



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Corso di laurea in Scienze Forestali ed Ambientali

**(Classe L-25) - classe delle lauree in Scienze e Tecnologie Agrarie
e Forestali**

Materia della tesi: Alpicoltura

**Monitoraggio della diversità floristica in pinete artificiali
di *Pinus nigra* trattate con diverse modalità di
diradamento.**

Relatore

Giovanni Argenti

Correlatore

Elisa Bianchetto

Candidato

Lorenzo Riccio

Riassunto

L'obiettivo della tesi è quello di dimostrare come una modalità di trattamento selvicolturale innovativa in pinete di pino nero incrementi il grado di biodiversità floristica. In particolare viene confrontato l'effetto di un diradamento di tipo selettivo rispetto alla modalità tradizionale (diradamento dal basso) e all'assenza di trattamento su popolamenti in fase giovanile per quanto riguarda la funzionalità del bosco (produttiva e protettiva) e la biodiversità del suolo. Con questo tipo di diradamento si vuole provare come questa tecnica gestionale, modificando la struttura orizzontale e verticale del popolamento forestale, e quindi la modalità di copertura delle chiome, determina un diverso regime di luce, acqua e temperatura a livello del suolo e quindi concorre ad aumentare l'insediamento di vegetazione erbaceo-arbustiva. Le aree di studio sono localizzate nel versante aretino del Pratomagno, il rilievo della vegetazione è stato realizzato secondo il metodo fitosociologico di Braun-Blanquet nell'ambito del progetto SelPiBioLife (LIFE13 BIO/IT/000282).

Abstract

The aim of this work is to describe how an innovative silvicultural treatment in black pine forests increases the floristic biodiversity. In particular, results of a selective thinning with a traditional thinning and absence of thinning at all in young forest population concerning the functionality of the forest (productive and protective) and the soil biodiversity are compared. With this kind of thinning we want to test how this management technique causes changes in some ecological factors (light, water and temperature regime at ground level), modifying the vertical and horizontal structure of the forest population and the crowns cover. In this way, it could facilitate the increase of establishment of herbaceous and shrubby vegetation. The areas of study are located on the East side of Pratomagno mountain. Inside some sample areas, vegetation assessment was performed by means of the Braun-Blanquet phytosociological method within the SelPiBioLife project (LIFE13 BIO/IT/000282).

INDICE

1	Introduzione	4
1.1	Introduzione generale	4
1.2	Inquadramento storico delle pinete di pino nero	5
1.3	Stato attuale delle pinete di pino nero	6
1.4	Effetti sulla diversità floristica	6
2	Materiali e metodi	8
2.1	Descrizione dell'area di studio	8
2.2	Metodologia d'indagine	11
2.3	Elaborazione dei dati	13
3	Risultati	15
4	Conclusioni	22
5	Bibliografia	24

1) Introduzione

1.1) Introduzione generale

La tesi si inserisce nel progetto SelPiBioLife (LIFE13 BIO/IT/000282), che ha come obiettivo quello di accrescere la biodiversità dei suoli nei popolamenti artificiali di pino nero a seguito della realizzazione di due diverse tipologie di diradamento. Il progetto, della durata di 5 anni, analizza diversi aspetti dell'ecosistema bosco, focalizzandosi non soltanto sull'aumento della produzione legnosa ma soprattutto sull'incremento di biodiversità del soprassuolo e del suolo a livello floristico, micologico, della meso e micro fauna fino ad arrivare a livello microbiologico. Il monitoraggio delle diverse componenti della biodiversità è stato realizzato con cadenza annuale, prima della realizzazione degli interventi di diradamento e successivamente fino al termine del progetto.

In questa tesi verrà analizzata la componente floristica del sottobosco, in termini di ricchezza, ovvero del numero di specie presenti e della loro abbondanza relativa.

Un soprassuolo forestale non disturbato si evolve secondo i meccanismi e i tempi relativi all'evoluzione naturale che possono modificare la composizione specifica della vegetazione e la sua struttura spaziale, l'accelerazione di questi processi che portano a modifiche dei soprassuoli forestali possono essere conseguenza di fenomeni casuali (eventi meteorici, incendi, problemi fitosanitari) o programmati dall'uomo come ad esempio gli interventi gestionali (diradamenti, tagli a raso ecc.). Tutti questi eventi portano alla modificazione della copertura forestale e all'attivazione di processi a carico della vegetazione del sottobosco che si avvantaggia della maggiore quantità di luce e di precipitazioni (Bianchetto e Sanz, 2015).

L'importanza di queste tematiche è riconosciuta a livello mondiale a partire dalla Convenzione sulla Diversità Biologica (CBD) svoltasi a Rio de Janeiro nel 1992 fino alla più recente Strategia EU 2020 sulla Biodiversità.

1.2) Inquadramento storico delle pinete di pino nero

Le prime informazioni sulle pinete di pino nero risalgono ai primi del 900' quando il pino nero fu utilizzato nelle zone montane intensamente sfruttate con coltivazioni di montagna, con il pascolo e la castanicoltura, ed in seguito abbandonate. Il pino nero a quell'epoca è stato utilizzato come specie principale nei rimboschimenti e la sua diffusione ha interessato quasi tutte le regioni italiane (Amorini, 1983).

I primi rimboschimenti sono stati realizzati per lo più in purezza, solamente in alcuni casi si trova in consociazione con l'acero montano. Tali rimboschimenti in Italia coprono un'area di 236.465 ettari (circa il 23% del totale di boschi di conifere) e in Toscana si estendo per circa 20.500 ettari (INFC, 2005).

Le principali sottospecie adottate sono *Pinus austriaca* su suoli a matrice calcarea e pino laricio (*Pinus calabrica*) di provenienza calabrese su substrati di natura più acida. Proprio quest'ultimo si è dimostrato assai efficace per attecchimento, efficienza nell'uso di acqua e resistenza alle fitopatologie.

Il turno di queste pinete era di circa 90 anni, con taglio a raso finale; erano previsti sfolli negli stadi evolutivi giovanili e diradamenti negli stadi più adulti. In seguito al taglio, se le condizioni ecologiche lo permettevano, il pino nero veniva sostituito da specie autoctone, in caso contrario veniva reimpiantata la specie di *Pinus* prescelta (Pavari, 1961). L'impianto delle pinete prevedeva una densità elevata, con circa 2500 piante ad ettaro per garantire in breve tempo la ricopertura forestale (De Phillips, 1958). I primi interventi previsti erano da effettuarsi non oltre il quindicesimo anno dalla messa a dimora, ma spesso sono stati realizzati ad un'età media di circa 30 anni, tale ritardo ha portato ad una dilatazione dei tempi fra gli interventi (Cantiani, 2012). Quasi ovunque sono mancati gli sfolli nello stadio di spessina, mentre nello stadio di fustaia sono stati eseguiti solamente interventi a fini antincendio (Cantiani, 2005).

Attualmente la tendenza è quella di favorire la rinnovazione delle specie che riescono ad affermarsi sotto la sua copertura,

principalmente per motivi di tipo economico ed ecologico (Mercurio, 2010; Cantiani e Plutino, 2009)

I ritardi nella realizzazione degli interventi hanno portato i soprassuoli ad un progressivo deterioramento principalmente a causa dell'eccessiva densità e della riduzione del potenziale di sviluppo delle specie arboree, della rinnovazione e dello strato erbaceo-arbustivo presente nel sottobosco.

1.3) Stato attuale delle pinete di pino nero

In Toscana la gestione forestale è regolata dal Regolamento Forestale (L.R. 39/2000), che fissa il limite massimo di massa legnosa asportabile al 40% sulla massa legnosa totale in diradamenti dal basso di intensità moderata. In Italia vengono effettuati normalmente diradamenti dal basso con intensità del 30%, essi non incidono sullo strato dominante e di conseguenza l'effetto di stimolo alla crescita del diradamento dal basso non risulta essere troppo evidente (Cantiani P. *et al.*, 2015a).

Uno studio nell'ambito dei rimboschimenti di *Pinus nigra* ha osservato come, nonostante le compromesse condizioni di partenza dei popolamenti di 30 anni di età, aumentare fino al 47% l'intensità dei diradamenti porta a dei marcati effetti incrementali sulla crescita diametrica (Cantiani e Piovosi, 2009). In tal modo è stato dimostrato come tale specie risulti essere molto duttile e reattiva agli interventi.

1.4) La diversità floristica e gli effetti dei diradamenti su di essa

La successione ecologica di in un soprassuolo forestale è il processo di colonizzazione di un biotopo da parte della vegetazione e della fauna ed i cambiamenti che la comunità subisce attraverso il tempo (Piussi, 1994).

La successione ecologica di un ambiente può essere accelerata da fenomeni naturali (incendi, eventi meteorici, problemi fitosanitari,

ecc.) o antropici come ad esempio gli interventi di gestione. Questi eventi portano alla scomparsa o alla riduzione della copertura arborea ed alla conseguente risposta della vegetazione erbacea ed arbustiva che può presentarsi semplicemente come una variazione della composizione specifica del sottobosco o come una vera e propria successione.

La più semplice maniera di avere indicazioni sulla diversità floristica di una comunità ecologica è forse quella di contare il numero di specie che ne fanno parte. Nelle comunità sono poche le specie che hanno un elevato valore d'importanza; insieme a queste “specie comuni” esiste sempre un numero, generalmente più elevato, di “specie rare”, con scarso valore d'importanza, ma la cui presenza caratterizza la diversità specifica di ciascun livello trofico o dell'intera comunità (Piussi, 1980).

Con i diradamenti la copertura arborea si riduce creando piccole aperture distribuite in maniera disomogenea sul terreno che portano alla variazione delle condizioni stazionali a livello del suolo (luce, temperatura e umidità) influenzando di conseguenza la composizione della vegetazione (Mattioli *et al.*, 2008). Il tipo di diradamento può incidere in maniera diversa sulle condizioni stazionali del popolamento. Nel caso specifico con il diradamento selettivo, nel quale la scelta delle piante da abbattere avviene con criteri diversi rispetto al diradamento classico dal basso, ci aspettiamo un aumento della diversità floristica. Infatti, soprattutto grazie alla maggior quantità di luce al suolo, si assiste all'ingresso di specie eliofile e in generale di specie tipiche di ambienti non forestali (Baragatti *et al.*, 2004, Riondato *et al.*, 2005).

Questo processo è più evidente negli anni immediatamente successivi alla realizzazione degli interventi, successivamente la persistenza della vegetazione insediata dipende dalla densità della copertura forestale che con il passare del tempo tende a chiudersi riducendo le aperture create al momento dell'intervento. Per questo motivo una programmazione nel tempo degli interventi è fondamentale per mantenere la biodiversità del sistema suolo (Bianchetto e Sanz, 2015).

2) Descrizione aree di studio

2.1) L'area Pratomagno

L'area di studio ricade nel comune di Loro Ciuffenna (AR), sul massiccio del Pratomagno. Lo studio si è svolto nei boschi gestiti dell'Unione dei Comuni del Pratomagno (UCP) in località Pian della Cucina. Il comprensorio montuoso del Pratomagno si estende per circa 30 km è situato a ridosso degli Appennini nella parte orientale della Toscana.

L'area di studio è localizzata ad una quota media di circa 1150 metri s.l.m., su un versante esposto a Sud Ovest con pendenza media del 40%.

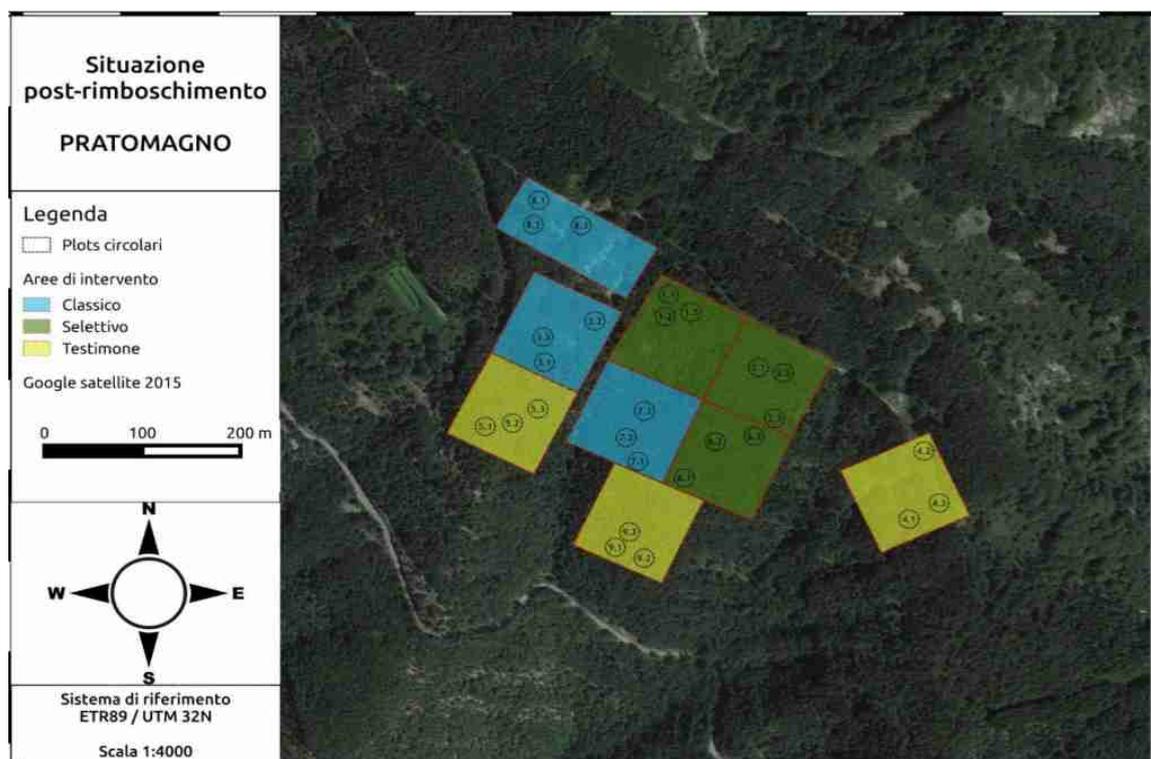


Figura 2.2 –Area di studio con posizione delle aree di rilievo

Caratteristiche pedologiche

Nell'area di studio è predominante la formazione denominata Arenarie del Monte Falterona. La presenza diffusa di arenaria comporta l'affioramento di grossi banchi compatti, che rendono accidentata la morfologia dell'area di studio.

I suoli presentano un contenuto elevato di sostanza organica in superficie, il profilo varia da ghiaioso grossolano a ciottoloso e pietroso. La presenza di sostanza organica negli orizzonti superficiali (da 10 a 40 cm) è di fondamentale importanza dato che rappresenta una grossa parte delle fertilità in quanto il substrato di arenarie risulta particolarmente povero (Gardin, 2015).

Clima

Il clima rientra nella fascia del mesotermico; le zone più alte sono caratterizzate da clima freddo ($T > 10^{\circ} \text{C}$ per almeno 4 mesi con precipitazioni estive $> 150 \text{ mm}$) e il resto da clima temperato freddo ($T > 10^{\circ} \text{C}$ per 4-8 mesi e precipitazioni estive $< 150 \text{ mm}$).

Uso storico del suolo

Lo studio dell'uso del suolo è stato realizzato facendo riferimento alla carta della milizia forestale del 1936 ed alle fotogrammetrie del 1954, 1978 e 2015.

Nel 1936 la superficie appariva molto frammentata, con pascoli utilizzati sul crinale e seminativi. La parte boscata sottostante, caratterizzata da presenza di faggio, era gestita a sterzo, ed erano inoltre presenti rimboschimenti di abete bianco, mentre i boschi a prevalenza di quercia (cerro) erano limitati a poche aree. Dal confronto con la documentazione del 1954 si può notare una netta riduzione della copertura forestale è passata dal 76% nel 1936 a poco più del 20% nel 1954.

Successivamente, nel 1978, la copertura forestale è aumentata al 72% grazie ai rimboschimenti effettuati nel biennio 1955-1957: i

rimboschimenti sono stati realizzati con pino laricio consociato ad abete bianco, mentre in zone prossimali al crinale è stato utilizzato il faggio e sporadicamente l'acero montano. Il pino nero è stato introdotto anche in piccole superfici nelle radure in soprassuoli di quercia avviati all'alto fusto.

Alle quote inferiori invece il bosco si espande con processi naturali soprattutto per quanto riguarda le formazioni miste di cedui di querce e di castagno. Al 2015 la percentuale di copertura boscata del comprensorio è pari al 95% (Cantiani *et al.*, 2015b).

Le caratteristiche dei popolamenti e dei diradamenti

I dati relativi alla pineta rilevati nel 2015 descrivono un popolamento coetaneo con età media di 59 anni, a struttura monoplana con prevalenza di pino laricio, consociato localmente a gruppi di abete bianco soprattutto alle quote superiori e solo marginalmente a qualche latifoglia sporadica.

La densità del popolamento è di 1077 piante ad ettaro, eccessiva per l'età del popolamento che dovrebbe prevedere in condizioni ottimali circa 800 piante ad ettaro. Prima degli interventi il popolamento non presentava differenze significative nei parametri dendrometrici.

A giugno 2015 sono stati realizzati i diradamenti di tipo selettivo e dal basso: nel diradamento selettivo è stato asportato il 35,9% delle piante presenti mentre in quello dal basso il 30,8%.

Il diradamento selettivo prevede la selezione di circa 100 piante candidate ad ettaro che presentano buone caratteristiche e che verranno "favorite" eliminando i soggetti concorrenti anche di grosse dimensioni del piano dominante. Il diradamento dal basso invece agisce principalmente sul piano dominato su soggetti di minori dimensioni. Il diradamento selettivo, oltre a garantire una maggiore differenziazione degli assortimenti potenzialmente retraibili, garantisce una maggior quantità di luce al suolo; con il diradamento dal basso la copertura della superficie da parte delle chiome è stata ridotta del 7%, mentre con il selettivo del 18%.

Le figure 2.1, 2.2 e 2.3 evidenziano le differenze di copertura nelle tre tesi del progetto.



Figura 2.1: Copertura in assenza di diradamento



Figura 2.2: Copertura nel diradamento dal basso



Figura 2.3: Copertura nel diradamento selettivo

2.2) Metodologia di rilievo

Come da protocollo sperimentale, sono state individuate 9 aree omogenee, ciascuna di 1 ha. Con criterio *random* in 3 aree è stato effettuato il diradamento selettivo, in altre 3 dal basso, mentre nelle

restanti non è stato effettuato alcun tipo di intervento, in modo da poterle confrontare con le aree diradate.

In ognuna delle 9 aree, sempre con criterio *random*, sono stati individuati 3 *plot* circolari all'interno dei quali sono stati effettuati i rilievi; il monitoraggio delle componenti della biodiversità è stato realizzato in *plot* con superficie di 10 m di raggio, mentre per il rilievo dendrometrico in *plot* con raggio di 13 m.

Il rilievo floristico è stato realizzato secondo il metodo fitosociologico proposto da J. Braun-Blanquet agli inizi del '900 con l'obiettivo di descrivere e classificare la vegetazione. Il vantaggio del metodo è sicuramente la facilità e la rapidità di esecuzione anche se deve essere realizzato da personale con una buona formazione botanica; lo svantaggio principale è da attribuire alla modalità di rilievo attraverso la stima visiva che può risentire della soggettività dell'operatore e anche del momento del rilievo che dovrebbe corrispondere allo stadio vegetativo idoneo al riconoscimento delle singole specie. È un metodo consolidato e diffusamente utilizzato in studi di carattere ambientale e botanico.

I primi rilievi sono stati effettuati nel 2015 prima degli interventi e, successivamente ad essi, con cadenza annuale durante il periodo primaverile-estivo, per tutta la durata del progetto. Il periodo è stato scelto perché rappresenta il momento in cui la vegetazione è in fioritura e quindi è più facile riconoscerla.

Per ogni *plot*, su un'apposita scheda di rilievo sono state annotate alcune informazioni generali quali il numero del *plot*, la data, l'operatore che ha eseguito il rilievo e altre relative alla stazione quali altitudine, pendenza, ecc. e se presenti la percentuale di superficie interessata da danni dovuti alla presenza di ungulati. Successivamente si passa alla compilazione della sezione relativa alle coperture espresse in percentuale: viene annotato il grado di copertura totale (arborea, arbustiva ed erbacea) e successivamente la copertura dei singoli strati. Il rilievo floristico vero e proprio consiste nell'identificare tutte le specie presenti e nell'assegnare ad ognuna di esse il valore di abbondanza secondo i valori della scala proposta da Braun-Blanquet (tabella 2).

Categorie	Valore di copertura	Valori di conversione
Specie rare	r	1
Copertura trascurabile < 1%	+	2
Copertura compresa tra 1 % e 5 % del totale	1	3
Copertura compresa tra 6 % e 25 % del totale	2	5
Copertura compresa tra 16 % e 50 % del totale	3	7
Copertura compresa tra 51 % e 75 % del totale	4	8
Copertura compresa tra 76 % e 100 % del totale	5	9

Tabella 2 - Valori di copertura di Braun-Blanquet e di conversione di Van Der Maarel

2.2) Elaborazione dei dati

I valori di copertura vengono trasformati in frequenze specifiche tramite la scala di trasformazione di Van Der Maarel (tabella 2) e poi elaborati, per ottenere i contributi specifici, che rappresentano la presenza percentuale di ogni specie sul totale delle specie presenti.

$$C_{s_i} = \frac{F_{s_i}}{\sum F_{s_i}} * 100$$

C_{s_i} rappresenta il contributo specifico di ogni specie, è ricavato mettendo in relazione la frequenza specifica relativa ad ogni specie (F_{s_i}) con la sommatoria di tutte le frequenze specifiche delle specie presenti nel plot.

Per descrivere la diversità specifica in maniera più efficace rispetto al numero di specie, è stato utilizzato l'indice di diversità di Shannon che tiene conto anche delle abbondanze relative:

$$H_{SH} = - \sum_{i=1}^s p_i \log(p_i)$$

Per ogni rilievo, è stata calcolata l' α -diversità tramite l'indice di Shannon, dove p_i rappresenta la frequenza relativa (nel nostro caso abbondanza relativa, espressa in forma decimale) della i -esima specie.

3) Risultati

Dall'elaborazione dei dati raccolti si possono individuare alcune tendenze, anche se un periodo di tempo più lungo potrebbe meglio mettere in luce eventuali differenze tra trattamenti.

A due anni dagli interventi le specie più diffuse sono: fra le graminacee *Brachypodium rupestre*, che presenta contributi specifici nettamente superiori in ogni tipologia di intervento, *Poa nemoralis* e *Anthoxanthum odoratum*; fra le leguminose le più presenti sono *Spartium junceum*, *Cytisus scoparius* e *Lotus corniculatus* mentre le specie di altre famiglie botaniche sono rappresentate prevalentemente da *Pteridium aquilinum*, *Viola reichenbachiana* e rinnovazione di *Abies alba*.

Per ogni anno di rilievo sono stati calcolati i contributi specifici medi per le categorie di famiglie botaniche descritte, per tipologia di trattamento selvicolturale (diradamento dal basso, selettivo e testimone).

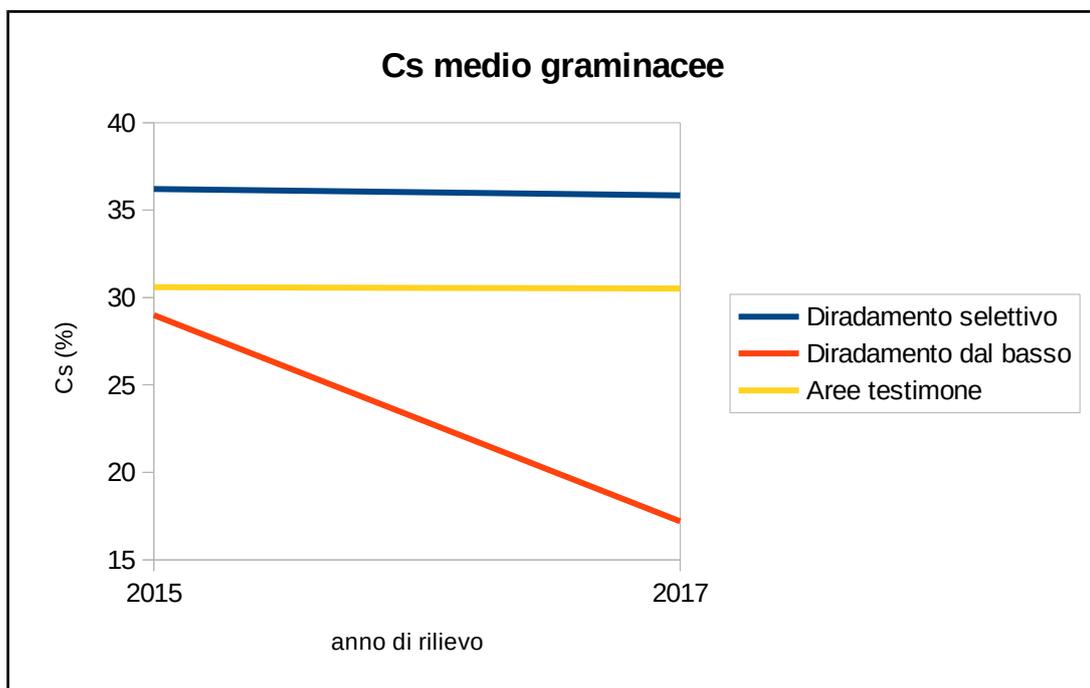


Grafico 3.1- Andamento contributo specifico medio graminacee

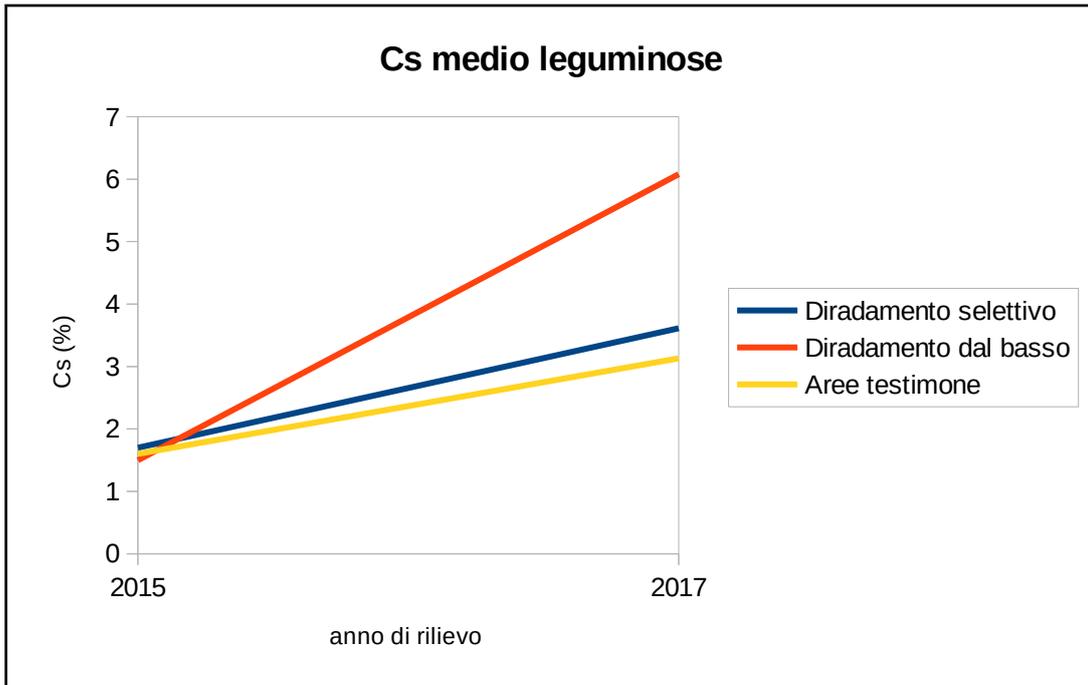


Grafico 3.2- *Andamento contributo specifico medio leguminose*

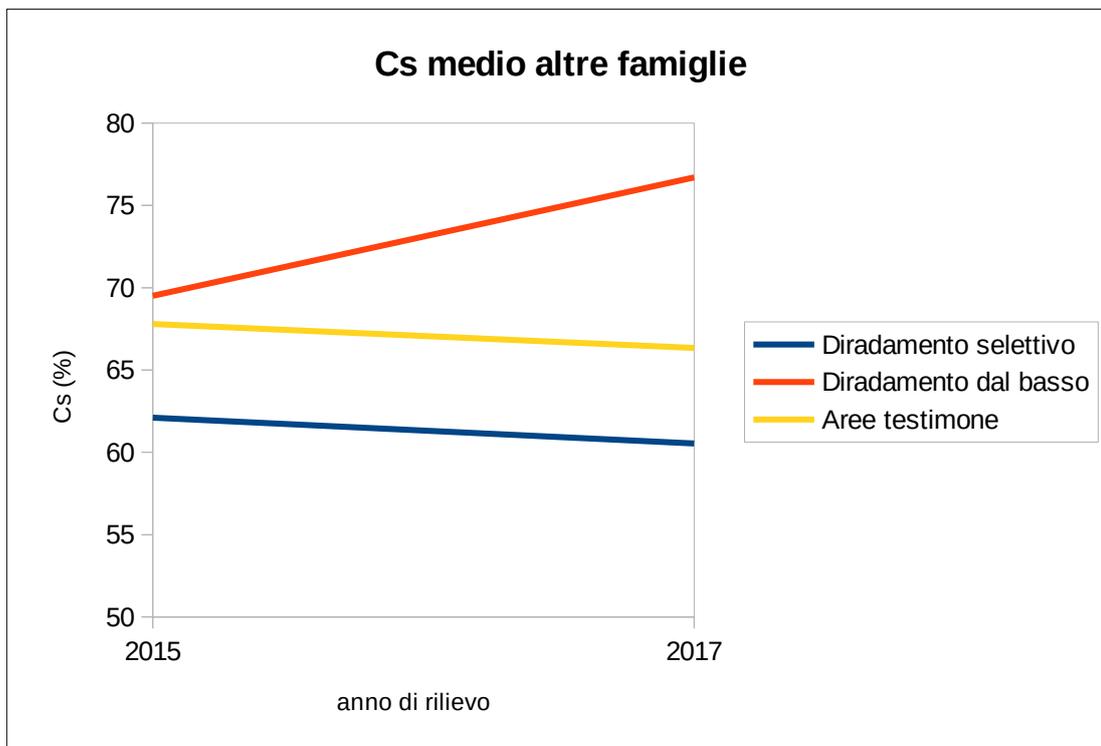


Grafico 3.3- *Andamento contributo specifico medio altre famiglie*

Confrontando i contributi specifici delle diverse famiglie si nota che le leguminose rappresentano solamente una piccola parte rispetto alle graminacee ed alle altre famiglie, anche se sono l'unica famiglia in cui il contributo specifico è aumentato dall'anno degli interventi: infatti nel 2015, al rilievo prima degli interventi, il contributo specifico delle leguminose era 1,7% nelle aree soggette a diradamento selettivo, 1,5% in quelle soggette a diradamento dal basso e 1,6% nelle aree testimone. A due anni dagli interventi esso è aumentato arrivando a 3,6% nel selettivo, 6,1% nel diradamento dal basso e 3,1% nelle aree testimone, dimostrando una grande risposta di questa famiglia, generalmente rappresentata da specie molto eliofile, agli interventi selvicolturali.

L'andamento del contributo specifico nelle graminacee è stato inverso: è diminuito di circa 1% nel selettivo e nelle aree testimone, mentre nelle aree del diradamento dal basso ha subito un forte decremento passando dal 29% nel 2015 al 17,2% nel 2017. Per le specie appartenenti alle altre famiglie botaniche, invece, il contributo specifico si è ridotto nelle aree soggette a diradamento selettivo e testimone passando da 62,1% a 60,5% nelle prime, da 67,8% a 66,3% nelle seconde. Nelle aree dove è stato effettuato il diradamento dal basso invece ha avuto andamento inverso, aumentando dal 69,5% al 76,7%.

Di seguito vengono riportati i dati relativi al numero assoluto di specie (ricchezza floristica), suddiviso per i raggruppamenti botanici visti in precedenza (graminacee, leguminose, altre famiglie) e in totale.

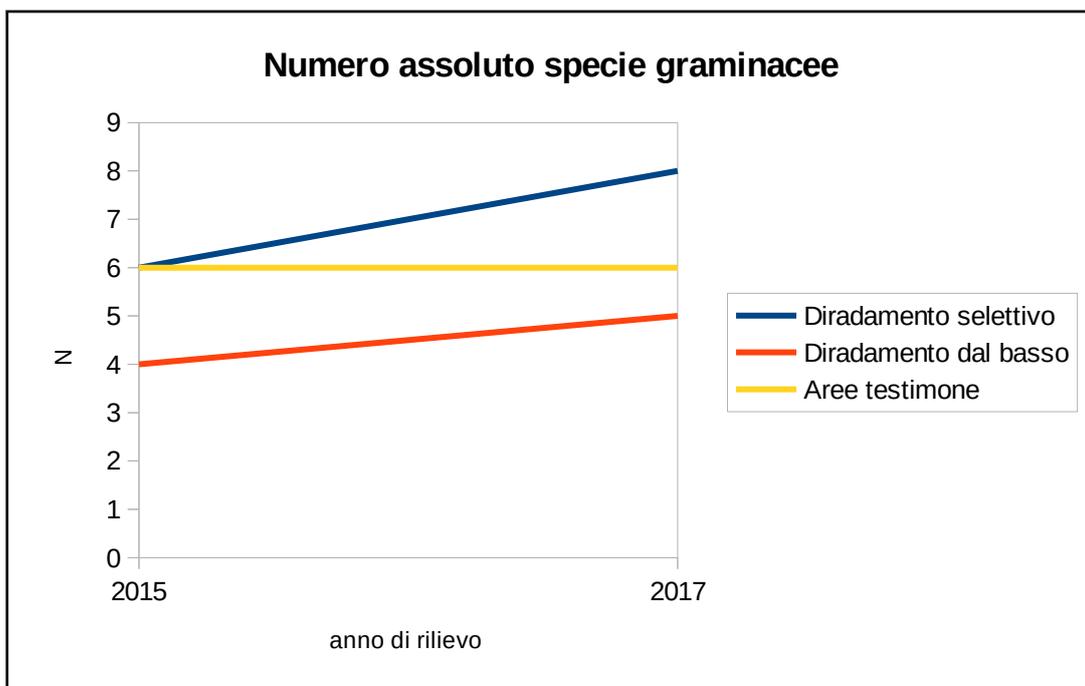


Grafico 3.4- Andamento numero assoluto graminacee

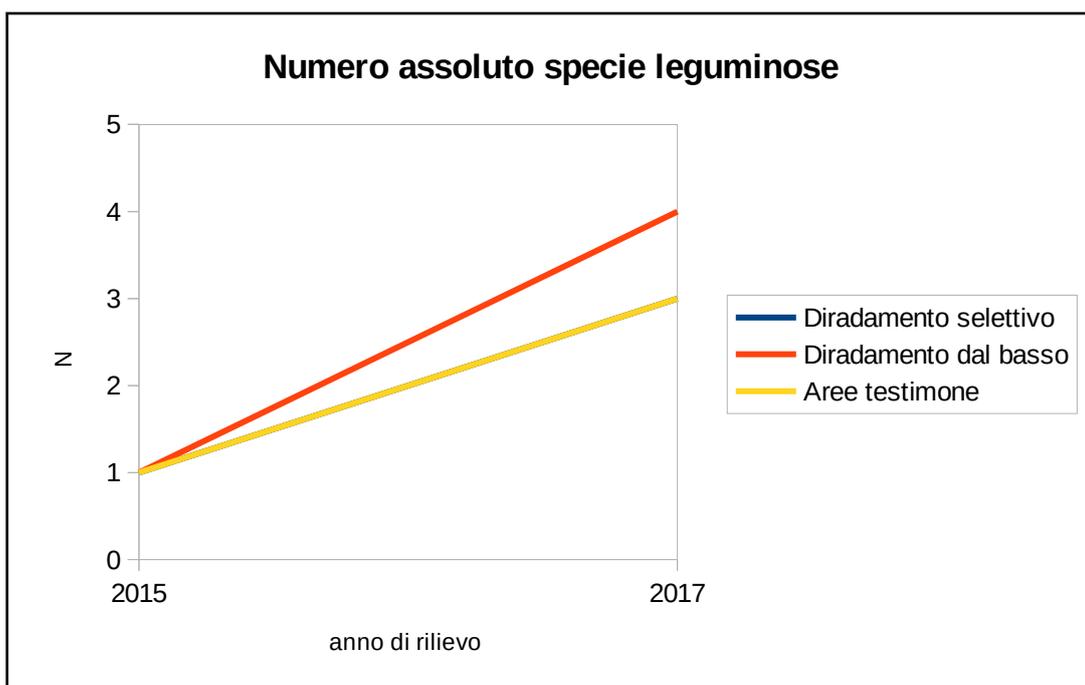


Grafico 3.5- Andamento numero assoluto leguminose

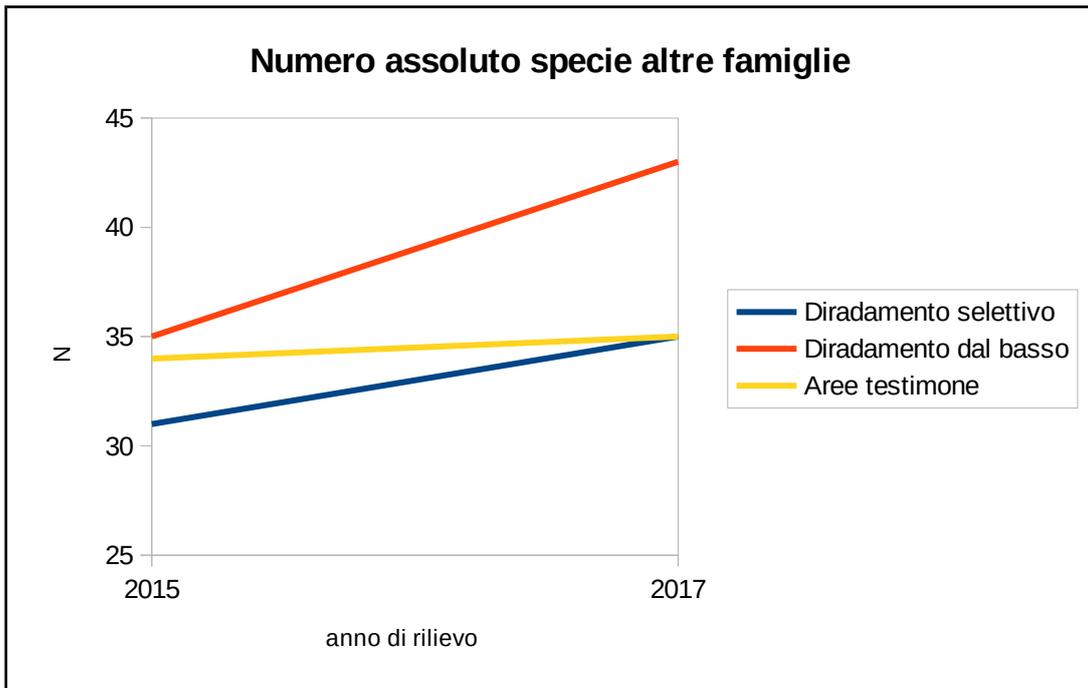


Grafico 3.6- *Andamento numero assoluto altre famiglie*

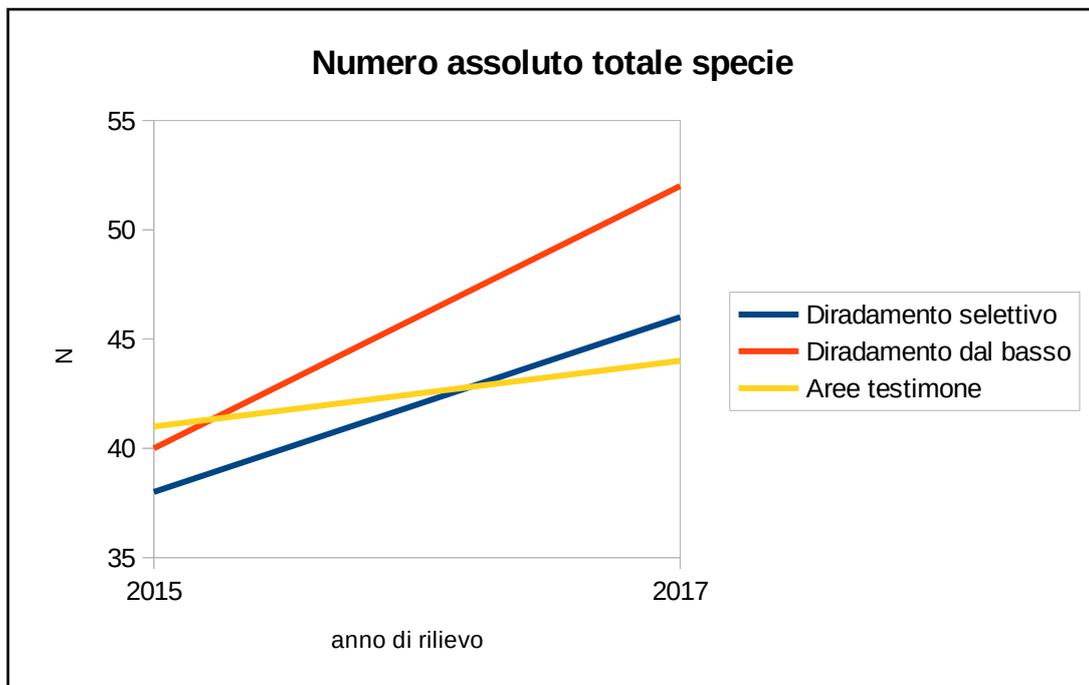


Grafico 3.7- *Andamento numero assoluto totale specie*

Nelle graminacee, per il numero di specie presenti è stato riscontrato un aumento, più marcato nel diradamento selettivo, con 2 nuove specie, rispetto a quello dal basso dove è stata riscontrata solamente 1 nuova specie, mentre nelle aree testimone il numero di specie è rimasto invariato rispetto al 2015.

Le leguminose invece sono aumentate in numero assoluto sia nei plot del selettivo che in quelli del testimone passando da 1 specie nel 2015 a 3 nel 2017, mentre nelle aree del diradamento dal basso il numero è aumentato da 1 a 4, dimostrando una variazione positiva della ricchezza floristica nelle aree diradate.

Per le specie appartenenti alla categoria delle altre famiglie è stato riscontrato un aumento, più marcato nelle aree diradate: nel diradamento dal basso si è passati da 35 specie nel 2015 a 43 nel 2017, mentre nel selettivo da 31 a 35. Nelle aree testimone questo aumento è stato più lieve passando da 34 a 35.

Infine, per il numero totale di specie presenti si è evidenziato un aumento, in particolare nelle parcelle diradate: nel selettivo il numero di specie presenti nel 2015 era 38, nel 2017 è passato a 46, mentre nelle aree sottoposte a diradamento dal basso erano presenti 40 specie nel 2015 e 52 nel 2017. Nelle aree testimone l'aumento del numero di specie è stato molto minore, passando da 41 nel 2015 a 44 nel 2017.

Infine è stato valutato l'andamento dell'indice di Shannon nel corso degli anni, suddividendolo per tipologia di intervento.

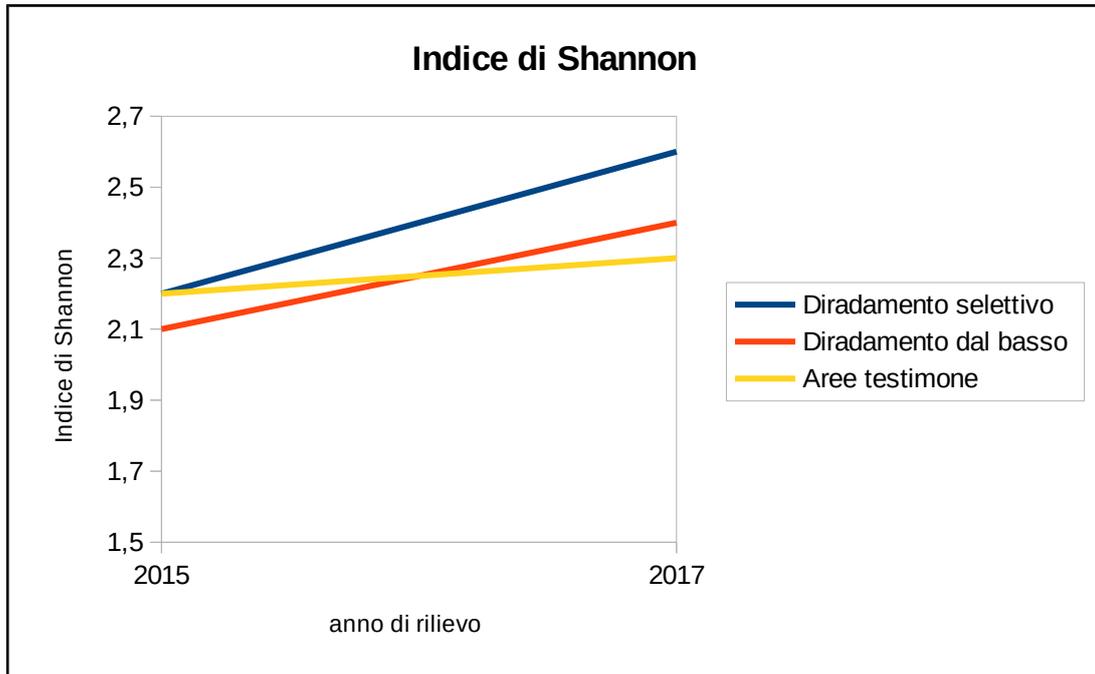


Grafico 3.8 - Andamento indice di Shannon

Per l'indice di Shannon, che indica il grado di diversità biologica presente in un ecosistema, è stato riscontrato un aumento a due anni dall'intervento in tutte le tipologie di diradamento con un aumento più marcato nelle aree sottoposte a diradamento selettivo rispetto a quello dal basso, mentre nelle aree testimone l'aumento è stato molto più limitato.

4) Conclusioni

A due anni di distanza dal momento degli interventi di diradamento non è ancora possibile trarre delle conclusioni su quale tipologia sia più idonea ad incrementare la diversità floristica ma è possibile, con i risultati ottenuti, individuare alcune tendenze ed effettuare delle prime ipotesi sul potenziale impiego di queste tecniche selvicolturali nel complesso del Pratomagno.

Dai dati relativi ai contributi specifici è possibile notare che la famiglia delle leguminose è quella che ha risposto meglio agli interventi presentando incrementi in ogni tipologia di area. Il contributo specifico delle graminacee invece ha subito variazioni minime nelle aree del diradamento selettivo e nelle aree testimone, presentando invece un forte decremento nelle aree soggette a diradamento classico. Inverso è stato l'andamento del contributo specifico delle specie facenti parte di altre famiglie, che è diminuito nelle aree testimone e interessate dal diradamento innovativo, mentre è aumentato nelle zone del diradamento dal basso.

Il numero totale di specie presenti è aumentato specialmente nelle aree soggette ad interventi: ciò sta a dimostrare che all'interno delle pinete stanno avvenendo processi a carico della vegetazione del sottobosco che portano ad un aumento della ricchezza floristica globale, probabilmente da mettere in relazione con la normale evoluzione naturale ma all'interno della quale l'intervento di diradamento può essere considerato un fattore di velocizzazione.

Infine, valutando l'indice di Shannon sembra corretta l'ipotesi che i diradamenti selettivi aumentino il grado di biodiversità all'interno di un popolamento in quanto, partendo da valori simili nel 2015, esso ha subito un aumento più marcato nelle aree dei diradamenti innovativi rispetto alle altre, anche se in realtà questo parametro ha presentato incrementi meno marcati rispetto agli altri parametri considerati.

Fra le specie erbacee la famiglia delle leguminose si è dimostrata quella più sensibile agli effetti selvicolturali, e questo è da mettere in relazione alla maggiore penetrazione di luce nelle aree di sottobosco che hanno favorito questa famiglia generalmente costituita da specie eliofile. Inoltre, la presenza di rinnovazione di specie arboree ed arbustive nel sottobosco del complesso fa supporre che il processo di rinnovazione delle specie autoctone possa essere maggiormente favorito dagli interventi di diradamento.

I diradamenti selettivi hanno sicuramente portato benefici all'ecosistema, sia dal punto di vista degli accrescimenti che del suolo, grazie anche all'apertura di gaps nella copertura, che permetteranno di accrescere la biodiversità dell'ecosistema anche dal punto di vista pedologico.

Futuri interventi di monitoraggio dovrebbero essere pianificati a maggior distanza dalle operazioni di diradamento, in modo da avere tendenze vegetazionali più consolidate ed evidenti e per ottenere quindi maggiori indicazioni dei più probabili effetti ottenibili dall'introduzione di nuove tipologie di diradamenti in formazioni forestali artificiali come quelle analizzate in questo contesto.

Bibliografia

Amorini E. (1983). *Prove di diradamento nella pineta di pino nero di Monte della Modina sull'Appennino Toscano*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, 14: 101-148.

Bagaratti E., Frati L., Chiarucci A. (2004). *Cambiamenti nella diversità della vegetazione in seguito a diversi tipi di matricinatura in boschi di cerro*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, n 33: 39-50.

Bianchetto E., Sanz Canencia I. (2015). *Effetto dei diradamenti sulla diversità floristica*. In: Manuale Tecnico SelPiBio Life – Il Diradamento selettivo: Accrescere stabilità e biodiversità in boschi artificiali di pino nero: 26-27

Cantiani P., Iorio G., Pelleri F. (2005). *Effetti di diradamenti in soprassuoli di pino nero (Pettenaio, Perugia)* Forest @ 2: 207-216 - doi: 10.3832/efor0292-0020207

Cantiani P., Plutino M. (2009). *Le pinete di impianto di pino nero. Indagini sperimentali sul trattamento selvicolturale*. Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura. Taormina (ME) 16-19 ottobre 2008: 1465-1471.

Cantiani P., Piovosi M. (2009). *La gestione dei rimboschimenti di pino nero appenninici. I diradamenti nella strategia di rinaturalizzazione*. Annali CRA-SEL, 35:35-42.

Cantiani P. (2012). *Pinete di pino nero in Toscana- Norme sul trattamento in ordine alle normative vigenti*. Sherwood 184: 15-20

Cantiani P, Marchi M, Rinaldini G. (2015b). *Analisi del mutamento nel tempo dell'uso del suolo*. In: Le aree di indagine del Progetto SelPiBio Life. Relazione Tecnica Azione A1 : 8-12

Cantiani P., De Meo I., Becagli C., Bianchetto E., Cazau C., Mocali S., Salerno E., (2015a). *Effects of thinnings on plants and fungi biodiversity in a Pinus nigra plantation: a case study in central Italy*. Forestry Ideas. 21. 149-162.

De Phillips A. (1958). *Lezioni di selvicoltura speciale*. Firenze p 130-131.

Gardin L., (2015). *Inquadramento geografico geologico e pedologico delle aree campioni*. In: Le aree di indagine del Progetto SelPiBio Life. Relazione Tecnica Azione A1 - Quadro conoscitivo della componente fisica dei territori, della componente forestale e della gestione dei boschi: 2-6

Mattioli W., Pinelli A., Filibeck G., Portoghesi L., Scoppola A., Corona P. (2008). *Relazione tra gestione selvicolturale, tipo forestale e diversità floristica in cedui castanili*. Forest@ n.5, 136-150.

- Mercurio R. (2010). *Restauro della foresta mediterranea*. Clueb, 368pp
- Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, (2005). *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi forestali di Carbonio*” (INFC).
- Pavari A. (1961). *I rimboschimenti nella catena appenninica*. Atti del Congresso Nazionale sui rimboschimenti e sulla ricostituzione dei boschi degradati. Accademia Italia di Scienze Forestali, Firenze.
- Piussi P. (1980). *Ecologia forestale e selvicoltura generale*:31. Opera Universitaria Firenze.
- Piussi P. (1994). *Selvicoltura generale*: 196. UTET. Torino.
- Riondato R., Colpi C., Del Favero R. (2005). *Indicatori di biodiversità in ostriro-querceti cedui di diversa età sui Colli Euganei (PD)*. L'Italia Forestale e Montana 65 (4), 405-427.