sono alterne, picciolate, hanno lamina ovata o astata, margine intero, spesso ondulato ± revoluto, apice da ottuso a subacuto, talvolta mucronato. Le superiori di dimensioni minore, sono progressivamente lanceolate. I fiori sono portati da lunghi peduncoli con 2 brattee lineari ± opposte; spesso solitari ma a volte appaiati, sbocciano all'ascella delle foglie mediane, hanno sepali oblungi ad apice ottuso o

smarginato, ± pubescenti sul dorso; corolla Ø 3 cm circa, imbutiforme, da completamente biancastra o rosacea, più frequentemente con 5 screziature longitudinali bianche alterne ad altrettante di colore rosa; sulla faccia abassiale sono presenti ulteriori 5 screziature liguliformi rossastre, verdastre alla base 5 stami di diversa lunghezza con antere violette e sagittate; stimma diviso in 2 segmenti filiformi bianchi. La corolla dei fiori, dopo la fioritura effimera, cade tutta intera; i fiori emanano un leggero profumo di vaniglia, si aprono verso mattina, per richiudersi nel pomeriggio.

I frutti sono capsule globose appuntite e glabre, contengono quasi sempre 4 semi scuri. Specie che si moltiplica rapidamente per via vegetativa, con rigetti sotterranei e gemme avventizie.

Forma biologica: G rhiz - Geofite rizomatose. Piante con un particolare fusto sotterraneo, detto rizoma, che ogni anno emette radici e fusti avventizi.

Tipo corologico: Paleotemp. - Eurasiatiche in senso lato, che ricompaiono anche nel Nordafrica.

Ciclo: perenne

Antesi: aprile÷ottobre, ma con condizioni climatiche favorevoli, anche durate tutto l'arco dell'anno.

Colore fiore: bianco e/o rosato

Habitat: specie commensale autoctona, vegeta nei coltivi, siepi, incolti, prati, margini di strade, orti, giardini, recinzioni, aree antropizzate, predilige terreni argillosi ricchi di sostanze azotate; 0÷1.500 m s.l.m.

Distribuzione in Italia: molto comune in tutto il territorio.

Note: presenta una certa variabilità: in settentrione in ambienti umidi, prevalgono piante glabre o quasi, con corolla bianca o screziata di rosa all'esterno; al sud e nelle stazioni aride, prevalgono piante pelose con corolla spesso ± arrossata e talvolta fusto lignificato alla base; queste variabilità pare siano dovute agli adattamenti alle condizioni ambientali.

La pianta è stata rinvenuta in prossimità di reti di drenaggio idrico, lungo i bordi dei marciapiedi o a formare delle colonie monospecifiche o insieme alla specie *Plantago lanceolata* nella zona periferica (Rilievo 3* 62m slm); insieme all'*Avena fatua* (Rilievo 5* 52m slm) oppure a formare delle colonie monospecifiche nella zona urbana (Rilievo 8* 68m slm). L'effetto ornamentale viene assicurato dalla copiosa e colorata fioritura. Per la misura delle foglie sono state prese in considerazione le foglie superiori.

(Rilievo 3*: coordin. geograf. N 38°10'0,27'' E 13°18'13'')

(Rilievo 5*: coordin. geograf. N 38°09'03'' E 13°19'25'')

(Rilievo 8*: coordin. geograf. N 38°07'16'' E 13°19'43'')

Parametro		media	min	Max	DS	C.V.
Dimensione fiore (cm)	long	2,86	2,30	3,50	0,38	0,13
	trasv	2,86	2,30	3,50	0,38	0,13
Dimensione foglie (cm)	long	2,28	1,80	3,10	0,47	0,21
	trasv	0,99	0,60	1,80	0,45	0,45
Dimensione frutto (cm)	long	0,69	0,50	1,00	0,16	0,23
	trasv	0,69	0,50	1,00	0,16	0,23
altezza pianta	h pianta	17,25	10,00	26,00	5,80	0,34



Daucus carota L. subsp. carota

Nome comune: carota selvatica

Famiglia: Apiaceae

Descrizione: pianta bienne, o annua, \pm ispida, con radice lunga a fittone di colore giallastro, carnosa, fusiforme, ramosa; fusti generalmente eretti, pelosi, raramente glabri, a volte striati, semplici e leggermente ramosi nella parte superiore. Altezza sino a 80 cm. Tutta la pianta, se stropicciata emana il caratteristico odore di carota. Ha un aspetto molto variabile con portamento compatto oppure slanciato ed espanso. Le foglie sono di aspetto variabilissimo, le inferiori hanno segmenti ovali inciso-dentati, le superiori sono divise in lacinie lineari. Le infiorescenze sono ad ombrella composta di dimensioni variabili. I piccoli fiori hanno petali bianchi, a volte rosa, il centrale porpora nerastro. Le brattee distese durante la fioritura, si piegano a palla al momento della fruttificazione. I frutti sono acheni ellittici, con coste principali setolose e coste secondarie munite di aculei a punta generalmente.

Forma Biologica: H bienn - Emicriptofita bienne. Pianta a ciclo biennale con gemme poste a livello del terreno.

Tipo corologico: Paleotemp. - Eurasiatiche in senso lato, che ricompaiono anche nel Nordafrica, divenuta subcosmopolita.

Ciclo: biennale o annuale

Antesi: aprile÷ottobre.

Colore infiorescenza: bianco

Habitat: incolti, prati, lungo le strade, in genere negli ambienti assolati, aridi e sassosi da 0÷1.400 m.

Distribuzione in Italia: presente in tutto il territorio.

Note: antenata della carota commestibile era conosciuta sin dall'antichità. Poche sono le notizie storiche della pianta, ma è noto che greci, latini, slavi e germani, l'apprezzavano soprattutto per il profumo aromatico.

La pianta è stata rinvenuta in tutti i rilievi effettuati nella zona periferica a bassa e media intensità veicolare lungo i margini stradali, terreni rocciosi abbandonati lungo la carreggiata, spesso su substrati di riporto. L'effetto ornamentale viene assicurato dalla copiosa, scalare e prolungata fioritura. E' stato possibile ammirare il particolare gioco di colore bianco-rosa violaceo che è scaturito dall'accostamento naturale con la specie *Sixalix atropurpurea* L. e la poacea *Piptatherum miliaceum* subsp. *miliaceum*. Altre associazioni si sono osservate con il *Sonchus oleraceus* L. e il *Pennisetum setaceum* e anche con il *Symbrium officinale* L. Nell'area urbana la pianta è stato rinvenuta lungo i marciapiedi, isolata (Rilievo 8* 68m slm) ma anche associata con una delle seguenti specie *Piptatherum miliaceum* subsp. *miliaceum* (Rilievo 5* 52m slm), *Sonchus oleraceus* L., *Ailanthus altissima* (Mill), *Verbascum sinuatum* L. (Rilievo 7*; 61m slm). Per la misura delle foglie sono state prese in considerazione le foglie inferiori.

(Rilievi da 0 a 4; area periferica a bassa e media intensità veicolare).

(Rilievo 5*: coordin. geograf. N 38°09'03'' E 13°19'25'')

(Rilievo 7*: coordin. geograf. N 38°07'56'' E 13°19'48'')

(Rilievo 8*: coordin. geograf. N 38°07'16'' E 13°19'43'')

Parametro		media	min	Max	DS	C.V.
Dimensione infiorescenza(cm)	long	4,82	3,00	8,00	1,21	0,25
	trasv	5,11	3,00	8,20	1,28	0,25
Dimensione foglie (cm)	long	4,41	2,00	7,00	1,35	0,30
	trasv	2,44	1,00	4,00	0,78	0,32
Dimensione infruttescenza (cm)	long	4,40	2,20	7,00	1,14	0,26
	trasv	4,66	2,20	7,50	1,19	0,26
altezza pianta	h pianta	80,71	28,00	120,00	22,10	0,27



Erigeron canadensis L.

Nome comune: saeppola canadese

Famiglia: Asteraceae

Descrizione: pianta erbacea annuale o biennale, pelosa, ispida, con radice fittonante, alta 30-80 fino a 150 cm. Fusto cilindrico, eretto, semplice o ramificato all'infiorescenza, si eleva subito dopo della comparsa della rosetta basale costituita da foglie ovali-allungate e nettamente picciolate, intere o con qualche dente aguzzo. Le foglie cauline sono lanceolate, vellutate di corti peli e con ciglia rade sul margine e sul picciolo che diventa sempre più piccolo e scompare a media altezza e in alto. Fiori numerosissimi (fino a oltre 200 per capolino) e profumati, i tubolari centrali biancastri o giallognoli, quelli ligulati periferici, poco più grandi dei tubolari di colore bianco o appena rosato, sono raggruppati in piccoli capolini cilindrici di 3-4 mm a formare una grossa pannocchia terminale densa e ramificata. L'involucro è campanulato con brattee disposte in tre serie, lanceolate, subglabre o appena pubescenti che hanno il margine pergamenaceo e sono lunghe quanto i fiori ligulati e talvolta anche più. Il frutto è un achenio di 1-1,5 mm ricoperto da una pelosità breve e sormontato da un pappo tre volte più lungo., con numerose setole di colore bianco sporco.

Forma Biologica: T scap - Terofite scapose. Piante annue con asse florale allungato, spesso privo di foglie

Tipo corologico: avv. (N-Americ. - America del Nord)

Ciclo: annuale

Antesi: giugno - settembre

Colore infiorescenza: bianco giallastro

Habitat: vegeta nei campi abbandonati, bordi stradali, dune sabbiose, praterie, muri e macereti fino a 600 m.

Distribuzione in Italia: presente in tutto il territorio

Note: la pianta è stata rinvenuta isolata sul margine stradale, accostata ai muri e sotto i marciapiedi nell'area periferica a media intensità veicolare (Rilievo 3* 62m slm; Rilievo 4* 75m s.l.m.) e nell'area urbana ad alta intensità veicolare (Rilievo 6* 35m slm; Rilievo 7* 61m slm; Rilievo 8* 68m slm). La fioritura e la presenza dei frutti dotati di organi di voli la rende interessante dal punto di vista ornamentale.

(Rilievo 3*: coordin. geograf. N 38°10'0,27'' E 13°18'13'')

(Rilievo 4*: coordin. geograf. N 38°09'36'' E 13°18'44'')

(Rilievo 6*: coordin. geograf. N 38°08'27'' E 13°19'55'')

(Rilievo 7*: coordin. geograf. N 38°07'56'' E 13°19'48'')

(Rilievo 8*: coordin. geograf. N 38°07'16'' E 13°19'43'')

Parametro		media	min	Max	DS	C.V.
Dimensione fiore(cm)	long	0,77	0,40	1,20	0,24	0,31
	trasv	0,77	0,40	1,20	0,24	0,31
Dimensione foglie (cm)	long	3,99	2,40	7,00	1,37	0,34
	trasv	0,30	0,20	0,70	0,16	0,55
Dimensione infruttescenza (cm)	long	0,97	0,60	1,30	0,21	0,21
	trasv	0,97	0,60	1,30	0,21	0,21
altezza pianta	h pianta	55,00	33,00	130,00	24,18	0,44



Glebionis coronaria (L.) Spach

Nome comune: crisantemo giallo

Famiglia: Asteraceae

Descrizione: pianta annuale di 20-60 cm con un forte odore aromatico; fusti eretti, glabri e molto ramificati. Le foglie, di colore verde chiaro, sono sessili, bipennatopartite divise in lobi lanceolati, quelli di secondo ordine spesso dentati. Infiorescenza a capolini di 30-50 mm su peduncoli ingrossati all'apice, formati da un disco centrale di flosculi tubulosi giallo-aranciati, circondati da ligule di colore giallo o bianco-giallo o parzialmente aranciate; squame del calice ovali, spesso con bordi nerastri. I frutti sono acheni.

Forma Biologica: T scap - Terofite scapose. Piante annue con asse fiorale allungato, spesso privo di foglie.

Tipo corologico: Steno-Medit. - Entità mediterranea in senso stretto (con areale limitato alle coste mediterranee: area dell'Olivio).

Ciclo: annuale

Antesi: aprile- agosto

Colore infiorescenza: giallo

Habitat: Cresce nei campi coltivati, negli incolti, lungo i bordi stradali, nei ruderi, in zone soleggiate, dal piano fino a 600 m.

Distribuzione in Italia: presente in tutte le regioni dell'Italia centro-meridionale (salvo che in Umbria), in Liguria, Emilia-Romagna e Friuli Venezia Giulia, ma più frequente nell'Italia mediterranea.

Note: La specie è stata rinvenuta tra gli incolti nella zona periferica a bassa intensità veicolare (Rilievo 0*; 62m s.l.m.) associata con la specie *Daucus carota subsp. carota*, formando un accostamento naturale bianco-giallo di particolare effetto e anche tra il *Pennisetum setaceum* e il *Piptatherum miliaceum subsp. miliaceum*. Le peculiari caratteristiche di adattamento a substrati poveri, la fioritura scalare e l'habitus di crescita permettono a questa specie di abbellire diversi angoli abbandonati delle strade di periferia. La vistosità delle singole infiorescenze e l'elevato numero contemporaneamente presente ne determina l'effetto ornamentale. Per la misura del frutto è stata presa in considerazione l'infruttescenza, non il singolo achenio.

(Rilievo 0*: coordin. geograf. N 38°11'10'' E 13°17'15'')

Parametro		media	min	Max	DS	C.V.
Dimensione infiorescenza(cm)	long	2,10	2,00	2,20	0,14	0,07
	trasv	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00
Dimensione foglie (cm)	long	3,90	3,30	4,50	0,85	0,22
	trasv	1,00	0,70	1,30	0,42	0,42
Dimensione infruttescenza (cm)	long	0,65	0,60	0,70	0,07	0,11
	trasv	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00
altezza pianta	h pianta	38,00	35,00	41,00	4,24	0,11



Lobularia maritima (L.) Desv

Nome comune: filigrana comune

Famiglia: Brassicaceae

Descrizione: : pianta perenne alta 15-40 cm con una radice sotterranea robusta a volte anche molto allungata. Fusti legnosi alla base, ascendenti, glabri e molto ramificati. Foglie piccole, semplici, le basali spatolate, le cauline, alterne, lanceolato-lineari, intere con apice acuto e base spesso più o meno attenuata in una specie di picciolo, tutte di un colore verde-grigiastro tomentoso dovuto alla loro pelosità. Fiori ermafroditi, dal gradevole profumo di miele, nascono all'apice dei rami fioriferi, raccolti in infiorescenze nude o poco fogliose, dense a racemo, hanno il calice con 4 sepali di 1 mm, la corolla con 4 piccoli petali suborbicolari di 2-3 mm, generalmente di colore bianco, ma anche bianco-giallastri o con screziature rosa, 6 stami tetradinami, cioè 4 lunghi e 2 laterali più corti, antere di colore giallo e un piccolo pistillo posto all'interno del fiore e poco visibile. I frutti sono siliquette sferiche del diametro di 3-4 mm con all'interno due semi circolari (uno per loggia), piatti con diametro di 1-2 mm e colore bruno scuro. Dopo l'inseminazione i setti persistono a lungo sul fusto.

Forma Biologica: Ch suffr - Camefite suffruticose. Piante con fusti legnosi solo alla base, generalmente di piccole dimensioni.

H scap - Emicriptofite scapose. Piante perennanti per mezzo di gemme poste a livello del terreno e con asse fiorale allungato, spesso privo di foglie.

Tipo corologico: Steno-Medit. - Entità mediterranea in senso stretto (con areale limitato alle coste mediterranee: area dell'Olivo).

Ciclo: perenne

Antesi: fiorisce tutto l'anno.

Colore infiorescenza: bianco

Habitat: campi coltivati, muri, terreni rocciosi e sabbiosi, spiagge, dune e macereti fino a 300 m di altezza s.l.m.

Distribuzione in Italia: presente in tutto il territorio

Note: fiorisce per tutta l'estate senza interruzione sopportando bene le alte temperature. Abbondantemente coltivata per la continua fioritura ed il suo profumo.

La pianta è stata rinvenuta tra gli incolti e sui bordi interni dei marciapiedi e dei bordi stradali nell'area periferica a bassa intensità veicolare tendendo a formare delle colonie sparse monospecifiche (Rilievo 1*; 67m s.l.m.) o accostamenti naturali con il *Daucus carota subsp.carota* o con il *Pennisetum setaceum* (Rilievo 0*; 62m s.l.m.). Per la misura delle foglie sono state prese in considerazione le foglie cauline.

(Rilievo 0*: coordin. geograf. N 38°11'10'' E 13°17'15'')

(Rilievo 1*: coordin. geograf. N 38°10'45'' E 13°17'34'').

Parametro		media	min	Max	DS	C.V.
Dimensione fiore(cm)	long	1,50	1,20	1,90	0,23	0,15
	trasv	1,30	1,00	1,90	0,33	0,25
Dimensione foglie (cm)	long	1,70	1,20	2,00	0,37	0,22
	trasv	0,25	0,20	0,30	0,05	0,22
Dimensione frutto (cm)	long	0,27	0,20	0,30	0,05	0,19
	trasv	0,17	0,10	0,20	0,05	0,31
altezza pianta	h pianta	23,83	20,00	30,00	4,54	0,19



Malva sylvestris L.

Nome comune: malva selvatica

Famiglia: Malvaceae

Descrizione: pianta perenne raramente annua, di aspetto erbaceo, pubescente, con fusti robusti, striati, ispidi, molto ramificati, legnosi alla base. Strisciante oppure eretta raggiunge generalmente i 60 cm di altezza, ma talvolta è dotata di steli che possono raggiungere 1,5 m di lunghezza. La lunga e carnosa radice fittonante, nel primo anno, produce una rosetta di foglie basali dal lungo picciolo, palmato-lobate, le cauline sono stipolate, profondamente divise, alterne, con lamina fogliare pubescente, pentalobate, palminervie a margine crenato. All'ascella delle foglie cauline crescono i fiori, solitari o raggruppati 2÷6, hanno lungo peduncolo, il calicetto è costituito da 3 piccole brattee, calice a cinque sepali triangolari, la corolla è formata da 5 petali bilobati, di color rosa-violaceo con striature più scure, numerosi stami con filamenti saldati. I carpelli sono 10÷12, disposti a verticillo. I frutti sono poliacheni circolari, glabri o pubescenti, appiattiti sul dorso e reticolati; si dissolvono in 15-18 mericarpi.

Forma Biologica: : H scap - Emicriptofite scapose. Piante perennanti per mezzo di gemme poste a livello del terreno e con asse fiorale allungato, spesso privo di foglie.

Tipo corologico: Eurosiber. - Zone fredde e temperato-fredde dell'Eurasia. Subcosmop. - In quasi tutte le zone del mondo, ma con lacune importanti: un continente, una zona climatica, etc.

Ciclo: perenne

Antesi: marzo- luglio.

Colore infiorescenza: lilla

Habitat: Incolti, luoghi calpestati, ambienti ruderali, ai margini delle strade, frequente anche nei campi e nei prati; 0÷1.600 m s.l.m

Distribuzione in Italia: comune in tutto il territorio

Note: la pianta è stata rinvenuta isolata al margine della strada nella zona periferica a media intensità veicolare (Rilievo 3*; 62m slm). L'effetto ornamentale viene assicurato dal vivace e colorato fiore. Per la misura delle foglie sono state prese in considerazione le foglie cauline.

(Rilievo 3*: coordin. geograf. N 38°10'0,27'' E 13°18'13'')

Parametro		media	min	Max	DS	C.V.
Dimensione fiore(cm)	long	4,40	4,40	4,40	0,00	0,00
	trasv	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00
Dimensione foglie (cm)	long	1,50	1,50	1,50	0,00	0,00
	trasv	1,10	1,10	1,10	0,00	0,00
Dimensione frutto (cm)	long	0,80	0,80	0,80	0,00	0,00
	trasv	0,80	0,80	0,80	0,00	0,00
altezza pianta	h pianta	10,00	10,00	10,00	0,00	0,00



Pennisetum Setaceum (Forssk.) Chiov.

Nome comune: pennisetto allungato

Famiglia: Poaceae

Descrizione: emicriptofita cespitosa di 30-120 cm di altezza, con culmi ascendenti, alla base avvolti da guaine squamiformi. Le foglie verdi, strette, raccolte a ciuffi, ruvide e lineari presentano guaina superiormente barbata sul margine. La spiga è lunga e sottile, generalmente rosa scuro-violacea e gradatamente schiarisce con la maturazione, creando così una varietà di colore sulla stessa pianta. Le spighe subsessili su denti alterni del rachide sono circondate da un ciuffo di setole. I fiori sono 2, di cui l'inferiore sterile; antere violette. I fiori sono raccolti in infiorescenze a pannocchie compatte e piumose, sericee. Il frutto è una cariosside contenente un seme con endosperma ricco di amido.

Forma Biologica: H caesp (Pianta erbacea perenne, cespitosa)

Tipo corologico: Paleo-subtropicale, naturalizzata

Ciclo: perenne

Antesi: maggio-giugno

Colore infiorescenza: rosa violaceo

Habitat: incolti aridi

Distribuzione in Italia: presente in Sicilia, Calabria, Sardegna e Puglia

Note: Pianta alloctona che si è spontaneizzata in diverse aree di Palermo, è stata rinvenuta in tutte le stazioni. Solitamente si trova ai margini delle strade, sui cordoli stradali, insenature, marciapiedi. Tende a formare eleganti cespugli rotondeggianti di evidente valore ornamentale e anche degli accostamenti naturali con il *Daucus carota subsp. carota* o con l'*Acanthus mollis* rilevati in area periferica (Rilievo 4* 75m s.l.m.). Per la misura del frutto si sono presi in considerazione lemma e palea avvolgenti la cariosside.

(Rilievo 4*: coordin. geograf. N 38°09'36'' E 13°18'44'')

Parametro		media	min	Max	DS	C.V.
Dimensione infiorescenza(cm)	long	18,35	12,00	26,00	3,57	0,19
	trasv	1,75	0,50	2,50	0,52	0,30
Dimensione foglie (cm)	long	29,77	9,50	73,00	19,26	0,65
	trasv	0,22	0,10	0,30	0,06	0,28
Dimensione frutto (cm)	long	2,72	1,40	4,00	0,66	0,24
	trasv	0,33	0,10	0,70	0,19	0,56
altezza pianta	h pianta	94,48	39,00	124,00	21,88	0,23



Piptatherum miliaceum (L.) Coss. subsp. miliaceum

Nome comune: miglio multifloro

Famiglia: Poaceae

Descrizione: emicriptofita cespitosa perennante per mezzo di gemme poste a livello del terreno e con aspetto di ciuffi serrati. Antecio con cariosside glabra, ovoidi di 1,5-1,7 x 0,8 mm e ilo lineare lungo 1/2 della cariosside. Spighe uniflore, ellittiche, dorsalmente compresse peduncolate che si disarticolano sopra le glume e sotto il fiore. Glume persistenti paglierine di 3-3,5 mm. Lemma ovato di 2,5 mm con resta capillare di 3-5 mm spesso precocemente caduca .

Forma Biologica: H caesp (Pianta erbacea perenne, cespitosa)

Tipo corologico: Steno-Medit.

Ciclo: perenne

Antesi: aprile-settembre

Colore infiorescenza: bianco-dorato

Habitat: incolti aridi

Distribuzione in Italia: presente in tutto il territorio tranne in Piemonte e Aosta

Note: la pianta, molto comune, è stata rinvenuta in tutti i rilievi effettuati nell'arteria stradale dalle zone più periferiche a quelle più urbanizzate, lungo i bordi stradali e i marciapiedi, isolata o in associazione ad altre specie quali *Pennisetum setaceum* o *Daucus carota subsp. carota* o *Sonchus oleraceus* o *Avena fatua*.

La capacità di crescere nelle insenature sotto il marciapiede, su substrati poveri, l'aspetto esile, elegante e soprattutto di un bel colore dorato delle spighe la rendono degna di interesse a scopo ornamentale.

Per la misura del frutto si sono presi in considerazione lemma e palea avvolgenti la cariosside.

Parametro		media	min	Max	DS	C.V.
Dimensione infiorescenza(cm)	long	23,99	12,50	35,00	6,20	0,26
	trasv	8,18	4,50	12,30	2,20	0,27
Dimensione foglie (cm)	long	11,49	5,00	25,00	4,31	0,38
	trasv	0,30	0,10	0,50	0,12	0,41
Dimensione frutto (cm)	long	3,50	2,10	6,00	0,94	0,27
	trasv	0,43	0,10	1,10	0,18	0,42
altezza pianta	h pianta	93,44	44,00	137,00	25,63	0,27



Plantago lanceolata L.

Nome comune: piantaggine lanceolata

Famiglia: Plantaginaceae

Descrizione: pianta perenne, erbacea, specie estremamente polimorfa, con breve e grosso rizoma fibroso e con radici fascicolate, altezza 20÷50 cm.

Le foglie in rosetta basale, sono lunghe, diritte, lanceolate, a margine intero o dentato, munite di un breve picciolo, solitamente glabre, ma talora molto pelose. I lembi fogliari sono percorsi da 5 nervature principali parallele, ben marcate.

All'altezza delle foglie basali spuntano scapi fiorali, coperti di peli irti, affilli, con 5 striature longitudinali, terminano con una spiga ovale o conica, formata da numerosissimi di fiori strettamente appressati l'uno all'altro. I fiori si sviluppano all'altezza delle brattee membranose brune. Il calice è composto di 2 sepali liberi e di 2 saldati, che sono diritti con una nervatura centrale verde. La corolla è tubolare e in forma di imbuto, divisa in lobi lanceolati brunastri. I 4 stami sono dotati di lunghi filetti e di antere prima gialle, poi aranciate, che oltrepassano la corolla biancastra. L'aspetto più evidente dell'infiorescenza sono in realtà gli stami, lunghi e vibranti, che formano una coroncina che si sposta progressivamente verso l'apice dell'infiorescenza con il progredire della fioritura. Questa peculiarità, come tutto ciò che avviene in natura, non è casuale: gli stami sono lunghi e vibranti perché l'impollinazione è anemogama, avviene cioè tramite il vento. I frutti sono capsule a deiscenza trasversale, dette pissidi, ovali, minuscole e brune, che contengono 1÷2 semi lucidi con la faccia interna concava.

Forma Biologica: H ros - Emicriptofite rosulate. Piante perennanti per mezzo di gemme poste a livello del terreno e con foglie disposte in rosetta basale.

Tipo corologico: Eurasiat. - Eurasiatiche in senso stretto, dall'Europa al Giappone.

Cosmop. - In tutte le zone del mondo, senza lacune importanti.

Ciclo: perenne

Antesi: : maggio÷luglio (marzo÷ottobre)

Colore infiorescenza: marrone-brunastra

Habitat: specie rustica, ubiquitaria, generalmente sinantropica, che si adatta a quasi tutti i climi e i suoli. Presente nei prati e nei pascoli, negli incolti, nelle macerie, nei bordi stradali e negli orti. 0÷2.000 m s.l.m.

Distribuzione in Italia: presente in tutto il territorio.

Note: La capacità di ricacciare numerosi nuovi getti dalla rosetta basale permettendole di sopravvivere al calpestio e le infiorescenze molto particolari, la rendono utile ai fini ornamentali. La pianta è stata rinvenuta isolata nell'area periferica (Rilievo 2* 51m slm; Rilievo 4* 75m s.l.m.), in associazione con il *Sonchus oleraceus* o l'*Avena fatua* lungo i bordi stradali e i marciapiedi all'interno della zona periferica (Rilievo 1* 67m slm; Rilievo 3* 62m slm) e della zona urbana (Rilievo 7* 61m slm).

(Rilievo 1*: coordin. geograf. N 38°10'45'' E 13°17'34'')

(Rilievo 2*: coordin. geograf. N 38°10'22'' E 13°17'52'')

(Rilievo 3*: coordin. geograf. N 38°10'0,27'' E 13°18'13'')

(Rilievo 4*: coordin. geograf. N 38°09'36'' E 13°18'44'')

(Rilievo 7*: coordin. geograf. N 38°07'56'' E 13°19'48'')

Parametro		media	min	Max	DS	C.V.
Dimensione infiorescenza(cm)	long	2,94	1,20	5,00	1,10	0,38
	trasv	0,81	0,60	1,00	0,13	0,16
Dimensione foglie (cm)	long	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	trasv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dimensione frutto (cm)	long	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	trasv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
altezza pianta	h pianta	26,28	14,00	45,00	8,06	0,31



Sisymbrium officinale (L.) Scop

Nome comune: erba cornacchia comune

Famiglia: Brassicaceae

Descrizione: pianta erbacea annua con unico caule, radice fittonante e di colore bianco (20) 30 - 90 cm. Fusto eretto, con ramificazioni patenti o eretto-patenti ad angolo retto, rigidi e di colore verde opaco o violaceo e con sparsi peli di 1 mm. Foglie basali picciolate, disposte in rosetta, pennatosette \pm lirate con segmenti oblunگو - obovati, con lobo terminale più lungo e inciso - dentato (2 - 3 x 6 x 12 cm); foglie intermedie semiamplessicauli con 2 lobi laterali \pm pelosi, dentate e lunghe fino a 5 cm; le foglie superiori amplessicauli, generalmente astate con lobo terminale oblunگو-lanceolato e 2 lobi laterali patenti. Infiorescenza spiciforme, in racemo nudo, terminale, denso all'antesi e \pm lasso alla fruttificazione. Peduncoli fruttiferi appressati al caule, ingrossati, densamente pelosi o talvolta glabri (2 mm) \pm quanto le siliquе. Sepali 4 \pm eretto-patenti di c. 2 mm e con peli radi. Petali 4 di colore giallo chiaro e lunghi 3 - 4,2 mm. Stami 6 esterni 2,2 - 2,5 mm, quelli intermedi 2,5 - 3 mm. Antere gialle 0,4 - 0,5 mm. Il frutto è una siliqua con peduncolo appressato al caule, eretta di forma cilindro-conica a 2 valve trinervate e ricoperta di densa peluria (9) 13 - 17(25) x 1,5 mm; a maturità

si apre lungo le 3 nervature liberando da ognuna delle 2 valve 1 rango di semi bruni (8 - 14 (20) che misurano 1 - 1,3 x 0,6 - 0,8 mm. Siliques di 35-50 x 1 mm superanti i fiori, torulose, stilo 0,3-0,7 mm, setto più o meno ialino. Semi di 0,7-1,1 mm.

Forma Biologica: T scap - Terofite scapose. Piante annue con asse fiorale allungato, spesso privo di foglie.

Tipo corologico: Paleotemp. - Eurasiatiche in senso lato, che ricompaiono anche nel Nordafrica.

Ciclo: annuale

Antesi: maggio - luglio

Colore infiorescenza: giallo

Habitat: Incolti, margine sentieri e strade, ruderi da 0 a 1000 m (fino a 2400 m).

Distribuzione in Italia: presente in tutto il territorio

Note: la pianta è stata rinvenuta nelle stazioni ricadenti soltanto nell'area periferica lungo i bordi stradali e i marciapiedi, isolata lungo i bordi stradali o in associazione al *Pennisetum setaceum* (Rilievo 0* 62m s.l.m.) o all'*Avena fatua* o al *Sonchus oleraceus* (Rilievo 2* 51m slm) o al *Daucus carota subsp. carota* (Rilievo 4* 75m s.l.m.). L'effetto ornamentale viene assicurato dai fiori colorati gialli, nonostante siano di piccole dimensioni. Per la misura del foglie si sono prese in considerazione le foglie intermedie semiamplexicauli.

(Rilievo 0*: coordin. geograf. N 38°11'10'' E 13°17'15'')

(Rilievo 2*: coordin. geograf. N 38°10'22'' E 13°17'52'')

(Rilievo 4*: coordin. geograf. N 38°09'36'' E 13°18'44'')

Parametro		media	min	Max	DS	C.V.
Dimensione fiore (cm)	long	0,65	0,40	0,80	0,13	0,20
	trasv	1,00	0,70	1,20	0,17	0,17
Dimensione foglie (cm)	long	3,21	2,00	6,20	1,18	0,37
	trasv	1,15	0,70	2,00	0,40	0,35
Dimensione frutto (cm)	long	2,24	1,10	3,10	0,59	0,26
	trasv	0,13	0,10	0,20	0,05	0,37
altezza pianta	h pianta	57,73	23,00	107,00	28,80	0,50



Sixalix atropurpurea (L.)Greuter & Burdet

Nome comune: vedovina marittima

Famiglia: Caprifoliaceae

Descrizione: pianta erbacea bienne glabra o pelosa, alta 30-100 cm. Fusti eretti, ramosi in alto; foglie basali spatolate con margine dentato-crenato, foglie cauline mediane o superiori pennatosette divise in lacinie. All'apice di un lungo peduncolo (10-20 cm), è posta l' infiorescenza a capolino (calatide) di 2-3 cm, più o meno appiattita che si allunga e diventa ovoide-subglobosa alla fruttificazione. Le brattee involucrali intere o più raramente pennatifide, pubescenti, lanceolate più larghe alla base, sono lunghe quanto o meno dei fiori, ma occasionalmente più lunghe all'inizio dell'antesi. Involucretto con tubo con 8 solchi longitudinali larghi confluenti in alto, cigliato sulle coste e corona membranosa, imbutiforme della stessa lunghezza. Calice di 5 lacinie. Corolla imbutiforme con 5 lobi diseguali violaceo-nerastra, porporina, azzurra, lilla e a volte quasi bianca di 1 cm. Stami 4, ovario infero. Il frutto è una cipsela con otto solchi longitudinali e corona membranacea.

Forma Biologica: H bienn. (Pianta erbacea bienne)

Tipo corologico: Steno-Medit.

Ciclo: biennale

Antesi: aprile-novembre

Colore infiorescenza: viola-porpora

Habitat: incolti aridi, ruderi, lungo le strade (da 0 a 1300 m slm, max 2400 m slm)

Distribuzione in Italia: presente in tutto il territorio tranne in Val d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Trentino Alto Adige.

Note: la pianta è stata rinvenuta in un area incolta nella zona periferica a bassa intensità veicolare (Rilievo 0* 62m s.l.m.) in associazione o all'*Anagallis arvensis* o al *Sisymbrium officinale* o al *Daucus carota subsp.carota* e *Ricinus communis* o al *Daucus carota subsp.carota* e *Sonchus oleraceus*. E'una specie polimorfa in relazione al colore della corolla, pelosità e forma delle foglie, grandezza del capolino. I fiori viola variegati di bianco, visitati da numerosi insetti (api, farfalle) sono il principale elemento ornamentale; interessanti sono anche le foglie che manifestano uno spiccato polimorfismo e, infine, la conformazione particolare dei frutti. Per la misura delle foglie sono state prese in considerazione le foglie cauline mediane.

(Rilievo 0*: coordin. geograf. N 38°11'10'' E 13°17'15'')

Parametro		media	min	Max	DS	C.V.
Dimensione infiorescenza(cm)	long	2,00	1,90	2,20	0,12	0,06
	trasv	2,10	2,00	2,50	0,22	0,11
Dimensione foglie (cm)	long	3,74	3,00	4,30	0,53	0,14
	trasv	2,58	2,00	3,00	0,53	0,21
Dimensione frutto (cm)	long	2,12	2,00	2,40	0,16	0,08
	trasv	1,38	1,30	1,50	0,08	0,06
altezza pianta	h pianta	78,40	40,00	100,00	27,61	0,35



Sonchus Oleraceus L.

Nome comune: grespino comune

Famiglia: Asteraceae

Descrizione: pianta erbacea annuale o biennale alta fino ad 1 m, con una robusta radice fittonante provvista di fusti eretti, ramosi dal basso, glabri, spesso rosso-violacei e cavi internamente. Le foglie basali picciolate, riunite dapprima in rosetta, sono molli, opache, di forma molto variabile da lanceolate a roncinate, a triangolari, lamina a contorno \pm spatolato grossolanamente lobate o incise, quelle del caule più ridotte, sono sessili, amplessicauli con orecchiette talvolta acute alla sommità e spesso con nervatura rossastra. Infiorescenza in capolini di ca 2-2,5 cm di \emptyset , in forma corimbiforme rada, spesso densamente fioccosi, con involucro piriforme e squame lanceolate e glabre. I fiori tutti ligulati di un giallo intenso al centro, presentano spesso ligule più chiare esternamente, che si dischiudono di primo mattino e con l'intensificarsi del sole si richiudono dopo poche ore insofferenti al caldo. I frutti sono acheni con 4-5 coste longitudinali \pm marcate e sottili rughe trasversali, lungamente assottigliati all'apice, con pappi sessili.

Forma Biologica: T scap - Terofite scapose. (Piante annue con asse fiorale allungato, spesso privo di foglie).

Tipo corologico: Eurasiat. - Eurasiatiche in senso stretto, dall'Europa al Giappone, divenuta subcosmopolita.

Ciclo: annuale

Antesi: marzo-ottobre

Colore infiorescenza: giallo

Habitat: coltivi, terreni ruderali, vigne, cigli delle strade, aiuole spartitraffico, marciapiedi, vecchi muri (da 0 a 1700 m slm).

Distribuzione in Italia: presente in tutto il territorio

Note: pianta che vive su diversi tipi di suoli, ma soprattutto in quelli disturbati. La pianta, molto diffusa in città, è stata rinvenuta in tutte le stazioni in studio, dalle zone più periferiche a quelle più urbanizzate, lungo i bordi stradali e i marciapiedi, isolata o in associazione ad altre specie quali *Piptatherum miliaceum* (L.) Coss. subsp. *miliaceum* o *Daucus carota* subsp. *carota* o *Ricinus communis* o *Plantago lanceolata* o *Hordeum murinum* subsp. *leporinum* o *Avena fatua* o *Sisymbrium officinale*. L'effetto ornamentale si deve ai fiori e ai frutti. Per la misura delle foglie sono state prese in considerazione le foglie cauline.

Parametro		media	min	Max	DS	C.V.
Dimensione infiorescenza(cm)	long	1,27	0,70	2,00	0,33	0,26
	trasv	1,26	0,50	2,00	0,35	0,28
Dimensione foglie (cm)	long	3,81	1,60	6,00	1,16	0,30
	trasv	1,56	0,40	3,00	0,59	0,38
Dimensione infruttescenza (cm)	long	1,50	0,90	2,20	0,30	0,20
	trasv	1,49	0,90	2,20	0,30	0,20
altezza pianta	h pianta	59,92	7,50	115,00	26,75	0,45



Verbascum sinuatum L.

Nome comune: verbasco sinuato

Famiglia: Scrophulariaceae

Descrizione: pianta erbacea bienne, robusta, ramificata, ricoperta di peluria giallo-grigiastra, con un grande fusto fiorifero assai rigido di 40-100 cm di altezza.

Foglie alterne, quelle della rosetta basale oblungho spatolate, lunghe al massimo 35 cm, con margine a lobi triangolari irregolari, marcatamente ondulati, crenati o dentati, subsessili, con superficie asciutta e tomentosa, verde-giallastra nella pagina inferiore con una vistosa nervatura centrale. Foglie cauline decorrenti assai più piccole 3-4 cm, da ovato acuminate a lanceolate (simili al seme di picche nelle carte da gioco). Fusti eretti, bruno-rossastri, cilindrici, con numerosi rami arcuati, ascendenti, che formano una grande infiorescenza piramidale, provvista di piccole brattee cordiformi con apice sottile, semiamplessicauli, pubescenti, intere o dentate, poco più grandi dei peduncoli. I fiori in numero di 2-7 per fascetto in ciascuna brattea, ma solitari o quasi quelli apicali, hanno brevi peduncoli, calice gamosepalo densamente tomentoso, di 2-5 mm con 5 lobi triangolari - lanceolati, interi e acuti; corolla gamopetala rotata, larga fino a 3 cm, di colore giallo con la gola ± aranciata, con 5 lobi ineguali, obovati, normalmente con una linea purpurea, a forma di anello, alla base; 5 stami fertili con antere reniformi e filamenti coperti di lunghi peli viola-porpora, che colorano vistosamente il centro del fiore; ovario supero tomentoso, stilo subclavato, stimma emisferico. I frutti sono capsule setticide a due valve, ellittiche o subglobose, mucronate e tomentose, poco più grandi del calice, che si fendono per rilasciare i numerosi semi obconico-prismatici.

Forma Biologica: H bienn - Emicriptofite bienni. (Piante a ciclo biennale con gemme poste a livello del terreno).

Tipo corologico: Euri-Medit. - Entità con areale centrato sulle coste mediterranee, ma con prolungamenti verso nord e verso est (area della Vite).

Ciclo: biennale

Antesi: marzo-agosto

Colore infiorescenza: giallo

Habitat: incolti, margini sabbiosi, dune su suoli sciolti in ambiente arido, lungo le vie da 0 a 800 m di altitudine (1.300 in Sicilia).

Distribuzione in Italia: presente in tutto il territorio specialmente lungo le coste tranne in Val d'Aosta e Piemonte.

Note: la pianta è stata rinvenuta nella stazione ricadente nell'area periferica a media intensità veicolare (Rilievo 3* 62m slm) e in ambito urbano in tre stazioni ad alta intensità veicolare (Rilievo 5* 52m slm; Rilievo 6* 35m slm; Rilievo 7*; 61m slm). La pianta presenta una fioritura scalare ed abbondante, di grande effetto estetico. Per la misura delle foglie sono state prese in considerazione le foglie della rosetta basale.

(Rilievo 3*: coordin. geograf. N 38°10'0,27'' E 13°18'13'')

(Rilievo 5*: coordin. geograf. N 38°09'03'' E 13°19'25'')

(Rilievo 6*: coordin. geograf. N 38°08'27'' E 13°19'55'')

(Rilievo 7*: coordin. geograf. N 38°07'56'' E 13°19'48'')

Parametro		media	min	Max	DS	C.V.
Dimensione infiorescenza (cm)	long	103,57	74,00	145,00	25,83	0,25
	trasv	38,57	20,00	70,00	19,44	0,50
Dimensione foglie (cm)	long	38,17	28,20	46,50	6,95	0,18
	trasv	7,56	5,50	9,20	1,24	0,16
Dimensione frutto (cm)	long	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	trasv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
altezza pianta	h pianta	134,14	66,00	185,00	46,27	0,34



Sulle 4 specie rinvenute con maggiore frequenza, e comunque presenti in ogni stazione con un elevato numero di individui, è stata effettuata una ulteriore indagine al fine di verificare l'influenza di ciascuna stazione sulle caratteristiche biometriche delle specie. Come già sottolineato precedentemente, le stazioni che vanno da 0 a 4 ricadono all'interno della macro area periferica, mentre le stazioni da 5 a 8 nella macro area interna.

A tal fine, per ciascuna delle 4 specie è stata effettuata una *cluster analysis*.

Le specie interessate sono state: *Avena sativa* L., *Daucus carota* L. subsp. *Carota*, *Sonchus oleraceus* L. e *Piptatherum miliaceum* L., i risultati della cluster analysis vengono riportate nelle tabelle 9,10,11,12.

Per quanto riguarda l'Avena si sono formati 2 gruppi, il gruppo 2 (n=3) comprendente le piante delle stazioni 2, 3 e 6 hanno fatto registrare i valori più elevati di altezza e di dimensione delle infiorescenze e delle foglie rispetto a quelle ricadenti nel gruppo 1 (n=6).

Relativamente al Daucus sono stati riscontrati 3 gruppi, le piante con maggiore altezza e dimensioni di infiorescenza e foglie hanno trovato collocazione nel gruppo 3 (n=3) ed hanno riguardato le stazioni 0, 5 e 6. Nel gruppo 2 (n=2) con le stazioni 2 e 8, si sono registrati invece i valori più bassi di altezza e dimensione infiorescenza. Nel gruppo 1 (n=4), stazioni 1, 3, 4 e 7, sono stati rilevati valori intermedi tra i 2 gruppi precedentemente analizzati.

Nel caso del Sonchus i gruppi formati sono 2, ma solo le piante monitorate nella stazione 3 si collocano nel gruppo 2 (n=1), facendo registrare i più bassi valori di altezza e di dimensione delle foglie ed i più alti valori per quanto riguarda la dimensione delle infiorescenze.

Per il *Piptatherum* si sono formati 3 gruppi: nel gruppo 1 (n=5), stazioni 0, 1, 5, 7 e 8 si sono registrati i più alti valori per tutti i parametri osservati, nel gruppo 3 (n=1), stazione 4, i più bassi mentre nel gruppo 2 (n=3), stazioni 2, 3 e 6 sono stati osservati valori intermedi.

Da una lettura complessiva del comportamento delle specie in studio all'interno delle 9 stazioni si evince che, solo nella stazione 6, ricadente all'interno dell'area urbana ad alta intensità veicolare, le quattro specie osservate hanno mostrato un maggiore sviluppo sia in altezza che nelle dimensioni delle foglie e delle infiorescenze.

Ad eccezione di *Avena* lo stesso andamento dei parametri suddetti è stato osservato nelle stazioni 0 e 1, ricadenti nell'area periferica e nelle stazioni 5, 6, e 7 ricadenti nell'area urbana.

Le piante riscontrate nelle stazioni ricadenti all'interno della macro area urbana, siano conseguenza della loro elevata adattabilità ad habitat difficili e a condizioni climatiche ed edafiche del tutto particolari. I genotipi rinvenuti hanno adottato dei meccanismi di resistenza alle condizioni ambientali estreme del luogo (come la tolleranza allo stress idrico), riuscendo a svilupparsi e fiorire senza l'ausilio di irrigazione, fertilizzanti o fitofarmaci. Da qui si ricava quanto sia elevata l'adattabilità di queste specie all'ambiente urbano.

È da sottolineare che piante provenienti da stazioni appartenenti alle due diverse macro aree sovente ricadono nello stesso gruppo, ciò evidenzia da un lato un'ampia varietà di habitat che possono essere riscontrati lungo l'asse viario al di là della collocazione spaziale riferita alle due macro aree. Dall'altro evidenzia l'elevata adattabilità di queste specie ad habitat difficili e a condizioni climatiche ed edafiche particolari come quelle riscontrabili nell'area urbana più interna.

Table 9 - Caratteristiche morfologiche delle 9 popolazioni di *Avena fatua* L. rinvenute presso le 9 stazioni osservate e loro raggruppamento mediante analisi cluster basata su queste caratteristiche

	Group 1 (n=6) ^{a)}	Coef. Variaz.	Group 2 (n=3)	Coef. Variaz.
Altezza (cm)	91,87	10,23	131,87	9,31
Infior. Long. (cm)	26,01	16,08	33,33	2,50
Infior. Trasv. (cm)	9,56	18,87	12,60	15,85
Foglie Long. (cm)	9,57	29,57	13,08	15,90
Foglie Trasv. (cm)	0,28	30,74	0,43	14,84

Composizione dei gruppi: Gruppo 1, stazioni 0, 1, 4, 5, 7, 8; Gruppo 2, stazioni 2,3,6. I risultati sono riportati come valori medi con coefficienti di variazione.

Table 10 - Caratteristiche morfologiche delle 9 popolazioni di *Daucus carota* L. *subsp. carota* rinvenute presso le 9 stazioni osservate e loro raggruppamento mediante analisi cluster basata su queste caratteristiche

	Group 1 (n=4) ^{a)}	Coef. Variaz.	Group 2 (n=2)	Coef. Variaz.	Group 3 (n=3)	Coef. Variaz.
Altezza (cm)	74,55	6,92	56,70	4,74	93,27	4,35
Infior. Long. (cm)	4,71	21,40	3,82	0,74	5,46	12,95
Infior. Trasv. (cm)	5,03	21,09	4,37	14,56	5,63	10,27
Foglie Long. (cm)	3,76	15,24	3,79	4,10	5,36	10,40
Foglie Trasv. (cm)	2,32	11,51	2,39	10,06	2,67	12,05

Composizione dei gruppi: Gruppo 1, stazioni 1, 3, 4, 7; Gruppo 2, stazioni 2, 8; Gruppo 3, stazioni 0, 5, 6. I risultati sono riportati come valori medi con coefficienti di variazione.

Table 11 - Caratteristiche morfologiche delle 9 popolazioni di *Sonchus oleraceus* L. rinvenute presso le 9 stazioni osservate e loro raggruppamento mediante analisi cluster basata su queste caratteristiche

	Group 1 (n=8) ^{a)}	Coef. Variaz.	Group 2 (n=1)	Coef. Variaz.
Altezza (cm)	73,28	8,48	10,90	-
Infior. Long. (cm)	1,14	16,22	1,68	-
Infior. Trasv. (cm)	1,12	17,90	1,68	-
Foglie Long. (cm)	4,50	14,70	2,38	-
Foglie Trasv. (cm)	1,80	14,66	0,78	-
Composizione dei gruppi: Gruppo 1, stazioni 0, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8; Gruppo 2, stazioni 3. I risultati sono riportati come valori medi con coefficienti di variazione.				

Table 12 - Caratteristiche morfologiche delle 9 popolazioni di *Piptatherum miliaceum* L. subsp. *Miliaceum* rinvenute presso le 9 stazioni osservate e loro raggruppamento mediante analisi cluster basata su queste caratteristiche

	Group 1 (n=5) ^{a)}	Coef. Variaz.	Group 2 (n=3)	Coef. Variaz.	Group 3 (n=1)	Coef. Variaz.
Altezza (cm)	107,04	9,95	79,53	9,87	56,40	-
Infior. Long. (cm)	26,91	4,91	21,08	10,44	15,10	-
Infior. Trasv. (cm)	8,73	10,45	7,93	16,74	5,80	-
Foglie Long. (cm)	13,13	13,59	9,84	1,59	6,80	-
Foglie Trasv. (cm)	0,32	16,54	0,32	16,54	0,14	-
Composizione dei gruppi: Gruppo 1, stazioni 0, 1, 5, 7, 8; Gruppo 2, stazioni 2, 3,6. Gruppo 3, stazioni 4, I risultati sono riportati come valori medi con coefficienti di variazione.						

IV FASE DI RICERCA:

9. SPECIE ERBACEE SPONTANEE PER IL BIOMONITORAGGIO DI METALLI PESANTI IN AMBIENTE URBANO

9.1 Premessa

L'inquinamento da metalli pesanti sta assumendo negli ultimi anni un'importanza rilevante in termini di rischio ambientale e di salute pubblica.

Le possibili sorgenti di contaminazione da metalli pesanti, nell'ambiente in generale e nella pedosfera in particolare, hanno due origini: naturale o antropica. La principale fonte naturale è da ricercarsi nella degradazione delle rocce che li contengono in piccole quantità e dalle condizioni ambientali in cui la pedogenesi ha avuto luogo; mentre tra le sorgenti d'origine antropica le più rilevanti sono dovute alle attività civili ed industriali (sorgenti di emissione puntiforme o lineare) nonché alle pratiche agricole (sorgenti di emissione diffuse).

In tale contesto, le aree urbane, sono riconosciute come le principali sorgenti e pozzi di contaminanti, a causa delle elevate concentrazioni di inquinanti emesse da diverse attività (Markert et al, 2011; Wiseman et al, 2013), oltre alle fonti industriali, il traffico è una fonte primaria di emissione di metalli pesanti, in matrici ambientali urbane, tali come i terreni lungo la strada (Zereini et al., 2007). Tra gli inquinanti atmosferici, è da registrare, soprattutto in ambiente urbano, la presenza di alcuni metalli pesanti quali Co, Ni, Cu, Zn, As, Mo, Cd, Pb e Hg, rilasciati prevalentemente dai veicoli a motore soprattutto prima del divieto applicato all'uso dei carburanti per autotrazione additivati con piombo tetraetile. Questi metalli, in genere trasportati nel particolato aereo, possono rimanere in aria per qualche tempo, ma la maggior parte si depositano nel suolo del bordo della strada e nei materiali vegetali vicino alla strada e risultano estremamente pericolosi e tossici per l'uomo anche a basse concentrazioni.

Negli ultimi anni, è stato dimostrato che i livelli di metalli pesanti nel suolo e nella vegetazione sono aumentati notevolmente a causa dell'inquinamento da traffico e il problema aumenta con l'aumentare del traffico quotidiano (Onder e Dursun, 2006). Molti autori hanno evidenziato, infatti, che le aree con concentrazioni di metalli altamente elevate erano generalmente situati in aree industriali e residenziali, strade e distretti commerciali affollati (Cicchella et al, 2008; Alyemenia e Almohsen, 2014). I metalli pesanti possono compromettere la fisiologia della pianta riducendo la respirazione e la crescita, interferendo con i processi fotosintetici e inibendo reazioni enzimatiche fondamentali se accumulati ad alte concentrazioni. Quando questi metalli tossici sono presenti nel terreno ad una bassa concentrazione, le piante continuano a crescere uniformemente nonostante accumulano questi metalli. La capacità delle piante di accumulare metalli pesanti nei loro tessuti può quindi essere utilizzata per monitorare l'inquinamento del suolo, in particolare la quantità di metalli pesanti (Malizia et al., 2012).

Ad oggi le esperienze applicative di biomonitoraggio sono molto numerose e costituiscono una valida alternativa alle tradizionali procedure chimico-fisiche di rilevamento dei contaminanti. Il monitoraggio mediante bioaccumulatori offre infatti garanzie di buona affidabilità fornendo indicazioni precise sugli effetti biologici di una determinata situazione di inquinamento. Tuttavia la validità della procedura resta comunque affidata alla sensibilità delle singole specie utilizzate nei confronti degli inquinanti.

Scopo di questa ricerca è stato quello di testare la capacità di alcune erbacee spontanee nel rilevare le deposizioni di metalli pesanti presenti in area urbana.

9.2 Materiali e metodi

Con la presente ricerca si è voluto indagare sulla capacità di bioaccumulo di metalli pesanti (Co, Ni, Cu, Zn, As, Mo, Cd, Pb e Hg) di piante erbacee spontanee rinvenute lungo Viale della Regione siciliana, arteria viaria di scorrimento della città di Palermo ad elevata intensità di traffico. Inizialmente è stata condotta un'indagine floristica al fine di individuare le specie maggiormente presenti, dopo aver redatto un elenco e consultato la bibliografia si sono ritenute valide ai fini sperimentali: *Daucus carota*, *Verbascum sinuatum*, *Sorghum halepense*, *Sonchus oleraceus*, *Plantago lanceolata*.

Il protocollo sperimentale ha previsto il campionamento delle piante erbacee prescelte in due diverse stagioni, primavera ed estate, al fine di valutare l'accumulo di metalli pesanti attraverso l'analisi dei tessuti vegetali.

Le epoche di campionamento sono state aprile e luglio 2015.

I campioni vegetali sono stati prelevati e inviati in laboratorio per le analisi chimiche.

I campioni prelevati sono stati lavati con acqua distillata per eliminare le deposizioni superficiali, successivamente essiccati in forno ad 80°C per 24 ore e triturati finemente con un mortaio. La dissoluzione è stata effettuata in un mineralizzatore a microonde (CEM –MDS 2100). Le analisi dei metalli pesanti sono state effettuate con un Perkin Elmer Sciex Elan 6000 ICP-MS equipaggiato con nebulizzatore cross flow.

I valori di concentrazione dei metalli pesanti sono stati confrontati con quelli presi in considerazione dall'Unione Europea nell'ambito di uno studio integrato "Soil pollution by heavy metals" non esistendo per le matrici vegetali riferimenti di legge specifici.

Di seguito si riporta la tabella 13 con i valori di concentrazione comune e critica per la crescita delle piante.

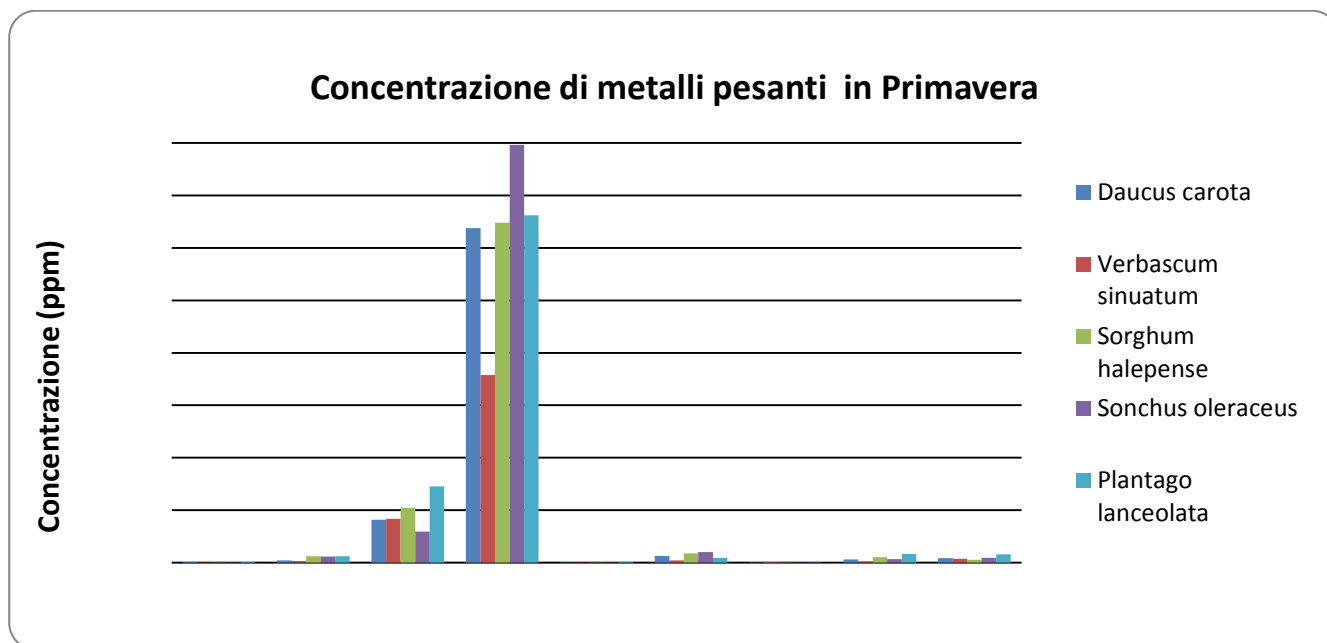
Tabella 13

Elemento	Valori comuni (espressi in mg/Kg)	Valori critici (espressi in mg/Kg)
Cadmio	<0.1-1	5-10
Cobalto	0.01-0.5	10-20
Cromo	<0.1-1	1-2
Rame	3-15	15-20
Mercurio	<0.1-0.5	0.5-1
Nichel	0.1-5	20-30
Piombo	1-5	10-20
Tallio	<0.5-5	20-30
Zinco	15-150	150-200

9.3 Risultati e discussioni

Analizzando la figura 12 emerge che l'elemento accumulato più abbondantemente nei tessuti delle piante indagate è lo Zn con valori prossimi ai 40 mg kg⁻¹, seguito da Cu con valori prossimi a 10 mg kg⁻¹, mentre, gli altri elementi (Co, Ni, As, Mo, Cd, Pb, e Hg) mostrano valori di circa 0.01 mg kg⁻¹.

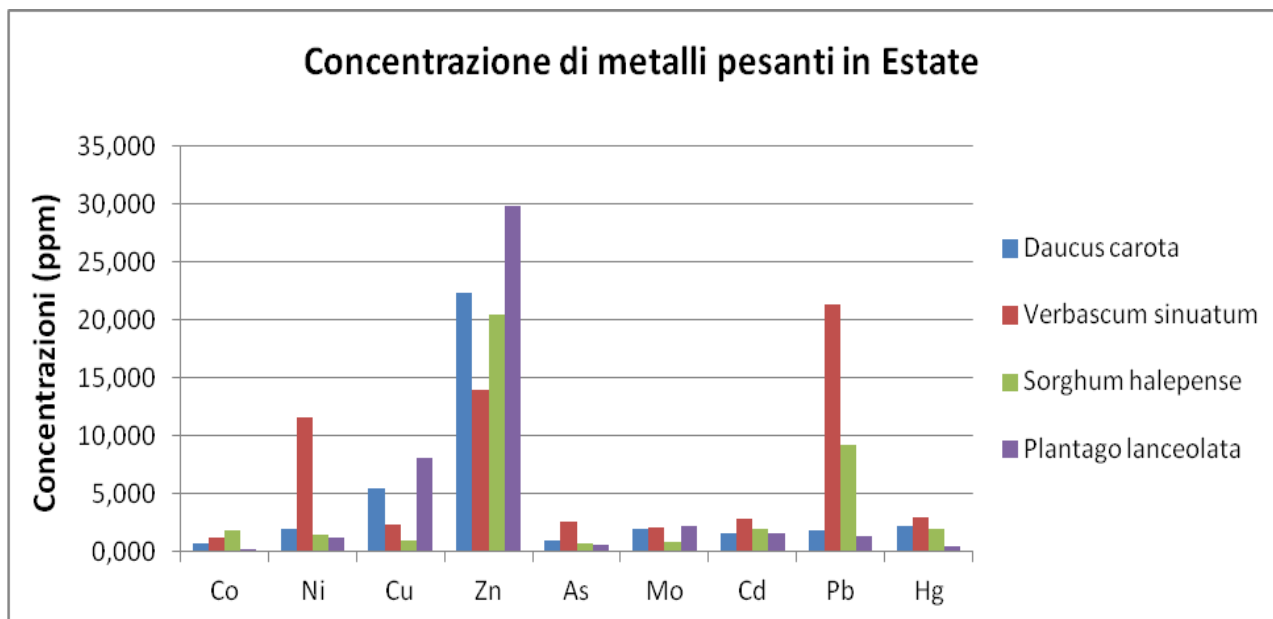
Figura 12



I valori di concentrazione dei metalli pesanti rilevata nei tessuti delle piante nel periodo primaverile si collocano all'interno del range di normalità per tutte le specie indagate ad eccezione di *Plantago lanceolata* il cui valore di Hg è pari a 0.82 mg kg⁻¹, dimostrando una migliore sensibilità rispetto al contingente vegetale esaminato.

Prelevando le stesse specie nel periodo estivo, ad eccezione del *Sonchus oleraceus* che non è stato rinvenuto nel sito oggetto di studio, emerge anche in questo caso che l'elemento maggiormente presente all'interno dei tessuti è lo Zn con valori prossimi a 30 mg kg⁻¹, seguito da Pb, Ni e Cu. Inoltre gli elementi Co, Ni, As, Mo, Cd, Pb, e Hg che nella stagione primaverile mostravano una concentrazione di circa 0.01 mg kg⁻¹, in quella estiva tutte le erbacee hanno mostrato valori superiori, talora di 20 volte (*Verbascum sinuatum* Pb 0.01 cv 21.02 mg kg⁻¹). La concentrazione di Ni (11.51 mg kg⁻¹), Hg (2.920 mg kg⁻¹) e Pb nei tessuti di *Verbascum sinuatum* ha superato i limiti previsti. Stesso andamento è stato riscontrato per i livelli di Hg nelle specie *Daucus carota* (2.144 mg kg⁻¹) e *Sorghum halepense* (2.01 mg kg⁻¹) (fig.13).

Figura 13



L'indagine, seppur preliminare, ha accertato la capacità delle specie erbacee ad accumulare i metalli pesanti.

Nei due periodi di campionamento (primavera ed estate), Zn e Cu sono stati gli elementi maggiormente accumulati nei tessuti delle diverse erbacee esaminate. Per tutti gli altri metalli, le specie hanno mostrato una maggiore capacità di accumulo nel periodo estivo, ad eccezione di *Plantago lanceolata* per i livelli di Hg. Fra le specie si riscontra una differente selettività nell'assorbimento dei diversi metalli. In particolare, *Verbascum sinuatum* ha mostrato di essere un buon accumulatore di Pb, Ni e Hg. Medesima capacità è stata riscontrata in *Daucus carota* ed in *Sorghum halepense* solo per il Hg.

La diversa selettività nell'assorbimento dei metalli pesanti riscontrata nelle specie indagate suggerisce, nei programmi di biomonitoraggio, l'impiego di un set di erbacee in modo da ottenere strumenti sempre più efficaci in risposta alla necessità di controllo e verifica della sostenibilità ambientale.

CONCLUSIONI FINALI

La città è caratterizzata da un'elevata diversità ambientale. Questa diversità è per certi versi inaspettata e in generale poco esplorata. In città la competizione è incessante e dietro alla facciata compatta di asfalto e cemento dei diversi biotopi si fanno spazio presenze naturali diversissime spesso ignorate eppure decisive nell'innalzare il tasso di biodiversità.

Con la presente ricerca si è fornito un primo contributo sullo studio di specie erbacee spontanee dell'area urbana di Palermo al fine di una loro valorizzazione per fini ornamentali.

Con la presente indagine si è fornita una conoscenza parziale (data la complessità dell'argomento) della flora spontanea urbana, fornendo delle informazioni utili sulle loro caratteristiche.

Le piante in genere hanno presentato dei bei fiori/infiorescenze anche dai colori vivaci pur vivendo su substrati di scarsa qualità e con l'apporto idrico derivante dalle piogge, riuscendo a crescere in ambienti in apparenza più ostili allo sviluppo naturale.

Le famiglie delle specie maggiormente rinvenute nell'ambiente urbano sono state le *Asteraceae* e le *Poaceae*, le famiglie più rappresentative della flora italiana (Pignatti, 1982) che spesso, trovano, negli ambienti sinantropici, habitat particolarmente favorevoli. I loro rappresentanti si possono rinvenire in quasi tutti gli ambienti, grazie all'efficienza nella dispersione dei numerosi semi prodotti.

La biologia florale, ed in particolare i meccanismi dell'impollinazione soprattutto entomofila nelle *Asteraceae*, comporta la presenza di strutture fiorali particolarmente vistose, caratterizzate spesso da una elevata durata della fase di fioritura. Molte di queste specie presentano fiori "a margherita" (*Glebionis coronaria* L.) e sono caratterizzate dal colore bianco o giallo dei fiori ligulati, mentre i fiori del disco sono per lo più gialli (*Andryala integrifolia* L., *Centaurea sicula*, *Crepis bursifolia* L.).

Le *Fabaceae* sono un'altra vasta famiglia che comprende diverse specie interessanti dalla particolare vistosità delle fioriture (*Lotus ornithopodioides* L., *Bituminaria bituminosa* L.).

Specie particolarmente degne d'attenzione per la bellezza dei fiori particolarmente vistosi sono state rinvenute anche in altre famiglie (es. *Lavatera cretica* L., *Malva sylvestris* L. subsp. *sylvestris*, *Daucus carota* subsp. *carota*, *Verbascum sinuatum*, *Echium plantagineum* L., *Mirabilis jalapa*, genere *convolvulus*, *Campanula erinus* L., *Micromeria graeca* subsp. *graeca*, *Oxalis corniculata* L., *Anagallis arvensis* L. subsp. *Arvensis*, etc).

L'analisi del tipo corologico ha evidenziato una maggiore presenza nella flora urbana censita di specie eurimediterranee, stenomediterranee e avventizie, che indica come l'attuale fisionomia del popolamento floristico è il risultato combinato delle caratteristiche climatiche marcatamente mediterranee e dell'elevata pressione antropica a cui è sottoposto il territorio indagato.

Dall'analisi delle forme biologiche le terofite scapose sono risultate in abbondanza in tutte e quattro le aree del centro storico, com'era da prevedere per la regione mediterranea; rilevante è stato anche il contributo delle emicriptofite scapose, entrambe forme biologiche favorite da ambienti aridi e asciutti.

Per quanto riguarda la distribuzione delle specie per durata del ciclo vegetativo, sono prevalse di poco le annuali (51,69%) rispetto alle perenni (41,57%); la forte pressione antropica (inquinamento, instabilità degli ambienti) ha favorito le piante a ciclo breve (annuali).

Le diverse specie rinvenute hanno manifestato caratteristiche morfologiche ed ecologiche diverse con un calendario di fioriture molto ampio, riuscendo ad assicurare una copertura variopinta durante tutto l'anno, qualora venissero impiegate nella realizzazione di miscugli.

La caratterizzazione dei materiali di propagazione e le prove di germinazione hanno consentito di meglio definire le esigenze in fase di propagazione di alcune specie spontanee di possibile impiego quali wildflowers. L'estrema variabilità, almeno sotto il profilo ponderale, dei semi (da 90 a oltre 35000 mg) così come l'articolato campo di variazione, derivante dal numero di semi contenuti in un campione di un grammo, variabile da 10.000 ad appena 30, presuppone la necessità di individuare idonee modalità di impiego degli stessi, dato che di norma i materiali di propagazione dei wildflowers vengono utilizzati in miscuglio e ciò potrebbe determinare dei problemi a causa di dimensioni fortemente variabili.

I dati relativi alla prova di germinabilità hanno messo in luce che almeno in 14 specie, pari alla metà del numero complessivo di entità analizzate, si è riusciti ad ottenere una percentuale di emergenza superiore al 40%, un buon valore considerando che si tratta di specie spontanee, in cui frequenti sono i meccanismi di dormienza che determinano una germinazione scalare, garanzia di elevata capacità adattativa alle condizioni ambientali.

Accanto a specie in cui, in pochi giorni (7gg), si assiste al processo di germinazione ve ne sono state altre in cui sono stati necessari oltre 40 giorni. Il dato merita particolare attenzione qualora venissero utilizzati per la costituzione di miscugli.

Il valore ornamentale delle specie rinvenute si è rivelato molto interessante sia per le forme, che per le dimensioni e per i colori di fiori, che possono sostituire molte delle specie oggi utilizzate comunemente, ma bisognose di cure più intensive.

La diversità funzionale, morfologica ed ecologica conferisce alle specie censite una flessibilità nell'adattamento a diverse situazioni ambientali e quindi una buona versatilità nel loro utilizzo. Le specie spontanee studiate potrebbero essere utilmente impiegate per la valorizzazione estetico-paesaggistica degli inerbimenti in aree urbane, periurbane, spartitraffico e marginali, che spesso sono mantenute in modo approssimativo.

Sarebbe auspicabile che questa nuova tecnica di coltivazione fosse diffusa maggiormente presso chi gestisce e progetta il verde ornamentale e che ne fosse divulgato l'aspetto culturale.

L'indagine sul biomonitoraggio, seppur preliminare, ha accertato la capacità delle specie erbacee ad accumulare i metalli pesanti e, pertanto, meritevole di ulteriori approfondimenti. Infine, l'impiego di tecnologie verdi a basso impatto ambientale è generalmente accettato dall'opinione pubblica.

BIBLIOGRAFIA

- AARSSSEN L.W., 2000. *Why are most selfing annuals? A new hypothesis for the fitness benefit of selfing*. *Oikos*, 89: 606-612.
- ADRIANO, D.C., 1992. *Trace Elements in The Terrestrial Environment*. Springer –Verlag, New York.
- ADRIANO, D.C., 1992. *Biogeochemistry of Trace Metals* - Lewis Publisher.
- ADRIANO, D.C., 2001. *Trace Elements in The Terrestrial Environment: Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals*. 2nd Edition, Springer Verlag.
- AIGNER P.A., 2001. *Optimality modelling and fitness trade-offs: when should plants become pollinator specialist?* *Oikos*, 95: 177-184.
- ALI, E.A., 1993. *Damage to plants due to industrial pollution and their use as bio-indicators in Egypt*. *Environmental Pollution* 81, 251–255.
- ALLOWAY B.J., 1990/1995. *Heavy metals in soil* – Blackie and Halsted Press.
- ALTIERI M.A. 1999. *The ecological role of biodiversity in agroecosystems*. *Agricultural Ecosystems & Environment*. 74, 19-31. applicazione. In: CARRAI C., (Ed.) *Wildflowers: produzione, impiego, valorizzazione*. ARSIA, Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore agricolo forestale, Firenze.
- ALYEMENIA, M.N., ALMOHISEN, I.A.A., 2014. *Traffic and industrial activities around Riyadh cause the accumulation of heavy metals in legumes: a case study*. *Saudi J. Biol. Sci.* 21, 167–172.
- BACCHETTA G., FENU G., MATTANA E., PIOTTO B., VIREVAIRE M.(eds.),2006. *Manuale per la raccolta, studio, conservazione e gestione ex situ del germoplasma*. Manuali e LineeGuida 37/2006. APAT.Roma.
- BAESSLER C., KLOTZ S., 2006. *Effects of changes in agricultural land-use on landscape structure and arable weed vegetation over the last 50 years*. *Agriculture Ecosystem & Environment* 115, 43-50. based on the published volumes of Med-Checklist. *Botanical Chronicles*, 10: 63-79.
- BARBAFIERI, M., 2005. *Plant growth regulators for phytoremediation technologies*. In: 20th international conference on plant growth substances (IPGSA), Tarragona, Spain.
- BASKIN C.C., BASKIN J.M., 1985. *The annual dormancy cycle in buried weed seeds: a continuum*. *BioScience*, 35 (8): 492-498.
- BASKIN C.C., BASKIN J.M., 1998. *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, San Diego.

- BASKIN J.M., BASKIN C.C., 2004b. *A classification system for seed dormancy*. Seed Science Research, 14: 1-16.
- BASTERI G., BENVENUTI S., 2008. Strategie di ripristino della biodiversità in ambito rurale. L'Informatore Agrario, 28: 53-57.
- BENT E., 2009. Wild Flowers. *La cultura della biodiversità*. Sestante Edizioni, Bergamo.
- BENVENUTI S., LODDO D., BASTERI G., RUSSO A., 2007. *Insect-pollinated weeds as indicator of the agroecosystem biodiversity*. Agricoltura Mediterranea, 137(3/4): 132-137.
- BENVENUTI S., MORI L., CECCARINI L., MACCHIA M., 2004. *Aspetti agro-ecologici della propagazione per seme di alcune specie officinali coltivate in ambiente mediterraneo*. Sementi Elette, 50: 43-53.
- BIASIOLI M., GREMAN H., KRALJ T., MADRID F., DIAZ-BARRIENTOS E., AJMONE-MARSAN F., 2007. Potentially toxic elements contamination in urban soils: a comparison in three European cities. Journal of Environmental Quality, 36: 70-79.
- BISET M., BISET A., 2009. Comment concilier écologie, développement durable et demande sociale dans les espaces verts? PHM-Revue Horticole, 516: 31-35.
- BLACK M., BEWLEY J.D., HALMER P., 2006. *The encyclopedia of seeds. Science, Technology and Uses*. CABI, Wallingford (UK).
- BONCIARELLI F., 1989. Fondamenti di agronomia generale. Edagricole, Bologna.
- BOURDEAU PH., 2004. The man-nature relationship and environmental ethics. Journal of Environmental Radioactivity, 72: 9-15.
- BRETZEL F. (1999a) "Il giardino di Piet Oudolf a Hummelo", Il giardino fiorito, novembre, 16-17, Edagricole, Bologna
- BRETZEL F., 1999. Dall'Inghilterra una proposta alternativa per il verde pubblico. Il Giardino Fiorito, novembre:6-8.
- BRETZEL F., CALDERISI M., 2006. *Metal contamination in urban soils of coastal Tuscany (Italy)*. Environmental Monitoring and Assessment 118: 319-335.
- BRETZEL F., DELLA MAGGIORE A., PEZZAROSSA B., 2010. La natura va a scuola - linee guida per la creazione di un prato fiorito nel giardino delle scuole. Press Service srl (Sesto Fiorentino, FI).
- BRETZEL F., PEZZAROSSA B., 2008. *Wildflowers e risparmio idrico nell'ambiente urbano*. Convegno Acqua e paesaggi Cultura, gestione e tecniche nell'uso di una risorsa. Atti pubblicati da Il verde editoriale

- BRETZEL F., PEZZAROSSA B., MALORGIO F., 2009b. *Study of herbaceous annual and perennial species native to Mediterranean area for landscape purposes*. *Acta Horticulturae*, 813: 321-328
- BRETZEL F., PEZZAROSSA B., PINI R., SCATENA M., SPARVOLI E. 2011. Compost and wildflowers for the management of urban derelict soils. *Applied and Environmental Soil Science*, vol. 2012, Article ID 832608, doi:10.1155/2012/832608.
- BRIGHIGNA, L., RAVANELLI, M., MINELLI, A., ERCOLI, L., 1997. The use of an epiphyte (*Tillandsia caput-medusae* Morren) as bioindicator of air pollution in Costa Rica. *The Science of the Total Environment* 198, 175–180.
- BRIGHINA A., CATARA S., ROMANO D., 2010. Le conoscenze botaniche degli antichi romani. 592-598. In: SARLI
- BUHK C., RETZER V., BEIERKUHNLEIN C., JENTSCH A., 2007. Predicting plant species richness and vegetation patterns in cultural landscapes using disturbance parameters. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 122: 446-452.
- BURGIO G., MAINI S., 2007. Cos'è la biodiversità? Concetti e tesi a confronto. *Arpa*, 4: 8-9.
- CABOT P., TRAVESA E., 2000. Empleo de planta autóctona con fines ornamentales y paisajísticos. *Actas de Horticultura*, 31: 1-5.
- CAMARDA I., BRUNDU G., CELESTI-GRAPOW L., VIEGI L., BLASI C., 2005. *Le specie esotiche e invasive*. pp. 23-28. In: SCOPPOLA A., BLASI C. (eds.) *Stato delle conoscenze sulla flora vascolare d'Italia*. Palombi Editori, Roma
- CANEVA G., BOHUNY L., 2003. Botanic analysis of Livia's villa painted flora (Prima Porta, Roma). *Journal of Cultural Heritage* 4: 149-155.
- CANTLIFFE D.J., SUNG Y., NASCIMENTO W.M., 2000. *Lettuce seed germination*. *Horticultural*
- CARRAI C., 2008. *Wildflowers: un percorso multifunzionale nel florovivaismo toscano*. In: CARRAI C. (ed.) *Wildflowers: produzione, impiego, valorizzazione*. ARSIA, Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale, Firenze.
- CELLI G., MAINI S., CORAZZA L., CAMPANINI L., 1996. Siepi e spazi naturali: colonizzazione, dinamica delle popolazioni di fitofagi e insetti utili e interazioni con le aree coltivate. *C.E.R.A.S. Annali 1995, Supplemento a Innovazione e sperimentazione, Iniziative editoriali s.a.s. Castel S. Pietro Terme, (Bo)*, 5 (6): 327-337.
- CERVELLI C., 2009. *Le piante mediterranee autoctone nel settore ornamentale e paesaggistico*. Edizioni Ace 2, Lecco 38-45.
- CERVELLI C., DE LUCIA B., 2004. *Le piante aromatiche mediterranee: aspetti ornamentali e paesaggistici*. Atti 2° Convegno Nazionale Piante Mediterranee.

- CHAMPAGNAT R., OZENDA P., BAILLAUD L., 1969. *Biologie végétale III Croissance, Morphogenèse*
- CICCHELLA, D., DE VIVO, B., LIMA, A., ALBANESE, S., MC GILL, R.A.R., PARRISH, R.R., 2008. Heavy metal pollution and Pb isotopes in urban soils of Napoli, Italy. *Geochem. Explor. Environ. Anal.* 8 (1), 103–112.
- CLARK C. M., TILMAN D., 2007. Loss of plant species after chronic low-level nitrogen deposition to prairie grasslands. *Nature*, 451: 712-715.
- CLARY J., SAVE R., BIEL C., DE HERRALDE F., 2004. *Water relations in competitive interactions of Mediterranean grasses and shrubs*. *Annals of Applied Biology*, 144: 149- 155
- CLENENS, S., PALMGREN, MG., KRAEMER, U., 2002. A long way ahead: understanding and engineering plant metal accumulation. *Trends in Plant Science* 7: 309–315.
- COILE N.C., 2002. Native plant? Wildflower? Endemic? Exotic? Invasive? Rare? Endangered? *Botany Circular No. 35*, July/August: 1-5
- COLLINS M.R., RUNDEL P.W., LAMONT B.B., ARROYO M.K., ARIANOUTSOU, M., 1996. *Plant diversity in Mediterranean-climate regions*. *Tree*, 11(9): 362-366.
- CÔME D., CORBINEAU F., 1992. *Les semences et le froid*. Dans *Les végétaux et le froid*, Hermann, Paris: 401–461.
- CONTI F., ABBATE G., ALESSANDRINI A., BLASI C., 2005a. An annotated checklist of the Italian vascular flora. Palombi Editori, Roma, 420 p.
- CONTI F., ABBATE G., ALESSANDRINI A., BLASI C., BONACQUISTI S., SCASSELLATI E., 2005b. La flora vascolare italiana: ricchezza e originalità a livello nazionale e regionale. In: SCOPPOLA A., BLASI C. (Eds.). *Stato delle conoscenze sulla Flora Vascolare d'Italia*. Palombi Editori, Roma, 18-22.
- CORBET A.A., 2003. *Nectar sugar content: estimating standing crop and secretion in the field*. *Apidologie*, 34: 1-10.
- CRAUL P. J., 1992. *Urban soil in landscape design*. Wiley and Sons. New York.
- DAGET P., 1977. Le bioclimat méditerranéen: caractères généraux, modes de caractérisation. *Vegetatio*, 34: 1-20.
- DAVIS S.L., DELPH L.F., 2005. *Prior selfing and gynomonoeicy in Silene noctiflora l. (Caryophyllaceae): opportunities for enhanced outcrossing and reproductive assurance*. *International Journal of Plant Sciences*, 166: 475–480.
- DE HERRALDE F., BIEL C., SAVÈ R., MORALES M.A., TORRECILLAS A., ALARCÓN J.J., SÁNCHEZ- BLANCO M.J., 1998. *Effect of water and salt stress on the growth, gas*

- exchange and water relations in Argyranthemum coronopifolium plants*. Plant Science, 139: 9-17.
- DE KLERK G.J., 1987. *Release of dormancy during after-ripening of Agrostemma githago seeds*. Physiologia Plantarum, 71(3): 335-340.
- DEVLIN R.M, WITHAM F.H., 1983. *Plant physiology*. 4th Edition. Wadsworth publishing company, Belmont, California, USA.
- DI GREGORIO R., *Studi e ricerche sull'impiego di specie erbacee autoctone della flora siciliana a fini ornamentali*. Tesi dottorato, 2010.
- DUNCAN W. H., FOOTE L.E. JR., 1975. *Wildflowers of the Southeastern United States*. University of Georgia Press, Athens, 296 p.
- DUNNETT N. (1999) "Annuals on the loose", The Garden, 3: 168-171 editrice Ambrosiana, Milano.
- ELISSEOU G.C., VERESOGLOU D.S., MAMOLOS A.P., 1995. *Vegetation productivity and diversity of acid grasslands in northern Greece as influenced by winter rainfall and limiting nutrients*. Acta Oecologica, 16(6): 687-702
- EUROPEAN SOIL FRAMEWORK DIRECTIVE, 2006. *Proposal for a directive of the European parliament and of the council establishing a framework for the protection of soil and amending directive*. 2004/35/EC, 30 p.
- FALLA, J., LAVAL, P., HENRYON, M., MORLOT, D., FERARD, J.F., 2000. *Biological airquality monitoring: a review*. Environmental Monitoring and Assessment 64,627–644.
- FAZIO D., 2008. *Giungla sull'asfalto. La flora spontanea delle nostre città*. Blu Edizioni, Torino, 179 p.
- FENSTER C.B., ARMBRUSTER W.S., WILSON P., DUDASH M.R., THOMSON J.D., 2004. *Pollination syndromes and floral specialization*. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 35: 375-403.
- FINI A., FERRINI F., 2007. *Influenza dell'ambiente urbano sulla fisiologia e la crescita degli alberi*. Italus Hortus 14 (1): 9-24.
- FRANCO J.A., BAÑÓN S., FERNANDEZ J.A., LESKOVAR D.I., 2001. *Effect of nursery regimes and establishment irrigation on root development of Lotus creticus seedling following transplanting*. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 76: 174-179.
- FRANCO J.A., CROS V., BAÑÓN S., GONZÁLEZ A., ABRISQUETA J.M., 2002. *Effect of nursery irrigation on postplanting root dynamics of Lotus creticus in semiarid field conditions*. HortScience, 37: 525-528.

- FRANCO J.A., MARTINEZ-SANCHEZ J.J., FERNANDEZ J.A., BAÑON S., 2006. Selection and nursery production of ornamental plants for landscaping and xerogardening in semi-arid environment. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 81(1): 3-17.
- FRATTINI S., 1992. *Contributo alla flora della città di Milano*. Pianura, 4:83-127.
- G., ALVINO A., CERVELLI C. (Eds.), 2010. IV Convegno Nazionale Piante Mediterranee - Le potenzialità del territorio e dell'ambiente. Raccolta degli Atti. pp. NN. ISBN: 978-1-4466-8981-3.
- GARDENER M.C., GILLMAN P.M., 2002. *The taste of nectar – a neglected area of pollination ecology*. *Oikos*, 98:552-557.
- GEROLA F.M., 1997. *Biologia Vegetale sistematica filogenetica*. UTET, Torino.
- GIARDINA G., 2010. *Piante rare della Sicilia*. Università degli Studi di Palermo, Palermo.
- GILBERT L.O., 1989. *The ecology of urban habitats*. Chapman and Hall, London.
- GIORDANO V., LAZZARINI M., BOGLIANI G., 2002. Biodiversità animale in ambiente urbano. Il caso della città di Pavia. APAT – Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia ambientale, Servizio Ambiente Urbano, 153 p.
- GIURFA M., DAFNI A., NEAL P.R., 1999. *Floral symmetry and its role in plant-pollinator systems*. *International Journal of Plant Sciences*, 160 (6 Suppl.): 541-550.
- GOMBERT, S., J. ASTA & M.R.D. SEAWARD. 2006. Lichens and tobacco plants as complementary biomonitors of air pollution in the Grenoble area (Isère, southeast France). *Ecol. Indic.* 6: 429-443.
- GOULSON D., 2000. *Are insects flower constant because they use search images to find flowers?* *Oikos*, 88: 547-552.
- GREUTER W., 1991. Botanical diversity, endemism, rarity, and extinction in the Mediterranean area: an analysis
- GRIMAL P., 1984. *Les jardins romains*. Librairie Arthème Fayard, Paris, 518 p.
- GRIMAL P., 2000. *L'arte dei giardini. Una breve storia*. Donzelli Editore, Roma.
- GRIME J.P., 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley & Sons, Chichester
- HAECKEL E., 1866. *Generelle morphologie der organismen. Allgemeine grundzüge der organischen formenwissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformierte deszendenz-theorie*. Band I: Allgemeine anatomie der organismen. Georg Reimer, Berlin.
- HARTMANN H.T., KESTER D.E., 1990. *Propagazione delle piante - Basi scientifiche e applicazioni tecniche*. Edizioni Agricole, Bologna.

- HERRANZ J.M., COPETE M.A., FERRANDIS P., COPETE E., 2010. *Intermediate complex morphophysiological dormancy in the endemic Iberian Aconitum napellus subsp. castellanum (Ranunculaceae)*. Seed Science Research, 20: 109-121.
- HIJANO, C. F., DOMINGUEZ, M. D. P., GIMENEZ, R.G., SANCHEZ, P. H. and GARCIA, I. S. 200. Higher plants as bioIndicators of sulphur dioxide emissions in urban environments. Environmental Monitoring and Assessment 111: 75–88.
- HITCHMOUGH J., DE LA FLEUR M., FINDLAY C., 2004. Establishing North American prairie vegetation in urban parks in northern England. Part 1. Effect of sowing season, sowing rate and soil type. Landscape and Urban Planning, 66: 75-90.
- HITCHMOUGH J., WOULDSTRA J., 1999. The ecology of exotic herbaceous perennials grown in managed, grassy vegetation in urban landscapes. Landscape and Urban Planning.
- HITCHMOUGH J.D., 2000. Establishment of cultivated herbaceous perennials in purpose-sown native wildflower meadows in south-west Scotland. Landscape and Urban Planning, 51: 37-51.
- HITCHMOUGH J.D., 2004. Philosophical and practical challenges to the design and management of planting in urban greenspace in the 21st century. Acta Horticulturae, 643: 97-103.
- HOBBS E.R., 1988. Species richness of urban forest patches and implications for urban landscape diversity. Landscape ecology, 1(3): 141-152.
- ILES J.K., 2003. The science and practice of stress reduction in managed landscapes. Acta Horticulturae, 618: 117-124.
- JOHNSON S.D., DAFNI A., 1998. *Response of bee-flies to the shape and pattern of model flowers: implications for floral evolution in a Mediterranean herb*. Functional Ecology, 12: 289-297.
- JONES A.T., HAYES M.J., 1999. Increasing floristic diversity in grassland: the effects of management regime and provenance on species introduction. Biological Conservation, 87: 381-390.
- KARIM M.N., MALLIK A.U., 2008. Roadside revegetation by native plants I. Roadside microhabitats, floristic zonation and species traits. Ecological Engineering, 32: 222-237.
- KELLER M., KOLLMANN J., EDWARDS P.J., 2000. *Genetic introgression from distant provenances reduces fitness in local weed populations*. Journal of Applied Ecology, 37: 647-659
- KLUMPP, A., KLUMPP, G., DOMINGOS, M., 1994. Plants as bioindicators of air pollution at the Serra do Mar near the industrial complex of Cubatão, Brazil. Environmental Pollution 85, 109–116.

- KÖPPEN W., 1936. Das geographische system der klimate. In: KÖPPEN W., GEIGER R., (Ed.). Handbuch der climatologie. Bd 1, Teil C, Berlino
- KUGLER P.C., TOMEI P.E., 2004. *Wildflowers. Specie vegetali autoctone di interesse ornamentale*. Felici Editore, Pisa. *La raccolta, studio, conservazione e gestione ex situ del germoplasma*. Manuali e
- LEISHMAN M.R., WRIGHT I.J., MOLES A.T., WESTOBY M., 2000. *The evolutionary ecology of seed size*. In: FENNER M. (ed.) *Seeds - the ecology of regeneration in plant communities*, 2nd edition. CAB International, Wallingford, U. K.: 31-57.
- LENZI A., MALORGIO F., SERENA M.G., TESI R., 2004. *Possibile impiego in floricoltura di alcuni wildflowers della Toscana*. Atti 2° Convegno Nazionale Piante Mediterranee
- LICKORISH S., LUSCOMBE G., SCOTT R., 1997. *Wildflowers work: technical guide to creating and managing wildflower landscapes*. Landlife, Liverpool, England. 45 p.
Linee guida APAT 37/2006, Roma
- LIPHADZI, M.S., and KIRKHAM, M. B., 2005. Phytoremediation of soil contaminated with heavy metals: A technology for rehabilitation of the environment. *S. Afr. J. Bot.* 71, 24-37. LONGO C., LONGO G. (1990) "Evoluzione ed ecologia", Minerva Italica, Bergamo,
- LOUDON J.C., 1835. Remarks on laying out public gardens and promenades. *The Gardener's Magazine*, 1: 611- 669.
- MACNAIR, M.R., 1993. Tansley Review no. 49: The genetics of metal tolerance in vascular plants. *New Phytol*, 124: 541–559.
- MAINI S., 1995. Rimboschimenti e siepi nelle aree agricole: positiva influenza sull'entomofauna utile. *Informatore Fitopatologico*, 45 (4): 13-17.
- MALIZIA, D., GIULIANO, A., ORTAGGI, G., MASOTTI, A., 2012. Common plants as alternative analytical tools to monitor heavy metals in soil. *Chem. Cent. J.* 6 (Suppl 2), 56.
- MALORGIO F., BRETZEL F., 2008. *Aspetti ecologici dei wildflowers*.
- MANUALE LINEE GUIDA. *Specie erbacee spontanee mediterranee per la riqualificazione di ambienti antropici*. 2013.
- MAPES, D.C., ROTHWELL, G.W., HAWORTH, M.T. 1989. Evolution of seed dormancy. *Nature*, 337, 645-646.
- MARRS R.H., 1993. Soil fertility and nature conservation in Europe, theoretical considerations and practical management solutions. *Advances in Ecological Research*, 24: 241-300.
- MARTÍNEZ-SÀNCHEZ J.J., FERRANDIS P., TRABAUD L., GALINDO R., FRANCO J.A., HERRANZ J.M., 2003. Comparative root system structure on post-fire *Pinus halepensis* Mill. and *Cistus monspeliensis* L. sampling. *Plant Ecology*, 168: 309-320.

- MATTEINI M. (1993) "Pietro Porcinai, architetto del giardino e del paesaggio", Electa, Milano
- MÉDAIL F., QUÉZEL P., 1997. Hot-spots analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean Basin. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 84: 112-117.
- MENICHETTI A., PETRELLA P., PIGNATTI S., 1989. *Usa dell'informazione floristica per la valutazione del grado di antropizzazione nell'area urbana di Roma*. *Inform. Bot. Ital.* 21: 165-172.
- MILBERG P., ANDERSSON L., THOMPSON K., 2000. Large-seeded species are less dependent on light for germination.
- MILES B., 1976. Be objective about your property. 13-37. In: *Wildflower perennials for your garden*. Hawthorn Books Inc., New York
- MILLER G. TYLER JR. (1997) "Ambiente, risorse, sostenibilità" Piccin Nuova Libreria SPA, Padova.
- MILONE L., 2003. *Il verde urbano. Tra natura, arte, storia, tecnologia e architettura*. Liguori Editore, Napoli.
- MOLINEUX C.J., FENTIMAN C.H., GANGE A.C., 2009. Characterising alternative recycled waste materials for use as green roof growing media in the U.K. *Ecological Engineering*, 35: 1507-1513.
- MORALES M.A., ALARCÓN J.J., TORRECILLAS A., SÁNCHEZ-BLANCO M.J., 2000. *Growth and water relation of Lotus creticus plants affected by salinity*. *Biologia plantarum*, 43: 413-417.
- MOUNTFORD J.O., LAKHANI K.H., KIRKHAM F., 1993. Experimental assessment of the effect of nitrogen addition under hay-cutting and aftermath grazing on the vegetation of meadows on a Somerset peat moor. *Journal of Applied Ecology*, 30: 321-332.
- MYERS N., MITTERMEIER R.A., MITTERMEIER C.G., DA FONSECA G.A.B., KENT J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- NAKANO C., WASHITANI I., 2003. *Variability and specialization of plant-pollinator systems in a northern maritime grassland*. *Ecological Research*, 18: 221-246.
- NIMIS, P.L., 1989 a. Urban Lichen Studies in Italy. III: the city of Rome. *Ann. Bot.*
- NIMIS, P.L., 1989 b. I licheni come indicatori di inquinamento atmosferico nell'area di Schio, Thiene, Breganze (VI). *Boll. Mus. Civ. St. Nat. Verona* 16: 1-154.
- OBERHOLZER H.R., HÖPER H., 2006. Soil quality assessment and long-term field observation with emphasis on biological soil characteristics. 397-421. In: BENCKISER G., SCHNELL S. (Eds.), *Biodiversity in Agricultural Production Systems*. CRC Press, Boca Raton, Fl Usa and London.

- ODUM E. P. (1988) "Basi di ecologia", Edizioni Piccin, Padova
- ONDER, S., DURMUS, S., 2006. Air borne heavy metal pollution of *Cedrus libani* (A. Rich) in the city centre of Konya (Turkey). *Atmos. Environ.* 40, 1122–1133
- ÖZGÜNER H., KENDLE A.D., BISGROVE R.J., 2007. Attitudes of landscape professionals towards naturalistic versus formal urban landscapes in the UK. *Landscape and Urban Planning*, 81: 34-45.
- PEZZAROSSA B., 2008. *Il Progetto Wildflowers*. In CARRAI C., (ed.) *Wildflowers: produzione, impiego, valorizzazione*. ARSIA, Press service, Sesto Fiorentino (FI).
- PHILLIPS A., 2002. Sustainability, nature and the city: urban landscape policy. Institute of Public Administration Australia, Victoria, 1-17.
- PIETRELLI, L., BIOND, M., & MENEGONI, P., 2004. Dinamica delle popolazioni di Charadriiformes e impatto antropico lungo le coste laziali. *Atti dei Convegni Lincei* 205: 307-314.
- PIGNATTI S., 1982. *Flora d'Italia*. Edagricole Bologna.
- PIOTTO B., GIACANELLI V., ERCOLE S. (Ed.), 2010. La conservazione ex situ della biodiversità delle specie vegetali spontanee e coltivate in Italia. Stato dell'arte, criticità e azioni da compiere. Manuali e linee guida ISPRA 54/2010. ISBN 978-88-448-0416-9.
- RADOSEVICH S., HOLT J., GHERSA C., 1997. *Weed Ecology Implications for Management*. Wiley, New York.
- RAHMANN G., 2011. Biodiversity and organic farming: what we know? *Landbauforschung – vTI Agriculture and Forest Research*, 3(61): 189-208. Manuale linee guida 2013
- RAMMEL C., STAUDINGER M. (2002) "Evolution, variability and sustainable development" *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 9: 301-313.
- RAVEN P.H., EVERT R.F., EICHHORN S.E., 1990. *Biologia delle piante*. Zanichelli, Bologna.
- RENTCH J.S., FORTNEY R.H., STEPHENSON S.L., ADAMS H.S., GRAFTON W.N., ANDERSON J.T., 2005. Vegetation-site relationship of roadside plant communities in West Virginia, USA. *Journal of Applied Ecology*, 42: 129-138. *Reproduction*. Masson et Cie, Éditeurs, Paris.
- RIFFARDI R. et.al., 2005. Controllo dell'inquinamento da agenti inorganici in *Fondamenti di Chimica del Suolo*, Sequi P. Patron Editore.
- RISTORI S., 2005 "Stabilità della Biosfera e sviluppo sostenibile. Verso un nuovo paradigma di sviluppo. Percorsi di sostenibilità: il Commercio Equo e Solidale." (tesi di laurea)
- ROBINSON W., 1870. *The wild garden*. Franco Muzzio Editore, Padova, 1991.

- ROMANO D., 2000. *Specie spontanee della flora siciliana di interesse ornamentale*. Floritecnica, 3: 89-94.
- ROMANO D., 2004. *Strategie per migliorare la compatibilità del verde ornamentale con l'ambiente mediterraneo*. pp. 363-404. In: PIRANI A. (Ed.). *Il verde in città. La progettazione del verde negli spazi urbani*. Edagricole, Bologna
- SÁNCHEZ-BLANCO M.J., MORALES M.A., TORRECILLAS A., ALARCÓN J.J., 1998. Diurnal and seasonal osmotic potential changes in *Lotus creticus* plants grown under saline stress. *Plant Science*, 136: 1-10.
- SÁNCHEZ-BLANCO M.J., RODRÍGUEZ P., MORALES M.A., ORTUÑO M.F., TORRECILLAS A., 2002. *Comparative growth and water relations of Cistus albidus and Cistus monspeliensis plants during water deficit conditions and recovery*. *Plant Science* 162: 107-113.
- SCOPPOLA A., BLASI C., 2005. *Stato delle conoscenze sulla flora vascolare d'Italia*. Palombi Editori. Roma.
- SERRA G., 2000. Wildflowers e continuità paesaggistica. *Floritecnica*, XXIII(233): 7-13.
- SINISCALCO C., MONTACCHINI F., 1994. *Prodromo della flora urbica torinese*. Allionia, 32: 154-162
- SMITH R.M., GASTON K.J., WARREN P.H., THOMPSON K., 2006. Urban domestic gardens (IX): Composition and richness of the vascular plant flora, and implications for native biodiversity. *Biological Conservation*, 129: 312-322
- SOLIDEA (1993) –Dichiarazione di Rio sull'ambiente e sullo sviluppo [Web Page]; accesso 2001, <http://www.solidea.org/Aree/ambiente/dichiaraz.htm>
- SUTCLIFFE O.L., KAY Q.O.N., 2001. *Changes in the arable flora of central southern England since the 1960s*. *Biological Conservation*, 93: 1-8.
- SWAFFIELD S., 2005. Shaping an urban landscape strategy to promote biodiversity. In: DAWSON M.I. (ed.), *Greening the city: bringing biodiversity into the urban environment*. Royal New Zealand Institute of Horticulture, Lincoln University, 310 p.
- SZCZEPANIAK, K., BIZIUK, M., 2003. Aspects of the biomonitoring studies using mosses and lichens as indicators of metal pollution. *Environ Res* 93:221-230.
- TAIZ, L., ZEIGER, E., 1996. *Fisiologia vegetale*. Piccin, 1996.
- TALLOWIN J.R.B., MTFORD J.O., KIRKHAM F.W., SMITH R., LAKHANI K.H., 1994. The effect of inorganic fertilizer on a species-rich grassland – implications for the nature conservation. In: MANNETJE L.T., FRAME J. (Eds.), *Grassland and society*, 332-337. Proc 15th General Meeting of European Grassland Federation, Wageningen.

- TAS I.C.Q., VAN DIJK P.J., 1999. *Crosses between sexual and apomictic dandelions (Taraxacum). I. The inheritance of apomixis*. *Heredity*, 83: 715-721.
- TESI R., BENNICI A., LENZI A., MURGIA J., LOMBARDI P., 2002. *Fiori e piante spontanee della flora toscana*. *Flortecnica*, (parte I): 66-72. *Flortecnica* 4, (parte II), 66-73.
- THOMPSON K, ASKEW A.P., GRIME J.P., DUNNETT N.P., WILLIS A.J., 2005. Biodiversity, ecosystem function and plant traits in mature and immature plant communities. *Functional Ecology*, 19: 355-358.
- THOMPSON K., HODGSON J.G., RICH C.G., 1995. Native and alien invasive plants: more of the same? *Ecography*, 18(4): 390-402.
- TINSLEY M.J., SIMMONS M.T., WINDHAGER S., 2006. The establishment success of native versus non-native herbaceous seed mixes on a revegetated roadside in Central Texas. *Ecological Engineering*, 26: 231-240.
- TOMEI P.E., KUGLER P.C., 2008. Specie selvatiche della flora toscana di interesse ornamentale: 29-48. In CARRAI C., (ed.) *Wildflowers: produzione , impiego, valorizzazione*. ARSIA, Press service, Sesto Fiorentino (FI).
- TOMEI P.E., LIPPI A., MARTINELLI R., 1992. *Gli alberi delle mura di Lucca*. CISCU. Lucca.
- TONZING S., MARRÉ E., 1983. *Botanica generale – Morfologia e fisiologia vegetali*. Casa
- TORRECILLAS A., RODRÍGUEZ P., SÁNCHEZ-BLANCO M.J., 2003. *Comparison of growth, leaf water relations and gas exchange of Cistus albidus and Cistus monspeliensis plants irrigated with water of different NaCl salinity levels*. *Scientia Hort.*, 97: 353- 368.
- TOSCANO S., DI GREGORIO R., SCUDERI D., ROMANO D., 2009. La biodiversità urbana in ambiente mediterraneo, 113. IV Convegno Nazionale sulle Piante mediterranee, Marina di Nuova Siri (MT), 8-10 ottobre 2009.
- TUTTOLOMONDO T., 2010. Agricoltura e ambiente: le piante erbacee nell'ecosistema urbano. Convegno "Ambiente e Territorio" Caltanissetta 1-ottobre 2010.
- VAN ASSCHE, F., Clijsters, H., 1990. Effects of metals on enzyme activity in plants. *Plant Cell Environ* 13: 195-206.
- VAN SCHIE C.C.N., HARING M.A., SCHUURINK R.C., 2006. *Regulation of terpenoid and benzenoid production in flowers*. *Current Opinion in Plant Biology*, 9: 203-206.
- VIGNA TAGLIANTI A., ZAPPAROLI M., 2006. *Insetti di Roma. Biodiversità in un ecosistema urbano*. Edizioni Belvedere, Latina, 72 pp.
- VITOUSEK P.M. 1990. Biological invasion and ecosystem process: towards an integration of population biology and ecosystem studies. *Oikos*, 57: 7-13.

- VLEESHOUWERS L.M., BOUWMEESTER H.J., KARSSSEN C.M., 1995. *Redefining seed dormancy: an attempt to integrate physiology and ecology*. *Journal of Ecology*, 83: 1031-1037.
- VON HUMBOLDT A., 1805. *Essai sur la geographie des plantes. Accompagne d'un tableau physique des regions equinoxiales*. Levrault, Paris.
- WASSMUTH B.E., STOLL P., TSCHARNTKE T., THIES C., 2009. *Spatial aggregation facilitates coexistence and diversity of wild plant species in field margins*. *Perspective in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 11: 127-135.
- WEBB D.A., 1978. *Flora Europaea*. *Taxon*, 27: 3-14.
- WILSON D. 1999. *Sow easy*. *American Nurseryman*, September, 15: 24-29.
- WISEMAN, C.L.S., ZEREINI, F., PUTTMANN, W., 2013. *Traffic-related trace element fate and uptake by plants cultivated in roadside soils in Toronto, Canada*. *Sci. Total Environ.* 442, 86–95.
- ZEREINI, F., WISEMAN, C.L.S., PUTTMANN, W., 2007. *Changes in palladium, platinum, and rhodium concentrations, and their spatial distribution in soils along a major highway in Germany from 1994 to 2004*. *Environ. Sci. Technol.* 41, 451–456.
- ZHANG J., KLUEVA N., NGUYEN H.T., 1996. *Plant adaptation and crop improvement for arid and semiarid environments*. 12-17. *Proceeding of the Fifth International Conference on Desert development*. Volume II. International Center for arid and semiarid land studies, Lubbock, TX, USA.
- ZHANG K., WEN Z., DU B., SONG G., 2008. *A multiple-indicators approach to monitoring urban sustainable development*. *Ecology, Planning, and Management of Urban Forests, Part I*, 35-52.