

Interreg



Cofinanziato
dall'Unione Europea



Italia – Svizzera | Italie – Suisse | Italien – Schweiz

WINCA4TI

Water Interactions *with* Nature, Climate and Agriculture *for* Ticino



Interreg



Cofinanziato
dall'Unione Europea



Italia – Svizzera | Italie – Suisse | Italien – Schweiz

WINCA4TI

Sistemi agroforestali alley-cropping: modelli, risultati e prospettive

Federico Correale Santacroce, Veneto Agricoltura – AIAF

Anna Panozzo, DAFNAE, Università di Padova – AIAF



Tipologie di sistemi agroforestali silvoarabili

Sistemi silvoarabili

Sistemi colturali con **alberi** distanti tra loro consociati a **colture annuali o perenni** sulla stessa unità di superficie

Alley-cropping



Alberi sparsi (*scattered trees*)



Sistemi lineari (*line belts*)



Definizione e Obiettivi dell'Alley Cropping

Per «Alley Cropping» si intende in linea generale la piantagione di due o più gruppi di file singole o multiple di alberi o arbusti alternati ad ampi corridoi in cui è possibile coltivare con tecniche ordinarie colture erbacee.

Con lo scopo di

- Integrare e incrementare il reddito dell'azienda agricola
- Aumentare la biodiversità vegetale e animale sui terreni agricoli
- Contribuire all'aumento del contenuto in S.O. nei suoli
- Mitigare gli estremi climatici

IMPORTANTE: Il reddito complessivo del sistema deve essere parametrato al turno della componente arborea, e comunque su cicli pluriennali.

Sistemi silvoarabili > Alley Cropping



From EURAF/CSAL photo archive.

E' quindi una pratica agroforestale nella quale alberi e/o arbusti sono coltivati a filari alternati alle colture agrarie sulla stessa superficie. I principali parametri del disegno colturale possono variare sensibilmente, con particolare riferimento a:

- Larghezza delle fasce forestate e di quelle coltivate
- Sesto di impianto di alberi e arbusti sulla fila/fascia (pioppo vs frutticole vs latifoglie di pregio vs altre colture arboree)
- Specie/cloni/varietà utilizzate
- Rotazioni o cicli applicati nelle colture agrarie
- Turno di utilizzazione ed eventuale reiterazione o mantenimento della componente arborea (filari policiclici)

Un modello polivalente ed adattabile

- Non esiste un approccio unico nell'alley cropping e in generale nell'agroforestazione; ogni sistema deve essere progettato per adattarsi agli obiettivi e ai desideri dell'imprenditore agricolo.
- E' possibile creare modelli colturali ex-novo, oppure procedere con una «intensificazione colturale» e un aumento di complessità senza stravolgere l'assetto aziendale preesistente.



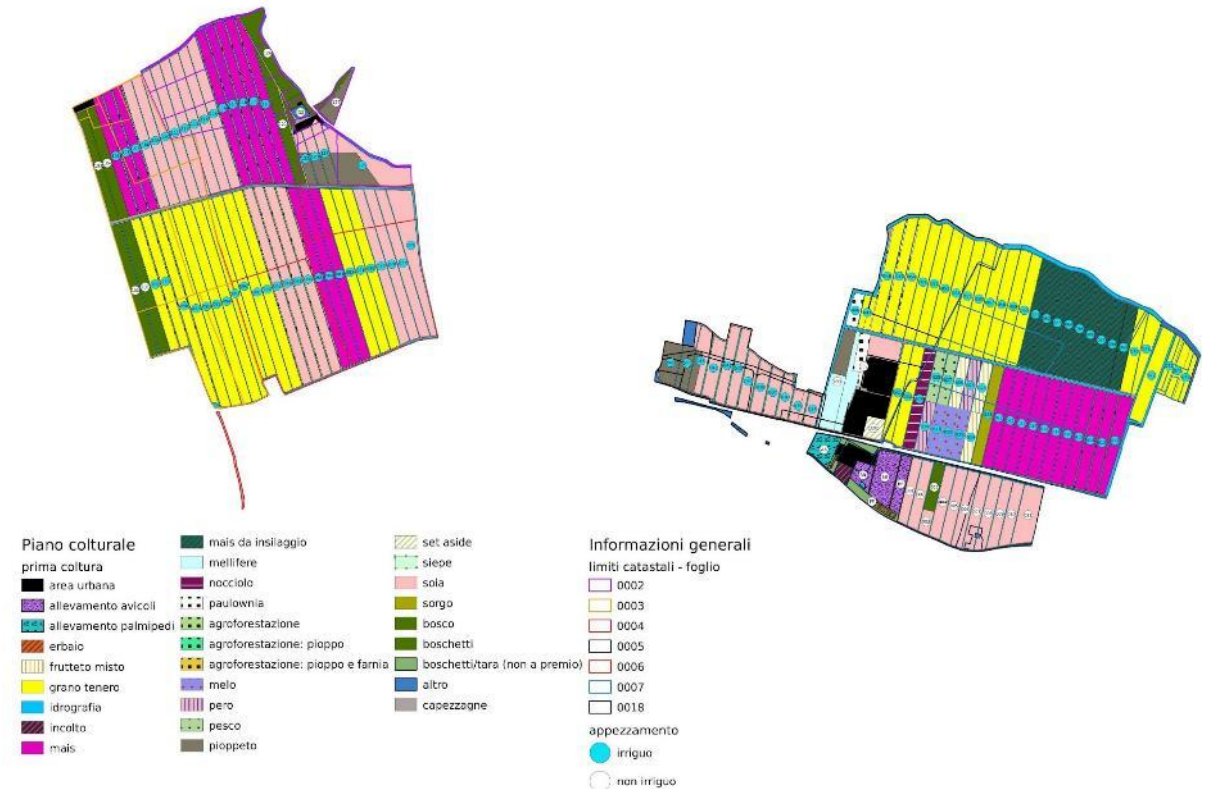
Azienda San Bonifacio - (VR)



Azienda La Pettorina - (RO)

Principali fasi della progettazione del sistema silvoarabile (I)

- Analisi preliminari
 - Valutazione del sito, con particolare riferimento al contesto climatico e alle caratteristiche pedologiche dei suoli.
 - Scelta degli indirizzi colturali da consociare nel sistema
 - Analisi dello stato di fatto aziendale (sistemazioni preesistenti e loro orientamento, colture praticate, macchine ed attrezzature, logistica, formazione del proprietario o del conduttore)



Principali fasi della progettazione del sistema silvoarabile (II)

- Scelta delle specie e delle varietà/cloni e messa a punto del layout dell'impianto
 - Valutazione del sesto di impianto sulle file della componente arborea
 - Conferma o scelta ex-novo delle colture consociate, rotazioni colturali, vita utile dell'impianto
 - Nei sistemi complessi, la disposizione e l'alternanza fra le diverse specie arboree e arbustive, valutando la competizione per luce, umidità del suolo e nutrienti
 - Valutazione delle interazioni tra le specie legnose e la/le colture consociate (concorrenza per luce e acqua, possibili allelopatie, ecc.)



- Scelta del design: Orientamento del filare

Obiettivo principale: massimizzare disponibilità radiazione per la coltura consociata

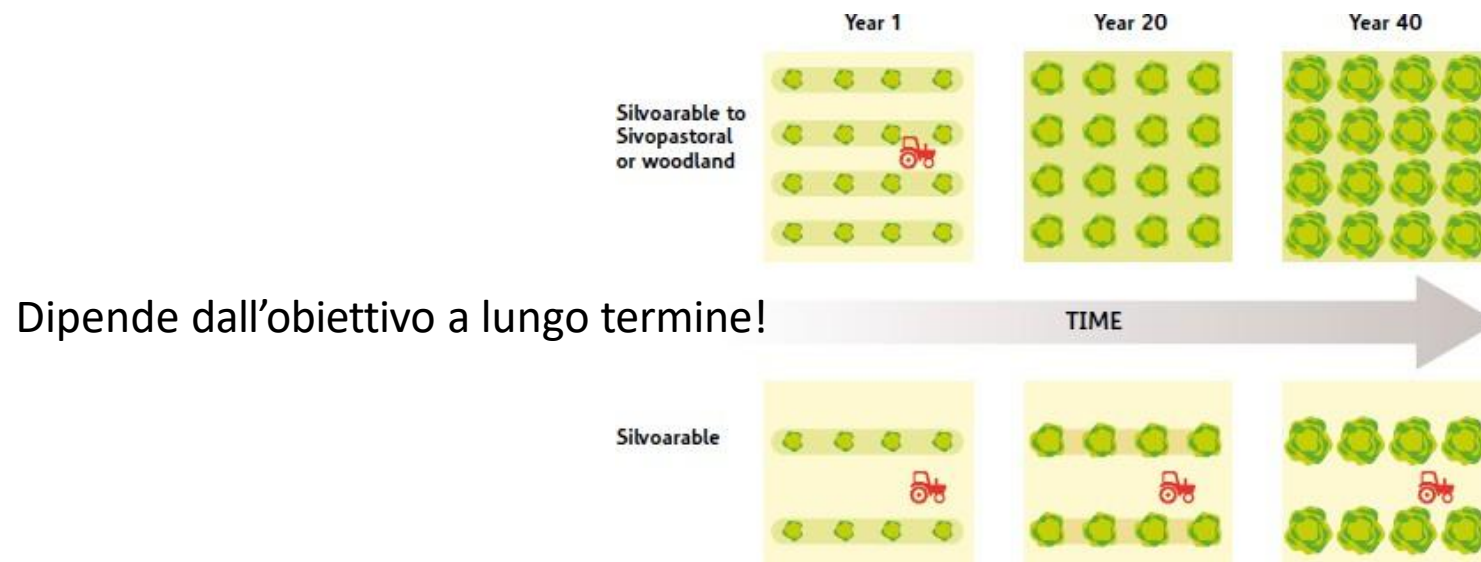


Nei sistemi agroforestali delle regioni a clima temperato, per massimizzare la disponibilità di radiazione nell'interfilare, la **direzione nord-sud è la più efficace**

Dupraz et al. (2018)



- Scelta del design: Larghezza interfila



Deve consentire la crescita e la gestione dell'intercrop:

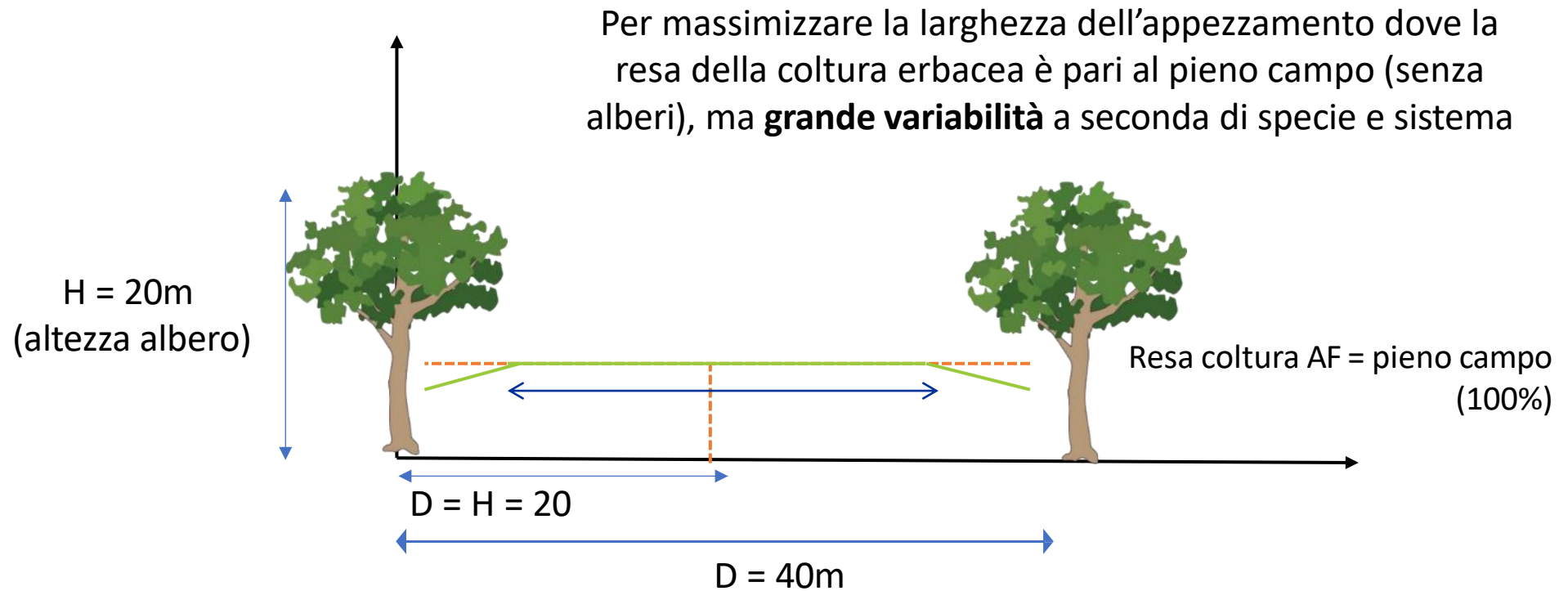
- Larga almeno quanto la larghezza dell'attrezzo più largo del parco macchine aziendale
- La larghezza dovrebbe corrispondere ad un multiplo della larghezza di lavoro minima (→ evitare sovrapposizioni)



- Scelta del design: Larghezza interfila

Per un sistema a lungo termine, la distanza tra i filari dovrebbe essere almeno doppia all'altezza prevista degli alberi a maturità.

Nei caso di pioppi, ad es., che raggiungono un'altezza di circa 20 m, la distanza minima dovrebbe essere di 35-40 m.



Alcuni spunti per consociazioni efficaci

- Specie Arboree
 - Alberi da frutto a guscio (noci, noci pecan o castagne).
 - Latifoglie da prima trasformazione (es. pioppo, quercia, noce, altre latifoglie di pregio).
 - Alberi e/o arbusti da frutto
- Esempi di Colture da consociare
 - Colture foraggere, oleaginose e seminativi avvicendati in genere
 - Floricoltura e vivaistica
 - Ortaggi
 - Altre colture erbacee



Aspetti operativi essenziali



Credit: WTML

- La distanza fra le file di alberi deve consentire una adeguata meccanizzazione delle pratiche agronomiche
- Le attività Agricole e le rotazioni colturali o le scelte varietali devono essere programmate in relazione alla crescente competizione per luce e disponibilità idrica
- Si deve considerare la necessità di effettuare potature a carico degli alberi, con utilizzo di mezzi e ceste elevatrici

Tecniche e formazione degli operatori e dei proprietari

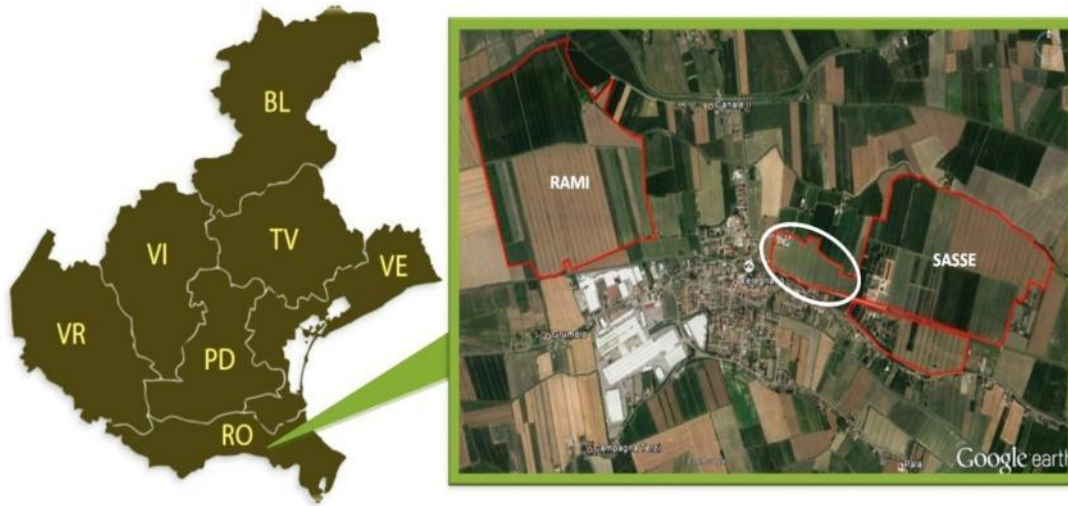
- In sede di realizzazione è fondamentale eseguire la preparazione del sito e l'impianto degli alberi con tecniche adeguate.
- E' quindi spesso necessario integrare la formazione di proprietari e operatori , che devono possedere almeno i rudimenti della preparazione di un tecnico agricolo e di uno forestale.



L'Azienda Pilota Dimostrativa «Sasse-Rami» a Ceregnano (RO)

L'azienda, di proprietà della Regione Veneto, è costituita da due corpi fondiari separati, uno ad est (Sasse) ed uno ad ovest (Rami) del paese di Ceregnano, con una superficie territoriale complessiva di 214 ettari e con una S.A.U. di circa 190 ettari coltivati prevalentemente a seminativo secondo un itinerario di agricoltura sostenibile.

A.C.F.O. vs Convenzionale



Sul 50 % della S.A.U. è praticata, e studiata nei dettagli, un'agricoltura che spinge al massimo il concetto di sostenibilità:

- Rotazioni colturali
- Non inversione degli strati del suolo e minimo disturbo alla sua evoluzione (semina su sodo o minima lavorazione)
- Copertura continua del terreno
- Agricoltura di precisione
- Modelli previsionali olistici
- Difesa integrata avanzata (monitoraggi e bollettino)
- Agroforestazione

Un laboratorio per i sistemi silvoarabili nelle aziende della Bassa Pianura Veneta

Si è scelto di approfondire un percorso legato a modelli colturali relativamente semplici e ad alta produttività, con l'obiettivo di una loro effettiva replicabilità nelle aziende dei territori «target»

Obiettivi generali:

- Incremento della sostanza organica presente nei suoli, ormai impoveriti, e del carbonio sequestrabile dal terreno;
- Incremento della biodiversità
- Miglioramento della produzione legnosa;
- Miglioramento ambientale e paesaggistico.

Obiettivi specifici:

- Valutazione delle performances dei cloni MSA;
- Valutazione del comportamento dei cloni in un contesto agroforestale;
- Valutazione degli effetti sulle colture agricole consociate.

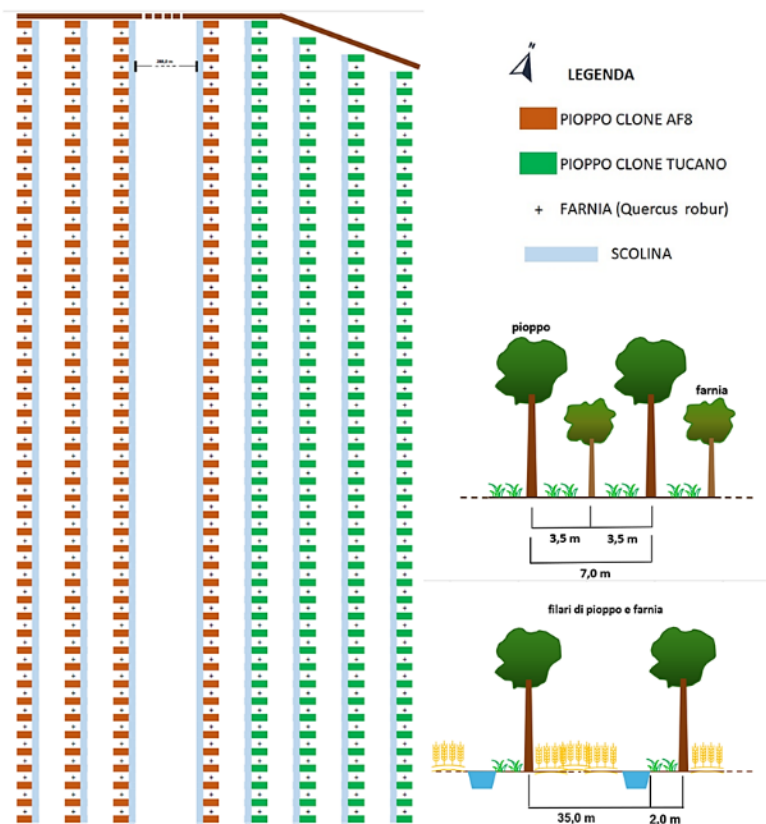


Sistema silvoarabile con rotazione colturale a seminativo e pioppo (cloni MSA)



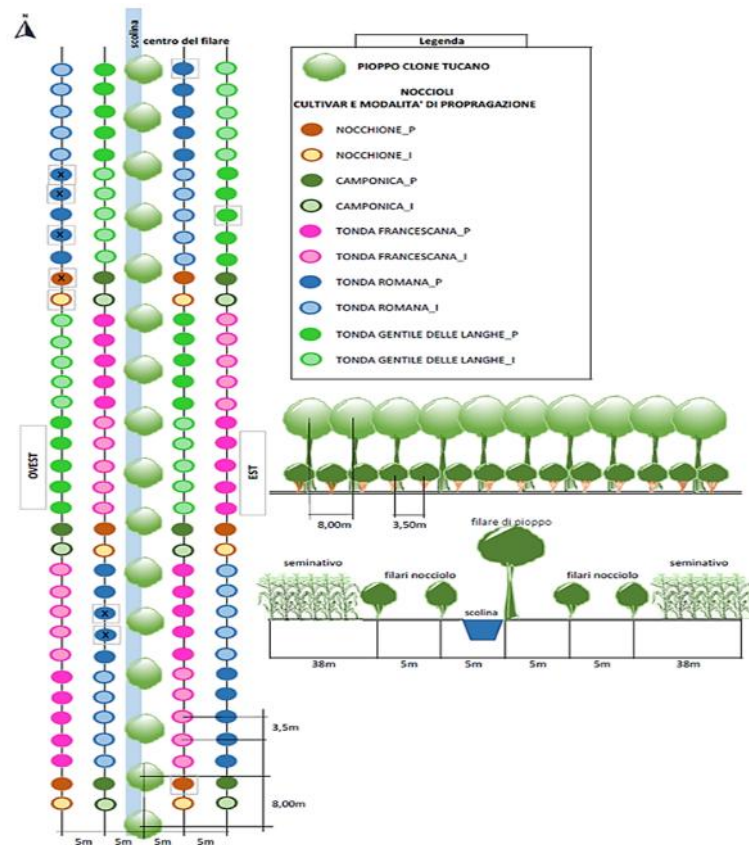
Sistema agroforestale lineare silvo-arabile con cloni di pioppo MSA	
Data di messa a dimora	Febbraio 2018
Localizzazione	Corpo aziendale "Sasse"
Appezamenti interessati	042-041-040-039-038-037-036-035-034 (mappa WEBGIS di Veneto Agricoltura) – sistemazione alla ferrarese con presenza di scoline drenanti
Gestione delle colture agrarie consociate	Agricoltura Conservativa Flessibile Olistica (ACFO)
Superficie interessata	7,5 ha
Sesto di impianto	9 filari distanziati tra loro di circa 38 metri. In ogni filare, gli alberi sono disposti ad un intervallo di 6 metri per un totale di 243 piante.
Densità di impianto	40 piante/ettaro
Materiale vivaistico impiegato	11 cloni di pioppo a maggior sostenibilità ambientale (MSA) messi a dimora lungo il bordo delle scoline (su un solo lato), per una lunghezza complessiva dei filari di 1.460 metri lineari
Turno di raccolta	7 - 10 anni

Sistema silvoarabile con rotazione colturale a seminativo, pioppo MSA e farnia (Quercus robur)



Sistema agroforestale lineare silvo-arabile con cloni di pioppo MSA e farnia alternata lungo la fila. Finanziamento CSR del Veneto 2023 -2027. SRD05 Impianti forestazione/imboschimento e sistemi agroforestali su terreni agricoli Azione SRD5.3 sistemi agroforestali su superfici agricole.	
Data di messa a dimora	Marzo 2025
Localizzazione	corpo aziendale "Sasse" e Rami"
Appezamenti interessati	Appezamenti interessati: 100-099-098-089-088-087-086-085 (mappa WEBGIS-Veneto Agricoltura), sistemazione alla ferrarese con presenza di scoline drenanti
Gestione delle colture agrarie consociate	Agricoltura Conservativa Flessibile Olistica ACFO/e Convenzionale (CONV)
Superficie interessata	16 ha
Sesto di impianto	In totale sono 11 filari: 8 filari piantati nel corpo aziendale "Rami, distanziati tra loro di circa 34 metri, per una lunghezza complessiva di 4.880 metri lineari. Le linee di impianto sono state realizzate alla distanza di 0,50 metri dal bordo scolina, su un solo lato. Stessi 3 filari si trovano nel corpo aziendale di "Sasse" distanziati tra loro di circa 40 metri per una lunghezza totale di 1000 metri lineari, piantumati a una distanza di circa 2,00 dal bordo scolina. I filari sono costituiti da due specie arboree, la farnia e il pioppo alternati tra loro a una distanza di 3,5 metri. Tra ogni soggetto della stessa specie intercorre una distanza di 7 metri.
Densità di impianto	87 piante/ettaro
Materiale vivaistico impiegato	Piante a ciclo breve (il pioppo è presente con 2 cloni MSA, l'AF8 e il TUCANO); piante a ciclo medio-lungo (Quercus robur)
Turno di raccolta	per i cloni di pioppo il turno previsto è di 10 anni, per la farnia oltre i 25 anni

Pioppo e nocciolo: Lo schema sperimentale



Filari di nocciolo da frutto in agroforestazione: modello di repliche a blocchi per prova varietale e tipologia propagativa su *Corylus avellana*

- 4 filari di nocciolo realizzati ai due lati di un solo filare di pioppo (clone Tucano);
- 2 doppi filari di nocciolo rispettivamente ad est e ad ovest del filare di pioppo
- Interfilare 5,00 m
- lunghezza complessiva: 970 metri.
- 6 varietà di nocciolo (50% con portainnesto, 50% micropropagazione per un totale di 280 piante)

Partner della prova:

- Università di Padova - DAFNAE, per lo schema sperimentale,
- Università di Perugia, Dipartimento DiSAA per le indicazioni di gestione dell'impianto e scelta del materiale vivaistico.
- Veneto Agricoltura, realizzazione prova, raccolta dati, divulgazione tecnica risultati



Pioppo e nocciolo: La diversificazione nei modelli silvoarabili

Collaborazioni:

- Università di Padova – Dip DAFNAE (modello e tipologia propagativa)
- Università di Perugia –Dip. Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali (corretta gestione dell’impianto e scelta del materiale vivaistico).

Obbiettivi:

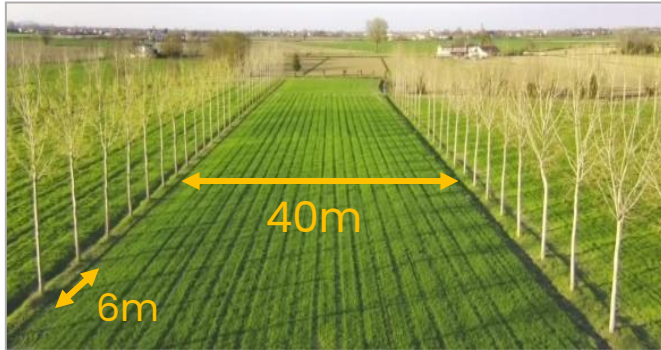
- valutare le capacità di adattamento 6 varietà di nocciolo alle condizione pedo-climatiche del sito di impianto;
- valutare le performance produttive e qualitative delle diverse varietà in un sistema agroforestale;
- messa a punto delle tecniche di coltivazione e di gestione dell’impianto;
- raccolta ed elaborazione dati;



7 Anni di sperimentazione in Veneto

→ Principale polo europeo per ricerca e innovazione multidisciplinare sull'agroforestazione con pioppo

Azienda «Sasse Rami» di Veneto Agricoltura



Modello studiato:

- Bassa densità: 42 pp/ha
- 6m intra-filare
- Filare piantato a 30 cm da bordo scolina



VENETO
AGRICOLTURA

Sistema silvoarabile



vs.

Pioppeto specializzato
6 x 6m, 277 pp/ha



Messa a dimora feb 2018
Primo taglio **feb 2025**



Principali innovazioni:

- 14 **cloni MSA**
- **Agroforestazione vs. pioppeto**
- Agroforestazione è un elemento di un **pacchetto di pratiche** (precisione, conservativa, IPM, etc.)

7 Anni di sperimentazione in Veneto

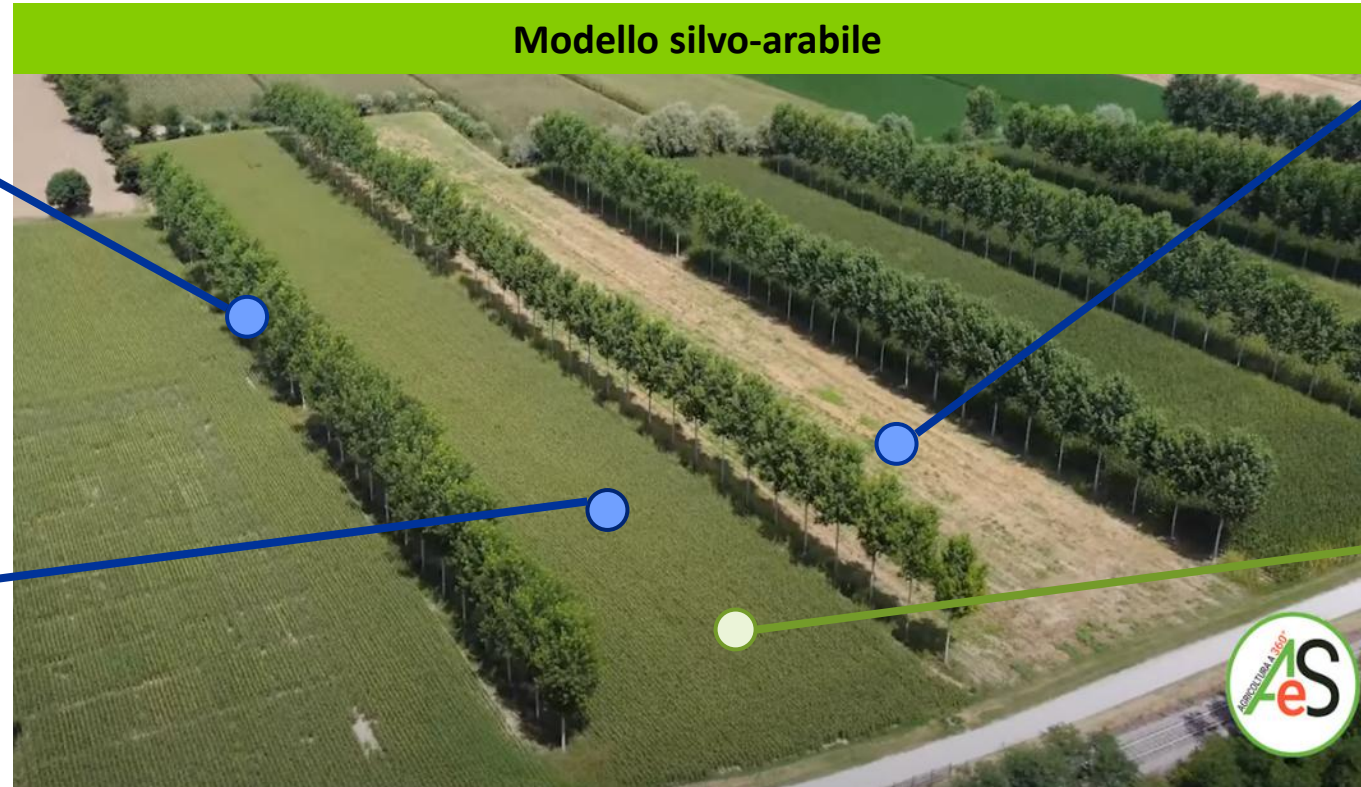
Obiettivo generale: **studiare le interazioni** albero-coltura e **sviluppare un protocollo per la coltivazione** di sistemi agroforestali a base di pioppo sostenibili e ad alta resa

Cloni di pioppo:

- Accrescimenti
- Tecniche di coltivazione
- Cantiere di raccolta
- Qualità del legno
- Screening dei cloni
- AF vs. pioppeto

Interazioni:

- Microclima
- Relazioni idriche
- Qualità del suolo



Colture erbacee:

- Accrescimenti
- Resa e qualità
- Gestione tecnica
- Specie
- Varietà

Analisi economica:

- Costi-benefici
- Scenari

PIOPPO: accrescimenti e qualità

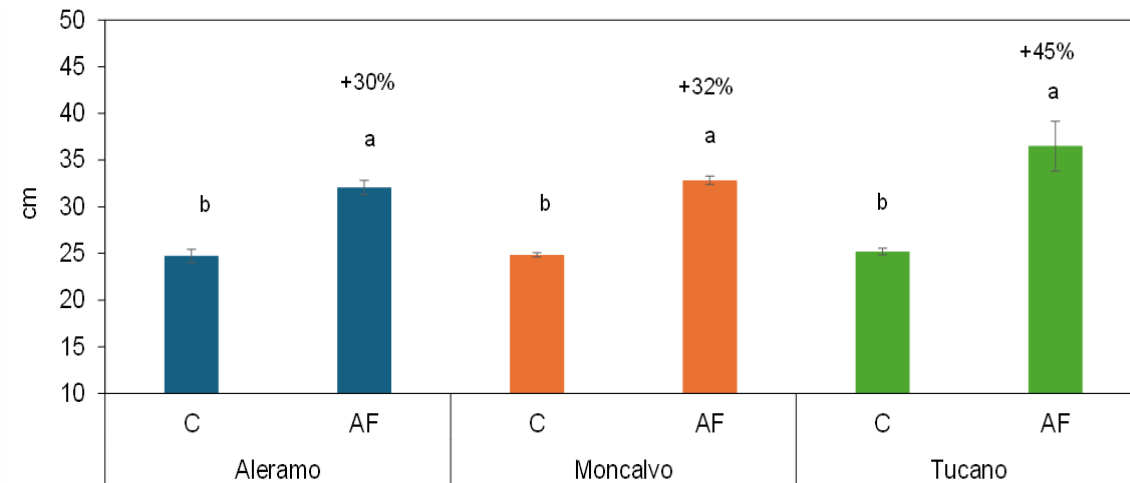
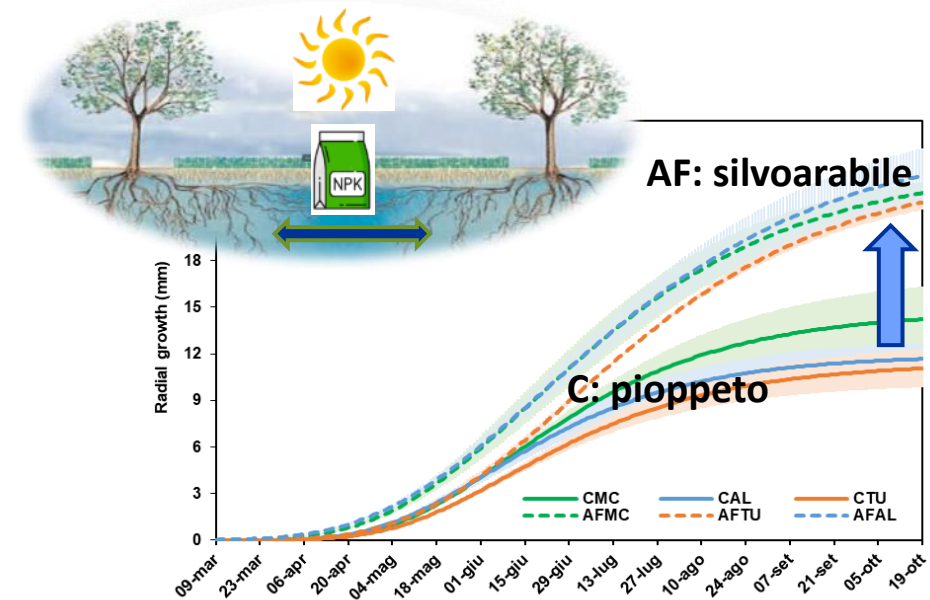
Potenziale di crescita dei cloni MSA in design agroforestali?

CRESCITA RADIALE

- Crescita radiale del fusto **doppia in AF** vs. C
- Crescita radiale **non rallenta in estate**
- Elevati accrescimenti **oltre il 6° anno**

DIAMETRO A PETTO D'UOMO

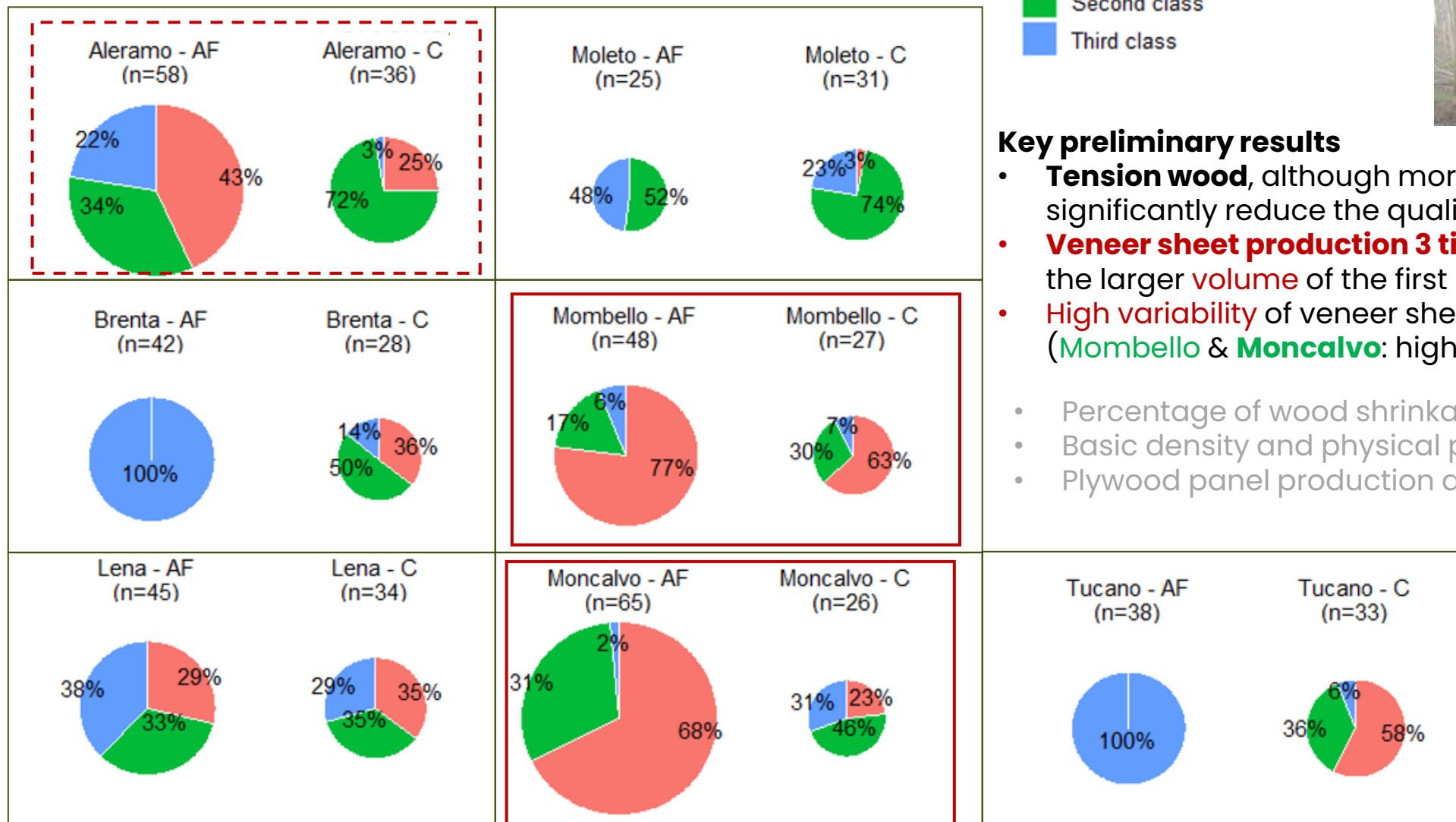
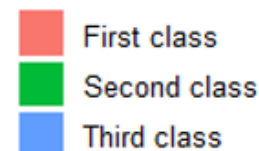
- Almeno **+30%** in AF vs. C
- Diametro commerciale raggiunto il 7° anno
- **2-3 di anticipo del taglio** vs. C
- **NO problematiche di ovalizzazione: <2%** in tutti i cloni



PIOPPO: accrescimenti e qualità

Research question: does row cultivation negatively affect **wood quality**?

→ **Percentage of class I, II, and III veneer sheets**



Key preliminary results

- **Tension wood**, although more in AF, **does not** significantly reduce the quality of the veneer sheets
- **Veneer sheet production 3 times higher** in AF, thanks to the larger **volume** of the first logs.
- **High variability** of veneer sheet quality across clones (**Mombello** & **Moncalvo**: highest % of I & II classes in AF)
- Percentage of wood shrinkage during drying
- Basic density and physical properties of solid wood
- Plywood panel production and characterization

PIOPPO: tecnica colturale

NO trattamenti fitosanitari

Gestione degli accrescimenti (POTATURE)

Maggior proliferazione ramificazioni laterali – **necessarie due potature l'anno**

Tempestività dell'intervento



Compatibilità con erbacea

Invernale OK, anche passaggio con piattaforma **non danneggia** le autunno vernine

Estiva (luglio/agosto): possibili danni alla coltura erbacea

Possibilità:

- Allargare fascia di rispetto
- Valutare costi potatura da terra
- Prediligere colture con interfilare largo
- Usare trattrici con ruote strette



Potature cloni MSA

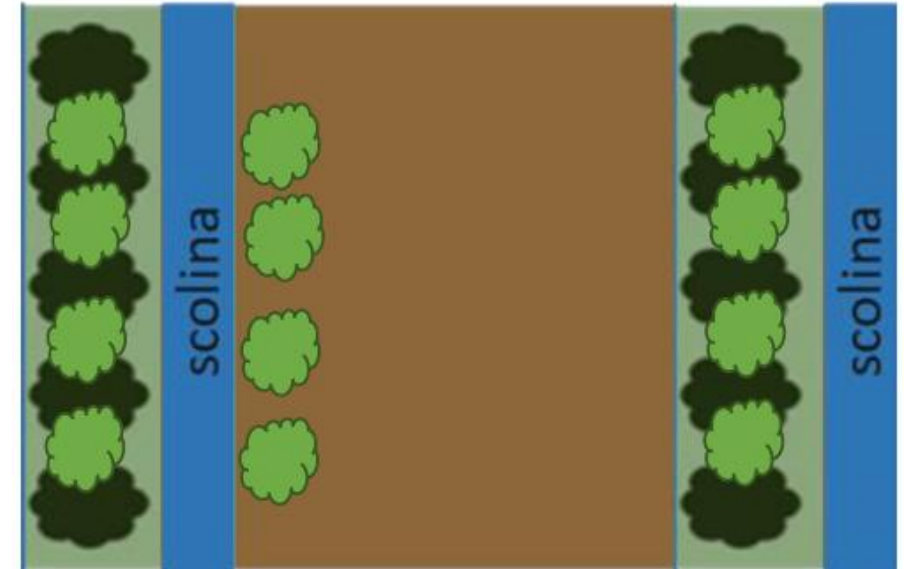
→ **Tecnica più adatta per MSA** si sta mettendo a punto (oggi tecnica di potatura è tarata su I-214)

→ Necessario affinare la **tecnica di potatura** agli accrescimenti dei **diversi cloni**

PIOPPO: tecnica culturale

Operazioni di taglio e re-impianto

- **Triturazione** delle ceppaie possibili portatrici di funghi per velocizzare marcescenza
- **Re-impianto** (tra una pianta e l'altra o dall'altro lato della scolina)



LEZIONI IMPARATE E PROSPETTIVE

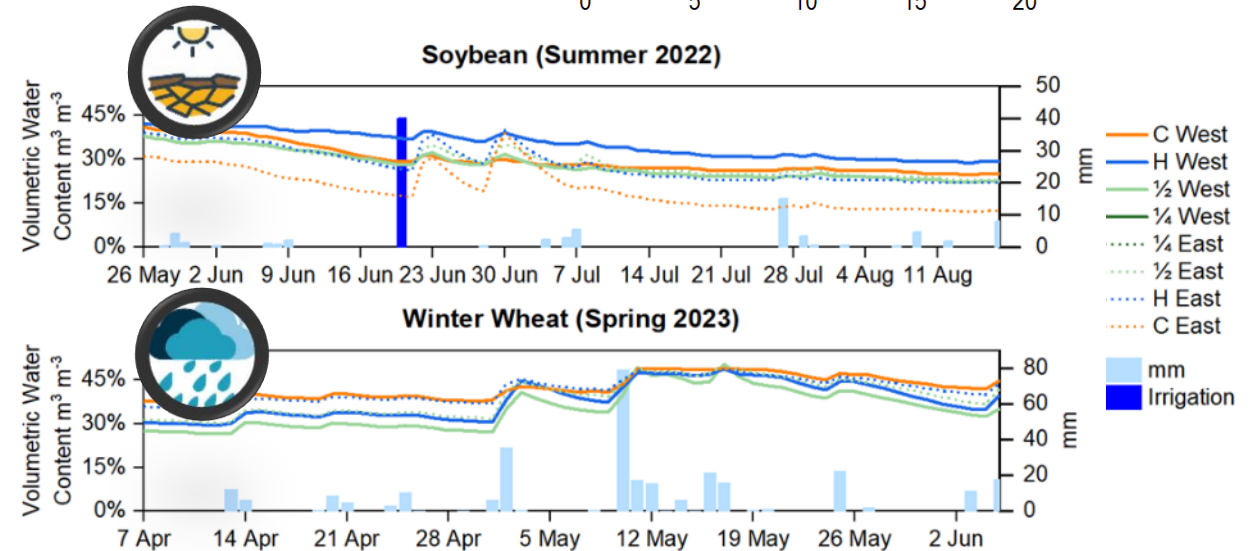
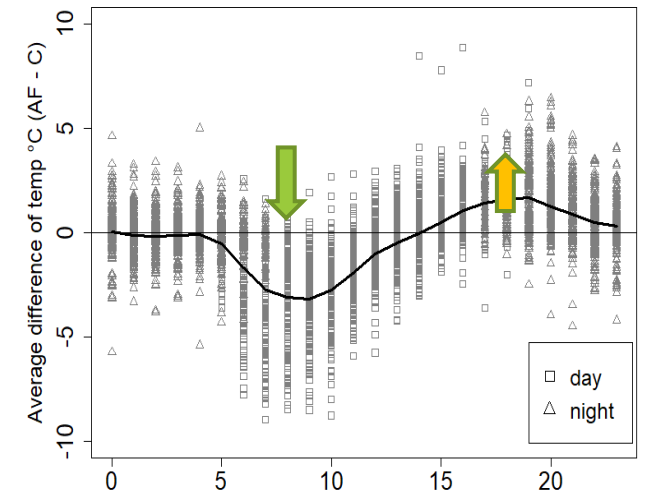
- **Distanza intra-filare** 6m troppo pochi → **almeno 7m, ottimale 8m**
- **Nb minimo di 50 pp/ha** per misure di finanziamento → **un filare ogni 25m**
- Molto interessante il **doppio filare** → **CORRIDOIO DI SERVIZIO**



SEMINATIVO: protezione da estremi climatici

- **Mitigazione degli estremi termici**
 - danni da freddo (es. gelate tardive)
 - danni da caldo (fino a $-3/4^{\circ}\text{C}$ nelle giornate estive)
- **Ombreggiamento moderato** (fino a -12% PAR) e «sfuggente»
- **Frangivento** (velocità vento da -60 a -87% nel 2021-2024)
- **Relazioni idriche**, benefici maggiori nelle annate più siccitose

Temperatura rispetto al pieno campo



SEMINATIVO: specie e varietà adatte

Cosa sappiamo finora sull'**adattabilità delle specie erbacee all'ombra**

Colture foraggere

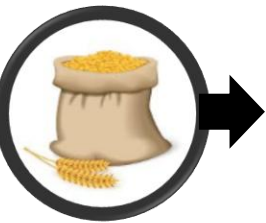
- **Elevata tolleranza** (fino a -25% PAR)
- Potenziali incrementi di biomassa
- **ATTENZIONE** alla carenza idrica!

Colture autunno-vernine

- **Orzo, segale e triticale:** precocità, tolleranza ombra e stress idrico
- **Colza:** precocità
- **Fumento:** ampia **variabilità** tra le **varietà**

Colture estive

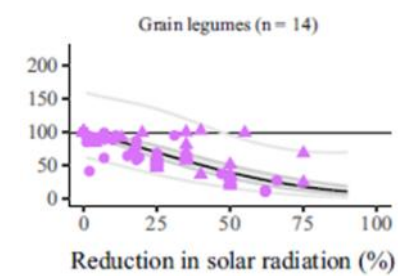
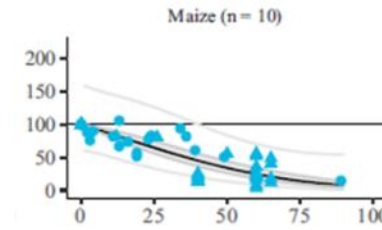
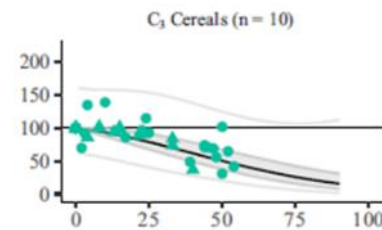
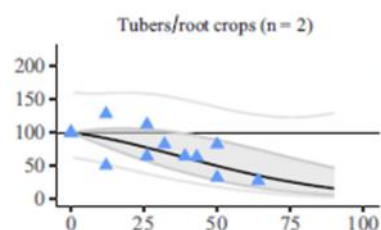
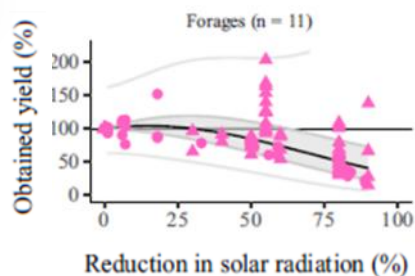
- Colture da **tubero/radice** maggior tolleranza ombra vs. colture da granella
- Considerando esigenze di radiazione e fabbisogni idrici **mais>soia>sorgo**



Dipende dalla disponibilità idrica!

Rese non calano, possibili incrementi !

Cali di resa fino al -40% in vicinanza del filare (6-8m)



SEMINATIVO: qualità della granella e dei foraggi



Cereali autunno-vernini (frumento)

- Incremento delle **proteine** in granella, proporzionale al livello di ombreggiamento
 - associato a calo della resa (concentrazione/diluizione)
 - associato ad una resa pari o superiore al controllo
- Incremento di alcuni **macro e micro-elementi (K, Mg, P, Zn)** in granella
- Maggiori concentrazioni di **azoto** anche **nella paglia**



Soia

- **Proteine** in granella, **variazioni meno ampie**, non sempre positive
- Incremento della concentrazione di **isoflavoni**



Foraggiere

- Incremento della concentrazioni di **proteine, zuccheri solubili e composti fenolici**
- Incremento della **digeribilità** della sostanza secca

SEMINATIVO: avvicendamento culturale

Pianificazione dell'**avvicendamento culturale**:

Anno 1



Anni 1-4

Autunno-vernine:
frumento

Estive:
Mais, girasole, barbabietola



Anno 7-8



Anni 5-8

Autunno-vernine:
Orzo, triticale, segale

Estive:
Soia, sorgo, barbabietola

SEMINATIVO: tecnica colturale

Stessa gestione tecnica di un seminativo di pieno campo



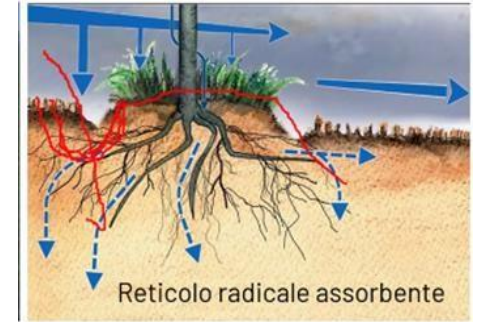
- **Favorire l'approfondimento degli apparati radicali** del pioppo:
 - Riduzione densità apparente fino in profondità (**decompattatore**) nei primi anni
 - **Erbacee** che lavorano il suolo in profondità (colza, medica)
 - **Root cutting?**

Progettazione e gestione della FASCIA DI RISPETTO



Funzioni:

- **protezione** degli alberi contro possibili danni causati da veicoli agricoli
- dare **accesso** al filare per la manutenzione degli alberi o la raccolta dei frutti
- habitat e nutrimento per una **biodiversità** benefica
- può far parte del sistema **produttivo** dell'azienda



AMPIEZZA: da bando **almeno 1m per parte**

GESTIONE:

- **Inerbimento naturale** → controllo della vegetazione con sfalcio
- **Inerbimento controllato** → semina di una coltura di copertura prima della messa a dimora degli alberi:
 - miscuglio di specie foraggere graminacee e leguminose
 - bande fiorite (miscugli di facelia, trifoglio, lupinella)
- **Produzioni secondarie** (biomassa legnosa, frutta, fiori, colture perenni etc)



GRAZIE PER L'ATTENZIONE!



COMING
SOON



Il congresso sull'agroforestazione in Veneto



<https://www.youtube.com/watch?v=VcQaFHhZ3po&t=15471s>

Cantiere di raccolta dei pioppi al 7° anno



<https://www.youtube.com/watch?v=rN4Bojs-00E&t=4382s>