



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DAGRI

DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE AGRARIE,
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI



Regione Toscana



UN PROTOTIPO DI ECO-INFUSORE DI TANNINO LIQUIDO: LE OPPORTUNITÀ PER LE IMPRESE BOSCHIVE

Andrea Miceli Claudio Fagarazzi

11 Aprile 2025

Pistoia Nursery Campus – Vivai Vannucci

DAGRI

Università degli Studi di Firenze



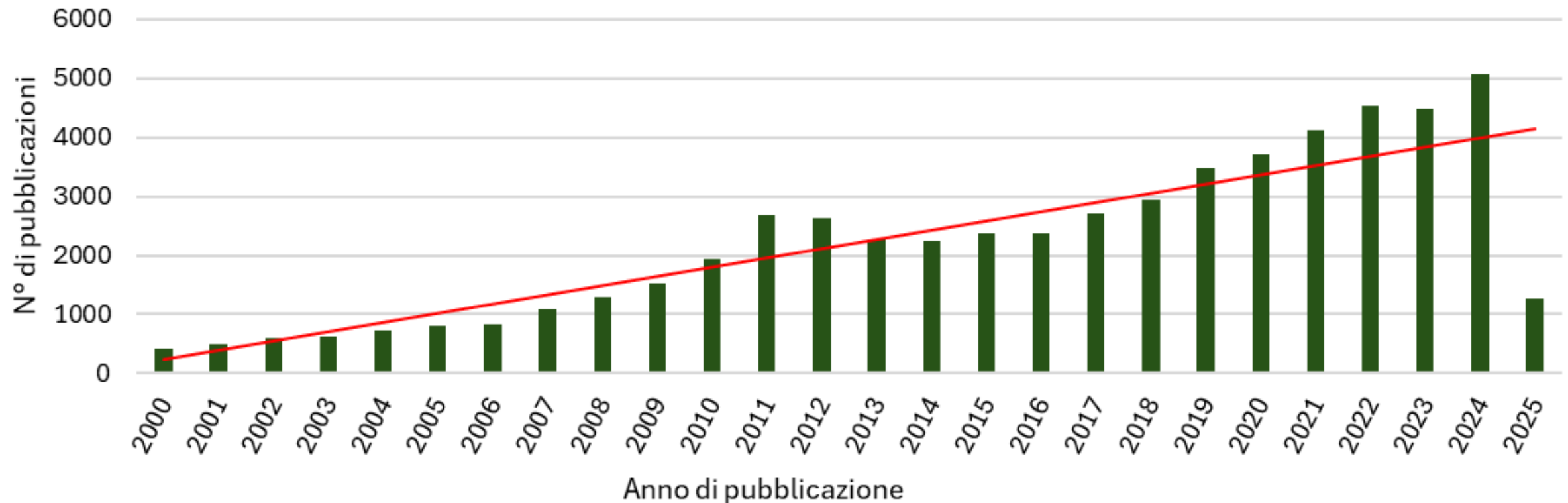
Cresce l'interesse per gli estratti vegetali



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE AGRARIE,
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI

Numero di pubblicazioni per anno che hanno incluso la parola *Phenol* nell'area scientifica "*Agricultural and Biological Sciences*", secondo Scopus

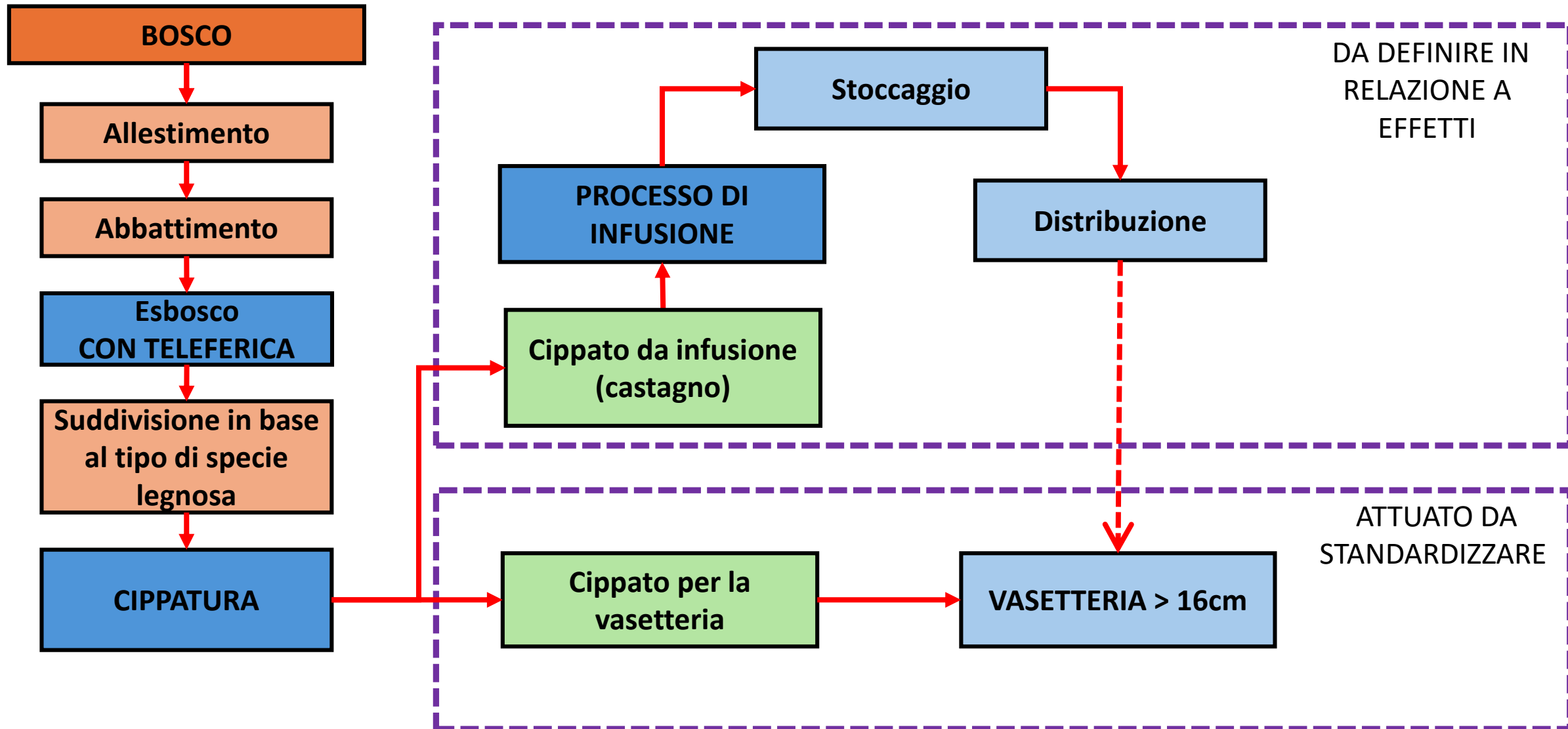


Dal bosco al vivaio



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE AGRARIE,
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI



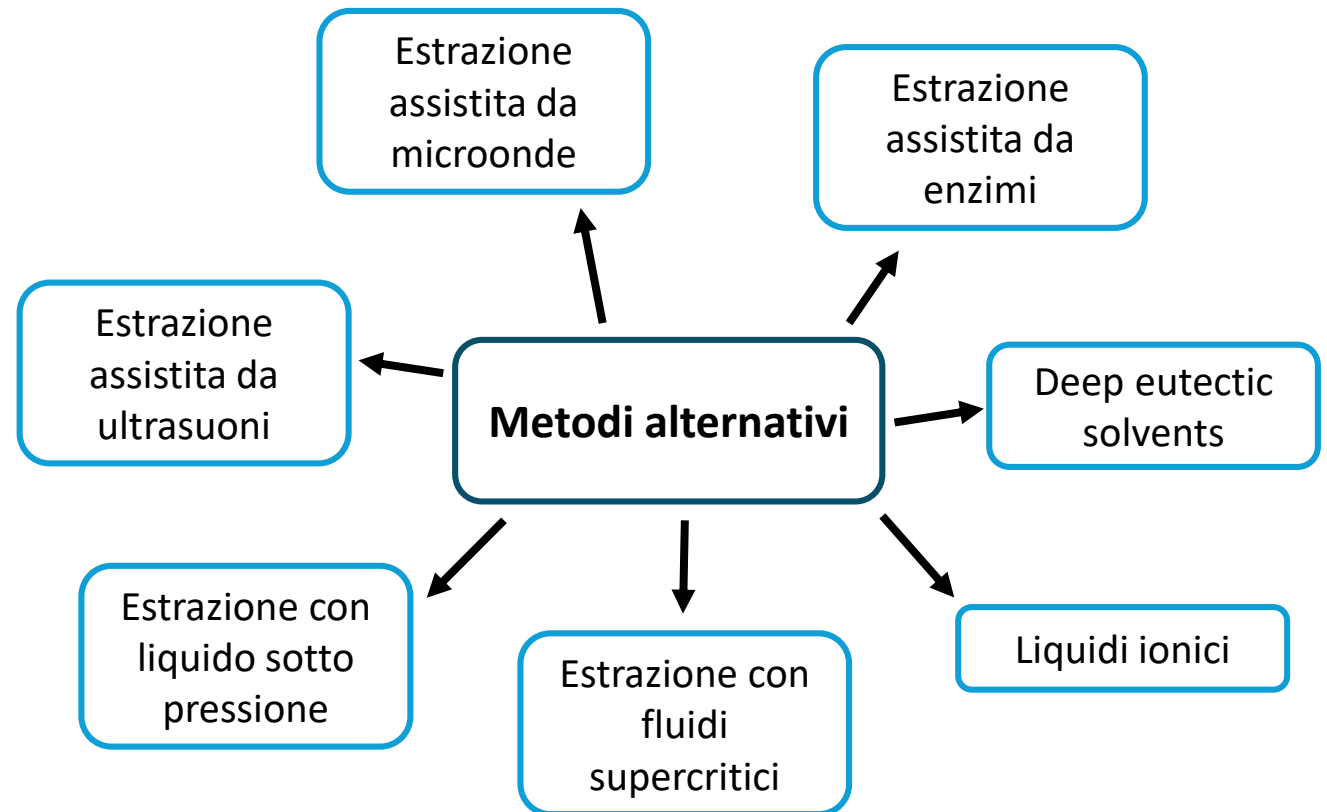
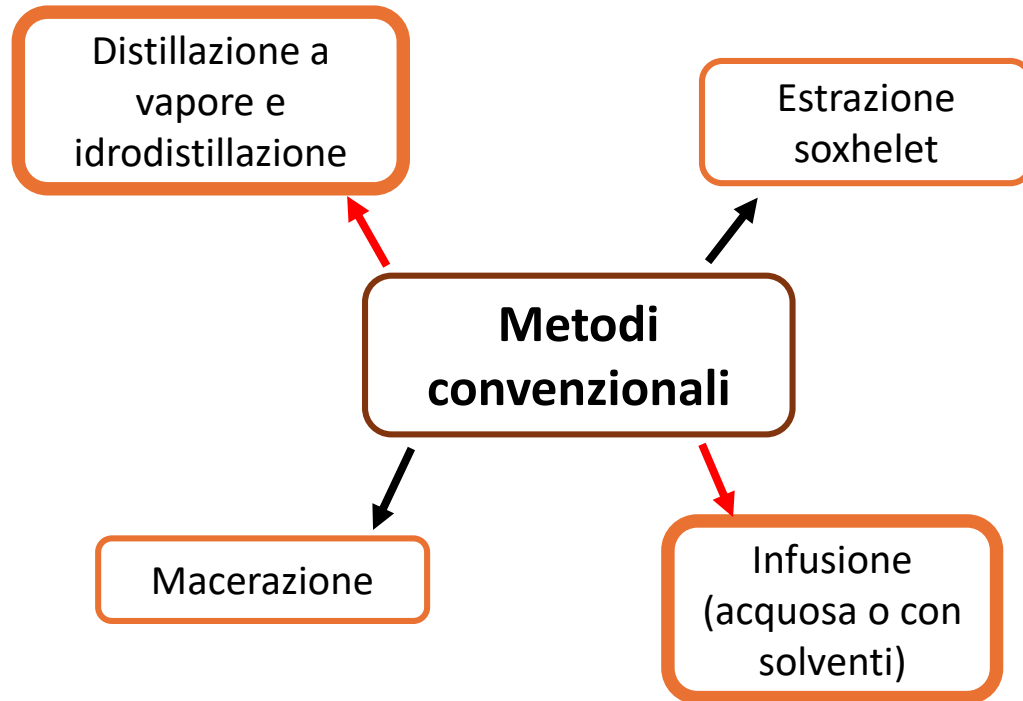
Le tecniche per ricavare fenoli dal legno



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE AGRARIE,
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI

Grande fabbisogno energetico e impatto ambientale CO₂ /l



Il prototipo di infusore



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE AGRARIE,
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI



Il prototipo di infusore è composto da un recipiente coibentato.

Per alzare la temperatura si impiega una caldaia a legna.

Il cippato che viene immerso è contenuto in una cesta.

L'impianto è montato su un rimorchio.



Il prototipo di infusore

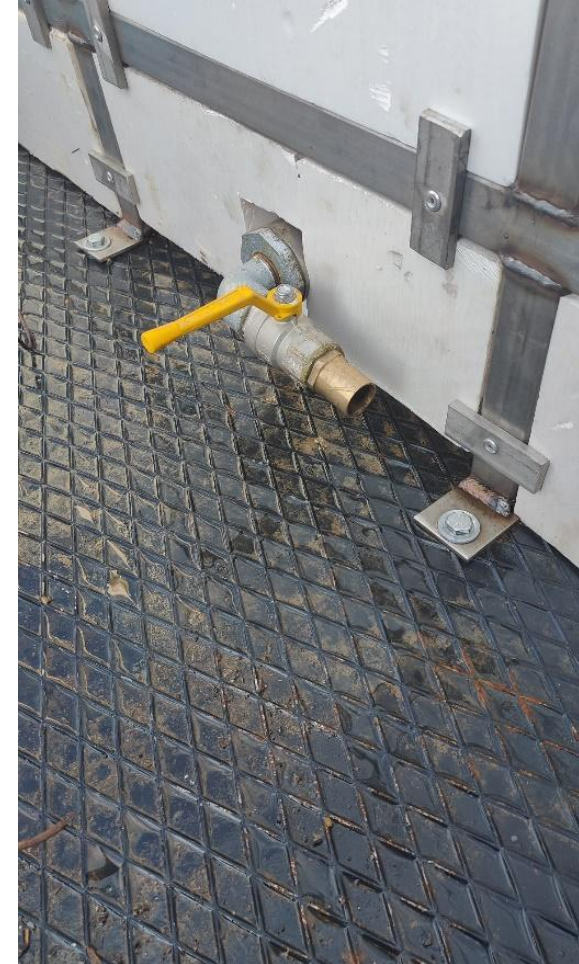


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE AGRARIE,
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI

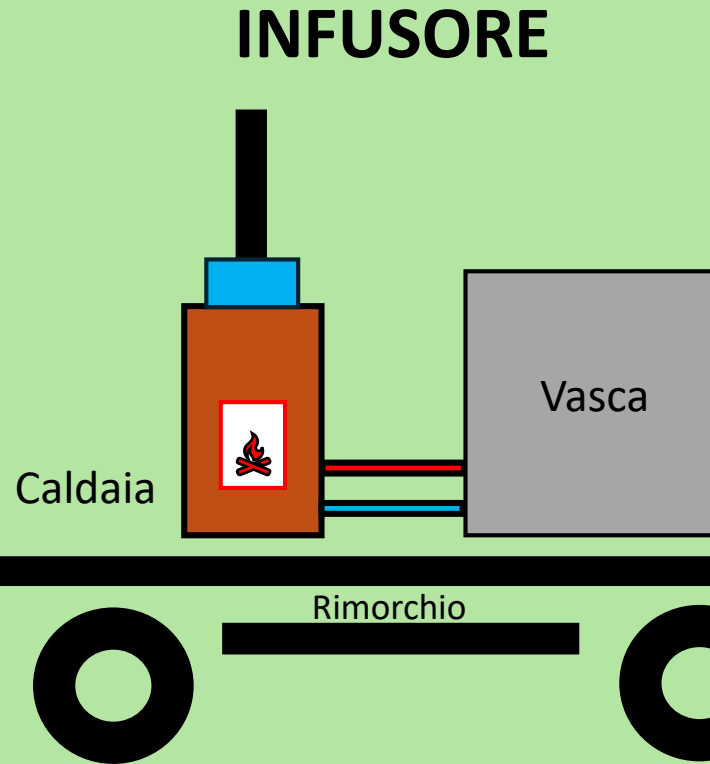
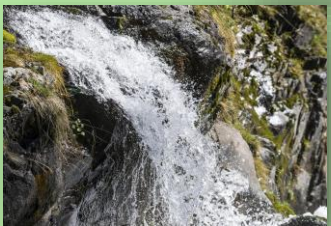
- L'impianto riscalda l'acqua all'interno della vasca tramite una serpentina.
- Il liquido di infusione viene spillato e immagazzinato tramite un rubinetto posto alla base della cisterna.
- Una volta svuotata la vasca si compiono le attività per la pulizia al fine di mantenere il prodotto di qualità.

n.b. la raccolta del liquido di infusione non può avvenire prima dello spegnimento della caldaia a legna.

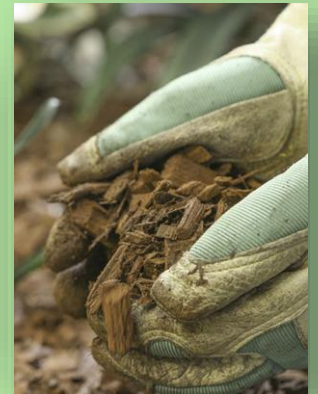
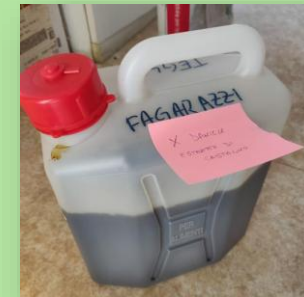


Processo produttivo (fattori per singolo ciclo)

- 344 kg di cippato di castagno
- 2250 l di acqua
- 18 kg di legna da ardere
- 0,15 kW/h corrente elettrica



- ≈ 300 kg di cippato esausto
- ≈ 2100 l di liquido di infusione (concentrazione)



Caratteristiche cippato per infusione



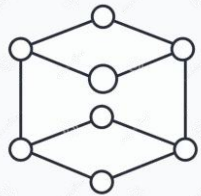
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE AGRARIE,
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI

Riepilogo misure	Data
Azienda Agricola Forestale Orlandini Antonio	13/05/2024
Specie legnosa	100% Castagno
Distribuzione granulometrica	P 16 S
Contenuto idrico %	38.23
Volume stereometrico [kg/l]	0.181
Contenuto in ceneri [%]	1.09
Potere calorifero [kWh/kg]	2.91



Caratteristiche cippato per pacciamatura



FISICHE



Riepilogo misure	Data
Azienda Agricola Forestale Orlandini Antonio	13/05/2024
Specie legnosa	Castagno, Robinia, Faggio e in minor parte Sambuco
Distribuzione granulometrica	P 31.5 S
Contenuto idrico %	38.23
Volume stereometrico [kg/l]	0.177
Contenuto in ceneri [%]	1.12
Potere calorifero [kWh/kg]	2.83

BIOLOGICHE



Possiamo identificare anche Standard qualitativi minimi dal punto di vista biologico rispetto a nematodi fitoparassiti, come i *Meloidogyne* spp. (nematodi galligeni) o *Pratylenchus* spp. (nematodi lesionanti)

Dott.ssa Carletti

Costi di produzione infusore



DATI ELEMENTARI	VALORE
Valore a nuovo della macchina (€)	17906.94
Valore di recupero (€)	0
Durata economica (anni) - legato alla caldaia	10
Impiego medio (ore/anno)	840
Prezzo combustibile (€/q.le) - legna da ardere	10
Prezzo corrente elettrica (€/kWh)	0.322
Consumo specifico orario combustibile (q.li/h)	0.03
Consumo specifico oraio corrente elettrica (kWh/h)	0.025
Costo annuo di ricovero (€/mq/anno)	20
Coefficiente ricovero (%)	0.03
Spazio per il ricovero mezzo (mq)	12
Coefficiente manutenzione oraria*	8.16
Oneri fiscali e assicurativi (%)	0.15
Tasso di Interesse annuo	0.04
Costi variabili orari (€/h)	Valore
Costo orario carburante (€/h)	0.3
Costo orario corrente elettrica (€/kWh)	0.0081
Manutenzione oraria (€/h)	8.16
Totale costi variabili (€/h)	8.46
Costi fissi annui (€/anno)	Valore
Interessi sul capitale anticipato (€/anno)	716.28
Quota annua lineare di reintegr. del capitale (€/anno)	1790.69
Costo annuo Rimessaggio (€/anno)	240
Oneri fiscali e assicurativi (€/anno)	2686.04
Totale costi fissi annui (€/anno)	5433.01
Costi fissi orari	6.47
Costi totali orari	14.93

Dati relativi all'impianto					
volume stero cippato processabile per infusione (mc di cippato)	1				
quintali di cippato precessabile per infusore (q.li di cippato)*	344.06				
volume acqua per infusione (litri)	2250				
Rendimenti					
litri di tannino per singola infusione (litri/infusione)	2250				
durata infusione (h)	3				
durata avviamento infusore (h)	3				
pulizia e manutenzione ordinaria (h)	0,5				
scarico e imbottigliamento (h)	0,5				
totale lavoro complessivo infusione (h)	8				
Costo di processo	Costo t.i. (€/h)	Costo t.d. (€/h)	ore lavoro (h)	n. fattori	Costo totale €/gg
Operaio specializzato (€/gg)	18.13	16.39	8	1	145.04
Caposquadra (€/gg)	18.38	16.64	0	0	0
Escavatore (€/h)	17.29		0.5	1	8.65
infusore	14.93		7	1	119.45
				totale	273.13
Costo Cantiere infusione	euro/l	euro/Infusione			
Costo manodopera tempo determinato costi macchina totali					
Costo manodopera tempo indeterminato + costi macchina totali	0.12	273.13			

I costi della sola fase di estrazione dei fenoli, incluso il costo della legna da ardere, sono pari a **0,12 €/l.** a concentrazione pari a 4,35 mg/ml

Risultati emersi



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE AGRARIE,
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI

- **Tecnologia semplice e replicabile:**

L'impianto è adatto anche a contesti rurali, non richiede infrastrutture complesse (solo ricoveri e coperture) né competenze tecniche elevate.

- **Costi di produzione contenuti:**

L'infusore presenta costi di produzione contenuti, anche se alcuni miglioramenti comporteranno incremento dei costi.

- **Impatto ambientale minimo o irrilevante:**

Emissioni di CO₂ molto basse, stimate circa in 24,75 grammi di CO₂ per litro di liquido prodotto. L'emissione del diossido di carbonio è quello generato dalla combustione della legna da ardere, una caldaia con una efficienza del 70% che brucia 3 kg/h di legna immette in ambiente 4,95 kg/h, l'impianto richiede un tempo di funzionamento di 6 ore della caldaia, quindi 29,7 kg/infusione di CO₂ da dividere per i 1200 l di liquido prodotti.

- **Manutenzione ridotta:**

L'impianto è semplice, richiede interventi tecnici limitati.

- **Valorizzazione del patrimonio forestale:**

L'impiego incentiva la gestione attiva e sostenibile dei boschi di castagno, generando benefici ecologici ed economici.

Risultati emersi - miglioramenti



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE AGRARIE,
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI

Ottimizzazione del Ciclo Produttivo

Per aumentare l'efficienza, il ciclo produttivo dovrebbe essere continuo h24. L'impiego di sistema **a due vasche con valvole termostatiche**, consentirebbe di creare 2 cicli sovrapposti, quando vasca 1 a temperatura energia in eccesso preriscalda vasca 2.

Posso poi svuotare la vasca 1 senza spegnere caldaia che scalda vasca 2

Adattamenti in Funzione dell'Impiego del Prodotto

In base al tipo di prodotto da realizzare (conciario, agricolo, zootecnico, enologico, ecc.), sarà necessario **adeguare l'impianto con modifiche specifiche**, poiché l'attuale configurazione non garantisce gli standard qualitativi richiesti, soprattutto in termini di salubrità e impiego del prodotto.

Automazione e Manutenzione

Per ottimizzare il ciclo produttivo serve un **sistema di lavaggio** delle vasche più efficiente e pratico, un **sistema di filtrazione del liquido** per ridurre le polveri di legno in sospensione e un **sistema di caricamento del cippato** più efficiente (es. tappeto mobile).

Esigenza collocazione in piattaforma logistica

Energia Elettrica (220 W)

Fonte d'acqua pulita

Ricovero mezzo

Area coperta per processo produttivo

Area stoccaggio pulita e coperta