



Università  
Ca' Foscari  
Venezia

# Corso di Laurea Magistrale in Scienze Ambientali

Tesi di Laurea

## **Studio delle relazioni tra fattori edafici e strategie di utilizzo delle risorse da parte delle comunità vegetali di prato arido in Veneto**

**Relatore**

Prof. Gabriella Buffa

**Correlatore**

Dott.ssa Silan Giulia

**Laureanda**

Elisa Sarto

Matricola 841591

**Anno Accademico**

2019 / 2020

# INDICE:

<b>0) ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
<b>1) INTRODUZIONE.....</b>	<b>4</b>
<b>2) MATERIALI E METODI.....</b>	<b>8</b>
2.1 Descrizione area di studio .....	8
2.2 Descrizione geomorfologia .....	11
2.3 Descrizione del clima .....	12
2.4 Descrizione habitat 6210 .....	13
2.5 Descrizione dello svolgimento del campionamento.....	15
2.6 Descrizione delle analisi dei dati raccolti.....	16
2.7 Descrizione delle analisi di laboratorio.....	20
2.8 Descrizione delle analisi statistiche.....	23
<b>3) RISULTATI.....</b>	<b>23</b>
<b>4) DISCUSSIONE E CONCLUSIONE .....</b>	<b>31</b>
<b>5) BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>35</b>
<b>6) SITOGRAFIA.....</b>	<b>40</b>

# ABSTRACT

Le praterie aride semi-naturali del Veneto sono caratterizzate da una un'elevata biodiversità vegetale e animale, alla quale sono legati molti importanti servizi ecosistemici come ad es. produzione di foraggio, regolazione del clima, e ciclo di nutrienti. Il pool di specie che compone una comunità è il risultato di una serie di filtri abiotici ( $T^{\circ}$ , o fattori edafici) e biotici (rapporti inter- e intraspecifici) che selezionano via via le specie sulla base delle loro caratteristiche biologiche, ecologiche e funzionali.

Lo scopo di questa ricerca è verificare se esiste una correlazione tra alcuni fattori edafici (pH, umidità, profondità suolo) e la diversità delle praterie aride semi-naturali caratterizzando le comunità dal punto di vista funzionale.

In campo sono stati effettuati 50 plots, per ogni uno di essi sono stati raccolti dati quali composizione specifica, abbondanza specifica, ambientali, campioni di suolo e profondità dello stesso. In laboratorio è stata condotta la misura potenziometrica del pH e la determinazione gravimetrica del contenuto di umidità per ogni campione di suolo.

I dati sono stati elaborati tramite modello lineare utilizzando il software statistico "R".

I risultati ottenuti indicano che solo alcuni parametri edafici risultano significativi nella selezione (es. pH e umidità). Inoltre, la loro importanza varia nei diversi gruppi di specie. Alcune specie sono selezionate. I dati ottenuti sono utili per una corretta gestione delle praterie.

# 1) INTRODUZIONE

Una delle tematiche ecologiche più importanti riguarda i processi di formazione e mantenimento nel tempo delle comunità e, in particolare, quali processi consentano la coesistenza di un numero elevato di specie (Adler et al., 2018; Garnier et al., 2016; Gotelli, 2000).

In ciò vi è il concetto tradizionale di “assembly rules” (Gotzenberger et al., 2012; Lortie et al., 2004) il quale assume che le specie non coesistano in modo casuale, ma siano vincolate nella loro co-occorrenza da processi gerarchici (Fig.1) che agiscono su scale sempre più fini filtrando così le specie provenienti dal pool regionale che andranno a comporre la comunità (Gotzenberger et al., 2012; Fantinato et al., 2018; Garnier et al., 2012). Questi fattori di selezione delle specie agiscono su scale temporali variabili cioè, maggiore è la scala spaziale considerata maggiore sarà la scala temporale d'azione e viceversa (Cavender-Bares et al., 2009). Secondo la teoria delle “assembly rules”, quindi, una comunità è il risultato delle interazioni tra processi stocastici, migrazione, dispersione, adattamenti sviluppati dalle piante in risposta all'ambiente, interazioni dirette ed indirette tra gli individui siano esse positive o negative (Lortie et al., 2004).

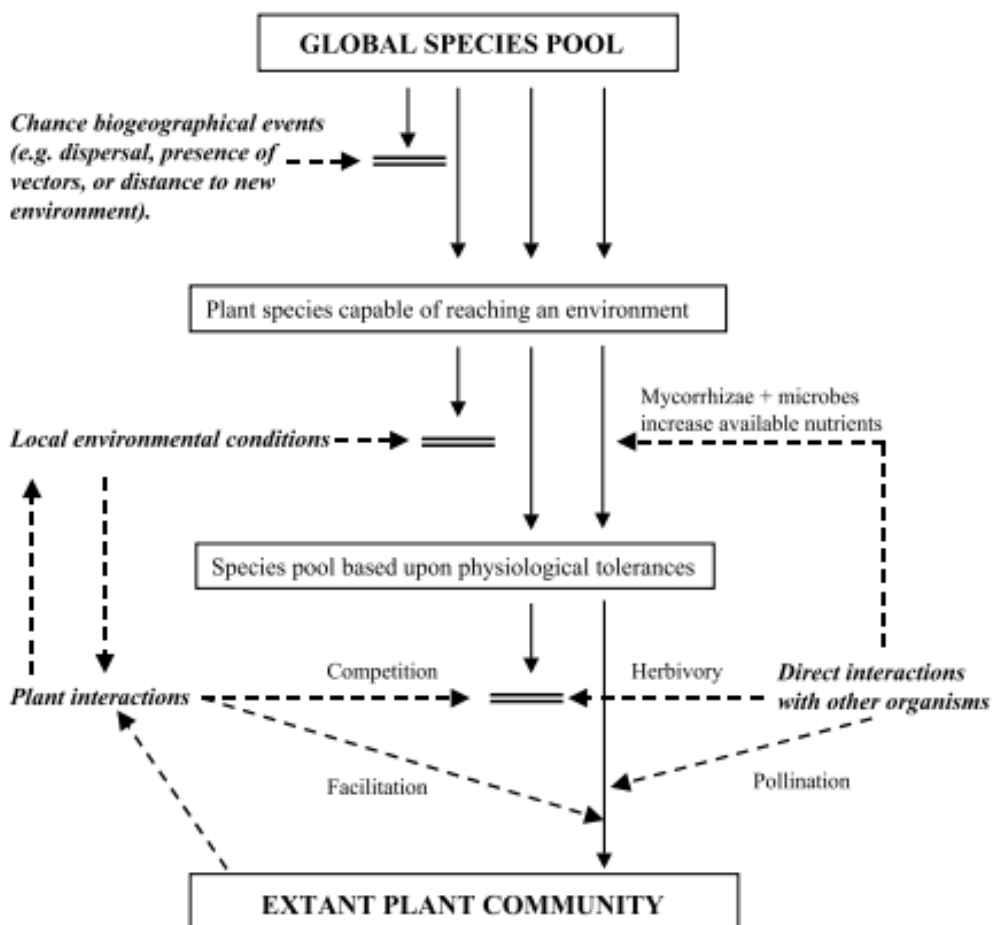
Il primo filtro è legato alla dispersione ed è determinato da eventi stocastici biogeografici (Garnier et al., 2012), *storage effect* (letteralmente “effetto immagazzinamento”, legato a differenze della nicchia temporale; Chesson et al., 2001), caratteristiche delle specie (meccanismi più o meno efficienti di trasporto dei propaguli, ad esempio massa del seme), tipologia di vettori coinvolti nel trasporto dei semi e da aspetti del paesaggio, come la presenza di ostacoli alla dispersione (Pärtel et al., 2005). I fattori che maggiormente limitano la dispersione delle specie sono legati alla frammentazione degli habitat, cioè sono la distanza fra le patch, la proporzione di habitat idoneo nel paesaggio e la proporzione in cui sono presenti gli altri habitat componenti il paesaggio e la diversità dell'habitat in analisi. Il contesto paesaggistico non influenza con la stessa intensità tutte le specie; le specie specialiste, legate ad un determinato habitat, risultano maggiormente interessate dalla perdita di habitat, dall'isolamento e dalla diversità del paesaggio circostante rispetto alle specie generaliste le quali, grazie a quest'ultima caratteristica sono favorite dalla presenza di habitat di margine ai bordi delle patch (Krauss et al., 2004).

Il secondo filtro è legato alle condizioni ambientali dell'habitat che elimineranno tutte le specie che possiedono traits non idonei alla sopravvivenza nella comunità (Weiher & Keddy 1999; Keddy et al., 1992). Questo secondo filtro è dato anche da fattori edafici (Garnier et al., 2012).

Infine, il terzo filtro è legato ai fattori biotici quali le interazioni positive e negative tra gli individui, la cui influenza è determinata dalla densità di piante; ciò definirà la coesistenza specifica nella

comunità (Garnier et al., 2012; Keddy et al., 1992). Le specie che comporranno la comunità saranno quelle con più forti capacità competitive. La selezione dei traits di idoneità ambientale (caratteristiche dell'habitat) e la competizione inter- e intraspecifica sono i principali fattori che governano la composizione della comunità a scala locale e determinano assemblaggi non casuali (Cavender-Bares et al., 2009).

A questi tre filtri, possono aggiungersi ulteriori processi legati a disturbi ambientali che possono influire sulla composizione delle comunità (Garnier et al., 2012).



**Figura 1** Schematizzazione dell'azione sinergica dei filtri che determinano la composizione delle comunità vegetali (Lortie et al., 2004)

I fattori abiotici come temperatura, luce, caratteristiche topografiche, pendenza ed esposizione e caratteristiche del suolo come profondità, umidità e pH esercitano una forte influenza sull'assemblaggio delle comunità (Janišová, 2005).

La potenziale irradiazione solare dipende dalla topografia locale e dalla forma del rilievo (Janišová, 2005; Moeslund et al., 2013); ad essa sono legati i cicli di evaporazione ed evapotraspirazione delle piante (Moeslund et al., 2013) e quindi lo sviluppo delle stesse.

La profondità del suolo agisce sulla composizione delle comunità nella misura in cui le piante sono maggiormente influenzate dagli strati di suolo più profondi rispetto che dalle caratteristiche del suolo superficiale legate alla geografia del sito quali l'aspetto e la tipologia di top-soil. Quindi, dal momento che le specie vegetali differiscono nelle loro esigenze in termini suolo in base a quale è presente in un determinato sito si avranno comunità con composizioni differenti (Cousins and Eriksson, 2001). A piccola scala la profondità del suolo può avere un'influenza maggiore rispetto all'umidità del suolo (Merunková et al., 2014).

L'umidità del suolo influenza la produttività e la ricchezza in specie delle comunità (Merunková et al., 2014; Dengler et al. 2012). Pur essendo legata alle precipitazioni locali che ne condizionano l'andamento stagionale, è influenzata anche da fattori topografici come la pendenza, che condiziona la quantità di energia al suolo e l'evaporazione tanto che siti caratterizzati da elevata pendenza presentano una copertura vegetale bassa (Janišová, 2005). La topografia del territorio governa, inoltre, l'accessibilità alla falda freatica e la quantità di acqua piovana trattenuta dal suolo e quindi disponibile per le piante. In base all'umidità del suolo di un sito cambia anche la quantità di nutrienti disponibili e la loro solubilità, e di conseguenza il valore di pH. Il pH è un altro parametro edafico che, in combinazione alla composizione chimica del suolo, influisce sulla composizione delle comunità (Merunková et al., 2014; Moeslund et al, 2013; Dengler et al. 2012), ed è correlato con la densità di specie (Amorim et al., 2008). Le piante mediamente non sopportano estremi valori di pH in quanto in corrispondenza di valori estremamente acidi (pH=4) diminuisce la disponibilità di alcuni nutrienti e aumenta la tossicità dell'alluminio, mentre a valori troppo elevati (pH=8,5-9) diminuisce la disponibilità di nutrienti essenziali quali ad esempio i fosfati che diventano meno solubili. I valori di ricchezza specifica più elevati si riscontrano quindi a valori di pH intorno alla neutralità o mediamente basici (Chytrý et al., 2007; Pärtel, 2002; Palpurina et al., 2017, Merunková et al., 2014).

Scopo del presente lavoro è l'analisi dei fattori edafici che influiscono sulla diversità funzionale delle praterie aride semi-naturali. Le praterie aride rappresentano habitat molto importanti dal punto di vista ecologico perché offrono e supportano diversi servizi ecosistemici. Data la loro importanza, essi sono elencati nell'allegato I della direttiva UE "Habitat" (43/92 CE) come habitat prioritari, vale a dire "tipi di habitat naturali in pericolo di scomparsa".

Attualmente questi ambienti sono minacciati a causa dell'abbandono delle pratiche di gestione tradizionali quali lo sfalcio per il ricavo di foraggio per nutrire il bestiame e il pascolo, che ne sta determinando una diminuzione sia della quantità che della qualità e ricchezza specifica. In Europa hanno subito un progressivo peggioramento qualitativo e quantitativo. Infatti, la diminuzione media della superficie totale è stata del 12% tra il 1975 e il 1998 ([http://www.lifericopri.it/wp-content/uploads/Progetto-Life\\_RICOPRI.pdf](http://www.lifericopri.it/wp-content/uploads/Progetto-Life_RICOPRI.pdf)), le restanti aree si presentano estremamente frammentate con tendenziale diminuzione della distribuzione di molte specie.

Per preservare questo habitat e quindi la sua biodiversità è necessario indagare da quali fattori è governata, per poter poi implementare delle misure utili per gestire questi aspetti al fine di mantenere la corretta ed ottimale sinergia degli stessi.

## 2) MATERIALI E METODI:

### 2.1 AREA DI STUDIO:

Lo studio è stato svolto sull'arco prealpino (Monti Lessini, Colli Asolani, Colli Marosticani) e in zone collinari (Colli Berici e Colli Euganei) del Veneto, Nord-Est Italia (Fig. 2 e fig. 3 ), e ha compreso il settore altitudinale compreso tra 80 m e 500 m.



Figura 2 Carta fisica illustrante l'ubicazione sul territorio italiano dell'area di studio (<https://www.google.it/maps/@45.4431406,10.6409468,281562m/data=!3m1!1e3?hl=it> ).



**Figure 3 Carta fisica dell'area di studio in dettaglio**

<https://www.google.it/maps/@45.4431406,10.6409468,281562m/data=!3m1!1e3?hl=it> ).

I monti Lessini presentano un'estensione di più di 820 Km<sup>2</sup> e sono siti tra la Provincia di Verona e quella di Trento nella zona sudorientale delle Prealpi Venete. I confini sono definiti dalla valle glaciale dell'Adige ad Ovest, dalla Val dei Ronchi a Nord e dalle aree urbane e agricole ubicate nella pianura veronese a Sud; il confine Orientale si individua lungo la dorsale che divide la Val d'Alpone dalla Valle del Chiampo.

Il paesaggio della Lessinia può essere suddiviso in quattro aree in base all'altitudine dei rilievi presenti: la zona pedemontana e collinare dai fondovalle fino 600/800 m s.l.m. delle dorsali; la zona di media montagna tra gli 800 m s.l.m. e i 1200 m s.l.m. circa dove sono presenti centri abitati ed infine la zona degli alti pascoli tra i 1200 m s.l.m. e i 1800 m s.l.m. delle vette orientali dove sono presenti malghe e boschi di faggio e abete. È possibile individuare una quarta area tipicamente costellata di valli caratterizzate da ripidi versanti e stretti avvallamenti dove la vegetazione è fitta; queste parti di paesaggio sono di natura seminaturale poiché sono state sfruttate dall'uomo per la raccolta di legname e carbone ligneo. Quest'area e la maggior parte della zona dei pascoli d'altura, dal 1990 fanno parte del Parco Naturale Regionale della Lessinia avente un'estensione di poco più di 100 kmq ubicato tra la provincia di Verona e quella di Vicenza (<https://www.altallessinia.com/geologia-geografia-parco-naturale-lessinia/>)

I Colli Asolani Occidentali sono composti da bassi rilievi collinari parzialmente coperti e isolati dai sedimenti dei conoidi componenti il glacis di Paderno. I colli presentano un'altitudine compresa tra i 200 e i 250 m s.l.m., gli accumuli del glacis sono alti dai 160 m a nord ai 100 m al confine sud della conformazione geologica, dove si collegano con la pianura. I Colli Asolani Orientali sono costituiti da rocce con erodibilità differente. Nella zona più settentrionale i colli sono allungati in direzione est-ovest da Onigo a Pedelcol; l'altitudine dei suddetti oscilla tra circa i 250 m e i 345 m s.l.m. del Collalto, il più alto dei rilievi. Tra colle e colle vi sono delle selle. La seconda parte di colli si snoda verso NNE-SSW, più precisamente da Case Bortolon a Ponte di Pagnano, essi sono una doppia dorsale asimmetrica, con versante sud più esteso di quello nord. Tra le due conformazioni di colli descritte vi sono rilievi più bassi; la morfologia è costituita da forme arrotondate dove le valli maggiori hanno fondo alluvionale piatto (Bondesan et al., 2010).

I Colli Berici sono situati a sud di Vicenza e si estendono in un'area di circa 165 Km<sup>2</sup>. Il plesso di rilievi nell'area Nord è molto irregolare mentre in quella Sud è più regolare. Sono presenti due depressioni la Val Lione e il sistema di valli di Fimon le quali si estendono verso l'interno. La strozzatura presente nella Bocca d'Ansiesà e la Val Lione permettono di classificare i Colli Berici in due settori: quello orientale, un esteso altopiano, e l'occidentale, che presenta una conformazione leggermente ondulata. Le cime più alte si trovano nel primo settore: Monte Tondo (415 m slm), Monte della Cengia (428 m slm) e infine Monte Alto (444 m slm). Verso Vicenza l'altopiano presenta molteplici incisioni che delineano alla fine una stretta e frastagliata dorsale; infine si trova il Monte Berico. A fianco del gruppo principale (il Monticello di Fara e la collina di Altavilla sono le maggiori) è possibile osservare alcune colline isolate. La conformazione dei Colli Berici dipende molto dalla litostratigrafia del luogo per lo più calcareo-marmoroso facilmente soggetto ad erosione nel settore occidentale, mentre la parte orientale è caratterizzata da litologie calcaree (<http://www.laboratoriobrendola.com/2018/05/16/aspetti-geografici-e-geologici/>).

I Colli Euganei si trovano a Sud-Ovest della città di Padova in un'area compresa tra il fiume Bacchiglione a Nord, il canale della Battaglia a Est e il fiume Frassine a Sud occupando una superficie di 350 Km<sup>2</sup>. Sono costituiti da un complesso centrale principale e da alcuni rilievi isolati. I colli presentano quote non molto elevate; la maggiore è quella del Monte Venda alto 601,3 m s.l.m.; i restanti rilievi annoverano altitudini tra i 400 m s.l.m. e i 500 m s.l.m., con piccole cime di circa 100 m s.l.m. (<http://www.sapere.it/enciclopedia/Eug%C3%A0nei%2C+C%C3%B2lli-.html>).

## 2.2 GEOMORFOLOGIA:

La porzione di territorio dell'area di studio presenta colline a bassa quota con un picco maggiore di 602 m s.l.m.; la genesi di questi rilievi è sia da roccia sedimentaria (calcarea e marna) che vulcanica (basaltica e riolitica) con formazioni risalenti dal tardo Paleocene a tardo Oligocene (Slaviero et al., 2016).

Le colline ubicate al termine delle Valli dell'Adige e del Piave hanno origine morenica, sono state deposte dai fronti dei ghiacciai quaternari, come l'anfiteatro del Garda e del Rivoli.

L'origine dei Colli Berici e dei Colli Euganei è avvenuta per mezzo di processi differenti per ognuno di questi gruppi di rilievi: i primi sono accumulati alla genesi dei Lessini per la presenza delle formazioni calcaree e dalle rocce vulcaniche, mentre i secondi sono di origine vulcanica.

Durante l'Oligocene inferiore si sono formati i Colli Euganei in particolare nel secondo ciclo eruttivo euganeo avvenuto nel mar di Teide, con affioramento dell'area tra l'Oligocene e Miocene (Maritan, 2012) e formazione di: riolite, trachite e latite caratterizzanti questa zona.

Di origine marina sono anche i Colli Berici; la composizione mineraria più antica risale al Cretaceo e al Paleocene. Successivamente ad un parziale innalzamento del fondo marino, durante l'Eocene inferiore, il mare, in particolare nell'Eocene medio, ha favorito la sedimentazione di strati calcarei frequentemente con abbonanti quantità d'argilla e con una stratificazione non molto percettibile, grigio-giallognola. Simultaneamente è avvenuta un'eruzione sottomarina e subaerea molto estesa che, quando terminò lasciò sedimenti molto grossolani (Castiglioni, 1991).

Nelle Prealpi Venete sono compresi: Monti Lessini, Piccole Dolomiti, Gruppo degli Altipiani (Asiago) per quanto riguarda la Provincia di Vicenza; Massiccio del Grappa e Gruppo del Visentin-Col Nudo-Monte Cavallo per la Provincia di Belluno (Castiglioni, 1991).

Le Prealpi Venete dal punto di vista geologico sono calcaree, si sono originate dal ripiegamento e dal sollevamento degli strati sedimentari marini generato da spinte orogenetiche da sud-est. Si presentano come un allineamento di brevi catene alternate con massicci e altipiani che dalle sponde Est del Garda si estendono fino alle Prealpi bellunesi (Migliorini, 1965).

Durante il Giurassico sulla zona dove attualmente vi sono le Prealpi Bellunesi, l'Altopiano del Cansiglio e il Monte Grappa vi era il mare il quale ha favorito la sedimentazione carbonatica con genesi di depositi di dolomie, calcari bianchi e calcari rossi; durante il Cretaceo sono state plasmate rocce di natura sedimentaria composte da fanghi calcarei e argille atte a formare il Biancone, presente in tutta la dorsale; nel corso del Cenozoico o Terziario il territorio dalle Dolomiti alle Prealpi si è innalzato a causa dello scontro della zolla continentale africana con quella europea.

La dorsale prealpina bellunese si protrae verso sudovest-nordest, ha una forma di piega a ginocchio cioè anticlinale asimmetrica; i fianchi sono lievemente obliqui sul versante bellunese, più inclinati sul versante trevigiano. La genesi geologica delle Prealpi vicentine è simile a quella dei rilievi bellunesi confinanti.

La catena pedemontana è solcata da alcuni canali come il Brenta tra l'Altopiano di Asiago e il Monte Grappa, il Piave tra il Monte Grappa e il Monte Cesen. La dorsale del Monte Baldo è separata dai Monti Lessini grazie all'Adige.

I versanti prealpini antistanti la pianura si presentano con notevoli pendenze a causa del rovesciamento delle pieghe in direzione opposta alle spinte subite.

Le pendici meridionali dei Monti Lessini sono il prolungamento di colline separate dalla Valpolicella, dalla Val d'Illasi e la Valle del Chiampo (Migliorini, 1965).

### 2.3 CLIMA:

In Veneto sono presenti tre mesoclimi (ARPAV, 2012): il mesoclima della pianura, il mesoclima prealpino e il mesoclima alpino interno.

Il mesoclima della pianura è tipico dell'area pianeggiante della regione, ubicata tra la fascia litoranea e quella pedemontana; ne fanno parte i Colli Euganei e i Colli Berici. La zona appena nominata è connotata dalla continentalità: inverni abbastanza freddi ed estati calde. Le temperature, non molto differenti dall'area più interna e dalla zona litoranea, presentano valori nel range 13-14°C medi annui. Le precipitazioni sono ripartite omogeneamente nel corso di tutto l'anno, con valori compresi tra gli 800 e i 1000 mm. La stagione con precipitazioni meno ricorrenti è quella invernale; l'autunnale e quella primaverile invece presentano picchi contemporanei alle perturbazioni atlantiche e mediterranee (ARPAV, 2012).

Il mesoclima prealpino identifica i primi rilievi delle Prealpi Venete; le temperature medie presentano valori non molto più bassi rispetto a quelli che caratterizzano l'area pianeggiante (12°C circa), le precipitazioni invece sono più abbondanti con media annua compresa tra i 1200 e 1500 mm con picchi equinoziali fino a 2000 mm. (ARPAV, 2012).

## 2.4 HABITAT 6210:

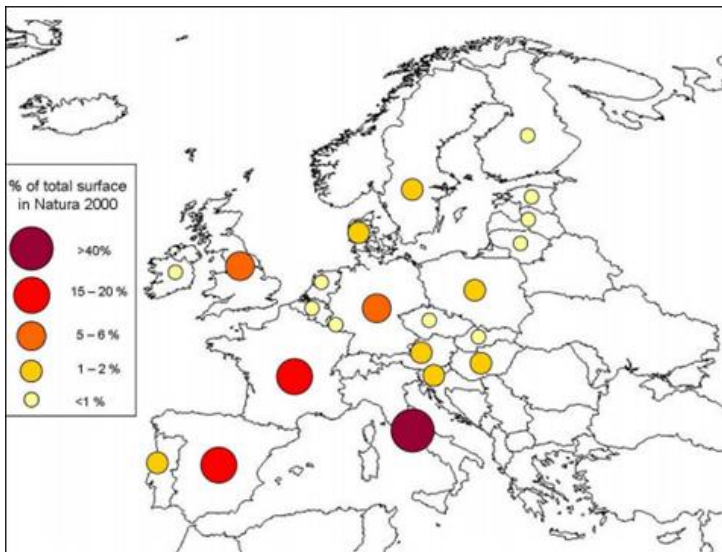
I prati aridi presentano una notevole biodiversità costituita da molteplici specie rare e in via di estinzione appartenenti a varie tassonomie (Van Helsdingen et al., 1996; Ssymank et al., 1998). A scala locale sono tra gli ambienti al mondo a più alta diversità, nei quali la coesistenza è influenzata da fattori di difficile comprensione (Wellstein et al., 2014; Dengler et al., 2014). Tale consistente ricchezza si osserva anche per farfalle e altri invertebrati. In Europa, l'habitat 6210 occupa una grande percentuale dei campi agricoli ad alto valore naturale ed accolgono molta della biodiversità europea delle fattorie (Collins, 2012; Habel et al., 2013). Tutto ciò sottolinea la loro importanza naturalistica, motivo per cui compaiono nell'allegato I della Direttiva Habitat UE (CE 43/92) come habitat prioritari, cioè "tipi di habitat naturali a rischio di scomparsa".

I prati aridi rappresentano comunità semi-naturali mantenute nel tempo grazie ad una regolare gestione antropica. L'intervento di tipo antropico, grazie a sfalci periodici e/o pascolo, consente il mantenimento delle specie erbacee e il rallentamento dell'avanzata delle specie legnose, e ha permesso l'instaurarsi di interessanti comunità, attualmente fortemente minacciate dall'abbandono (Jansen et al., 2016). La mancata gestione di queste aree seminaturali, infatti, innesca processi di successione, cioè la comparsa successiva di diverse comunità vegetali in un dato sito (Rühl et al. 2005). Lungo il processo di successione, quindi, se le normali pratiche di gestione vengono abbandonate o rallentate, le comunità a prato si arricchiscono di specie arbustive tornando spontaneamente alla condizione originaria di boscaglia.

L'importanza di questi habitat è testimoniata dal loro inserimento nell'Allegato I della Direttiva Habitat 92/43/CEE, come habitat prioritario con codice 6210\* "Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (*Festuco-Brometalia*) con presenza di orchidee". Questi sono infatti ambienti ad alta biodiversità con valori di ricchezza specifica tra i più elevati al mondo, con densità fino a 89 specie per m<sup>2</sup> (Janišova et al., 2010), tra cui figurano specie rare e minacciate come ad esempio molteplici specie di Orchidaceae, inserite nelle Liste Rosse Regionali (Conti et al., 1997). Anche la fauna associata è notevolmente ricca, in particolare le farfalle e altri invertebrati (Bobbink and Willems, 1988; Van Swaay, 2002).

Le praterie calcaree sono presenti pressoché in tutto il continente europeo (Royer 1991, Essi 2005), ma sono particolarmente diffusi in Europa meridionale e sudorientale (SEE 2001): l'area bagnata dal Mar Mediterraneo è la regione biogeografica con le più estese superfici d'habitat 6210\* (Fig.4). Considerando l'Italia rispetto al continente europeo, essa è il Paese che annovera la maggior copertura di praterie prioritarie 6210\* (256,115 ha su 595,973 ha presenti in Europa

corrispondenti al 42,96%)([http://www.lifericopri.it/wp-content/uploads/Progetto-Life\\_RICOPRI.pdf](http://www.lifericopri.it/wp-content/uploads/Progetto-Life_RICOPRI.pdf)), diffuse in tutta la penisola (Calaciura e Spinelli, 2008), ma con una concentrazione nelle Alpi e nell'Appennino centrale.



**Figura 4 Carta rappresentante l'ubicazione dell'habitat 6210 in Europa (da Calaciura e Spinelli, 2008)**

Nell'area di studio si rinvengono su suoli con scarsa capacità produttiva, discontinui e poco evoluti, con substrato prevalentemente calcareo, ricco di scheletro e con strato umifero poco profondo o addirittura roccia affiorante (Villani et al. 1999).

L'habitat include praterie da aride a semi-aride, diffuse dal piano collinare al piano montano, dominate da emicriptofite e camefite. La specie fisionomizzante è quasi sempre *Bromus erectus*, ma talora il ruolo è condiviso da altre entità come *Artemisia alba*. Tra le specie frequenti nell'area di studio possono essere citate: *Brachypodium rupestre*, *Koeleria pyramidata*, *Bothriochloa ischaemon*, *Centaurea scabiosa*, *Eryngium campestre*, *Scabiosa columbaria*, *S. triandra*, *Globularia bisnagarica*, *Coronilla varia*, *Dorycnium herbaceum*, *Bupleurum baldense*, e piccoli arbusti come *Fumana procumbens*, *Teucrium chamaedrys*, *T. montanum*, *Thymus pulegioides*. Tra le orchidee, le più frequenti sono *Anacamptis pyramidalis*, *Himantoglossum adriaticum*, *Ophrys apifera* e *O. sphegodes*.

Le praterie aride sono immerse in una matrice agro-ambientale complessa con arativi, frutteti e oliveti accanto a frammenti di habitat naturali, come i boschi di latifoglie caducifoglie. Su suoli carbonatici dominano i querceti di roverella e sui versanti si osservano gli orno-ostrieti, nei quali sono compresi il carpino nero e l'orniello.

## LE COMUNITÀ VEGETALI

L'attività di campionamento è stata svolta durante la stagione primaverile-estiva del 2018-2019, in particolare tra maggio e luglio, periodo di massimo sviluppo della comunità. Sono stati rilevati 50 plots di 3 m x 3 m.

I rilevamenti sono stati condotti in corrispondenza di prati aridi dominati dalle specie diagnostiche dell'habitat 6210 (*Bromus erectus* e *Artemisia alba*), del piano collinare e montano, in un range tra i 200 m e i 1200 m slm, su suoli neutro-carbonatici drenanti a tessitura fine. I siti di campionamento sono stati individuati attraverso il metodo di Campionamento Random stratificato, utilizzando per la definizione degli strati la cartografia delle aree SIC presenti nella Rete Natura 2000 del Veneto (<https://www.regione.veneto.it/web/agricoltura-e-foreste/siti-rn2000>).

La raccolta dei dati è stata fatta utilizzando un quadrato di 1 m x 1 m a sua volta suddiviso in sub-aree di 10 cm x 10 cm, ognuno delle quali rappresenta l'1% del totale. Per ogni punto di campionamento sono quindi stati rilevati 9 quadrati contigui.

Per ogni plot sono state raccolte informazioni relative alla composizione della comunità, cioè la lista di tutte le specie vascolari presenti, e la loro abbondanza relativa espressa in percentuale di copertura. Per ciascun plot sono inoltre stati registrati i seguenti dati:

- Le coordinate geografiche registrate con un GPS;
- Località;
- Superficie espressa in metri quadri (m<sup>2</sup>);
- L'inclinazione espressa in valore percentuale (%);
- L'esposizione utilizzando i punti cardinali (N-S-E-O);
- La copertura dello strato erbaceo espresso in valore percentuale (%);
- La copertura dello strato muscinale espresso in valore percentuale (%);
- L'altezza media della vegetazione espressa in centimetri (cm);
- La profondità del suolo espressa in centimetri (cm); quest'ultima è stata stimata in campo piantando una paletta e osservando quanto essa fosse in grado di spingersi in profondità nel terreno.

Per le specie sconosciute individuate in campo sono stati raccolti alcuni individui completi di apparato radicale, eventuale fusto sotterraneo, foglie, fiori; meglio se con presenza di frutti in quanto facilitano l'identificazione della specie. La diagnosi è stata successivamente condotta in laboratorio tramite l'utilizzo della *Flora d'Italia* (Pignatti, 1982).

I campioni sono stati montati su un cartoncino e scritto l'etichetta con i dati d'identificazione della specie, poi sono stati posti ad essiccare e catalogati presso l'*Herbarium* di Ca' Foscari.

## 2.6 ANALISI DATI:

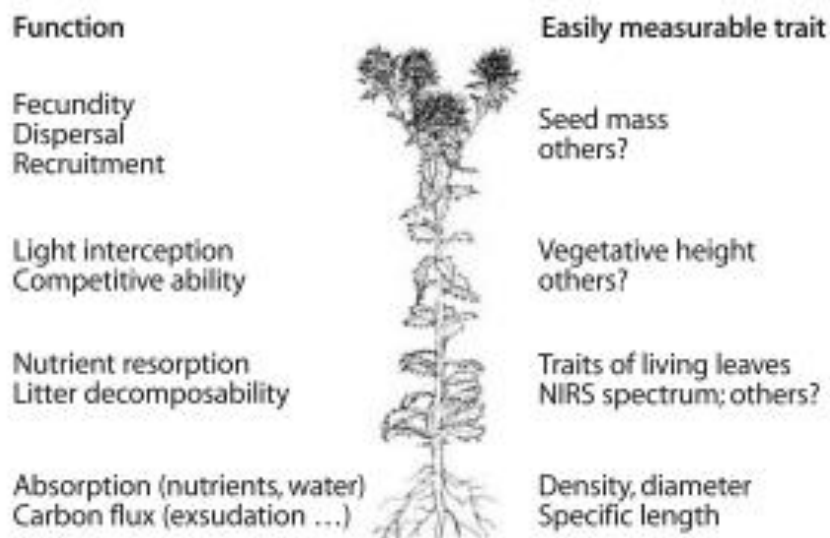
Il dataset utilizzato comprende i dati derivanti dal campionamento del 2018 e del 2019, per un totale di 50 rilievi e 177 specie.

Le comunità di prato sono state studiate sulla base della diversità funzionale (FD) cioè sull'individuazione dei tipi funzionali (Garnier et al., 2012). La diversità funzionale corrisponde al valore, intervallo e abbondanza relativa dei traits trovati in una data comunità (Garnier et al., 2012). La diversità funzionale quindi, consente la comprensione del funzionamento delle comunità e degli ecosistemi in base al ruolo svolto dagli organismi, piuttosto che in base alla loro tassonomia e storia evolutiva.

Un'ampia gamma di importanti questioni ecologiche può essere affrontata in termini di diversità funzionale, in particolare per quanto riguarda i fattori che determinano i processi a livello di ecosistema (Díaz & Cabido 2001) ed è un concetto che collega le specie e gli ecosistemi attraverso meccanismi come la complementarità nell'uso delle risorse e la facilitazione. Può quindi essere anche uno strumento per prevedere le conseguenze funzionali dei cambiamenti causati dall'uomo (Chapin et al. 2000; Loreau et al. 2002), come i cambiamenti climatici, gli effetti del disturbo sulle comunità vegetali, la relazione tra biodiversità e funzionamento ecosistemico poiché è possibile caratterizzare le piante secondo aspetti morfologici, fisiologici, fenologici e altri traits in comune piuttosto che tassonomicamente.

I metodi di classificazione funzionale per lo studio delle comunità vegetali sono utili se svolti in forma predittiva cioè ipotizzando le diverse strategie di sopravvivenza utilizzate delle piante componenti la comunità, ciò è possibile applicando dei metodi di categorizzazione delle specie componenti le comunità vegetali.

In questo studio sono state utilizzate due sistemi di categorizzazione: il modello CSR (Grime, 1973;1977; 2001) e le Life Form (Eler et al., 2005). Il primo metodo è fondato sull'individuazione della strategia di utilizzo delle risorse da parte delle piante in risposta alle condizioni di stress e disturbo date dall'habitat. Questa categorizzazione avviene grazie alla misurazione di determinati *trait* (caratteri) che permettono la deduzione di aspetti funzionali dell'individuo utili per comprendere come utilizza le risorse e per quale finalità (Fig.5).



**Figura 5** Rappresentazione dei “traits” marcatori funzionali degli individui costituenti le comunità. Sono illustrate anche le rispettive funzioni per ogni specifico trait (Lavorel et al, 2007).

Un *trait* si definisce come qualunque tratto morfologico, fisiologico o fenologico misurabile in un individuo (Garnier et al., 2012). In questa fase di studio viene considerata l’influenza dei gradienti ambientali e del tempo (stagionalità e cambiamenti ontogenetici) rispetto ogni organismo (Garnier et al., 2012). I traits sono molto importanti nello studio delle comunità poiché forniscono informazioni sull’adattamento delle specie alle condizioni ambientali; osservando il gruppo di traits considerati si deduce la differenziazione ecologica tra le specie (Gotzenberger et al., 2012).

In base alla strategia di utilizzo delle risorse, il modello CSR riconosce tre tipologie principali: competitive (C), stress-tolleranti (S) e ruderali (R):

Le specie C occupano habitat produttivi e stabili, esse investono le risorse per una veloce crescita vegetativa e delle dimensioni degli organi deputati all’approvvigionamento delle risorse stesse.

Le specie S sopravvivono in habitat instabili e poveri di risorse; ciò grazie ad organi di accumulo, come radici o fusti sotterranei, che utilizzano per stoccare nutrienti. Queste specie investono le risorse disponibili nel graduale sviluppo delle dimensioni via via maggiori delle radici.

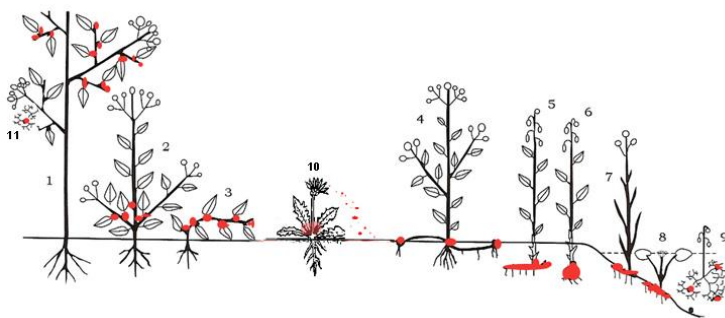
Le specie R superano facilmente eventi letali o disturbi poiché investono notevoli quantità di risorse per produrre propaguli grazie ai quali la comunità rimane vitale.

La categorizzazione CSR permette di dedurre le specifiche condizioni ambientali legate ad ogni gruppo individuato, conseguentemente i livelli di stress e disturbo tollerati dalle comunità. Tali conoscenze di un certo sito sono poi applicabili a vegetazioni funzionalmente simili, potendo così confrontare zone presenti in aree diverse (Pierce et al., 2016).

Per la valutazione della strategia a livello di comunità, sono stati utilizzati dati presenti nel dataset del gruppo di ricerca e per le specie mancanti utilizzando il dataset BIOLFLOR (Klotz et al., 2002).

Il secondo metodo di classificazione utilizzato è quello delle forme biologiche (Life form), definite per la prima volta da Raunkiaer (1934).

L'ubicazione delle gemme vegetative definisce l'occupazione dello spazio e la strategia per farlo e quindi la struttura delle comunità (Fig. 6). La categorizzazione effettuata tramite l'attribuzione delle Life Form raggruppa le piante vascolari in relazione agli adattamenti scelti per proteggere le gemme vegetative durante i periodi avversi: quello invernale per le piante che vivono in un clima temperato, quello secco per le piante presenti in climi aridi e caldi.

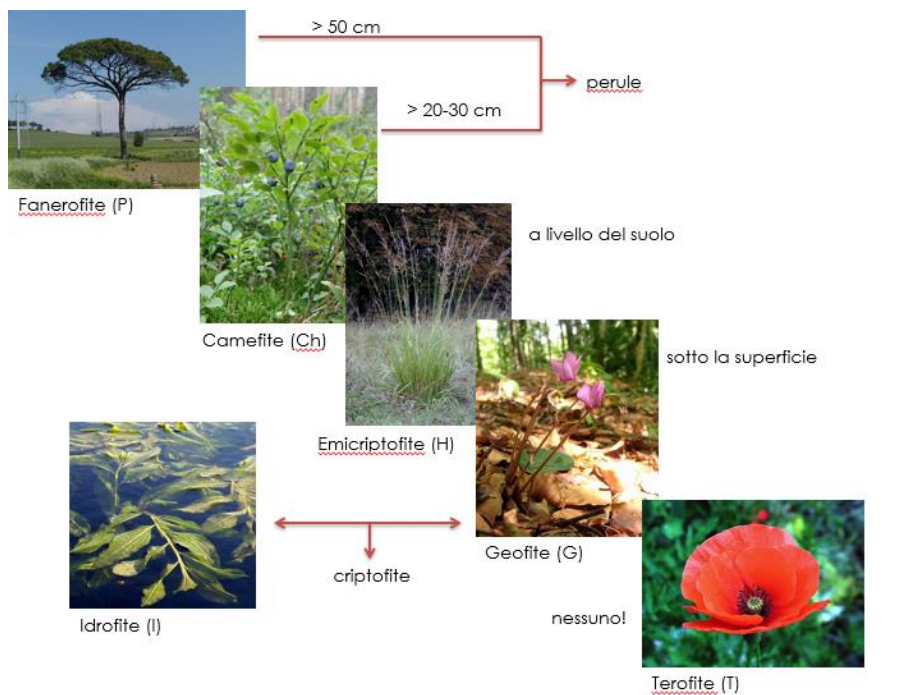


**Figura 6 Rappresentazione della posizione delle gemme vegetative e conseguente influenza della stessa sull'occupazione dello spazio da parte delle piante di una comunità. (<https://www.actaplantarum.org/morfologia/morfologia1d.php>)**

Le categorie comprese in questo modello sono:

- 1) FANEROFITE: piante legnose con gemme svernanti ad un'altezza dal suolo > 25 cm. Le gemme sono esposte e soffrono il clima rigido, sono perenni;
- 2) CAMEFITE: Piante legnose alla base con gemme svernanti ad un'altezza dal suolo tra 2 e 25 cm, spesso coperte dalla neve, sono perenni;
- 3) EMICRIPTOFITE: Piante erbacee perenni o bienni con gemme svernanti al livello del suolo;
- 4) GEOFITE: piante erbacee perenni con organi sotterranei di riserva come ad esempio bulbi o rizomi utilizzati per custodire all'interno le gemme durante la stagione sfavorevole;
- 5) IDROFITE: piante erbacee perenni viventi sommariamente sommerse sessili o natanti. Possono essere totalmente o parzialmente sommerse;
- 6) TEROFITE: piante erbacee che superano il periodo avverso come seme ultimando il loro ciclo di vita in quello favorevole; annuali (Fig.7).

Per la classificazione delle specie secondo la forma biologica è stato usato Pignatti (1982).



**Figura 7 Forme biologiche caratterizzanti il modello di Raunkiaer (1934).**

## IL SUOLO

Per ogni plot di 3x3 m<sup>2</sup> è stato raccolto un campione di suolo costituito dai primi 0-10/15 cm di substrato. Per ottenere ogni campione sono stati prelevati 5 aliquote di suolo all'interno del plot e miscelati in un sacchetto di plastica a formare un unico campione etichettato con il nome del rilievo, è inoltre stata misurata la profondità del suolo utilizzando una paletta graduata e/o un metro in corrispondenza dei punti di prelievo dei campioni.

## 2.7 ANALISI DI LABORATORIO:

Le metodologie utilizzate per le analisi di laboratorio di pH e umidità sono riscontrabili nel D.M. del 13/09/1999 del Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali di approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo".

Ogni campione è stato distribuito in una vaschetta di alluminio asciutta e pulita per farlo essiccare all'aria a temperatura ambiente. Una volta che è risultato completamente asciutto si è proseguito con l'omogeneizzazione del campione, effettuata con disgregazione meccanica grazie all'utilizzo di mortaio e pestello. Completata questa operazione si è ottenuto il campione grezzo per l'analisi, il quale è stato setacciato così da separare lo scheletro dal suolo restante (terra fine). A questo punto si è proceduto a pesare la parte di scheletro e di terra fine. Infine, l'aliquota di campione grezzo identificato come terra fine è stata conservata in sacchetti di plastica puliti, asciutti, ben chiusi ed etichettati scrivendo il nome del sito di campionamento per l'identificazione.

Sono state effettuate le seguenti analisi:

### **Metodo II.1 - Preparazione del campione e determinazione dello scheletro (Decreto Ministeriale, 1999):**

I campioni di suolo sono stati trattati per essere preparati alle analisi in modo che:

- La più piccola pesata effettuata alla luce delle procedure di analisi sia rappresentativa del suolo in esame;
- Possa essere valutata la quantità di particelle con diametro inferiore a 2 mm.

Materiale utilizzato:

- ❖ Vaschette in alluminio;
- ❖ Un mortaio dotato di pestello entrambi in ceramica;
- ❖ Bilancia scientifica;
- ❖ Setaccio con maglia da 2 mm.

## **Metodo II.2 - Determinazione gravimetrica del contenuto di umidità (Decreto Ministeriale, 1999):**

L'umidità residua è stata ottenuta per differenza tra la massa di un campione di terra fine a temperatura ambiente e la massa dello stesso dopo essiccazione a 105°C.

Materiale utilizzato:

- ❖ Vaschette di alluminio;
- ❖ Bilancia scientifica;
- ❖ Cucchiari;
- ❖ Stufa termostata capace di mantenere la temperatura a 105°C.

Sono stati pesati 20 g per ogni campione di terra fine, posti in vaschette di alluminio e messi in stufa preriscaldata a 105°C per almeno 16 ore. Trascorso il tempo, i campioni, dopo raffreddamento, sono stati ripesati.

### **ESPRESSIONE DEI RISULTATI:**

L'umidità si esprime in g kg<sup>-1</sup>, con una cifra decimale. Per i calcoli è stata utilizzata l'espressione:

$$C = 1000 \times \frac{M_0 - M_1}{M_1}$$

dove:

C = umidità, espressa in g x kg<sup>-1</sup> di terra fine

M<sub>0</sub> = massa del campione prima dell'essiccazione, espressa in grammi

M<sub>1</sub> = massa del campione dopo l'essiccazione, espressa in grammi.

Il fattore di moltiplicazione  $f$ , utile a convertire i dati analitici raccolti per il suolo secco all'aria in dati riferiti al suolo secco a 105°C, si ottiene con l'espressione:

$$f = \frac{M_0}{M_1}$$

Dove i simboli presenti hanno lo stesso significato che assumono nell'espressione precedente.

### **Metodo III.1 - Determinazione del grado di reazione (pH) (Decreto Ministeriale, 1999):**

Il pH è determinato per via potenziometrica, dopo taratura del pH-metro, su sospensione di suolo-acqua distillata.

Materiale utilizzato per le misurazioni è stato utilizzato:

- ❖ pH-metro con sonda in grado di misurare la temperatura ed elettrodo di vetro per il pH;
- ❖ Agitatore magnetico ed ancoretta;
- ❖ Becher di vetro da 25 mL;
- ❖ Cilindro in vetro da 25 mL

Prima di procedere alle misurazioni potenziometriche il pH-metro è stato tarato con 2 soluzioni buffer a pH noto con valori 4,01 e 7,01.

Le misurazioni sono espresse come unità di pH, con due cifre decimali. Sono stati registrati anche i valori di temperatura di tutti i campioni analizzati, i dati sono espressi con una cifra decimale, in gradi Celsius (°C). È stata prelevata un'aliquota di 10 g di suolo da ogni campione sottoposto ad analisi pesata con bilancia scientifica, essa è stata messa in un becher di vetro da 25 mL assieme all'ancoretta. Successivamente sono stati aggiunti 25 mL d'acqua distillata e il campione così preparato è stato posto sopra una piastra ad agitazione magnetica ad una velocità di 200 rpm per un'ora, trascorso questo tempo dopo aver lasciato riposare il campione per 10 minuti è stata effettuata la misurazione potenziometrica del pH e della Temperatura (C°).

## 2.8 ANALISI STATISTICA:

Per ogni plot 3 x 3 m della matrice ottenuta sono stati calcolati i valori percentuali di frequenza e copertura delle diverse categorie CSR identificate (“C”; “CSR”; “S” e “R”) e delle diverse forme biologiche (CH, G, H, P, T).

Per determinare la relazione tra le variabili topografiche (profondità del suolo, inclinazione ed esposizione) e edafiche (pH e umidità) e la composizione funzionale delle comunità vegetali, è stato utilizzato un modello lineare generalizzato (Generalized Linear Model, GLM), tramite l'impiego del software statistico R 3.6.2 (R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>), considerando come variabile dipendente la caratterizzazione CSR e la forma biologica delle comunità e come variabili indipendenti le variabili ambientali edafiche.

Il modello è stato eseguito utilizzando la distribuzione di Poisson e log come funzione link. Per identificare il subset migliore di variabili aventi un'influenza sulla composizione funzionale delle comunità è stata eseguita una regressione stepwise, metodo che prevede la riduzione delle variabili che non sono significative, fino ad ottenere un modello avente solamente le variabili con un effetto importante sulla variabile dipendente indagata. Il modello è stato eseguito scegliendo l'AIC (Akaike Information Criterion) migliore (stepAIC; R packages MASS; Venables and Ripley, 2002), seguendo la procedura secondo cui minore è l'AIC, migliore è il modello (Sakamoto et al., 1986).

## 3) RISULTATI:

Le praterie analizzate presentano un numero medio di specie di 24,26 con un massimo di 41 e un minimo di 11 specie. Le specie più frequenti e abbondanti sono *Bromus erectus*, *Artemisia alba*, *Sanguisorba minor*, *Fumana procumbens* e *Koeleria pyramidata*.

La ricchezza di strategie di Grime è pari a 4. La strategia più frequente (Tab.1) è quella delle Stress tolleranti (S), seguita da quella delle Competitive (C). Questo rapporto si inverte se si considera la copertura percentuale espressa dalle specie; in questo caso, i risultati evidenziano che la biomassa della comunità è data in maggior parte da specie Competitive come *Bromus erectus*, *Melica ciliata* e *Koeleria pyramidata*. Ruderali (R) e CSR risultano sempre subordinate.

**Tabella 1: Tabella rappresentante i dati di frequenze e coperture percentuali delle strategie di Girme presenti nelle comunità di prato arido considerati.**

	freq	cov
C	24,35	53,52
CSR	15,70	9,25
R	9,12	13,97
S	50,82	23,26

Se si considerano le Forme Biologiche la ricchezza è pari a 5. La forma biologica più frequente (Tab.2) è quella delle Emicriptofite (H) come *Bromus erectus*; a seguire le Camefite (CH) come *Fumana procumbens*, *Teucrium chamaedrys* e *Thymus pulegioides*, Terofite (T) (*Bupleurum baldense*, *Scabiosa columbaria* e *Trifolium campestre*), Geofite (G) come numerose Orchidaceae (*Serapias vomeracea*, *Anacamptis coriophora*). La forma meno rappresentata è quella delle Fanerofite (P). Osservando la copertura percentuale le specie mantengono lo stesso ordine di presenza appena descritto.

**Tabella 2: Tabella rappresentante i dati di frequenze e coperture percentuali delle Forme Biologiche presenti nelle comunità di prato arido considerati.**

	freq	cov
CH	20,59	19,76
G	6,83	2,12
H	53,49	72,98
P	3,06	0,56
T	16,04	4,58

Analizzando lo spettro incrociato (Tab.3), si può osservare che le Camefite (CH), piccoli arbusti striscianti, sono in massima parte Stress-tolleranti (S) e, secondariamente Competitive (C). Comportamento simile hanno le Terofite (T), specie erbacee annuali, che risultano principalmente Stress tolleranti (S), ma con una buona componente anche di Competitive (C) e Ruderali (R). Viceversa, le specie Emicriptofite (H) presentano per lo più specie Competitive (C), CSR e Stress-tolleranti (S). Nel caso delle Fanerofite (P), la strategia più abbondante è quella delle specie Competitive (C). Infine, le Geofite (G) sono primariamente CSR.

**Tabella 3 Tabella dello spettro incrociato in percentuale delle comunità vegetali studiate.**

	C	CSR	R	S
CH	17,65	5,88	11,76	64,71
G	17,65	70,59	0	11,76
H	48,78	25,61	1,22	24,39
P	90	0	0	10
T	15,15	9,09	15,15	60,61

I risultati del modello lineare generalizzato (Generalized Linear Model, GLM) hanno evidenziato relazioni significative tra i parametri ambientali e edafici e la diversità funzionale delle comunità; tuttavia, solo alcuni parametri (profondità del suolo, pH e umidità) sono risultati significativi, influenzando la composizione funzionale della comunità, sia per quanto riguarda le strategie di allocazione delle risorse (Tab. 4) che le forme biologiche (Tab.5).

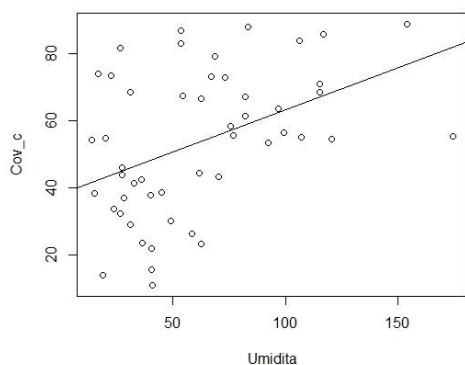
L'umidità risulta significativamente correlata alla copertura delle specie Competitive (C), Stress-tolleranti (S) e CSR. Tuttavia, la relazione risulta positiva e altamente significativa (Fig. 8) nelle Competitive (C), mentre è negativa nel caso delle Stress-tolleranti (S) (Fig. 10) e delle CSR (Fig. 11); cioè, all'aumentare dell'umidità aumenta la copertura delle specie Competitive (C), mentre diminuisce quella delle Stress tolleranti (S) e delle CSR. Il pH risulta significativamente correlato alla copertura delle specie Stress tolleranti (S). La relazione risulta positiva e altamente significativa (Fig. 9) nelle Stress tolleranti (S) cioè, all'aumentare del valore di pH aumenta la copertura delle specie Stress tolleranti (S).

Le specie Ruderali (R) non risultano correlate ad alcun parametro edafico considerato nello studio.

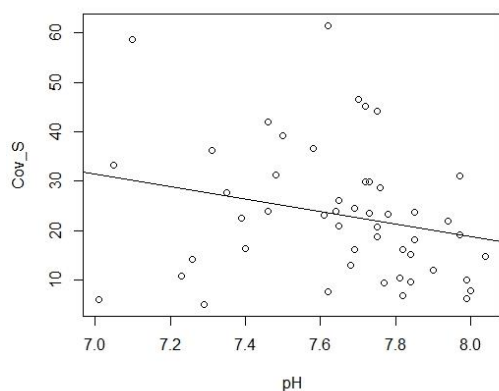
**Tabella 4: Risultati del modello lineare generalizzato utilizzando come variabile dipendente la classificazione CSR.**

<b>Cov_C</b>					
Coefficients:					
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
(Intercept)	-6.232225	7.026233	-0.887	0.37970	
Soil_depth	-0.072115	0.079296	-0.909	0.36786	
pH	1.621271	0.911432	1.779	0.08188	
Umidità	0.023812	0.006195	3.844	0.00037	***
<b>Cov_S</b>					
Coefficients:					
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
(Intercept)	20.129677	6.414974	3.138	0.00297	**
Soil_depth	0.055761	0.072398	0.770	0.44511	
pH	-1.976254	0.832140	-2.375	0.02178	*
Umidità	-0.012391	0.005656	-2.191	0.03356	*
<b>Cov_CSR</b>					
Coefficients:					
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
(Intercept)	11.312133	8.637655	1.310	0.1968	
Soil_depth	0.084946	0.097482	0.871	0.3881	
pH	-1.102644	1.120463	-0.984	0.3302	
Umidità	-0.016041	0.007615	-2.106	0.0407	*

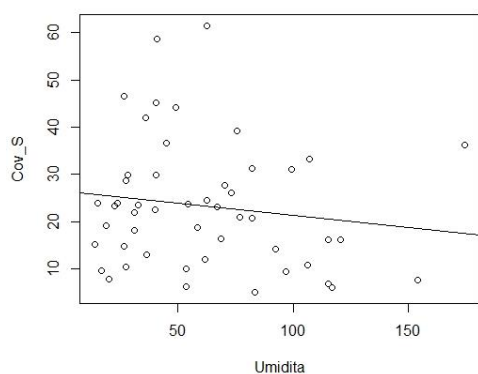
Segue espressione grafica (Fig. 8, Fig.9, Fig. 10, Fig. 11) dei risultati del modello GLM riportati nella tabella sopra (Tab.4).



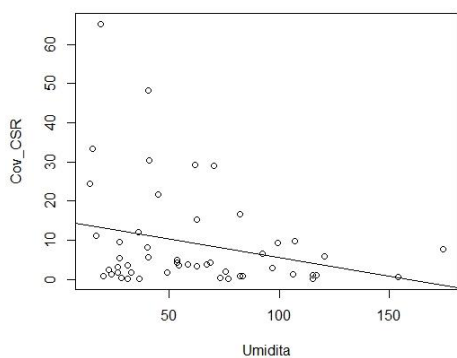
**Figura 8: Grafico dell'andamento dell'influenza dell'umidità sul valore percentuale della copertura delle specie C presenti nelle comunità di prato arido.**



**Figura 9 Grafico dell'andamento dell'influenza del pH sul valore percentuale della copertura delle specie S presenti nelle comunità di prato arido.**



**Figura 10 Grafico dell'andamento dell'influenza dell'umidità sul valore percentuale della copertura delle specie S presenti nelle comunità di prato arido.**



**Figura 11 Grafico dell'andamento dell'influenza dell'umidità sul valore percentuale della copertura delle specie CSR presenti nelle comunità di prato arido.**

Per quanto riguarda le forme biologiche (Tab.5), l'umidità risulta significativamente correlata alla copertura delle Camefite (CH), Geofite (G), ed Emicriptofite (H). La relazione risulta negativa nelle CH, G e positiva nelle H (Fig. 13, 15, 16); cioè, all'aumentare dell'umidità diminuisce la copertura delle specie CH e G, mentre aumenta quella delle specie H.

Il valore di pH risulta significativamente correlato alla copertura delle specie Camefite (CH) e Terofite (T). Tuttavia, la relazione risulta positiva (Fig. 12) nelle CH mentre è negativa (Fig. 17) e altamente significativa per le specie T; cioè, all'aumentare del valore di pH aumenta la copertura delle specie CH, mentre quella delle specie T diminuisce.

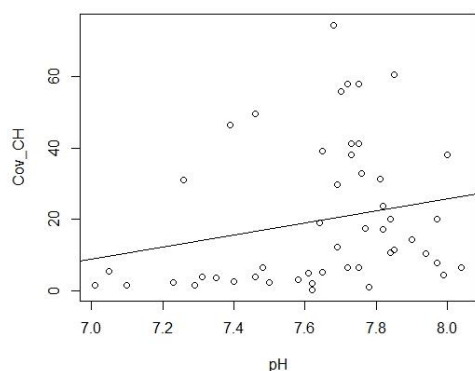
Il valore di profondità del suolo risulta significativamente correlato solo alla copertura delle Geofite (G), la relazione è positiva (Fig. 14) cioè la copertura di queste specie aumenta all'aumentare della profondità del suolo.

La copertura delle specie P non è influenzata dai fattori edafici considerati.

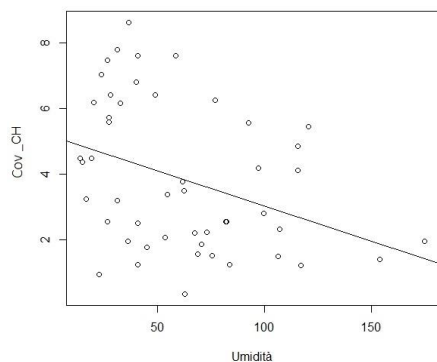
**Tabella 5: Risultati del modello lineare generalizzato utilizzando come variabile dipendente la classificazione delle forme biologiche.**

Cov_CH					
Coefficients:					
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	0.697962	1.209633	0.577	0.5639	
Soil_depth	-0.002536	0.011833	-0.214	0.8303	
pH	0.374589	0.155952	2.402	0.0163	*
Umidità	-0.010519	0.001154	-9.116	<2e-16	***
Cov_G					
Coefficients:					
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	6.858852	3.566738	1.923	0.054480	
Soil_depth	0.142784	0.037896	3.768	0.000165	***
pH	-0.849639	0.464948	-1.827	0.067642	
Umidità	-0.011286	0.003266	-3.455	0.000550	***
Cov_H					
Coefficients:					
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	3.8835288	0.5647423	6.877	6.13e-12	
Soil_depth	-0.0030387	0.0065227	-0.466	0.641	
pH	0.0328390	0.0733045	0.448	0.654	
Umidità	0.0027818	0.0004877	5.703	1.17e-08	***
Cov_T					
Coefficients:					
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	13.236333	2.112469	6.266	3.71e-10	
Soil_depth	-0.052146	0.027688	-1.883	0.0597	
pH	-1.471502	0.276517	-5.322	1.03e-07	***
Umidità	-0.003001	0.002151	-1.395	0.1630	

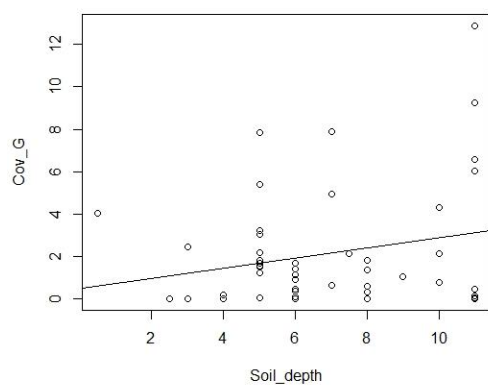
Segue espressione grafica (Fig. 12, Fig. 13, Fig. 14, Fig. 15, Fig. 16, Fig. 17) dei risultati del modello GLM riportati nella tabella sopra (Tab. 5).



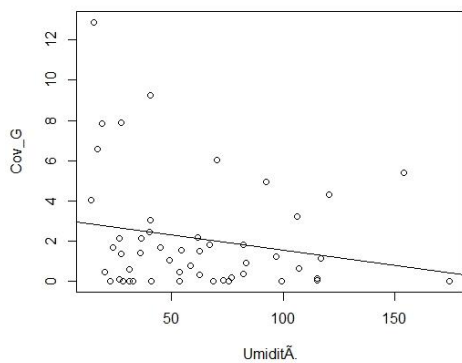
**Figure 12** Grafico dell'andamento dell'influenza del valore di pH sul valore percentuale della copertura delle specie CH presenti nelle comunità di prato arido.



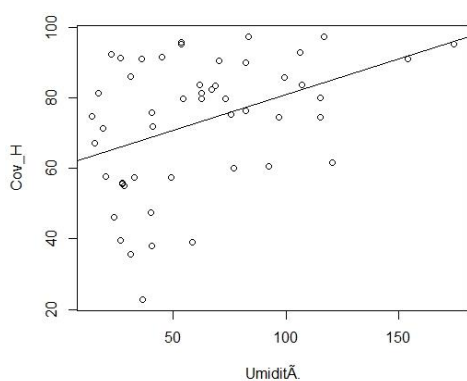
**Figure 13** Grafico dell'andamento dell'influenza dell'umidità sul valore percentuale della copertura delle specie CH presenti nelle comunità di prato arido.



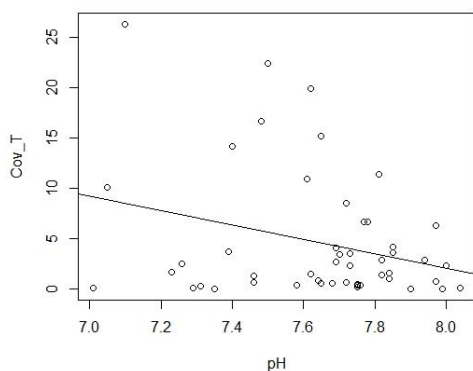
**Figure 14** Grafico dell'andamento dell'influenza della profondità del suolo sul valore percentuale della copertura delle specie G presenti nelle comunità di prato arido.



**Figure 15** Grafico dell'andamento dell'influenza dell'umidità sul valore percentuale della copertura delle specie G presenti nelle comunità di prato arido.



**Figure 16** Grafico dell'andamento dell'influenza dell'umidità del suolo sul valore percentuale della copertura delle specie H presenti nelle comunità di prato arido.



**Figure 17** Grafico dell'andamento dell'influenza del valore di pH del suolo sul valore percentuale della copertura vegetazionale delle specie T presenti nelle comunità di prato arido.

## 4) DISCUSSIONE E CONCLUSIONE:

L'obiettivo del presente era analizzare quali fattori edafici influiscono sulla diversità funzionale delle praterie aride semi-naturali per poter poi pianificare misure finalizzate alla gestione di questo habitat per mantenere la sua biodiversità e i servizi ecosistemici ad esso legati.

Le specie dei prati aridi analizzati sono state classificate secondo il modello delle strategie ecologiche CSR di Grime e quello delle Forme Biologiche. Dai risultati ottenuti, è emerso che i fattori edafici influenzano la composizione in specie della comunità e le abbondanze delle specie. Tuttavia, dei diversi parametri edafici analizzati, quelli che influenzano maggiormente le specie della comunità sono l'umidità del suolo ed il pH per entrambe le categorizzazioni.

Le relazioni piante-suolo sono già state analizzate (Pärtel et al., 2002 and Chytrý et al., 2007). In particolare, quanto riguarda il pH sono state evidenziate relazioni con il numero di specie, cioè la ricchezza specifica, con un andamento che prevede una maggiore ricchezza di specie in corrispondenza di valori di pH intorno alla neutralità (range pH= 7-8). Al contrario, per i terreni a pH acido, il pool di specie presenti diminuisce; ciò significa che un suolo acido causa un effetto negativo nei confronti della ricchezza specifica (Roem, 1999). Ciò accade perché un pH acido causa una minore mineralizzazione della sostanza organica e di altri nutrienti presenti nel suolo, riducendo la disponibilità di risorse e compromettendo quindi lo sviluppo ottimale degli individui (Amorim et al.; 2008; Vermeer e Berendse, 1983). In questo processo interviene anche l'umidità del suolo che influenza la solubilità dei nutrienti (in particolare quella dei composti azotati), calibrando la disponibilità degli stessi, agendo in favore o meno sulla crescita delle piante.

In questo lavoro sono stati analizzati gli effetti dei parametri edafici in termini di funzionalità delle piante. Attraverso l'utilizzo del modello CSR, è stato possibile mettere in evidenza che i fattori edafici hanno un'influenza anche nel determinare la copertura delle specie che presentano una diversa strategia di allocazione delle risorse. In particolare, in situazioni di bassa disponibilità d'acqua e valori di pH bassi tra quelli registrati dalle analisi dei campioni (pH=7,01) si sono riscontrate coperture minori delle specie Competitive (C) come *Dactylis glomerata*, *Eryngium campestre* e *Koeleria pyramidata*. Quindi, in condizioni di stress le piante che adottano una strategia competitiva esauriranno velocemente le poche risorse a disposizione utilizzandole per la crescita vegetativa, con conseguente ritardo nella riproduzione (Grime, 1988). Tale squilibrio inficerà la loro resilienza e abbondanza. Viceversa, in condizioni edafiche ottimali (alta umidità e valori alti di pH) le specie Competitive (C) sono in grado di sfruttare la capacità di acquisizione delle risorse disponibili; ciò si traduce in un alto potenziale di crescita relativa, caratterizzata da una vigorosa diffusione laterale ipo- ed epigea e un'elevata altezza (Grime, 1988). Questa

strategia di acquisizione delle risorse garantirà loro la produzione di semi e quindi la permanenza nella comunità (Grime, 1988).

Analizzando il trend dell'influenza di pH e umidità sulla copertura delle specie Stress-tolleranti (S) si evidenzia che esse sono avvantaggiate in condizioni di bassa produttività, in quanto hanno la capacità di conservare le limitate risorse grazie agli organi di riserva ben sviluppati (Grime, 1988). La risposta evolutiva a condizioni di stress permanente si osserva indipendentemente dalla natura dello stress (Grime, 1988) e le specie con questa strategia sono accomunate da una serie di adattamenti morfo-fisiologici comuni. Le specie di questa categoria sono infatti caratterizzate da una crescita lenta, uno sviluppo di organi di accumulo prevalentemente ipogei (ad esempio rizomi, bulbi), una riproduzione intermittente, in corrispondenza dei picchi di risorse, un turnover lento delle strutture vegetative; ad esempio presentano foglie relativamente longeve (ad esempio sempreverdi) e coriacee come tecnica di difesa dagli erbivori (Grime, 1988). Date le condizioni edafiche medie riscontrate nelle comunità vegetali studiate, le specie Stress-tolleranti (S) come *Galium verum*, *Calamintha nepeta* e *Brachypodium rupestre* risultano essere quelle con la maggiore copertura.

Dai risultati dello studio, è emerso che le specie a strategia CSR, come *Bothriochloa ischaemum* e *Carex liparocarpos*, assumono coperture maggiori in condizioni di scarsa disponibilità idrica, cioè reagiscono positivamente in condizioni di stress. La presenza di specie CSR indica che la competizione è limitata e le caratteristiche del sito sono tali da indurre moderate intensità di stress e disturbo. È questo il caso dei pascoli e prati non soggetti a concimazioni (Grime, 1977).

La copertura delle specie a strategia ruderale (R) non è risultata significativamente influenzata dai parametri edafici indagati. Le specie a strategia ruderale sono in massima parte rappresentate da specie opportuniste, a ciclo breve che formano popolazioni molto variabili nel tempo e nello spazio. Esse sfruttano habitat frequentemente e gravemente disturbati, ma produttivi investendo le risorse accumulate nella riproduzione cioè nella produzione di fiori e di semi permettendo così una maggiore dispersione (Grime, 1988). Queste specie non sono in grado di formare popolazioni numerose in ambienti produttivi e stabili in quanto non sono in grado di vincere la competizione nei confronti delle specie a strategia competitiva che, in tali situazioni, risultano dominanti. Infatti, le specie ruderali utilizzano precocemente le proprie risorse per la produzione di fiori e semi, strategia non compatibile con la crescita di ampie radici e germogli (Grime, 1988).

I risultati dello studio sono compatibili con la teoria CSR di Grime (1988) che prevede che in situazioni di stress (carenza di risorse) e moderato disturbo, le comunità siano dominate da specie stress-tolleranti e da specie con strategia intermedia (CSR) (Fig. 18). Se la quantità di risorse aumenta, mantenendo costante il disturbo moderato, l'equilibrio si sposta invece a favore delle specie a strategia competitiva e le altre strategie saranno eliminate dalla comunità non essendo in grado di vincere la competizione. Viceversa, a parità di risorse elevate, se il disturbo aumenta, la strategia favorita è quella delle specie ruderali, che, grazie al loro ciclo vitale breve e a una grande produzione di semi, possono evitare gli eventi di disturbo e germinare quando il disturbo è cessato (Grime, 1988).

TABLE 3  
MORPHOGENETIC RESPONSES TO DESICCATION, SHADING, OR MINERAL NUTRIENT STRESS OF COMPETITIVE, STRESS-TOLERANT, AND RUDERAL PLANTS AND THEIR ECOLOGICAL CONSEQUENCES IN THREE TYPES OF HABITAT

STRATEGY	RESPONSE TO STRESS	CONSEQUENCES		
		Habitat 1*	Habitat 2†	Habitat 3‡
Competitive . . . . .	Large and rapid changes in root: shoot ratio, leaf area, and root surface area	Tendency to sustain high rates of uptake of water and mineral nutrients to maintain dry-matter production under stress and to succeed in competition	Tendency to exhaust reserves of water and/or mineral nutrients both in rhizosphere and within the plant; etiolation in response to shade increases susceptibility to fungal attack	Failure rapidly to produce seeds reduces chance of rehabilitation after disturbance
Stress tolerant . . . . .	Changes in morphology slow and often small in magnitude	Overgrown by competitors	Conservative utilization of water, mineral nutrients, and photosynthate allows survival over long periods in which little dry-matter production is possible	Rapid production of seeds ensures rehabilitation after disturbance
Ruderal . . . . .	Rapid curtailment of vegetative growth and diversion of resources into seed production		Chronically low seed production fails to compensate for high rate of mortality	

PRIMARY STRATEGIES IN PLANTS

1185

\* In the early successional stages of productive, undisturbed habitats (stresses mainly plant induced and coinciding with competition).  
 † In either continuously unproductive habitats (stresses more or less constant and due to unfavorable climate and/or soil) or in the late stages of succession in productive habitats.  
 ‡ In severely disturbed, potentially productive habitats (stresses either a prelude to disturbance, e.g., moisture stress preceding drought fatalities, or plant induced, between periods of disturbance).

**Figura 28** La tabella illustra la risposta a vari stress presenti in diverse tipologie di condizioni di habitat da parte delle piante classificate in base alla loro strategia ecologica; il riquadro indica il caso delle condizioni dell'habitat oggetto di studio (Grime, 1977).

Considerando la composizione funzionale di una comunità, è quindi possibile ottenere informazioni sullo stato di conservazione dell'habitat, e definire il grado di stress e/o disturbo cui è sottoposta. In particolare, per quanto riguarda i prati analizzati, una dominanza di specie annuali (ruderali) è indice di elevato disturbo. Nel caso specifico, di aumento, ad esempio, del numero di sfalci eseguiti in un anno o aumento del carico del pascolo. Viceversa, la presenza e dominanza di specie arbustive e arboree, a ciclo perenne, indica una diminuzione del disturbo e quindi un rallentamento delle normali pratiche di gestione.

I risultati ottenuti dall'analisi delle strategie CSR sono stati confermati da quelli ottenuti analizzando le forme biologiche. Le comunità vegetali analizzate sono dominate, sia come frequenza che come copertura da specie Emicriptofite (H), Camefite (CH) e Terofite (T).

Le Camefite (CH) sono piccoli arbusti, spesso striscianti come *Fumana procumbens*, *Teucrium chamaedrys* e *Thymus oenipontanus* e presentano in massima parte una strategia stress-tollerante. Infatti esse hanno evidenziato un andamento delle coperture sovrapponibile a quello dello stress-tolleranti, presentando coperture maggiori in suoli con bassa capacità di ritenzione idrica.

Le Geofite (G) sono risultate l'unica forma biologica influenzata dalla profondità del suolo. Questo risultato è spiegato dal fatto che queste specie sono dotate di organi sotterranei di accumulo, il cui sviluppo non sarebbe possibile in suoli troppo superficiali. Esse infatti sfruttano lo spessore del suolo per sviluppare gli organi sotterranei di riserva (es. bulbi, rizomi) nei quali proteggono le gemme, superando così i periodi avversi. La maggior parte di queste specie ha strategia CSR come *Carex liparocarpos* e *Carex flacca*; si tratta quindi di specie con una strategia intermedia, ben adattata a moderato stress e moderato disturbo.

Le Emicriptofite (H), come *Bromus erectus* e *Bothriochloa ischaemum*, sono specie erbacee perenni, rappresentano la forma tipica nelle comunità di prato, selezionate dalla pratica dello sfalcio periodico. La loro copertura aumenta nelle situazioni edafiche più mesofile: aumentano infatti all'aumentare della disponibilità idrica. La scarsa polarizzazione di questa forma nelle diverse strategie di allocazione delle risorse dimostra come la loro presenza sia legata prevalentemente alla gestione cui è sottoposta la comunità, piuttosto che ai parametri edafici e alla produttività del sito.

Le Terofite (T), come *Galium verum* e *Scabiosa columbaria*, meritano un discorso a parte. Si tratta di specie erbacee, a ciclo breve, che superano i periodi sfavorevoli come seme per poi germinare quando le condizioni ambientali migliorano. Dallo studio dello spettro incrociato si è visto che queste specie adottano in massima parte una strategia stress-tollerante e non, come ci si poteva aspettare, quella ruderale. In questo caso, quindi, la presenza di queste specie sembra essere legata a condizioni climatiche sfavorevoli (periodi di aridità) piuttosto che al disturbo. L'adozione di un ciclo vitale breve, seguito dalla dispersione dei semi, è infatti spesso stata spiegata come strategia di evitamento dello stress: la pianta madre muore, mentre sopravvivono i semi nel suolo, protetti dai tegumenti e in uno stadio di vita latente. All'arrivo delle condizioni favorevoli, di temperatura e umidità, che nei nostri climi coincidono con le condizioni primaverili, i semi germinano dando origine alle nuove popolazioni.

## 5) BIBLIOGRAFIA:

AA.VV.;2012; Inquadramento climatico del Veneto; ARPAV; Venezia.

Adler P.B., Smull D., Beard K.H., Choi R.T., Furniss T., Kulmatiski A. et al.; 2018; Competition and coexistence in plant communities: intraspecific competition is stronger than interspecific competition; *Ecol. Lett.*; Vol. 21; pag.1319–1329.

Amorim P.K., Batalha M.A.; 2008; Soil chemical factors and grassland species density in Emas National Park (central Brazil); *Braz. J. Biol.*, Vol. 68; pag. 279-285.

Bobbink R. & Willems J.H.; 1998; Herstelbeheer van Nederlandse kalkgraslanden: een evaluatie van 25 jaar onderzoek. In: Decocq O., Woué L. (Eds.), *La Gestion des Pelouses Calcicoles; Cercels de Naturalistes de Belgique, Vierves-sur-Viroin; Belgique*; pag. 109-111.

Bondesan A., Meneghel M., Levorato C.; 2010; ALLEGATO “AA” al PTCP. Schema sintetico delle unità geomorfologiche della provincia di Treviso. PTCP Treviso.

Calaciura B., Spinelli O.; 2008; Management of Natura 2000 habitats. 6210 Semi-natural dry grasslands and scrubland facies on calcareous substrates (*Festuco-Brometalia*) (\*important orchid sites); Technical Report 2008 12/24; European Commission.

Castiglioni B.; 1991; *Geomorfologia*; UTET, Torino.

Cavender-Bares J., Kozak K.H., Fine P.V.A., Kembel S.W.; 2009; The merging of community ecology and phylogenetic biology; *Ecology Letters*; Vol. 12; pag. 693–715.

Chapin F. S., III, E. S. Zavaleta, V. T. Eviner, R. L. Naylor, P. M. Vitousek, H. L. Reynolds, D. U. Hooper, S. Lavorel, O. E. Sala, S. E. Hobbie, M. C. Mack, and S. Diaz; 2000; Consequences of changing biodiversity; *Nature*; Vol. 405; pag. 234– 242.

Chesson P., Pacala S., Neuhauser C.; 2001; Environmental niches and ecosystem functioning. In A. P. Kinzig, S. W. Pacala, D. Tilman (eds); *The Functional Consequences of Biodiversity*. Princeton, NJ: Princeton UniversityPress; pag. 213–245.

Chytrý M., Danihelka J., Ermakov N., Hájek M., Hájková P., Kočí M. et al.; 2007; Plant species richness in continental southern Siberia: effects of pH and climate in the context of the species pool hypothesis; *Global Ecology and Biogeography*; Vol. 16, Pag. 668–678.

Collins S.; 2012; Improving the Targeting, Monitoring and Management of Semi-Natural Grasslands Across Europe—Essential Steps to Achieving EUBiodiversity Strategy Targets on Farmland; European Forum for Nature Conservation and Pastoralism (EFNCP) and Butterfly Conservation Europe and Guy Beaufoy (EFNCP).

Conti F., Manzi A. & Pedrotti F., 1997; Liste rosse regionali delle piante d'italia. WWF Italia. Società botanica italiana. Università di Camerino. 139 pp.

Cousins S. A. O., Eriksson O.; 2001; Plant species occurrences in a rural hemiboreal landscape: effects of remnant habitats, site history, topography and soil; *Eeography*; Vol. 24; pag. 461-469.

Decreto Ministeriale; 1999; Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo; Gazz. Uff. Suppl. Ordin. n° 248 del 21/10/1999.

Dengler J., Becker T., Ruprecht E., Szabó A., Becker U., Beldean M., Bită-Nicolae C., Dolnik C., Goia I., Peyrat J., Sutcliffe L. M. E., Turtureanu P. D., Uğurlu E.; 2012; *Festuco-Brometea* communities of the Transylvanian Plateau (Romania) – a preliminary overview on syntaxonomy, ecology, and biodiversity; *Tuexenia*; Vol. n° 32; pag. 319–359.

Dengler J., Janisová M., Török P., Wellstein C.; 2014. Biodiversity of Palaearticgrasslands: a synthesis; *Agric. Ecosyst. Environ.*; Vol. 182; pag. 1–14.

Diaz S., Cabido M.; 2001; Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes; *Trends in Ecology & Evolution*; Vol. 16; pag. 646–655.

Eler K., Vidrih M., Batič; 2005; Vegetation Characteristic in Relation to Different Management Regimes of Calcarous Grassland: A Functional Analysis Using Plant Traits; *Phyton (Austria)*; Vol.45 n° 3; pag. 417-426.

Essl F.; (2005); 6210 Naturnahe Kalk-Trockenrasen und deren Verbuschungsstadien (*Festuco-Brometalia*) (\*besondere Bestände mit bemerkenswerten Orchideen). In: Ellmayer, T. (Hrsg.), Entwicklung von Kriterien, Indikatoren und Schwellenwerten zur Beurteilung des Erhaltungszustandes der Natura 2000- Schutzgüter. Band 3: Lebensraumtypen des Anhangs I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. Im Auftrag der neun österreichischen Bundesländer, des Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und der Umweltbundesamt GmbH; Vol. 616; pag.197-211.

Fantinato E., Del Vecchio S., Giovanetti M., Acosta A.T.R., Buffa G.; 2018; New insights into plants coexistence in species-rich communities: the pollination interaction perspective; *Journal of Vegetation Science*; Vol. 29; pag. 6-14.

- Garnier E., Navas M.L., 2012, A trait-based approach to comparative functional plant ecology: concepts, methods and applications for agroecology. A review; *Agron. Sustain. Dev.*; Vol. 32; pag. 365–399.
- Garnier E., Navas M.L., Grigulis K.; 2016; *Plant Functional Diversity*; Oxford University Press; pag. 95-98.
- Gotelli N. J.; 2000; Null model analysis of species co-occurrence patterns; *Ecology*; Vol. n° 81; pag. 2606–2621.
- Gotzenberger L., de Bello F., Brathen K.A., Davison J., Dubuis A., Guisan A. et al.; 2012; Ecological assembly rules in plant communities—approaches, patterns and prospects; *Biological Reviews*; Vol. 87; pag.111–127.
- Grime J P; 1977; Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory; *The American Naturalist*; Vol. 111 n° 982; Pag. 1169-1194.
- Grime J P; 1988. The C-S-R model of primary plant strategies - origins, implications and tests; *Plant Evolutionary Biology*; Pag. 371-393.
- Grime, J. P.;1973; Competitive exclusion in herbaceous vegetation; *Nature*; Vol. 242; pag. 344–347.
- Grime, J.P.; 2001; *Plant Strategies, Vegetation Processes and Ecosystem Properties*; John Wiley & Sons Ltd, Chichester, UK.
- Habel, J.C., Dengler, J., Janiřsova, M., Torok, P., Wellstein, C., Wiezik, M.; 2013; European grassland ecosystems: threatened hotspots of biodiversity.*Biodivers; Conserv.*; Vol. 22; pag. 2131–2138.
- Janiřsova M., Uhliarova E., Hlasny T., Turisova I.; 2010; Vegetation environment relationships in grassland communities of central Slovakia; *Tuexenia*; Vol. 30; pag. 423–443.
- Janiřsova M.; 2005; Vegetation-environment relationships in dry calcareous grassland; *Ekologia (Bratislava)*; Vol. 24; n° 1; pag. 1–327.
- Janssen J., Rodwell J., Garcıa Criado M., Gubbay S., Haynes T., Nieto A., Sanders N., Landucci F., Loidi J., ... Valachovic M; 2016; *European red list of habitats*; Brussels, Belgium: European Commission.
- Keddy,P.A.; 1992; Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology; *Journal of Vegetation Science*; Vol. 3; pag. 157-164.

- Klotz S, Kühn I, Durka W. (Eds); 2002; Eine Datenbank zu biologisch-ökologischen Merkmalen der Gefäßpflanzen in Deutschland; Schriftenreihe für Vegetationskunde; Vol. 38. Bundesamt für Naturschutz, Bonn [A database of biological ecological traits of vascular plants in Germany.].
- Krauss J., Klein A. M., Steffan-Dewenter I., Tschardt T.; 2004; Effects of habitat area, isolation, and landscape diversity on plant species richness of calcareous grasslands; *Biodiversity and Conservation*; Vol. 13; pag. 1427–1439.
- Lavorel S., Diaz S., Cornelissen J., Garnier E., Harrison S., S. P. McIntyre, ... Urcelay C.; 2007; Plant functional types: are we getting any closer to the Holy Grail?; *Terrestrial Ecosystems in a Changing World*; pag. 149-164.
- Loreau, M., S. Naeem, and P. Inchausti; 2002; *Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives*; Oxford University Press, Oxford, UK.
- Lortie J. C., Brooker R. W., Choler P., Kikvidze Z., Michalet R., Pugnaire F. I., Callaway R. M.; 2004; Rethinking plant community theory; *Oikos*; pag. 433-438.
- Maritan M.; 2012; Il contributo dell'analisi di macroresti vegetali nella ricostruzione paleoambientale e delle attività umane presso un sito archeologico in area termale euganea; Scuola di Dottorato in ricerca di Scienze Storiche; Università degli Studi di Padova.
- Merunková K., Preislerová Z., Chytrý M.; 2014; Environmental drivers of species composition and richness in dry grasslands of northern and central Bohemia, Czech Republic; *Tuexenia*; Vol. n° 34; pag. 447–466.
- Migliorini E.; 1965; *Bibliografie geografiche delle regioni italiane: Veneto*; La Buona Stampa; Napoli.
- Moeslund J. E., Arge L., Bøcher P. K., Dalgaard T., Ejrnæs R., Odgaard M. V., Svenning J.C.; 2013; Topographically controlled soil moisture drives plant diversity patterns within grasslands; *Biodivers Conserv*; Vol. n° 22; pag. 2151–2166.
- Palpurina S., Wagner V., von Wehrden H., Hajek M., Horsak M., Brinkert A. et al.; 2017; The relationship between plant species richness and soil pH vanishes with increasing aridity across Eurasian dry grasslands; *Global Ecology and Biogeography (Global Ecol. Biogeogr.)*; vol. 26; pag. 425–434.
- Pärtel M., Brøuun H. H., Sammul M.; 2005; Biodiversity in temperate European grasslands: origin and conservation; *Grassland Science in Europe*; Vol. 10, pag. 1-14.
- Pärtel M.; 2002; Local Plant Diversity Patterns and Evolutionary History at the Regional Scale; *Ecology*; Vol. 83; n° 9; Pag. 2361-2366.

Pierce S., Negreiros D., Cerabolini D.E.L., Kattge J., Diaz S., Kleyer M., Buffa G.,..., Tampucci D.; 2016; A global method for calculating plant CSR ecological strategies applied across biomes world-wide; *Functional ecology*; Vol. 31, pag 1-14.

Pierce S., Negreiros D., Cerabolini D.E.L., Kattge J., Diaz S., Kleyer M., Buffa G.,..., Tampucci D.; 2016; A global method for calculating plant CSR ecological strategies applied across biomes world-wide; *Functional ecology*; Vol. 31, pag 444-457.

Pignatti S.; 1982; "Flora d'Italia"; Vol. 1-3.

Roem W.J., Berendse F.; 1999; Soil acidity and nutrient supply ratio as possible factors determining changes in plant species diversity in grassland and heathland communities; *Biological Conservation* ; Vol. 92; Pag. 151–161.

Royer J.M.; (1991); Synthèse eurosibérienne, phytosociologique et phytogéographique de la classe des Festuco-Brometea. *Dissertationes Botanicae*, 178. J. Cramer; Berlin-Stuttgart; pag. 1-296.

Rühl J., Pasta S., La Mantia T.; 2005; Metodologia per lo studio delle successioni secondarie in excoltivi terrazzati: il caso studio di Pantelleria (Canale di Sicilia); *Forest@*; Vol. 2 n°4; pag. 388-398.

Sakamoto Y., Sakamoto, M. Ishiguro, G. Kitagawa; 1986; *Akaike Information Statistics* KTK Scientific Publishers/D. Reidel Publishing, Tokyo/Dordrecht.

Slaviero A.; 2016; Ecology and conservation strategies of target dry grassland orchid species (Orchidaceae); tesi di dottorato; Università Ca' Foscari; a.a. 2016-2017.

Ssymank, A., Hauke, U., Rückriem, C., Schröder, E.; 1998; Das europäischeschutzgebietssystem NATURA 2000–BfNHandbuch zur umsetzung derfauna-flora-habitat-richtlinie und der vogelschutz-richtlinie; *Schriftenr.Landschaftspfl; Natursch*: Vol. 53; pag1–560.

Van Helsdingen, P.J., Willemse, L., Speight, M.C.D.; 1996; Background information on invertebrates of the habitats directive and the bern convention; Part 1:Crustacea, Coleoptera and Lepidoptera; *Nature and Environment*, Vol. 79; Council of Europe Publishing; Strasbourg.

Van Swaay C.A.M.; 2004; The importance of calcareous grasslands for butterflies in Europe; *Biological Conservation*; Vol. 104; pag. 315-318.

Venables WN, Ripley BD; 2002; *Modern Applied Statistics with S*, Fourth edition; Springer, New York.

Vermeer J. G. , Berendse F. ; 1983; The relationship between nutrient availability, shoot biomass and species richness in grassland and wetland communities; *Plant Ecology*; Vol. 53 n° 2; Pag. 121–126.

Villani M., Gamper U., Buffa G.; 1999; Analisi della flora del Monte Cero (Colli Euganei, NE-Italia); Lavori-Soc. Ven. Sc. Nat.; Vol. 24; pag. 67-83.

Weiher E., Keddy P.; 1999; Ecological assembly rules Perspectives, advances, retreats; pag. 7.

Wellstein C., Campetella G., Spada F., Chelli S., Mucina L., Canullo R., Bartha S.; 2014; Context-dependent assembly rules and the role of dominating grasses in semi-natural abandoned sub-Mediterranean grasslands; Agr. Ecosyst. Env.; Vol. 182; pag. 113–122.

## 6) SITOGRAFIA:

<https://www.actaplantarum.org/morfologia/morfologia1d.php>

<http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/biodiversita/le-domande-piu-frequenti-sulla-biodiversita/perche-e-importante-la-biodiversita>

<https://www.regione.veneto.it/web/agricoltura-e-foreste/siti-rn2000>

[http://www.lifericopri.it/wp-content/uploads/Progetto-Life\\_RICOPRI.pdf](http://www.lifericopri.it/wp-content/uploads/Progetto-Life_RICOPRI.pdf)

<https://www.google.it/maps/@45.4431406,10.6409468,281562m/data=!3m1!1e3?hl=it>

<https://www.altalessinia.com/geologia-geografia-parco-naturale-lessinia/>

<http://www.laboratoriobrendola.com/2018/05/16/aspetti-geografici-e-geologici/>

<http://www.sapere.it/enciclopedia/Eug%C3%A0nei%2C+C%C3%B2lli-.html>

Generalized Linear Model, (GLM), tramite l'impiego del software statistico R 3.6.2 (R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

<http://www.bioflor.de>