



AFORCLIMATE
CONVEGNO FINALE

**Come adattare la gestione delle faggete
alla crisi climatica**

**Il monitoraggio fenologico ed ecofisiologico
mediante l'analisi degli isotopi stabili**

Azione D1

M. CRISTINA MONTEVERDI, ROBERTA PROIETTI (CREA CENTRO DI RICERCA FORESTE E LEGNO)

CAMPOBASSO, 19 DICEMBRE 2023



Valutare gli effetti del modello di gestione applicato in termini di **capacità produttiva, rigenerativa e di biodiversità**.

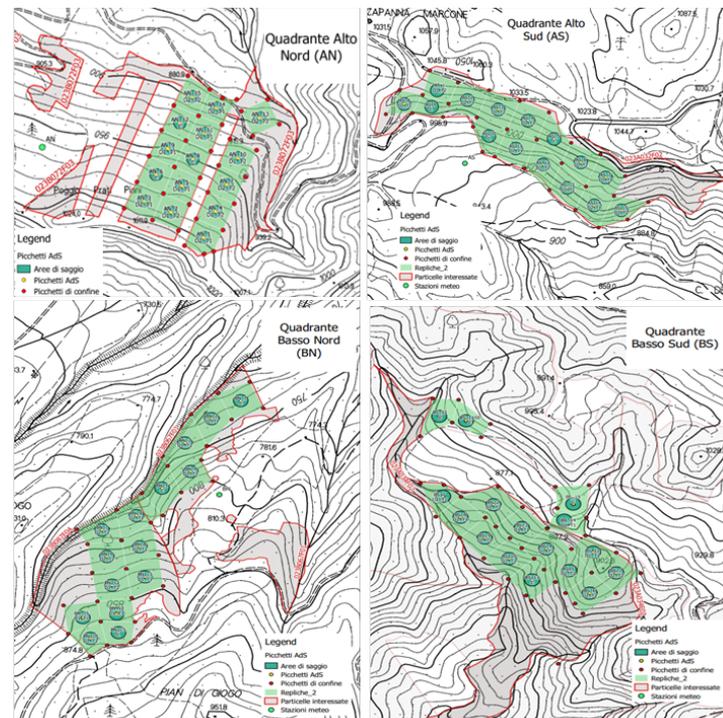


- ❑ Comprendere se esistono differenze in termini di risposta fenologica e durata della stagione vegetativa, di accrescimento diametrico, di produzione di seme, in due diverse popolazioni di faggio in Italia.
- ❑ Comprendere se estremi climatici dovuti a diversa quota ed esposizione differenziano tali risposte.
- ❑ Verificare se diverse intensità di trattamento selvicolturale generano una diversa risposta.

Aree di studio

SITO	ESPOSIZIONE	Quadrante ID	Altitudine	
			Class	Range (m a.s.l.)
Toscana	Nord	AN	Alto	896 - 1024
		BN	Basso	719 - 849
	Sud	AS	Alto	930 - 1053
		BS	Basso	826 - 1024
Molise	Nord	AN	Alto	1395 - 1509
		BN	Basso	1180 - 1273
	Sud	AS	Alto	1556 - 1737
		BS	Basso	1190 - 1220
Sicilia	Nord	AN	Alto	1650 - 1695
		BN	Basso	1393 - 1441
	Sud	AS	Alto	1516 - 1521
		BS	Basso	1468 - 1475

all'interno di ciascun sito sono stati individuati 60 plot di 5000 m² (15 plot/quadrante) in cui realizzare gli interventi forestali.

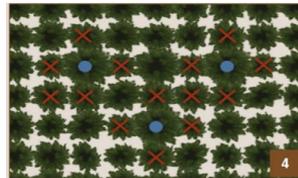
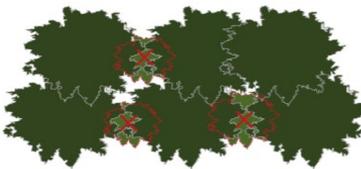


Trattamenti selvicolturali e tempi di applicazione

D1T1 (bassa intensità) →

D2T1 (alta intensità) →

C (controllo)

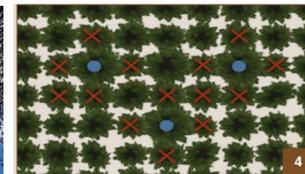
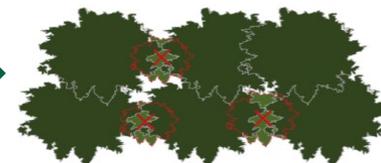


~ 2 anni
dopo

D1T2 (bassa intensità) →

D2T2 (alta intensità) →

C (controllo)



Azione D1: Protocollo d'indagine

- ❑ I rilievi dendrometrici sono stati condotti su aree di saggio (AdS) circolari di raggio 13 m, localizzate al centro di ciascun plot.
- ❑ Il centro dell'AdS è stato materializzato con un picchetto FENO di colore giallo e georeferenziati con GPS differenziale a precisione sub-metrica.



The FENO stake is located on this side of the tree

Simbologia per segnare il picchetto al centro dell'AdS.



Picchetto FENO posizionato al centro dell'AdS e simboli per la marcatura del bersaglio al centro dell'AdS.

In ciascuna AdS, sono stati registrati i seguenti **caratteri stazionali**:

- Quota;
- Pendenza;
- Esposizione;
- Copertura arborea;
- Copertura arbustiva;
- Copertura erbacea;
- Rocciosità;
- Pietrosità.

Protocollo INFC



Esempio di numerazione delle piante. Punto di rilievo del diametro, posizionato a 1.3 m dalla base dell'albero a monte, marcato con raschietto e poi ripassato con la vernice.

Per tutti gli alberi con $DBH_{1.30} > 3$ cm, è stata registrata la **specie**, il **diametro**, la **posizione sociale** e lo stato fitosanitario (vigoria, vitalità, integrità della chioma). Per un campione rappresentativo, è stata rilevata l'**altezza**.

Per validare l'efficacia del sistema conseguente agli interventi selvicolturali (azione C1 e C2) sono stati monitorati i seguenti aspetti.

Monitoraggio fenologico fogliare

- monitoraggio in remoto
- monitoraggio *in situ*

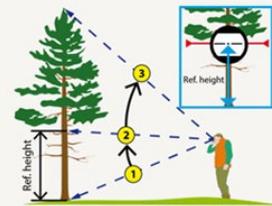
Monitoraggio fenologia cambiale

- monitoraggio *in situ*



Monitoraggio dendroauxometrico

Calcola la distanza con il tuo CM HEC II D



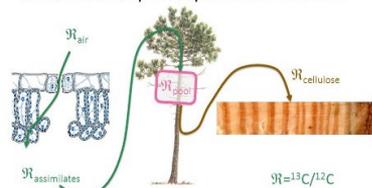
Monitoraggio produzione di semi



Monitoraggio dendro-isotopico

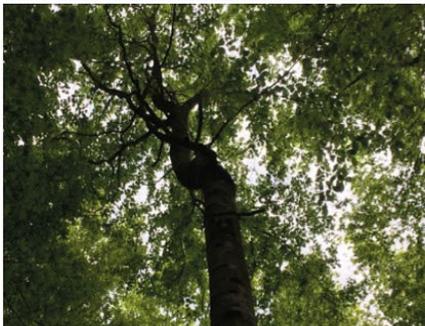


Photosynthetic and evaporative processes govern the stable isotope composition of cellulose





La **fenologia** è un **carattere adattativo** sempre più impiegato per lo studio **degli effetti del cambiamento climatico sugli ecosistemi forestali**.



Esiste una relazione reciproca tra **fenologia ed ecosistema** in quanto l'attività fogliare e quella del **cambio** influenzano, **l'assimilazione del carbonio**, giocando un ruolo chiave sulla **crescita degli alberi e sulla produttività delle foreste**.

Il **monitoraggio fenologico** aiuta ad **individuare i fattori** che possono influenzare lo **sviluppo** di una popolazione e a mettere a punto **strategie di gestione** capaci di **conservarne la diversità** e favorirne le **dinamiche evolutive**.

Come adattare la gestione delle faggete alla crisi climatica

Ecology Letters, (2001) 4: 500-510

REPORT

Phenology is a major determinant of tree species range

Abstract

Isabelle Chuine¹ and Elisabeth G. Beaubien²

Global warming is expected to have a major impact on plant distributions, an issue of key importance in biological conservation. However, very few models are able to predict



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Forest Ecology and Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foreco



From phenology to forest management: Ecotypes selection can avoid early or late frosts, but not both



Roberto Silvestro^{a,*}, Sergio Rossi^{b,c}, Shaokang Zhang^c, Isabelle Froment^b, Jian Guo Huang^c, Antonio Saracino^a

Contents lists available at ScienceDirect



ELSEVIER

Agricultural and Forest Meteorology

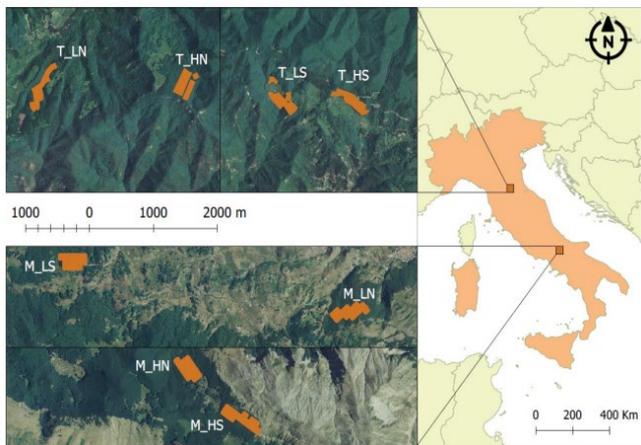
journal homepage: www.elsevier.com/locate/agrformet



Large-scale estimation of xylem phenology in black spruce through remote sensing



Serena Antonucci^{a,b,*}, Sergio Rossi^{b,c}, Annie Deslauriers^d, Hubert Morin^b, Fabio Lombardi^d, Marco Marchetti^a, Roberto Tognetti^{a,e}



SITE	Aspect	Sector ID	Altitude	
			Class	Range (m a.s.l.)
Toscana	North	HN	High	896 - 1024
		LN	Low	719 - 849
	South	HS	High	930 - 1053
		LS	Low	826 - 1024
Molise	North	HN	High	1395 - 1509
		LN	Low	1180 - 1273
	South	HS	High	1556 - 1737
		LS	Low	1190 - 1220



Come adattare la gestione delle faggete alla crisi climatica

- ❑ Pre-intervento: 2018-2019
- ❑ Post-intervento: 2019 - 2021 – 2022 - 2023
- ❑ Osservazione settimanale *in situ* delle chiome stima con assegnazione di un punteggio (score)
- ❑ Da fine Marzo: **bud-break (Score 3)**
- ❑ A fine Ottobre: **colorazione delle foglie (Score 7)**
- ❑ Determinazione della durata della stagione vegetativa
- ❑ Correlazione con dati climatici (T – P) dal 2018 al 2023

Score 1	Score 2	Score 3	Score 4	Score 5
Dormant buds completely enveloped by the scales (<i>perulae</i>) (Reference BBCH code: 00)	Bud swelling with scales diverging slightly showing a narrow yellow/green margin (Reference BBCH code: 07)	Bud breakdown, scales still present, young leaves emerging from the upper part of the bud, but still joined (Reference BBCH code: 10)	Leaf opening stage, first young leaves are visible (Reference BBCH code: 15)	Leaves completely unfolded on at least 50% of the crown (Reference BBCH code: 19)

6	7	8
Inizio della colorazione delle foglie. Il 10% della superficie fogliare ha assunto colorazione autunnale (da giallo a bruno) oppure è già caduto. Non confondere con l'essiccamento fogliare causato da periodi di calura, siccità o di altri fattori.	Colorazione generale delle foglie. Il 50% della superficie fogliare ha assunto colorazione autunnale (da giallo a bruno) oppure è già caduto. Non confondere con l'essiccamento fogliare causato da periodi di calura, siccità o di altri fattori.	Caduta generale delle foglie. Il 50% della superficie fogliare dell'albero è caduto. La caduta di foglie causata da grandine, venti tempestosi, siccità o parassiti è da contrassegnare.



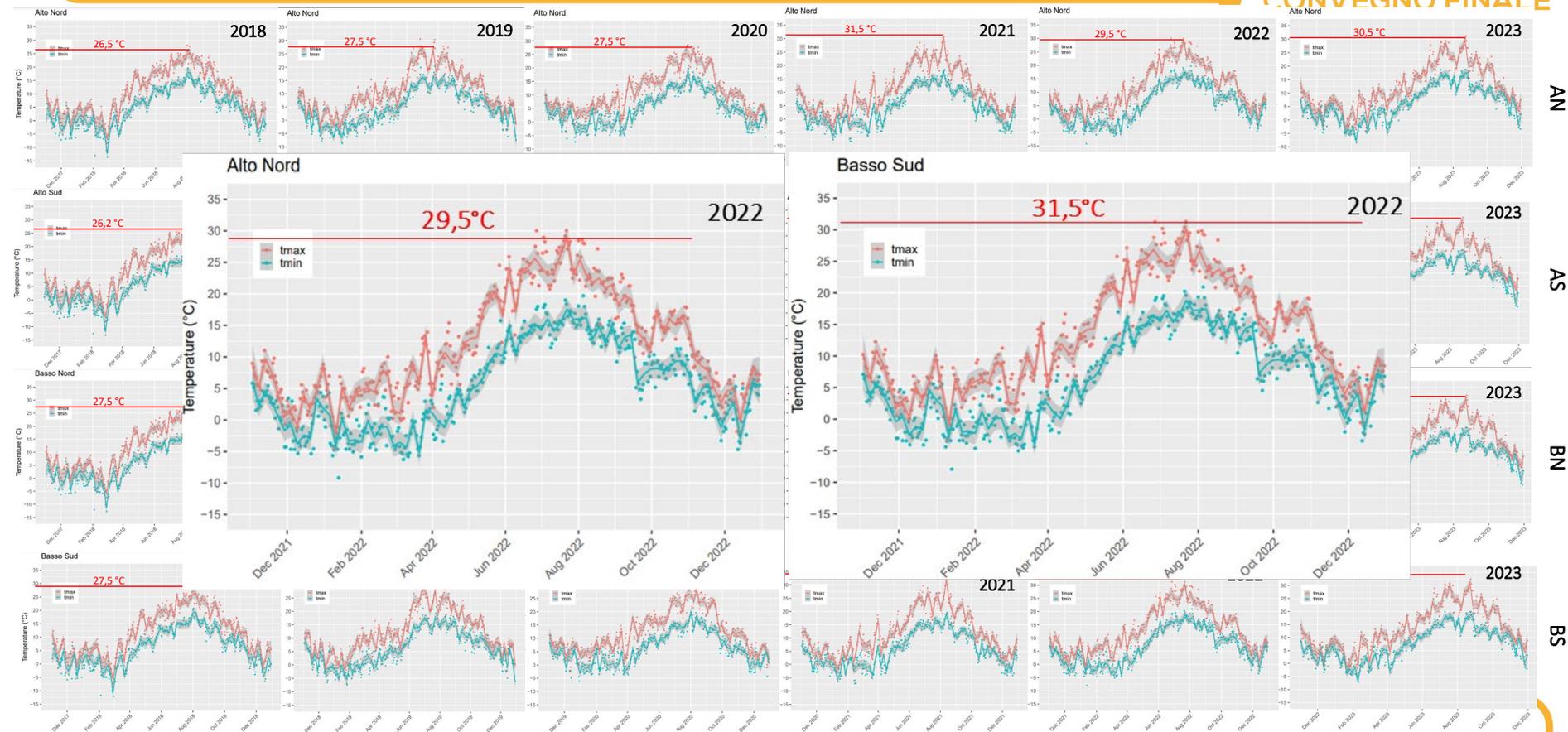
LIFE13 CCA/1700089



Azione D1: Temperatura max e min/sector

CAMPOBASSO, 19 DICEMBRE 2023

CONVEGNO FINALE



AN

AS

BN

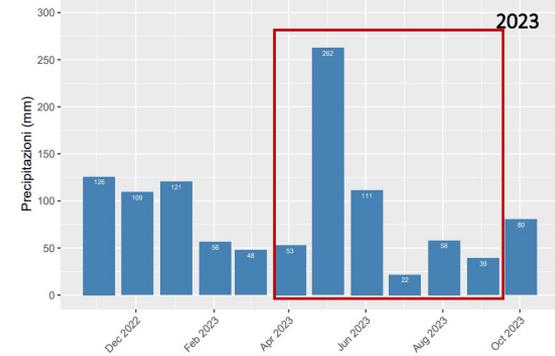
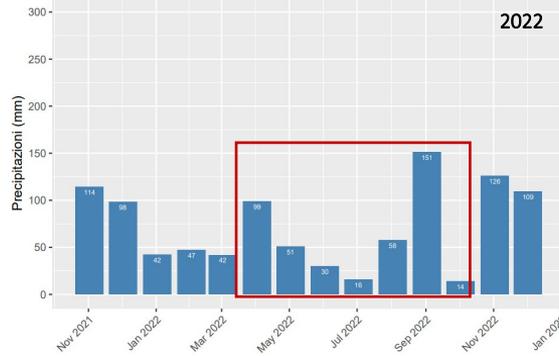
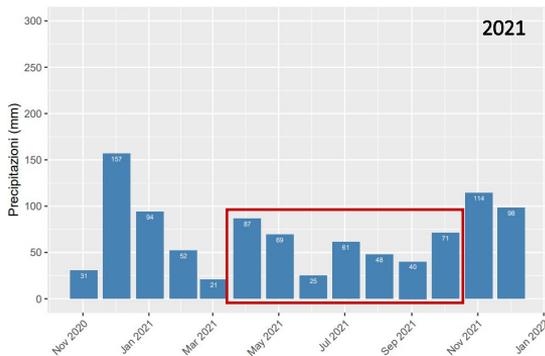
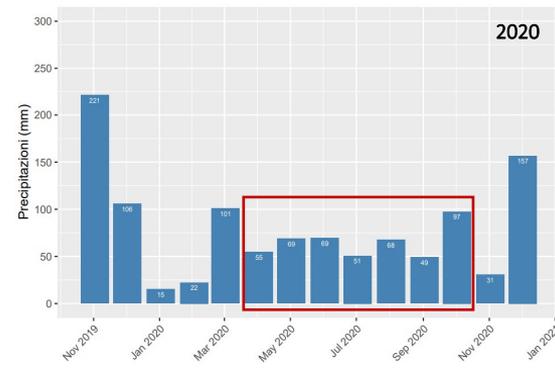
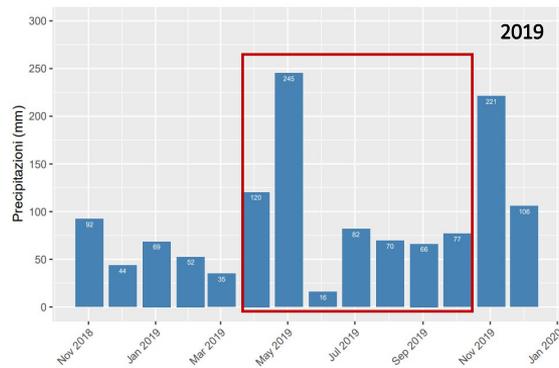
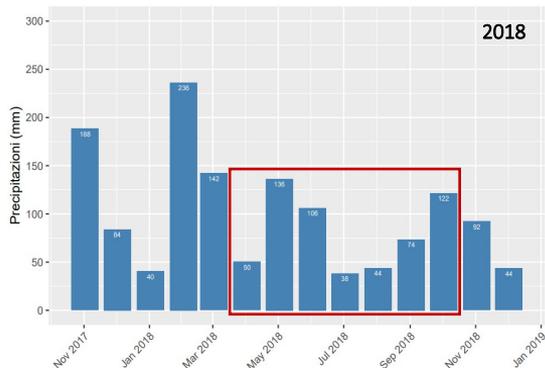
BS



Azione D1: precipitazioni cumulate mensili/ anno

CAMPOBASSO, 19 DICEMBRE 2023

CONVEGNO FINALE



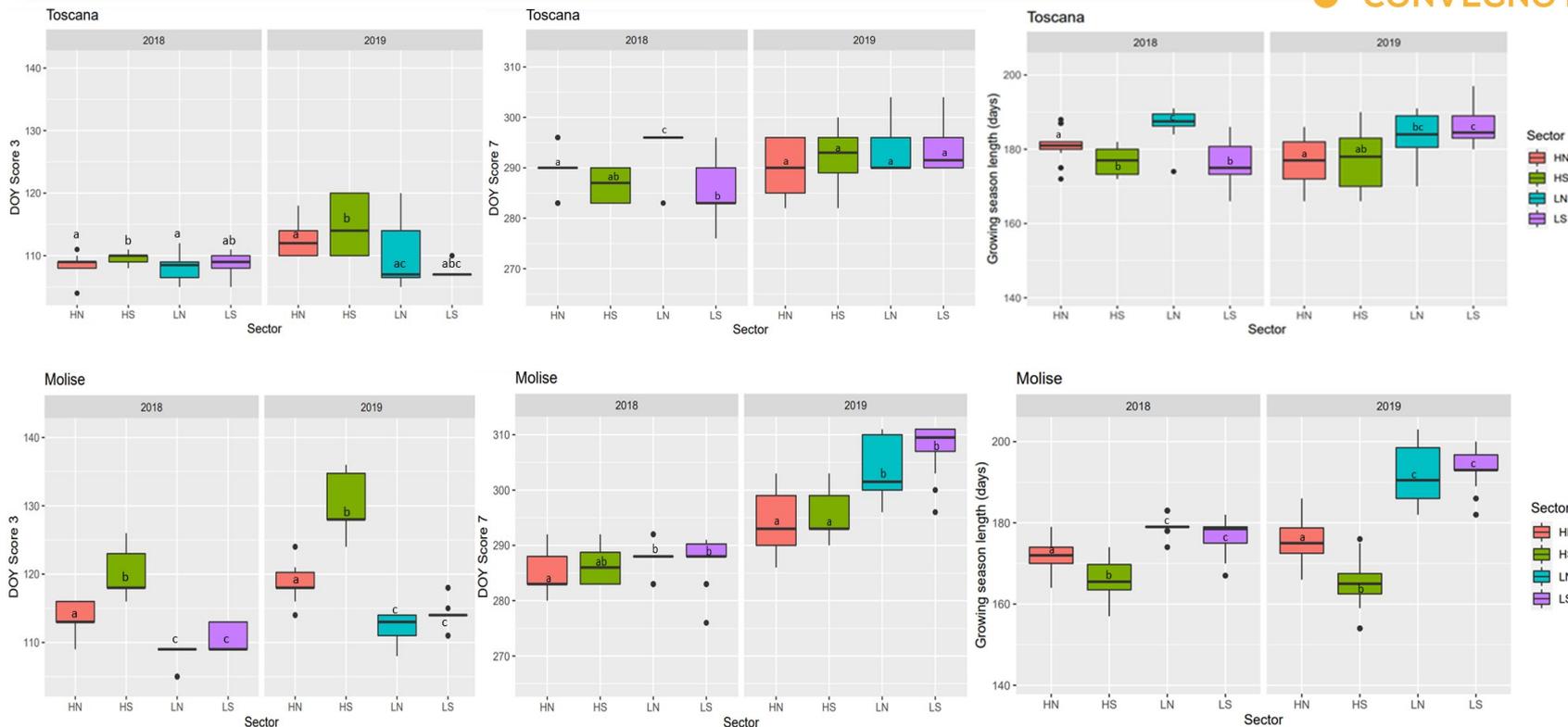
Come adattare la gestione delle faggete alla crisi climatica



Azione D1: fenologia fogliare – pre-intervento

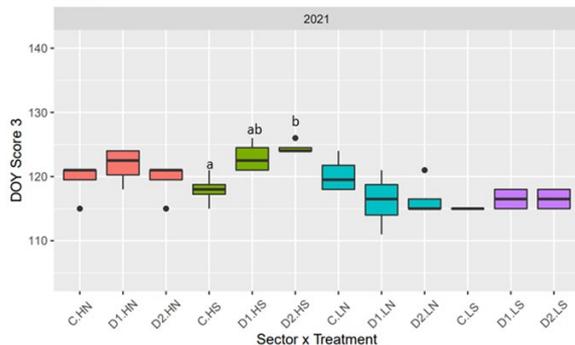
CAMPOBASSO, 19 DICEMBRE 2023

CONVEGNO FINALE

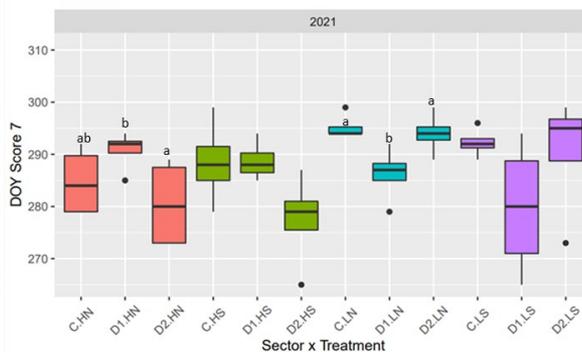


Come adattare la gestione delle faggete alla crisi climatica

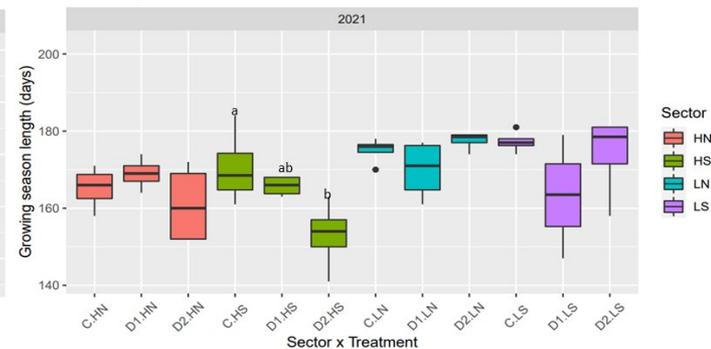
Toscana



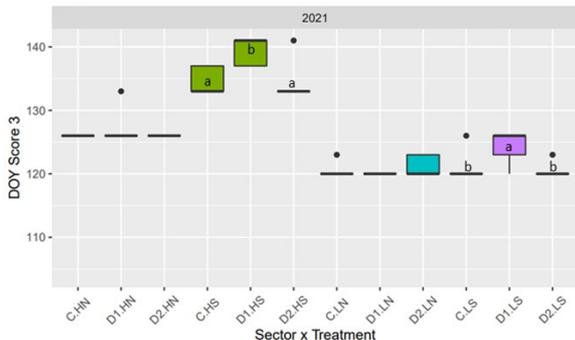
Toscana



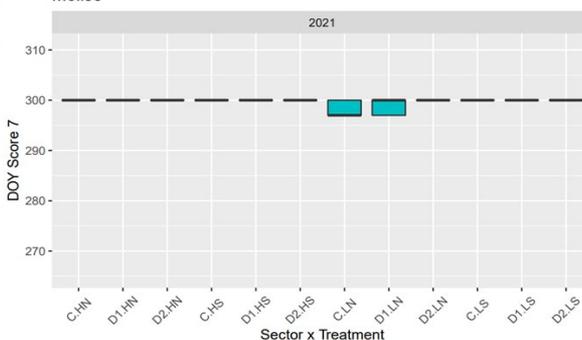
Toscana



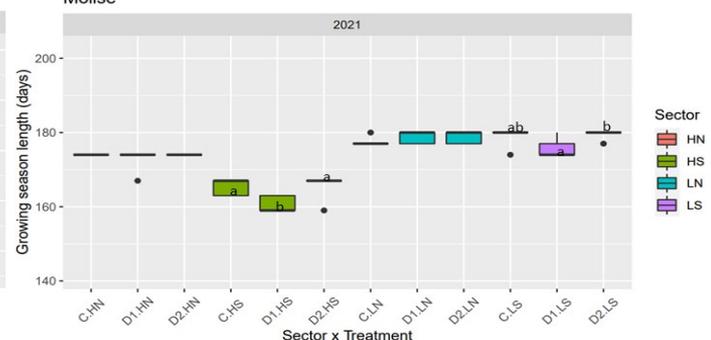
Molise



Molise



Molise





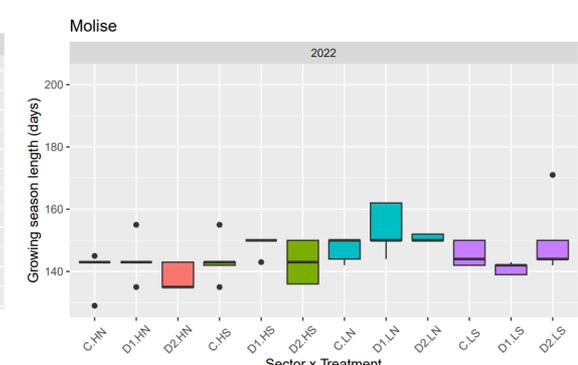
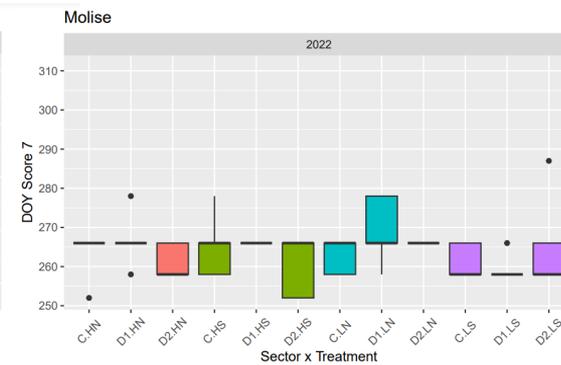
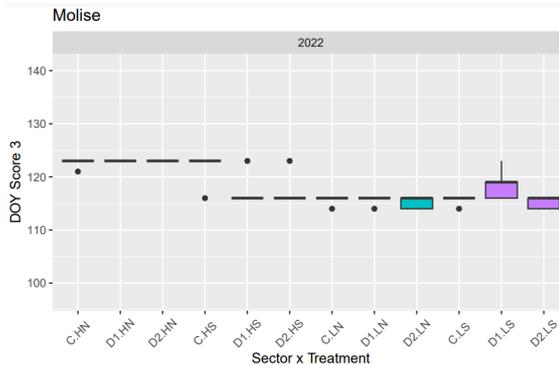
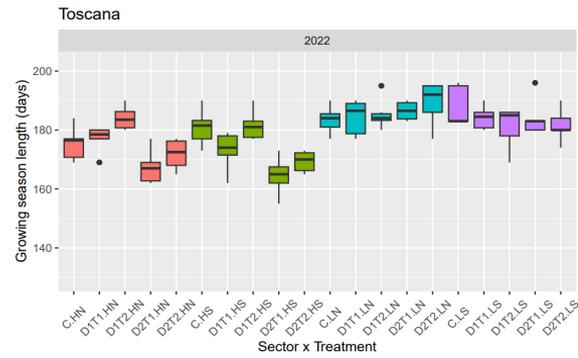
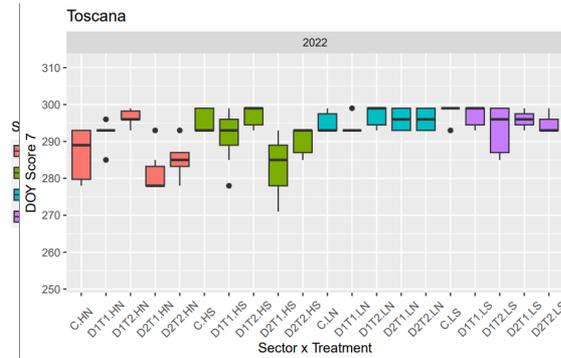
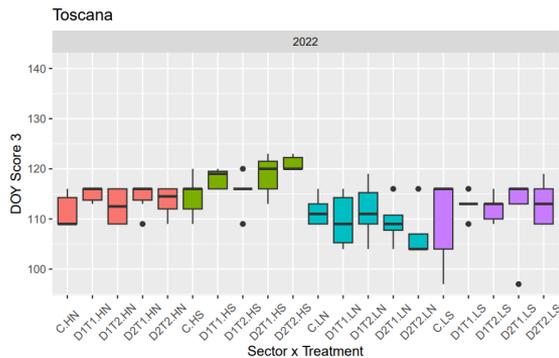
LIFE15 CCA/1/00089



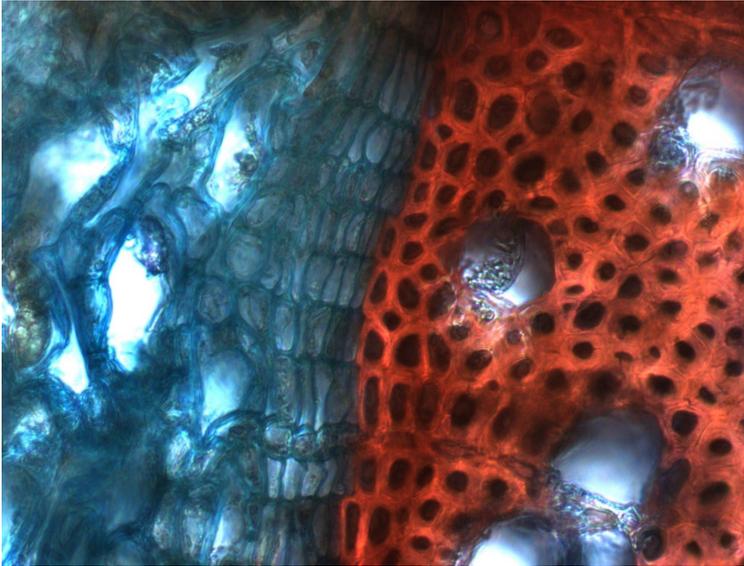
Azione D1: fenologia fogliare post-intervento T1 e T2

CAMPOBASSO, 19 DICEMBRE 2023

CONVEGNO FINALE



Come adattare la gestione delle faggete alla crisi climatica



Attraverso il monitoraggio fenologico del cambio si vuole conoscere se e come in settori diversi della faggeta sia del sito Toscana che Molisano situati a diversa:

- altitudine ed esposizione

- diverse intensità di diradamento:

- diradamento bassa intensità

- diradamento media intensità

possano influenzare la **formazione dell'anello annuale** - durata della xilogenesi e **ampiezza dell'anello annuale**

- La **fenologia cambiale** analizza la formazione e differenziazione dello xilema (**xilogenesi**).
- Dà informazioni sulle **dinamiche dell'accrescimento radiale** del fusto.

SITI monitorati: TOSCANA – MOLISE

Campionamento: prelievo settimanale di microcarote da aprile a settembre ~ 22 settimane

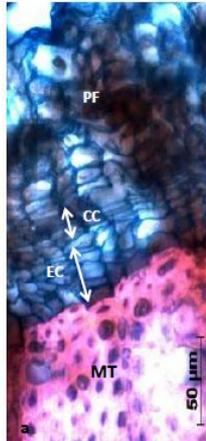
Fenofasi del cambio osservate:

- divisione delle cellule del cambio;
- distensione delle nuove cellule;
- inizio della lignificazione della parete cellulare;
- cellule mature.
- Lunghezza della xilogesi;
- Ampiezza anello.

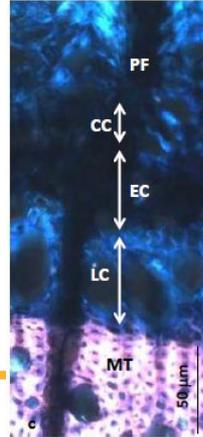
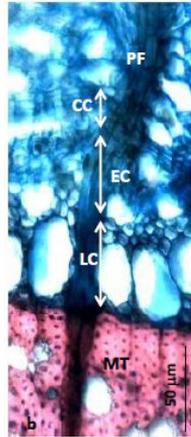
Periodo di monitoraggio:

□ Pre-intervento	2018	C	
□ Post diradamento	2019	C - T1	
□ Post diradamento	2021	C -T1 - T2	
□ Post diradamento	2022	C -T1 - T2	

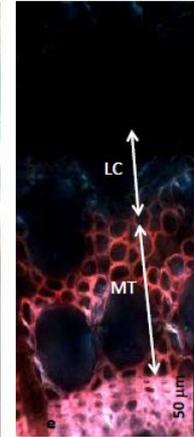
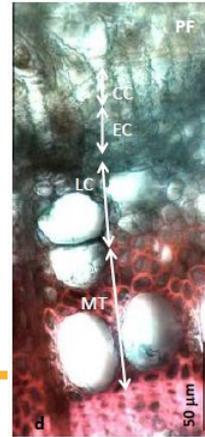
Cambio (CC) e cellule in distensione (EC)



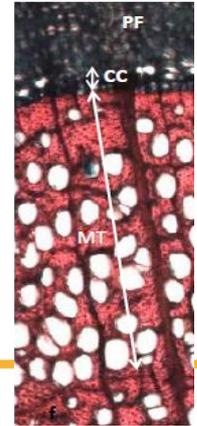
Inizio formazione parete secondaria (LC).

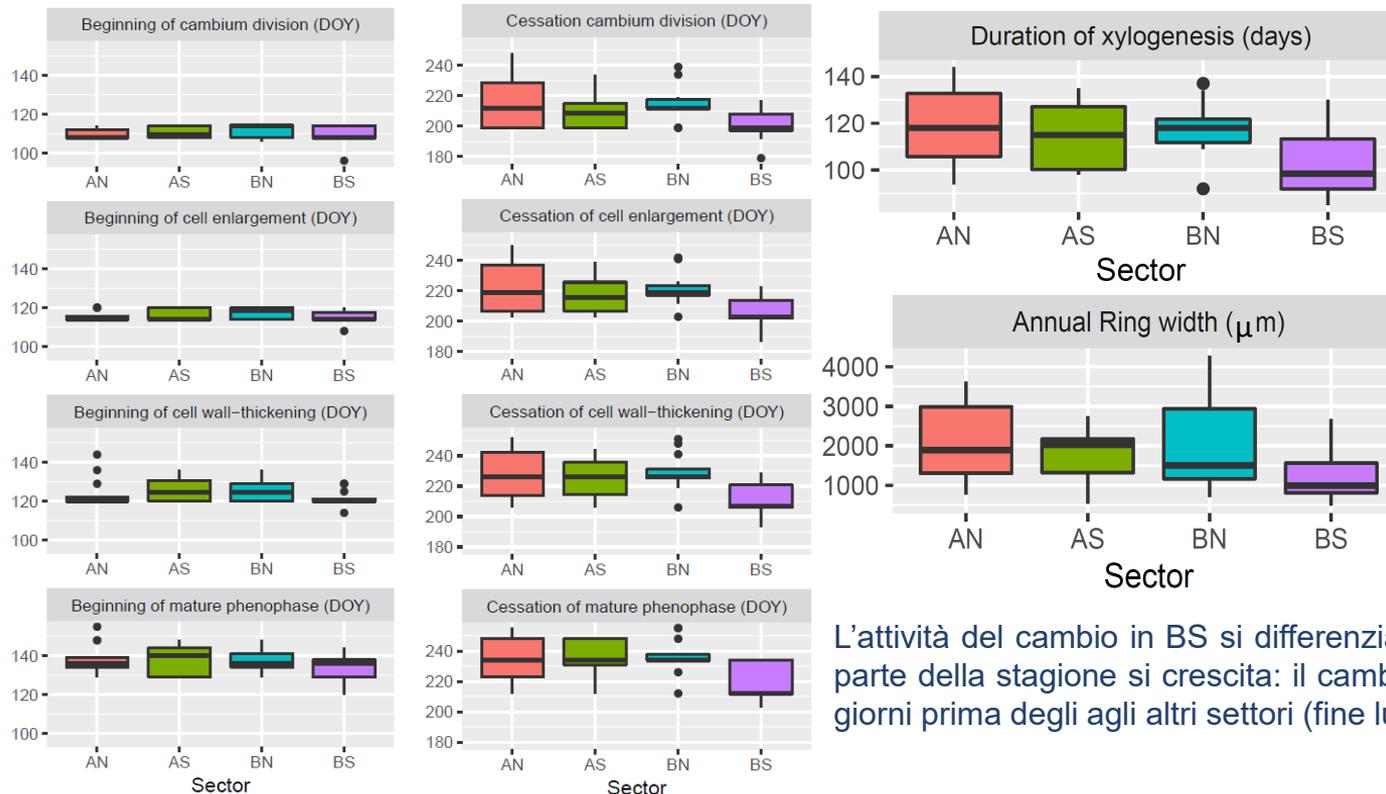


Cellule mature dello xilema (MT) con pareti colorate di rosso



Anello a fine stagione vegetativa



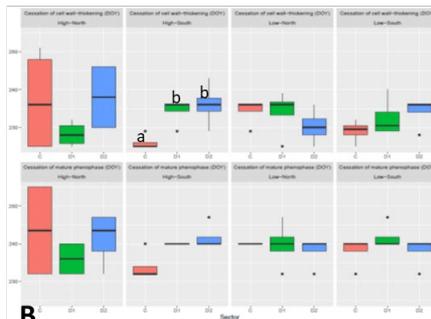
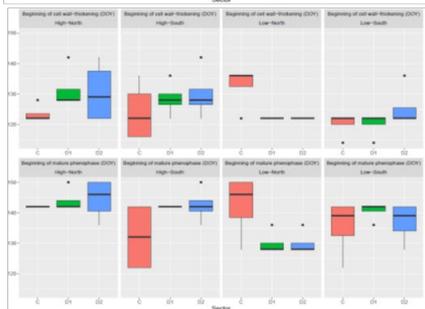
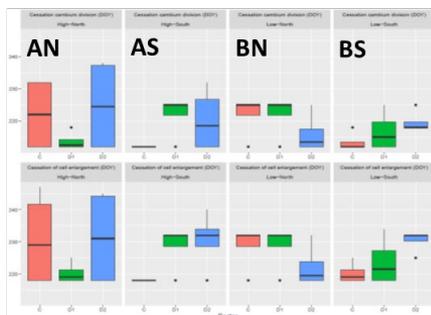
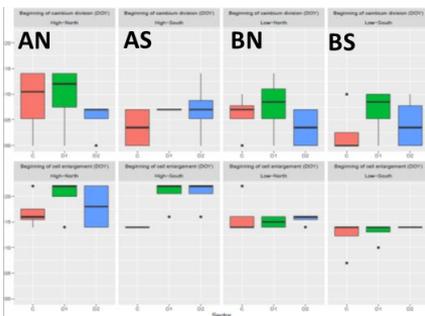


Tendenzialmente il settore BS si differenzia dagli altri settori per lunghezza della xilogenesi e ampiezza dell'anello annuale.

Le differenze trovate non sono statisticamente significative.

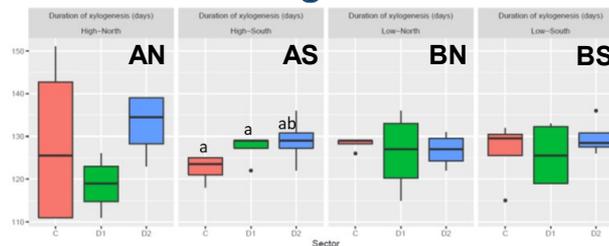
Esiste variabilità individuale nelle risposte fenologiche.

L'attività del cambio in BS si differenzia dagli altri settori nella seconda parte della stagione si crescita: il cambio smette di dividersi almeno 10 giorni prima degli altri settori (fine luglio)



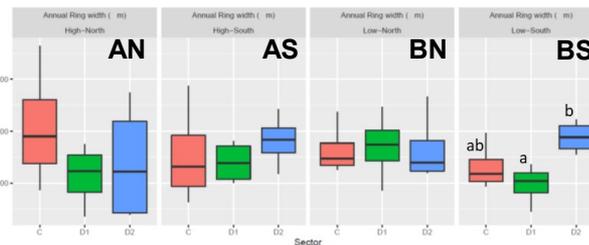
In AS il trattamento ha influito significativamente ritardando la fine della xilogenesi

Durata della xilogenesi

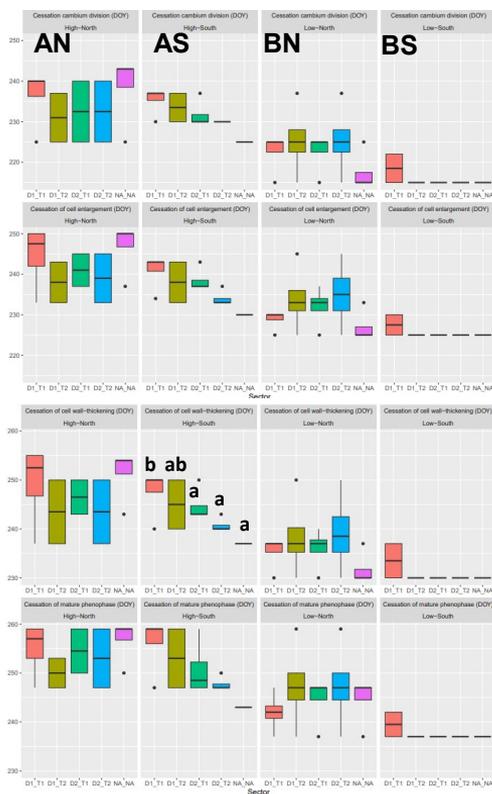


In AS la xilogenesi è tendenzialmente più lunga dopo il trattamento più intenso

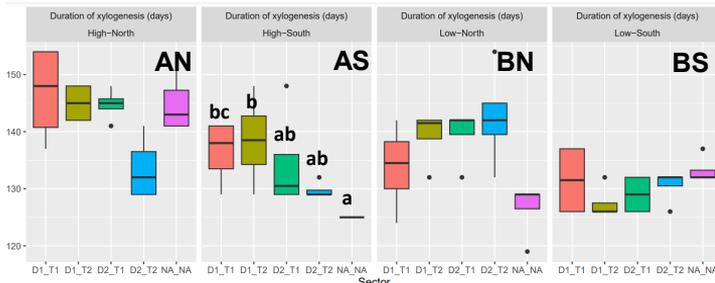
Ampiezza dell'anello



In BS dopo il diradamento selettivo l'ampiezza dell'anello è significativamente maggiore



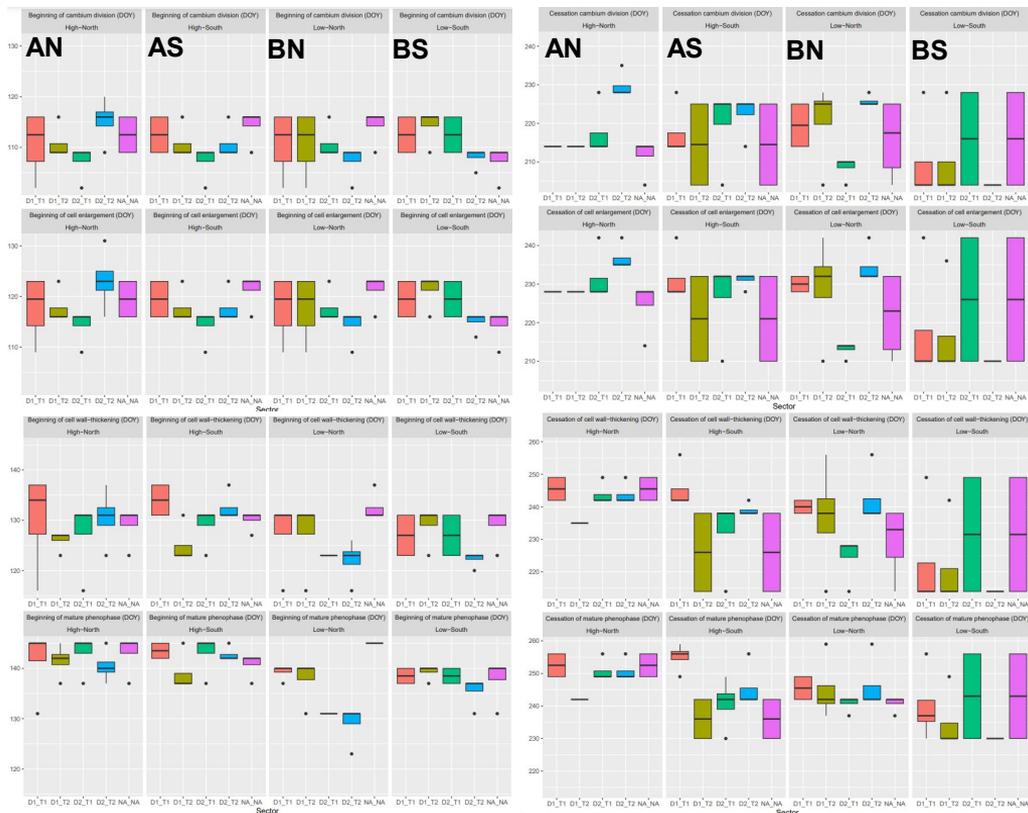
Durata della xilogenesi



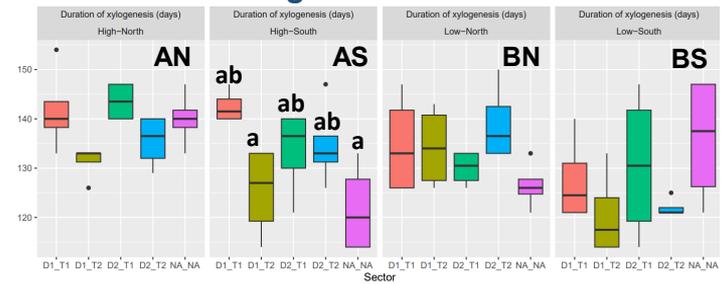
In AS la xilogenesi è tendenzialmente più lunga dopo il trattamento meno intenso in particolare al T2

In AS il trattamento ha influito significativamente ritardando la fine della xilogenesi a T1, mentre non ha avuto un'influenza in T2

Come adattare la gestione delle faggete alla crisi climatica



Durata della xilogenesi



In AS la xilogenesi è tendenzialmente più lunga dopo i trattamenti selvicolturali indipendentemente dal tempo e in particolare con il Trattamento D1T1

Come adattare la gestione delle faggete alla crisi climatica

Taglio di rinnovazione applicato su 23 aree selezionate.

Individuati 12 alberi selezionati:

- 4 aree già tagliate (T1)
 - 4 aree già tagliate (T2)
 - 4 aree di controllo.
- Posizionate tre trappole /albero, 120°l'una dall'altra
2 metri
dall'albero selezionato

Molise

- 2019 mancata produzione (1 solo seme)
- 2020 annata di pasciona,
- 2021 mancata produzione (3 soli semi)
- 2022 produzione scarsa
- 2023 produzione scarsa

Sicilia

- 2019 mancata produzione (1 solo seme)
- 2020 annata di pasciona
- 2021 mancata produzione (1 solo seme)
- 2022 produzione scarsa
- 2023 mancata produzione

Toscana

- 2019 mancata produzione (1 solo seme)
- 2020 annata di pasciona,
- 2021 mancata produzione (1 solo seme)
- 2022 produzione scarsa
- 2023 produzione scarsa

Come adattare la gestione delle faggete
alla crisi climatica

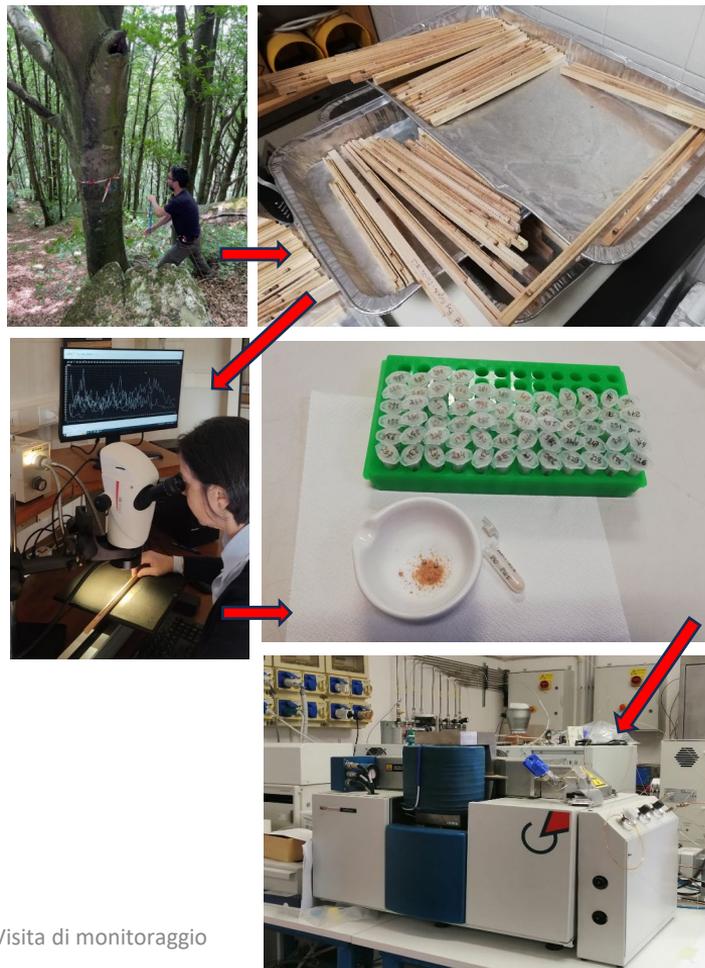
	MOLISE	SICILIA	TOSCANA
	N. semi/m ²	N. semi/m ²	N. semi/m ²
T1	316,7 ^a	321	104
T2	249 ^a	287	93
CONTROLLO	80 ^b	558	172



Azione D1 - analisi ecofisiologica con approccio isotopico

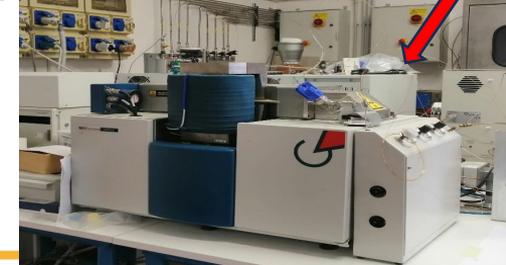
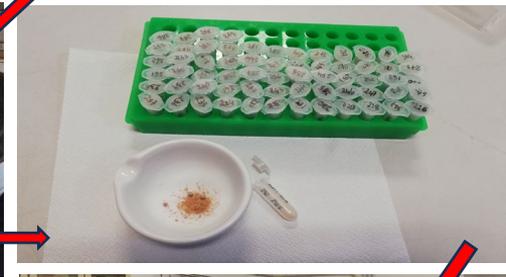
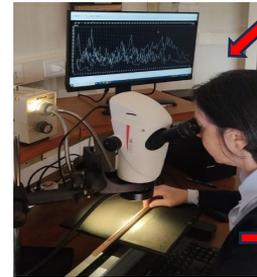
Per confrontare le performance fisiologiche e produttive, sono state messe a confronto le aree sottoposte ai diversi trattamenti selvicolturali utilizzando la stima della discriminazione isotopica del carbonio ($\Delta^{13}\text{C}$) come indice della efficienza di uso idrico, al fine di valutare l'effetto dei diversi trattamenti sulla produttività, ma in particolare sull'adattamento e resilienza dell'ecosistema.

Campionate 4 carote legnose in ciascuna delle AdS monitorate per la fenologia fogliare e del cambio, per un totale di 80 carote (20 per settore).



Per confrontare le performance fisiologiche e produttive, sono state messe a confronto le aree sottoposte ai diversi trattamenti selvicolturali utilizzando la stima della discriminazione isotopica del carbonio ($\Delta^{13}C$) come indice della efficienza di uso idrico, al fine di valutare l'effetto dei diversi trattamenti sulla produttività, ma in particolare sull'adattamento e resilienza dell'ecosistema.

Campionate 4 carote legnose in ciascuna delle AdS monitorate per la fenologia fogliare e del cambio, per un totale di 80 carote (20 per settore).





LIFE 15 (CA17/00008)



Azione D1: schema sperimentale

CAMPOBASSO, 19 DICEMBRE 2023

● CONVEGNO FINALE



Roberta Proietti



Ugo Chiavetta



Eduardo Antenucci



Marco Di Carlo



Andrea Germani



Matteo Guasti



Marco Di Cristoforo



Donato Salvatore
La Mela Veca



Gianluigi Mazza



Vittorio Garfi



Pierdomenico Spina



Sebastiano Sferlizza



Dalila Sansone



Giovanni Santopuoli



Cesar Ivan Alvites Diaz



Leonardo Tonveronachi



Serena Antonucci



Soraya Versace



Sebastian Marzini



Fabio Cinalli



Come adattare la gestione delle faggete
alla crisi climatica