



# Innovazione, potenzialità, news dal mondo

Filippo Maria Valentini



# La ricerca bibliografica

- Database utilizzati: Google Scholar, NCBI
- Parole chiave ricerca: ‘Poplar’, ‘Technology’, ‘Green Chemistry’, ‘Bioraffinery’.
- Ambito di selezione:
  - range date di pubblicazione: 2003-2026;
  - area geografica: Continente Europeo-Nord America.
- Pubblicazioni selezionate: 6, selezionate per presentazione: 4

# Lignina: biopolimero nel trattamento delle acque reflue.

I materiali a base di lignina stanno attirando crescente attenzione per la loro efficacia nel trattamento delle acque inquinate. In questo studio, viene posta particolare enfasi **su idrogel modificati con lignina estratta da pioppo e ayous, sviluppati per la rimozione di coloranti organici**, utilizzando il blu di metilene come inquinante modello

Yeasmin, Lamyea, et al. "Covalently Linked Poplar and Ayous Lignin-Based Hydrogels: Sustainable Materials for Water Remediation." *ACS Omega* (2026).



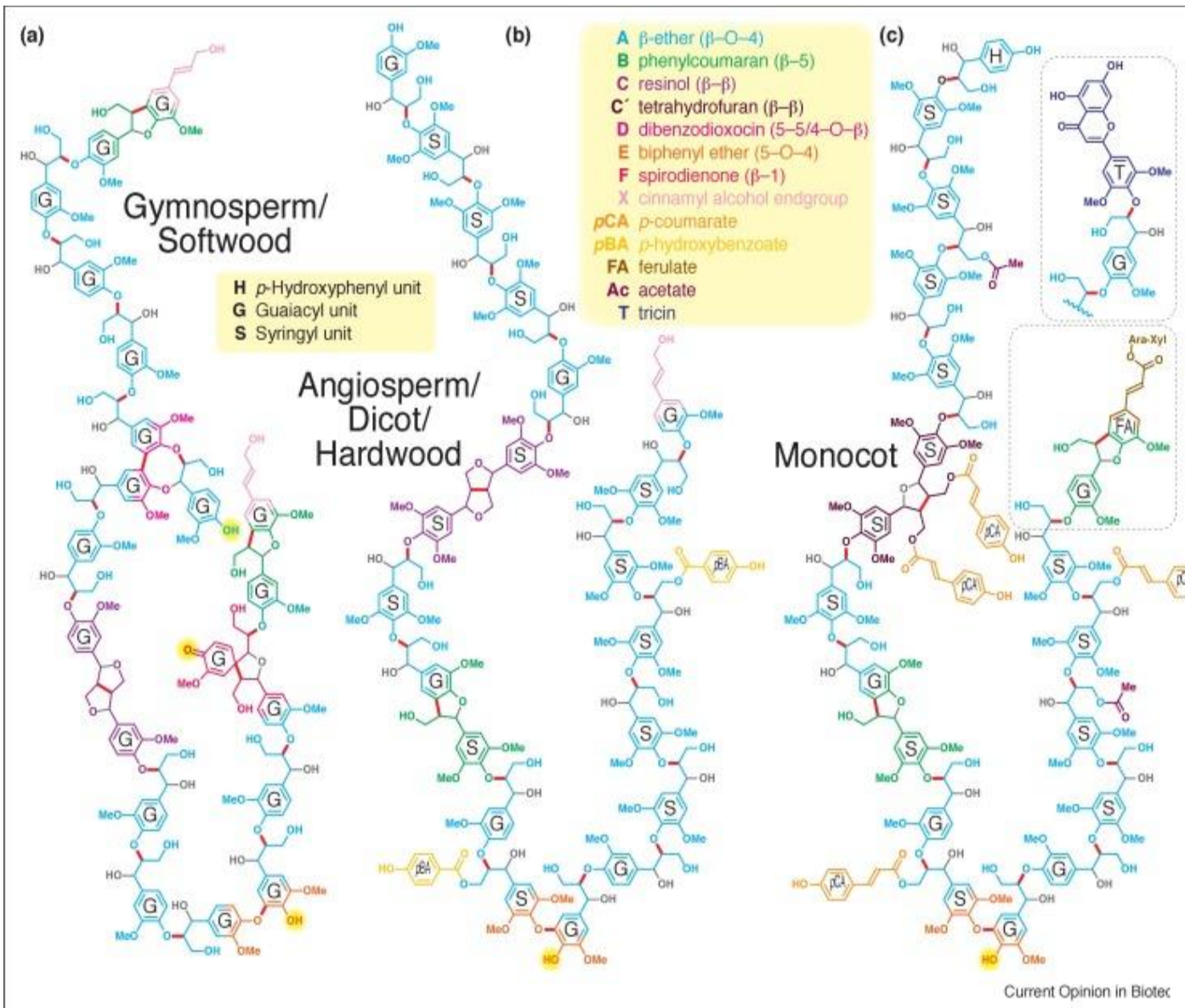
PIANO STRATEGICO  
DELLA PAC  
IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA SOSTENIBILE



Finanziato  
dall'Unione europea



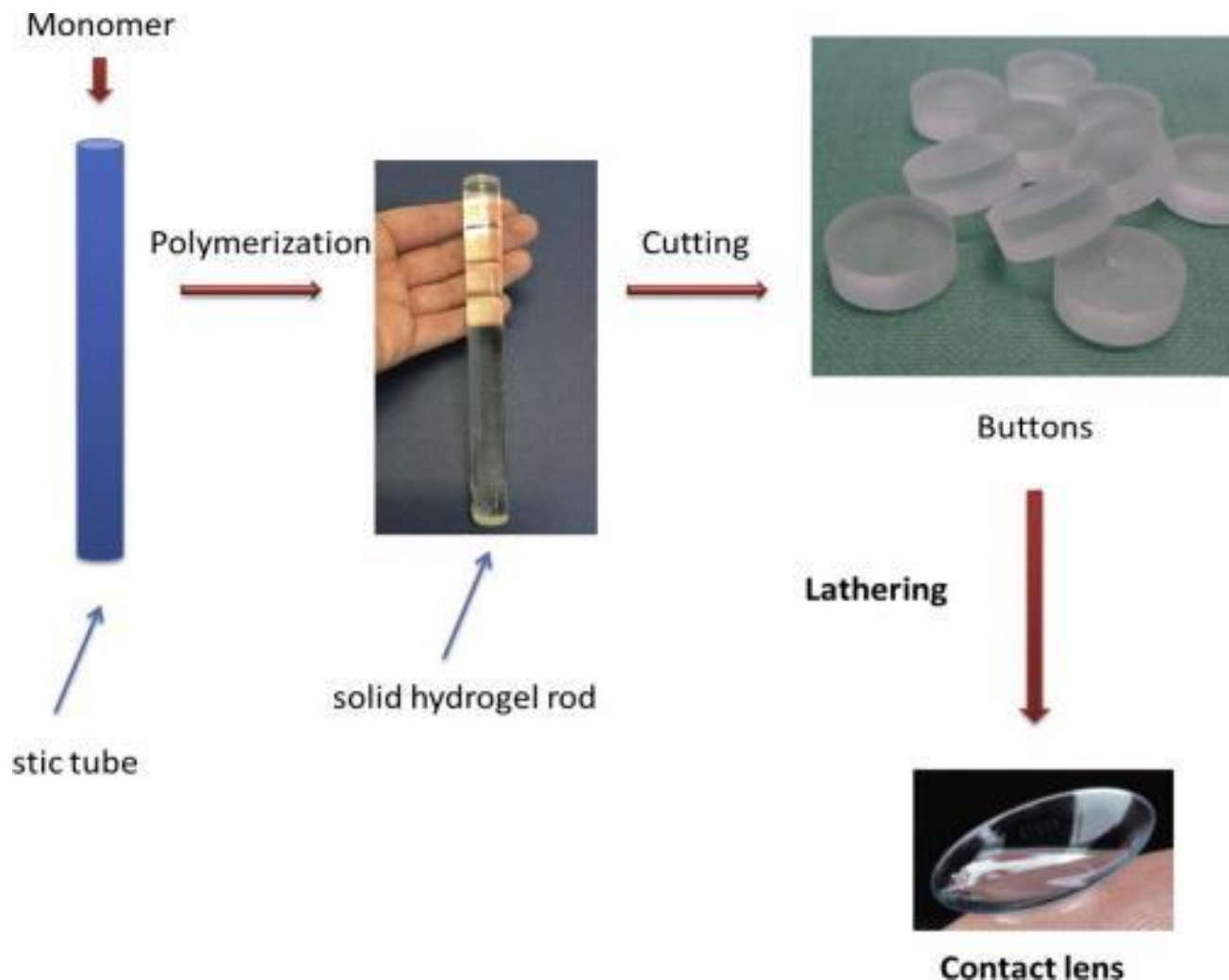
Connessioni che seminano opportunità



- La lignina è uno dei costituenti principali dei vegetali in quanto ne rappresenta il 15-35% della massa, in dipendenza della specie. Si trova tra le pareti cellulari delle fibre ed esplica la funzione di legante impartendo durezza e rigidità alla pianta.
- **Polimero aromatico**, costituito da unità fenilpropaniche p-idrossifenile (H), guaiacile (G) e siringile (S), legate tra loro da legami aril-etero e legami carbonio-carbonio.
- La lignina è una risorsa rinnovabile può essere utilizzata per produrre numerosi prodotti chimici e biomateriali.

## IDROGEL

- Gli idrogel sono reti polimeriche tridimensionali, idrofile, capaci di assorbire grandi quantità di acqua o fluidi biologici.
- Due metodi di sintesi: **1) mediante “polimerizzazione tridimensionale”, in cui un monomero idrofilo viene polimerizzato in presenza di un agente reticolante polifunzionale; 2) tramite reticolazione diretta di polimeri solubili in acqua.**
- I principali campi di applicazione degli idrogel sono: medicazioni per ferite, i sistemi di rilascio di farmaci, **l'ingegneria tissutale** e i **prodotti per l'igiene**.



# Lignina, biopolimero nel trattamento delle acque reflue.

- **Acque Reflue:** secondo la normativa italiana (D.Lgs. 152/2006, parte III) le acque reflue sono definite come tutte quelle acque che derivano da utilizzi umani (domestici, industriali, agricoli) e che risultano contaminate da sostanze organiche o inorganiche. A causa della loro composizione, tali acque sono considerate di scarto e inadatte all'utilizzo diretto.
- Le acque reflue devono essere opportunamente trattate/depurate.



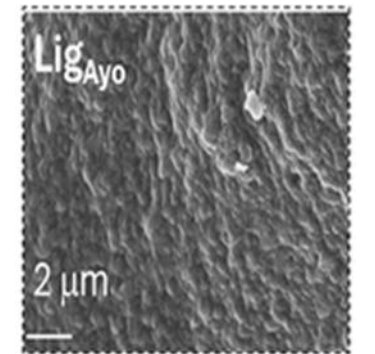
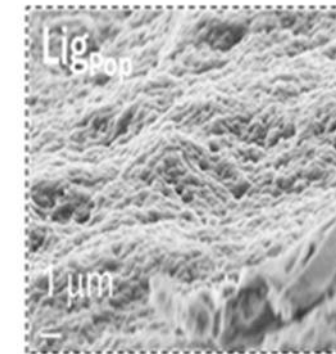
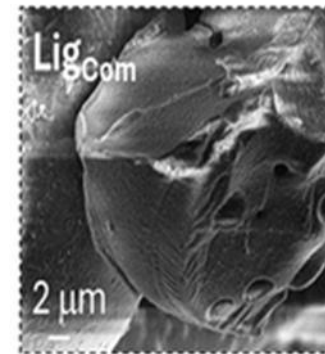
# Lignina, biopolimero nel trattaento acque reflue.

## Lignina in *Populus L.*

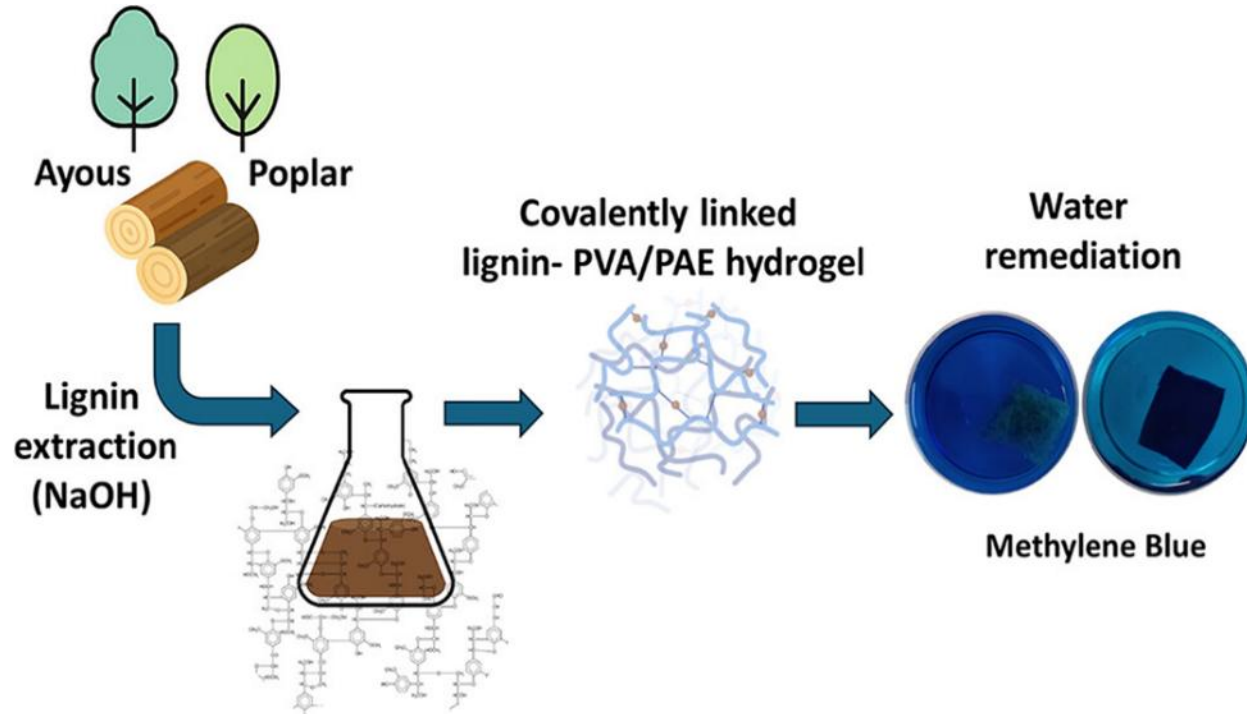
- Il pioppo, in genere è dotato di un legno a densità media con un contenuto relativamente basso di lignina, pari a circa il 20–25% della massa del legno. Questo rende il legno più leggero, meno resistente all'umidità, contribuisce ad una maggiore idrorepellenza, facile da lavorare, ideale per compensato e carta.

## Lignina in *Triplochiton scleroxylon- (Ayous)*

- L'ayous è un legno tropicale, classificato botanicamente come legno duro (latifoglia), poiché proviene da un albero a foglia larga e non da una conifera. Tuttavia, dal punto di vista fisico e applicativo, è spesso considerato un legno tenero per via della sua leggerezza e bassa durezza.
- **il legno è più suscettibile all'assorbimento di umidità e meno durevole all'esterno se non trattato.**



## Lignina, biopolimero nel trattamento acque reflue



- La lignina è stata estratta da ayous e pioppo utilizzando metodi sostenibili che impiegano esclusivamente idrossido di sodio (NaOH) diluito come agente chimico attivo, ottenendo rese soddisfacenti comprese tra 3,6 e 11,0%.
- La lignina estratta è stata integrata in idrogel a base di PVA (Alcol polivinilico), è stata sviluppata una strategia adeguata per limitare la lisciviazione della lignina utilizzando un reticolante non tossico, la poli(amidoammina-epicloridrina) (PAE), in grado di reagire selettivamente con i gruppi carbossilici della lignina.

## Lignina, biopolimero nel trattaento acque reflue.

- I risultati dell'adsorbimento in funzione del tempo sono stati analizzati utilizzando i modelli cinetici del pseudo-primo ordine e del pseudo-secondo ordine, modelli semiempirici rappresentativi dei fenomeni di adsorbimento fisico-chimico.
- Gli studi cinetici hanno evidenziato che la lignina estratta da ayous mostra **prestazioni di adsorbimento superiori rispetto a quella di pioppo, probabilmente a causa delle differenze strutturali intrinseche**. Gli idrogel contenenti lignina di ayous (HyLigAyo) hanno raggiunto un'efficienza di rimozione del 88% del blu di metilene in 24 ore e hanno mantenuto circa il 60% di efficienza per oltre sei cicli di adsorbimento/desorbimento, mentre (HyLigPop) il 60%.
- Questo approccio può essere direttamente applicato al trattamento degli effluenti industriali, in particolare nei settori della produzione tessile e cartaria, contribuendo allo sviluppo di tecnologie di depurazione sostenibili ed ecocompatibili.



# Pioppo e Bioraffinerie

Come molte altre piante, anche il pioppo contiene molecole organiche (**FITOCHEMICI**) utili all'industria chimica e farmaceutica.

***“La bioraffinazione è la trasformazione sostenibile della biomassa in una gamma di prodotti commerciabili ed energia.”***

Devappa, Rakshit K., Sudip K. Rakshit, and Robert FH Dekker. "Forest biorefinery: Potential of poplar phytochemicals as value-added co-products." *Biotechnology advances* 33.6 (2015): 681-716.

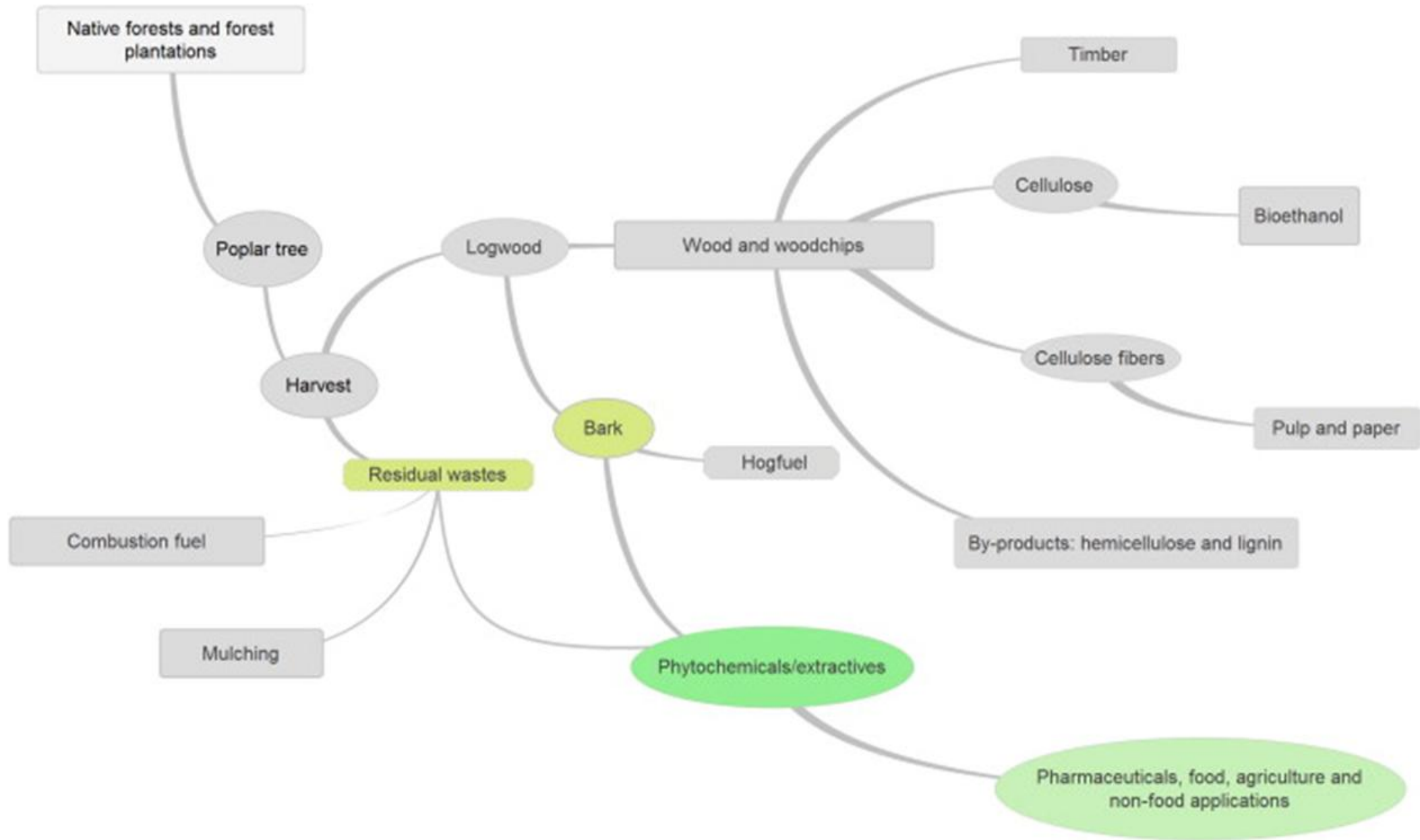


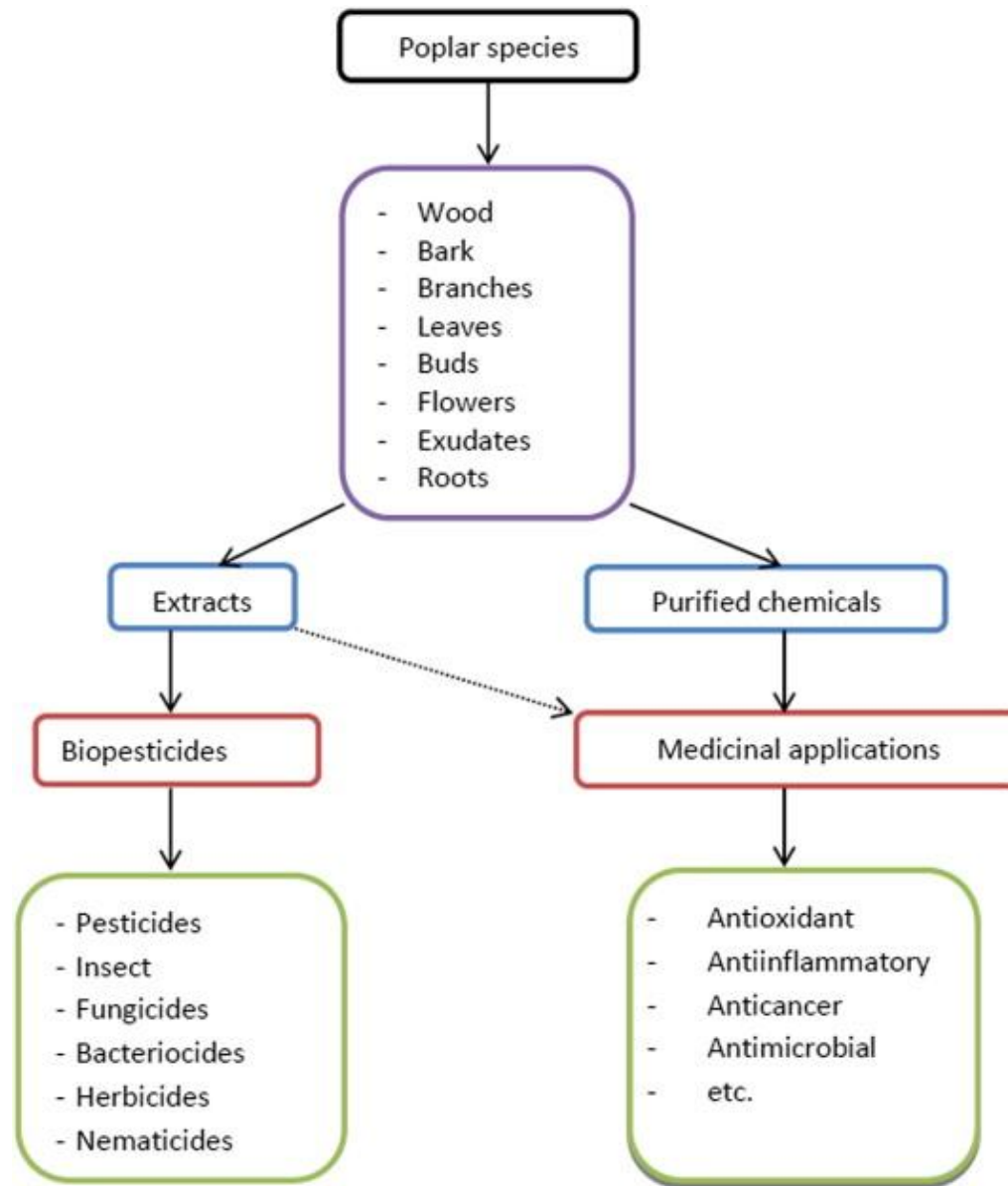
# Pioppo e bioraffinerie

- La corteccia e altri residui arborei come rami e fogliame, costituiscono i rifiuti forestali, rimangono in gran parte una risorsa sottoutilizzata spesso definita come scarto, destinato ad essere trasformato come biocombustibile «**Hog Fuel**».
- Tuttavia, l'estrazione ottimale **di molecole bioattive** dalla corteccia e da residui arborei (rami e fogliame) **prima del loro utilizzo come materiale combustibile, rappresenta un passaggio fondamentale per aumentarne il valore intrinseco.**



- I **fitochimici** sono **metaboliti secondari delle piante**, non sono essenziali in modo primario per la loro crescita, ma sono importanti per proteggere le piante dagli attacchi di patogeni, insetti ed erbivori.
- Nei **pioppi** la corteccia e altri residui arborei (foglie e rami) sono una ricca fonte di composti bioattivi di interesse farmaceutico e sostanze chimiche ancora poco esplorate per i loro potenziali utilizzi.
- Ad oggi, sono stati riportati più diversi tipi di composti nelle specie di *Populus* appartenenti principalmente ai gruppi degli **steroli, acidi grassi, flavonoidi, alcaloidi, lignani e resine**.





- Sono stati identificati più di 160 diversi fitocomposti nelle specie di **Populus**. Tra questi, la maggior parte mostra potenziali applicazioni farmaceutiche.
- La crescita del mercato dei prodotti naturali offre un'opportunità favorevole all'utilizzo dei **fitocomposti del pioppo**, contribuendo allo sviluppo di una **bioeconomia verde**.

Tuttavia sono presenti delle criticità:

1. Nelle specie di **Populus**, i fitocomposti sono stati poco caratterizzati e **non valutati per le loro attività biologiche, come la citotossicità e l'attività antimicrobica**.
2. Inoltre, tutte le molecole destinate all'uso medico devono superare rigidi test e trail per essere commercializzate. **Attualmente i costi elevati per la purificazione dei fitocomposti limitano la loro applicazione rispetto a quelle sintetiche**.
3. Il massimo sfruttamento di questo materiale bioattivo, è possibile solo se le industrie farmaceutiche possono disporre di una fornitura continua di materie prime.

# La musica del Pioppo

Güzey, Zafer. "Comparison of poplar and maple for bowed string instrument construction: Textural and acoustic suitability." *Journal for the Interdisciplinary Art and Education* Advanced Online Publication (2026): 23-30.

- 
- Il legno, materiale fondamentale per la costruzione di strumenti musicali. Non è solo un elemento strutturale, ma un vero e proprio **trasduttore acustico**.
  - Le sue caratteristiche (es. densità) influenzano il suono prodotto dallo strumento.
  - Nel XVI e XVII secolo famosi liutai (**es. Nicola Amati, Antonio Stradivari**) prediligevano il legno di acero e abete rosso. Ad oggi sono ancora i materiale prediletto per la costruzione dei strumenti ad arco.



- Nello studio presentato gli strumenti ad arco consentono un'ampia sperimentazione con diversi tipi di legno; nello specifico è stato scelto il **pioppo in quanto legno tenero**, facilmente reperibile e più adatto a ottenere un carattere timbrico di tipo contralto.
- Nello studio è stata misurata la **FREQUENZA** di tre materiali messi a confronto (**pioppo, acero e abete**).
- **L'acero offre prestazioni migliori nella trasmissione del suono grazie alla sua maggiore densità (durezza) rispetto al pioppo**
- **Il legno di pioppo assorbe parte del suono nella propria struttura, causando una perdita di energia sonora.**

# La musica del Pioppo

- La viola in pioppo presenta un suono, un timbro e caratteristiche tonali più morbide grazie alla sua composizione strutturale, riflette acusticamente le tonalità sonore da contralto tipiche degli strumenti ad arco del periodo barocco.
- La viola realizzata in pioppo è più leggera rispetto a quella in acero.
- Quando vengono applicati spessori standard, la tavola armonica inferiore subisce deformazioni. Nel tempo, è stato osservato che la tavola armonica superiore non riesce a sopportare la pressione delle corde e finisce per creparsi.

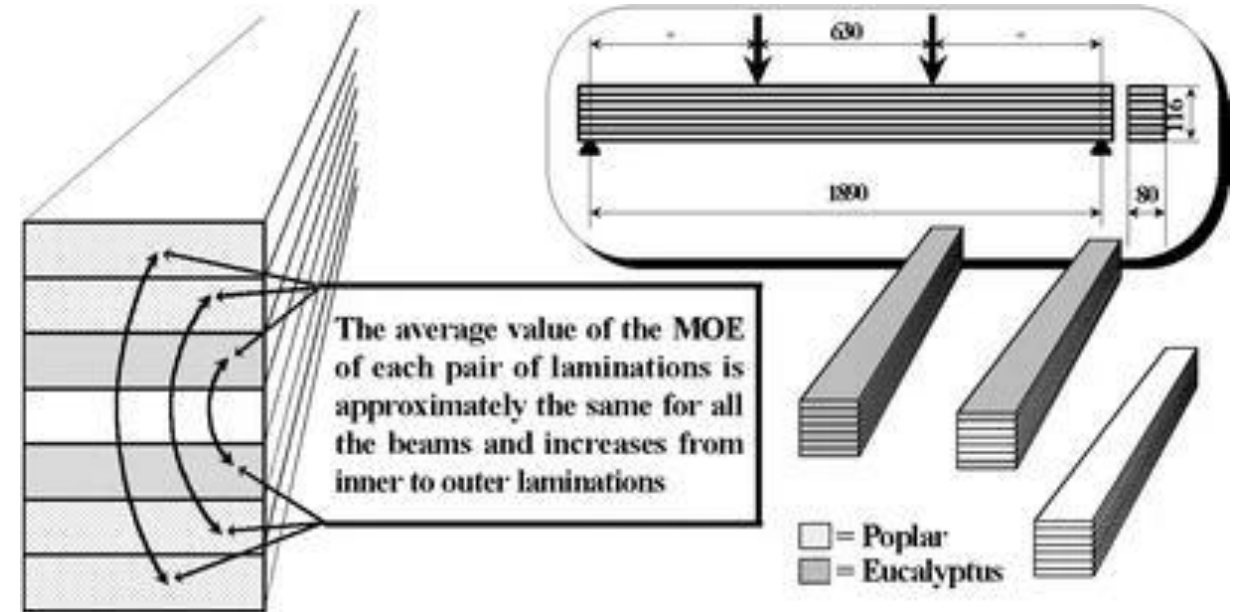
# Pioppo: Elemento Strutturale

- Il legno lamellare è un materiale di grande valore estetico, con molteplici applicazioni nel campo dei componenti edilizi, come porte e finestre, e nelle strutture lignee di grande e piccola luce.
- Il possibile utilizzo a fini strutturali del pioppo ed eucalipto potrebbe favorire in Italia, la realizzazione di piantagioni specializzate non forestali.

Castro, G., and F. Paganini. "Mixed glued laminated timber of poplar and Eucalyptus grandis clones." *Holz als Roh-und Werkstoff* 61.4 (2003): 291-298.

# Pioppo: Elemento Strutturale

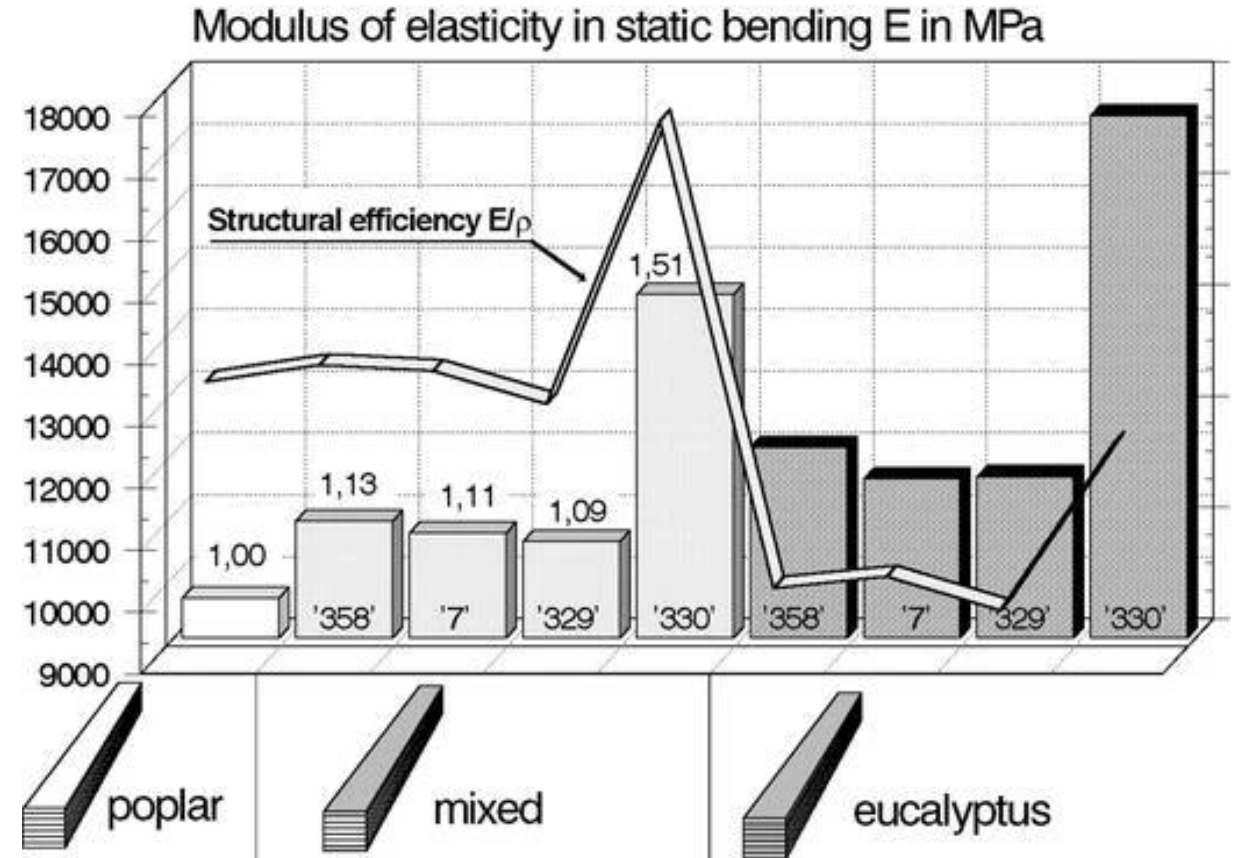
- Lo studio condotto su provini piccole dimensioni (Sezione 20x20mm; Lunghezza 420 mm), composti da lamella di eucalipto (*Eucalyptus grandis*-clone 330) e da una di pioppo (clone 'Neva').
- Sono stati scelti quattro diversi rapporti tra gli spessori delle due lamelle.
- Sono state **effettuate prove di flessione statica con sistema di carico su quattro punti** e, su un numero limitato di provini, **prove cicliche di flessione al di fuori del campo elastico**.



# Pioppo: Elemento Strutturale

## Risultati:

1. Miglior comportamento alla rottura dei provini misti rispetto a quelli monospecie, sia in termini di rapporto tra la deformazione a rottura e quella in campo elastico.
2. La composizione ottimizza le prestazioni, resistenza a flessione, efficienze strutturali, energie di dissipazione e deformazioni.



# Pioppo: Elemento Strutturale

- La combinazione di specie legnose diverse, nelle giuste proporzioni, conferma **la possibilità di produrre legno lamellare ad alta efficienza strutturale utilizzando materiali a basso impatto ambientale, rinnovabili e gestibili nel medio periodo.**
- Grazie alla buona **impregnabilità del pioppo e alla discreta durabilità dell'eucalipto, si può ipotizzare un'ampia gamma di utilizzi, sia per strutture interne sia esterne, ad esempio per passerelle pedonali, pavimentazioni, padiglioni espositivi o elementi di controventamento**



PIANO STRATEGICO  
DELLA **PAC**  
IL FUTURO DELL'AGRICOLTURA SOSTENIBILE



MINISTERO DELL'AGRICOLTURA  
DELLA SOVRANITÀ ALIMENTARE  
E DELLE FORESTE



Finanziato  
dall'Unione europea



RETE  
**PAC**

Connessioni che seminano opportunità

**Grazie per la vostra attenzione....**

**[filippomaria.valentini@crea.gov.it](mailto:filippomaria.valentini@crea.gov.it)**

