



UNIONE EUROPEA  
Fondo Europeo Agricolo  
per lo Sviluppo Rurale



Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali

## TIPO DI OPERAZIONE

### 16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per la produttività e la sostenibilità dell'agricoltura

DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE N. 2144 DEL

10/12/2018 FOCUS AREA 3A 5E

RELAZIONE TECNICA INTERMEDIA FINALE

**DOMANDA DI SOSTEGNO** 5193594

**DOMANDA DI PAGAMENTO** 5692200

Titolo Piano	ProHopSmartChain - Filiera Professionale Italiana della coltura del Luppolo.
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	Cooperativa Luppoli Italiani Società Cooperativa Agricola

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	24
Data inizio attività	01/01/2021
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	07/06/2023

Relazione relativa al periodo di attività dal	01/01/2021	Al 07/06/2023
Data rilascio relazione	02/08/2023	

Autore della relazione	Michela Nati		
telefono		email	info@cooperativalluppoliitaliani.it

## Sommario

<b>1 -</b>	<b>DESCRIZIONE DELLO STATO DI AVANZAMENTO DEL PIANO</b>	<b>3</b>
<b>1.1</b>	<b>STATO DI AVANZAMENTO DELLE AZIONI PREVISTE NEL PIANO</b>	<b>3</b>
<b>2 -</b>	<b>DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>ATTIVITÀ E RISULTATI</b>	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>PERSONALE</b>	<b>4</b>
<b>2.3</b>	<b>TRASFERTE</b>	<b>4</b>
<b>2.4</b>	<b>MATERIALE CONSUMABILE</b>	<b>4</b>
<b>2.5</b>	<b>SPESE PER MATERIALE DUREVOLE E ATTREZZATURE</b>	<b>5</b>
<b>2.6</b>	<b>MATERIALI E LAVORAZIONI DIRETTAMENTE IMPUTABILI ALLA REALIZZAZIONE DEI PROTOTIPI</b>	<b>5</b>
<b>2.7</b>	<b>ATTIVITÀ DI FORMAZIONE</b>	<b>5</b>
<b>2.8</b>	<b>COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI</b>	<b>6</b>
<b>3 -</b>	<b>CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ</b>	<b>6</b>
<b>4 -</b>	<b>ALTRE INFORMAZIONI</b>	<b>6</b>
<b>5 -</b>	<b>CONSIDERAZIONI FINALI</b>	<b>7</b>
<b>6 -</b>	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	<b>7</b>

# 1 - Descrizione dello stato di avanzamento del Piano

Descrivere brevemente il quadro di insieme relativo alla realizzazione del piano.

Il progetto è stato realizzato con l'obiettivo di incrementare la conoscenza sulla coltivazione del luppolo, accrescendo così la qualità di un prodotto, che sul suolo Italiano non è ancora ben assestata. Questo, attraverso lo studio di un piano di fertilizzazione ottimale in primis, e allo studio del sesto di impianto migliore per la produttività, poi alla cinetica di maturazione del cono di luppolo per ottenere un prodotto raccolto al punto di acme nell'accumulo di composti di biosintesi di interesse. Inoltre, per approfondire e valorizzare la produzione del luppolo, è stato effettuato uno studio sull'influenza della territorialità sul luppolo prodotto nelle aziende partecipanti al GOI, permettendoci di ottenere informazioni inerenti le caratteristiche del luppolo a seconda della zona di produzione, che nel nostro caso specifico, andava dal Ravennate, al Modenese. Nondimeno, sono state affrontate le problematiche della conservazione del luppolo, per trovare risposte al bisogno di qualità e sostenibilità anche in questa importante fase. Infine, per dare una maggiore innovazione oltre che alla coltivazione di una pianta ancora poco conosciuta in Italia, sono stati utilizzati supporti organizzativi e gestionali per realizzare una filiera digitalizzata, sia dal punto di vista della cooperazione che della tracciabilità: strumenti informatici che rientrano all'interno di un'agricoltura informatizzata.

Quindi, durante gli anni di durata del progetto, i diversi filoni di ricerca sul luppolo, la sua coltivazione, conservazione, biodiversità e tracciabilità sono stati portati avanti.

## 1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano

Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività effettivo	Mese termine attività previsto	Mese termine attività effettivo
2.1 Growhop	Università di Parma	Ricerca	Aprile 21	Aprile 21	Ottobre 22	Ottobre 22
2.2 Terroirhop	Università di Parma	Ricerca	Settembre 21	Settembre 21	Ottobre 22	Ottobre 22
2.3 Maturhop	Università di Parma	Ricerca	Luglio 21	Luglio 21	Ottobre 22	ottobre 22
2.4 Nutrihop	Università di Parma	Ricerca	Aprile 21	Aprile 21	Ottobre 22	Ottobre 22
2.5 Biodivershop	Università di Parma	Ricerca	Gennaio 21	Gennaio 21	Dicembre 22	Giugno 23
2.6 Conservhop	Università di Parma	Ricerca	Gennaio 21	Gennaio 21	Dicembre 22	Giugno 23
2.7 Prototipo di Meccanizzazione	Italian Hops Company	Ricerca	Febbraio 21	Gennaio 23	Dicembre 22	Giugno 23
2.8 Cooperera Supply Chain	Cooperativa Luppoli Italiani	Prototipo Organizzativo	Gennaio 21	Gennaio 21	Dicembre 22	Giugno 23
2.9 Logistic ProHop Chain	Cooperativa Luppoli Italiani	Filiera Collaborativa	Gennaio 21	Gennaio 21	Dicembre 22	Giugno 23
Divulgazione	Università di Parma Cooperativa Luppoli Italiani Italian Hops Company	Divulgazione del progetto e dei risultati	Gennaio 21	Gennaio 21	Dicembre 22	Giugno 23

## 2 - Descrizione per singola azione

Compilare una scheda per ciascuna azione

### 2.1 Attività e risultati

<b>Azione</b>	<b>2.1 GrowtHop: modello di coltivazione del luppolo - PROTOTIPO di IMPIANTO</b>
<b>Unità aziendale responsabile</b>	Università di Parma
<b>Partner coinvolti</b>	Azienda LUDOVICO LUCCHI, l'Istituto Agrario Calvi di Finale Emilia (Modena)

### Descrizione delle attività

Per questa attività sono state valutate la produttività e la qualità del luppolo coltivato con sesto di impianto tradizionale (ad altezza maggiore uguale a 4 mt) e a sesto di impianto ribassato a 2 mt (low trellis)

Questa azione prevede quindi la messa a punto di un modello di coltivazione del luppolo in Italia. In particolare verrà valutata l'influenza sulle performance vegeto-produttive di alcune tecniche colturali: altezza d'impianto e sesto d'impianto.

Per realizzare questo obiettivo, è stato predisposto nel 2021 un campo sperimentale (30x50 m) presso l'Istituto Agrario Calvi di Finale Emilia (Modena) (Fig. 2.1.1) in collaborazione con l'Azienda Ludovico Lucchi, la quale ha fornito supporto alla realizzazione. Sul campo sono state messe a dimora tre cultivar (Cascade, Chinook e Crystal) allevate a Y. A causa della pandemia e della chiusura della Scuola, le piante non hanno resistito. Nel 2022 sono state messe nuovamente a dimora le piante presso l'istituto agrario.

Nello specifico le condizioni sperimentali erano:

- altezza impianto: al fine di individuare la migliore altezza di impianto che garantisca elevate performance vegeto-produttive, mantenendo bassi i costi di gestione verranno usati pali di sostegno di altezze diverse 2.2 m, 3m, 3,5m e 4.5m.
- sesto d'impianto: con lo scopo di individuare una disposizione delle piante che garantisca la massima qualità e resa del prodotto, sugli stessi campi e per ciascuna altezza di impianto (2.2 m, 3m, 3,5m e 4.5m), è stata mantenuta costante la distanza tra le file (stabilita in dipendenza delle macchine a disposizione), mentre verranno valutate 4 distanze tra le piante lungo la fila comprese tra 0,50 m e 1,20 m.



Figura 2.1.1 Campo sperimentale presso l'Istituto Agrario Calvi di Finale Emilia. Da sinistra a destra: 4 filari a diversa altezza.

Allo stesso tempo, per problemi legati alla pandemia e per l'impossibilità di accedere nel 2021 al campo presso l'istituto agrario, è stato deciso di valutare l'applicazione delle forme basse di allevamento (Low Trellis) anche presso il campo sperimentale esistente a Marano sul Panaro (MO). In questo caso sono state valutate due cv italiane (Futura e Modna) fatte crescere a 4,5 metri e a 2 metri di altezza (Fig. 2.1.2).



Figura 2.1.2 Campo sperimentale presso Marano sul Panaro (MO)

### **Materiali e metodi**

Nelle annate 2021 e 2022 sono state valutate le performance produttive di luppoli Low Trellis presso il campo sperimentale di Marano sul Panaro, mentre le piante site presso la scuola daranno la seconda produzione quest'anno. Bisogna considerare che il primo anno la produzione del luppolo è scarsa.

Le analisi effettuate sono state le seguenti: resa in coni per pianta, resa ad ettaro, peso secco cono, acidi amari, oli essenziali e profilo aromatico.

#### *Determinazione del peso secco*

Per la determinazione del peso secco si utilizza il metodo gravimetrico con determinazione del peso secco in g su 100 g.

#### *Estrazione e quantificazione alfa e beta acidi*

Per l'estrazione degli alfa e beta acidi, è stata utilizzata l'estrazione in metanolo, mentre la rilevazione è stata effettuata con HPLC –UV della Perkin Elmer in dotazione ai laboratori dell'Università di Parma. In dettaglio, i coni sono stati prima essiccati a 45 gradi per arrivare ad un umidità del 10% circa, e poi sono stati pestellati in azoto liquido per impedire l'ossidazione delle sostanze al loro interno. 0,5 gr di luppolo macinato sono stati pesati e estratti in metanolo per 3 ore in agitazione. Dopo la centrifuga a 3500 rpm per 15 minuti, il surnatante è stato prelevato e sul pellet è stato fatto un ulteriore passaggio con metanolo per un'estrazione completa degli alfa e beta acidi. Una volta prelevato il surnatante e messo in matraccio, l'estratto è stato portato a volume con metanolo (20 ml). È stato poi prelevato 1 ml della soluzione, filtrato con filtro da 0,45 µm e trasferito in eppendorf (in doppio) e poi vial per l'analisi. Tutti i campioni sono stati estratti in triplicato.

#### *Estrazione degli oli*

Gli oli sono stati estratti con distillazione in corrente di vapore (Fig. 2.2.2) per 3 ore a partire da 20 gr di luppolo. Le estrazioni sono state effettuate in triplicato.

#### *Analisi GC/MS*

Gli estratti sono stati diluiti con diluizione 1:200 con diclorometano e 1 microlitro di soluzione è stata iniettata in gas cromatografia accoppiata a massa. Tutti i campioni sono stati analizzati tramite gascromatografo TRACE 1300 - Thermo Scientific (San Jose, CA, USA) accoppiato a spettrometro di massa a singolo quadrupolo Thermo Scientific 208 ISQ™. Sono state utilizzate colonne cromatografiche capillari Supelcowax 10 (30 m x 0.25 mm, f.t. 0.25 µm) (Supelco) ed elio come gas carrier (1 ml/min). Il gradiente di temperatura del forno nel GC/MS partiva da 50°C, condizione mantenuta per 3 minuti, per poi arrivare dopo 45 minuti a 200°C (5°C/min). La temperatura finale è stata mantenuta per 18 minuti in modo da permettere l'eluizione di tutti gli analiti presenti. L'iniettore è stato mantenuto a 230°C in modalità split con rapporto 1:20. Lo spettrometro di massa era equipaggiato di una sorgente a impatto elettronico (EI, 70 eV) e la modalità di acquisizione dati era full scan (monitorando da 40 m/z a 500 m/z). I principali componenti volatili sono stati identificati sulla base del loro spettro di massa in riferimento agli spettri presenti in data base (WILEY275, NBS75K, Adams 2001) e al calcolo dei loro Indici di Ritenzione (RI) tramite l'applicazione della formula di Kovats' (KI) per poi paragonarli ai RI riportati in letteratura.

### **Risultati e discussione**

Dai risultati ottenuti si evince che le piante si sono bene adattate al territorio di Finale Emilia. La produzione del 2022 è stata scarsa, ma questo rientra nel processo di adattamento della pianta. Nell'inizio della stagione vegetativa 2023 è stato possibile osservare che tutte le piante sono emerse e stanno seguendo con il ciclo vegeto produttivo. Ad una prima ed affrettata analisi visiva si intuisce che la vigoria delle cv è alta e proprio per questo motivo nell'annata agraria successiva dovranno essere adottati accorgimenti di concimazione in modo da indebolire la pianta, almeno durante la prima fase di crescita.

Risultati più interessanti sono stati ottenuti presso il campo sperimentale di Marano sul Panaro. In tabella 2.1.1. è possibile osservare la differenza fra un sesto di impianto tradizionale e uno low trellis. È possibile osservare che mentre la resa per pianta è più alta nel convenzionale, quando parliamo di resa ad ettaro, l'impianto low trellis ha circa il 10% di produzione in più. Il contenuto di alfa acidi risulta essere dipendente dalla cv (Tab. 2.1.1), mentre il contenuto di beta acidi è maggiore negli impianti low trellis. Le altre caratteristiche (xantumolo e resa in olio) non cambiano.

GENOTIPO	RESA CONI (SECCO) (g)	RESA CONI ETTARO (Kg)	$\alpha$ ACIDI	$\beta$ ACIDI	XANTUMOLO	RESA IN OLIO
Futura	128,00±4,81	1024,00	2,99±0,18	5,80±0,30	0,14±0,004	0,63±0,021
Módna	130,05±3,54	1040,40	9,42±0,97	6,14±0,39	0,29±0,014	0,50±0,034

GENOTIPO	RESA CONI (SECCO) (g)	RESA CONI ETTARO (Kg)	$\alpha$ ACIDI	$\beta$ ACIDI	XANTUMOLO	RESA IN OLIO
Futura	291,98±8,58	963,53	4,88±0,10	2,52±0,04	0,20±0,010	0,59±0,041
Módna	298,65±6,11	985,55	8,21±0,20	2,61±0,05	0,28±0,012	0,62±0,010

Tabella 2.1.1. Resa in coni (per pianta e per ettaro), acidi amari, xantumolo e resa in olio in impianto low trellis e convenzionale.

Risultati più interessanti sono emersi dall'analisi del profilo aromatico delle due cv allevate con i due sistemi di allevamento.

Per quanto riguarda la cv Modna (Fig. 2.1.3), il profilo aromatico delle piante allevate con sistema convenzionale appare più povero. Infatti nel caso del low trellis il profilo aromatico appare con minore quantità di mircene, selineni e cariodillene, ma un maggior valore per le quantità di linalolo, geraniolo e farnesene. I luppoli del low trellis erano caratterizzati da aromi più floreali, fruttati (frutta bianca) e freschi.

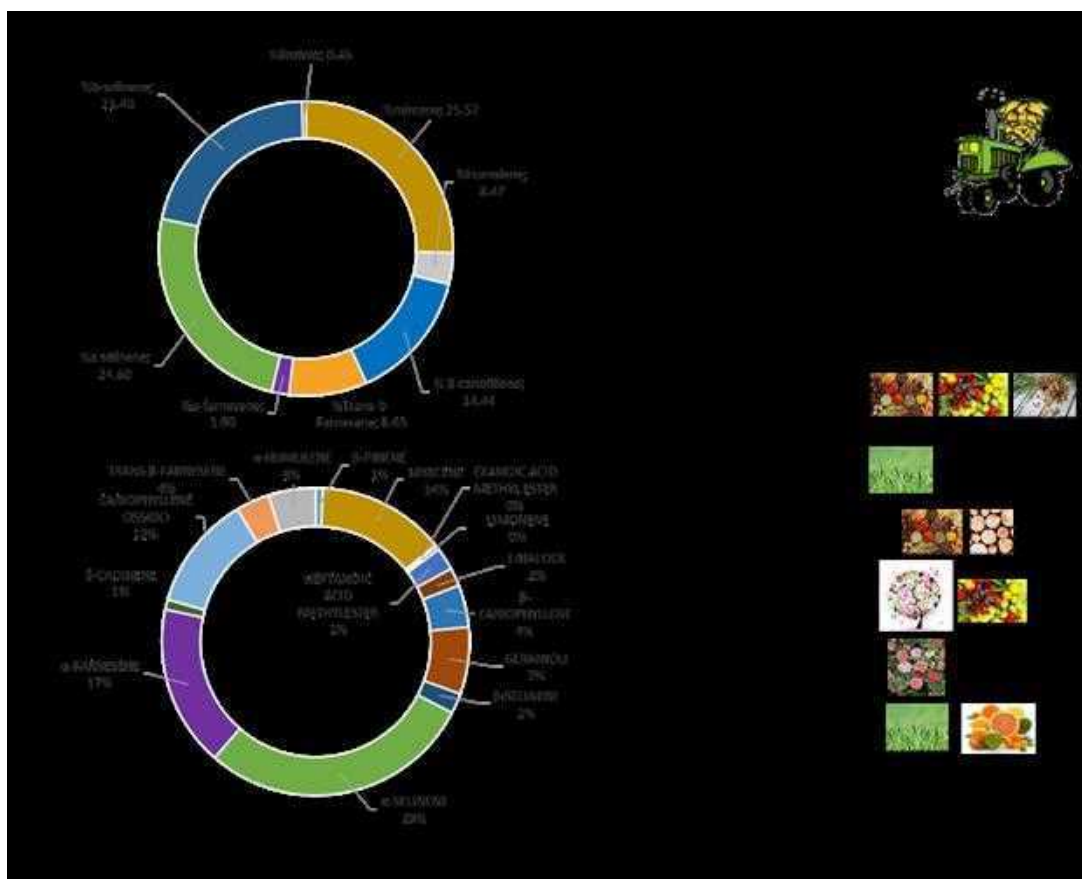


Figura 2.1.3. Profilo aromatico della cv Modna, allevata con sistema convenzionale e con sistema low trellis

Per quanto riguarda la cv Futura (Fig. 2.1.4), viene confermato che il profilo aromatico delle piante allevate con sistema convenzionale appare più povero. Infatti nel caso del low trellis il profilo aromatico appare con minore quantità di mircene, e cariodillene, ma un maggior valore per le quantità di linalolo, humulene, geraniolo e farnesene. I luppoli del low trellis, per la cv Futura, erano caratterizzati da aromi più floreali, agrumati, fruttati (frutta bianca) e freschi.

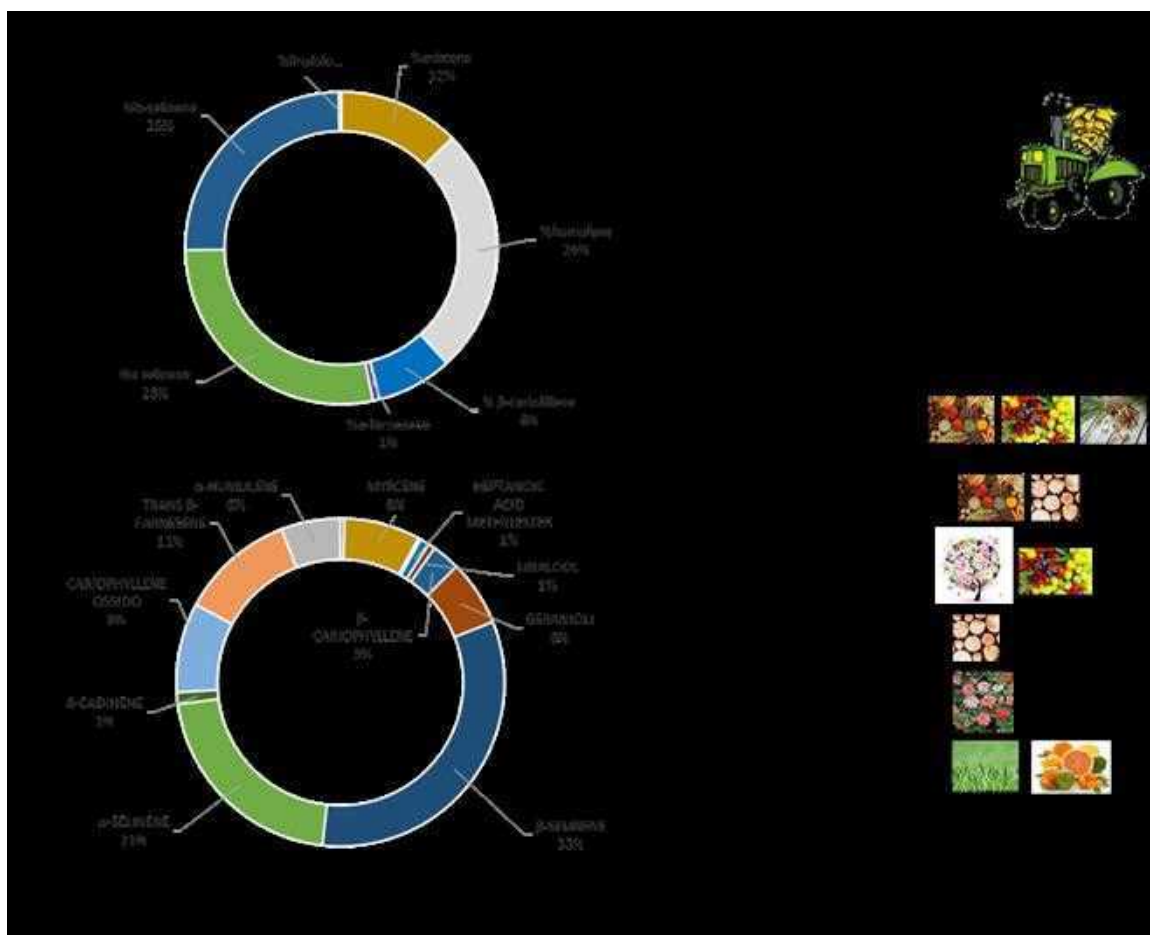


Figura 2.1.4. Profilo aromatico della cv Futura, allevata con sistema convenzionale e con sistema low trellis

#### Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità

Tutti gli obiettivi previsti dal piano sono stati raggiunti e implementati con una ulteriore prova per poter raggiungere i risultati anche in situazione di pandemia. È stata individuata una certa influenza del sistema di allevamento sulle caratteristiche del luppolo, soprattutto quelle aromatiche.

#### Attività ancora da realizzare

Nessuna



<b>Azione</b>	2.2 TerroirHop: valutazione dell'effetto terroir del luppolo coltivato in Emilia Romagna
<b>Unità aziendale responsabile</b>	Università di Parma
<b>Partner coinvolti</b>	Azienda LUDOVICO LUCCHI, Società Agricola BELLAVISTA

### Descrizione delle attività

In questa azione, andremo a discutere e capire se il *terroir* può esistere nel luppolo, all'interno di un'areale piuttosto ristretto come può essere la regione Emilia-Romagna.

Per farlo, bisogna partire dal concetto: cos'è il *terroir*? Come sappiamo, questo concetto è nato in campo vitivinicolo ma si è poi espanso a tutta la produzione primaria e ad alcuni prodotti derivati, come ad esempio i formaggi. Non stupisce quindi che la definizione venga data sulla vite: *Il Terroir viticolo è un concetto che si riferisce a un'area nella quale la conoscenza collettiva delle interazioni tra caratteri fisici e biologici dell'ambiente permette la sua evoluzione attraverso l'applicazione di pratiche colturali. Questa interazione crea caratteristiche distintive per i prodotti che hanno origine in quest'area. Il Terroir comprende una specificità di suolo, di topografia, di clima, di paesaggio e di biodiversità*».-OIV

Quindi il *terroir* non comprende solo il terreno, ma anche tutto ciò che fa parte dell'ambiente, fattori biotici e abiotici, il clima ma anche le lavorazioni del terreno.

### Materiali e metodi

In figura 2.2.1 possiamo vedere dove si trovano le aziende che sono state prese in considerazione per lo studio del terroir. Anche in questo caso la cultivar presa in considerazione è stata la cultivar Cascade, in quanto quella presente in tutte le aziende. Possiamo vedere come si trovino sparse per l'Emilia-Romagna, con un'azienda sui 200 mt sul livello del mare (Istituto Spallanzani di MONTOMBRARO –MO), altre nel ravennate caratterizzate da suoli sciolti e clima che risente della vicinanza del mare (Az agricola Bellavista e Menta e Rosmarino), un'azienda nel pieno della pianura, caratterizzata da terreno argilloso e limoso a Campogalliano (Az Agricola Lucchi), e un'azienda nel Parmense.

Tutte le aziende seguivano lo stesso regime nutrizionale delle piante, quindi l'unica variabile che restava aperta era proprio il territorio in cui viene coltivato il luppolo.



Figura 2.2.1. Cartina geografica delle aziende prese in considerazione per la valutazione del terroir.

### Determinazione del peso secco

Per la determinazione del peso secco si utilizza il metodo gravimetrico con determinazione del peso secco in g su 100 g.

### Estrazione e quantificazione alfa e beta acidi

Per l'estrazione degli alfa e beta acidi, è stata utilizzata l'estrazione in metanolo, mentre la rilevazione è stata

effettuata con HPLC –UV della Perkin Elmer in dotazione ai laboratori dell'Università di Parma. In dettaglio, i coni sono stati prima essiccati a 45 gradi per arrivare ad un'umidità del 10% circa, e poi sono stati pestellati in azoto liquido per impedire l'ossidazione delle sostanze al loro interno. 0,5 gr di luppolo macinato sono stati pesati e estratti in metanolo per 3 ore in agitazione. Dopo la centrifuga a 3500 rpm per 15 minuti, il surnatante è stato prelevato e sul pellet è stato fatto un ulteriore passaggio con metanolo per un'estrazione completa degli alfa e beta acidi. Una volta prelevato il surnatante e messo in matraccio, l'estratto è stato portato a volume con metanolo (20 ml). È stato poi prelevato 1 ml della soluzione, filtrato con filtro da 0,45 µm e trasferito in eppendorf (in doppio) e poi vial per l'analisi. Tutti i campioni sono stati estratti in triplicato.

#### *Estrazione degli oli*

Gli oli sono stati estratti con distillazione in corrente di vapore (Fig. 2.2.2) per 3 ore a partire da 20 gr di luppolo. Le estrazioni sono state effettuate in triplicato.

#### *Analisi GC/MS*

Gli estratti sono stati diluiti con diluizione 1:200 con diclorometano e 1 microlitro di soluzione è stata iniettata in gas cromatografia accoppiata a massa. Tutti i campioni sono stati analizzati tramite gascromatografo TRACE 1300 - Thermo Scientific (San Jose, CA, USA) accoppiato a spettrometro di massa a singolo quadrupolo Thermo Scientific 208 ISQ™. Sono state utilizzate colonne cromatografiche capillari Supelcowax 10 (30 m x 0.25 mm, f.t. 0.25 µm) (Supelco) ed elio come gas carrier (1 ml/min). Il gradiente di temperatura del forno nel GC/MS partiva da 50°C, condizione mantenuta per 3 minuti, per poi arrivare dopo 45 minuti a 200°C (5°C /min). La temperatura finale è stata mantenuta per 18 minuti in modo da permettere l'eluizione di tutti gli analiti presenti. L'iniettore è stato mantenuto a 230°C in modalità split con rapporto 1:20. Lo spettrometro di massa era equipaggiato di una sorgente a impatto elettronico (EI, 70 eV) e la modalità di acquisizione dati era full scan (monitorando da 40 m/z a 500 m/z). I principali componenti volatili sono stati identificati sulla base del loro spettro di massa in riferimento agli spettri presenti in data base (WILEY275, NBS75K, Adams 2001) e al calcolo dei loro Indici di Ritenzione (RI) tramite l'applicazione della formula di Kovats' (KI) per poi paragonarli ai RI riportati in letteratura.



Figura 2.2.2. Estrazione degli oli in corrente di vapore

#### **Risultati e discussione**

In questo caso i risultati delle analisi dei due anni sono stati accorpati per vedere meglio il trend di accumulo dei metaboliti nelle diverse zone prese in considerazione (Fig. 2.2.1).

In figura 2.2.3 vediamo come il contenuto in alfa e beta acidi si discosti tra un'azienda e l'altra, con il luppolo Cascade coltivato ad Alfonsine con una media di alfa acidi leggermente inferiore. Il maggior quantitativo di beta acidi è invece relativo al luppolo Cascade prodotto a Montombraro, unico luogo di media collina tra quelli studiati.

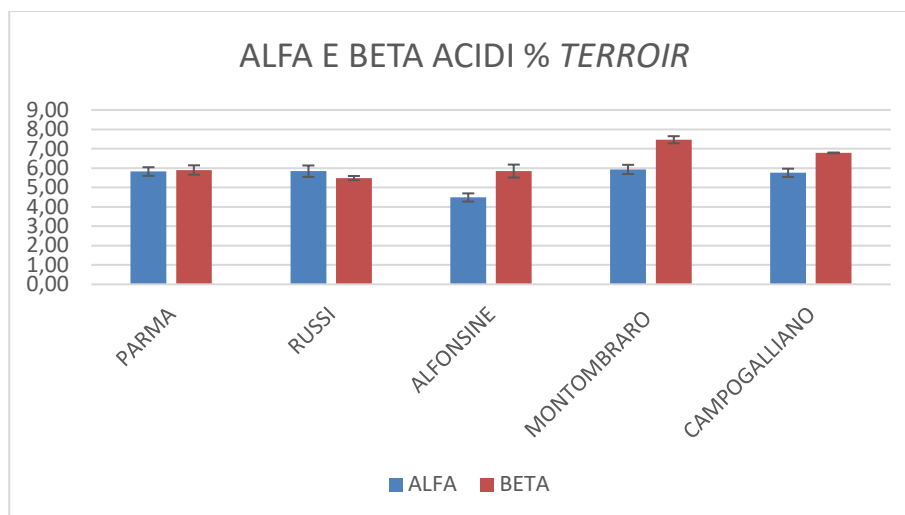


Figura 2.2.3. Contenuto in alfa e beta acidi Cascade medio per area annata 2021-22.

La percentuale di coumulone, che da varietà dovrebbe essere tra il 30 e 40% dei alfa acidi, sono invece leggermente sotto la media varietale tranne per Montombraro (Fig. 2.2.4).

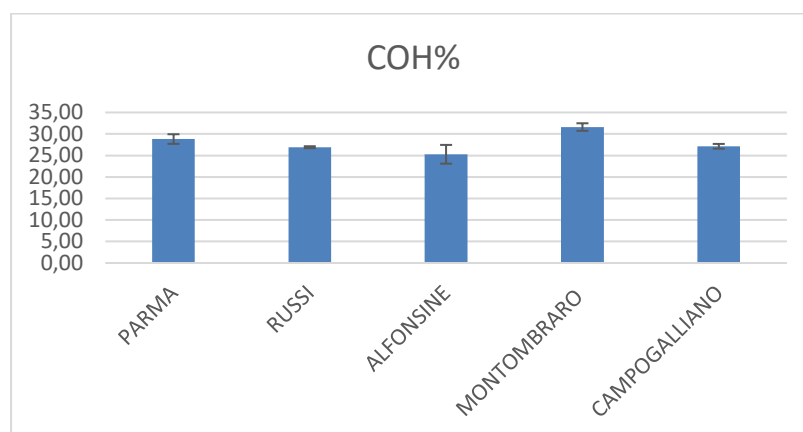


Figura 2.2.4. Contenuto in coumulone medio in Cascade per area di coltivazione. Annata 2021-22.

La resa degli oli è molto influenzata dall'annualità, infatti la barra di errore indica le fluttuazioni tra le due annate ed è difficile fare una stima della zona più o meno favorita dal punto di vista del contenuto in olio (Fig. 2.2.5). Si può vedere però come Campogalliano sembra essere leggermente favorito, mentre come il luppolo coltivato a Russi nel ravennate, sia molto influenzato dall'andamento climatico.

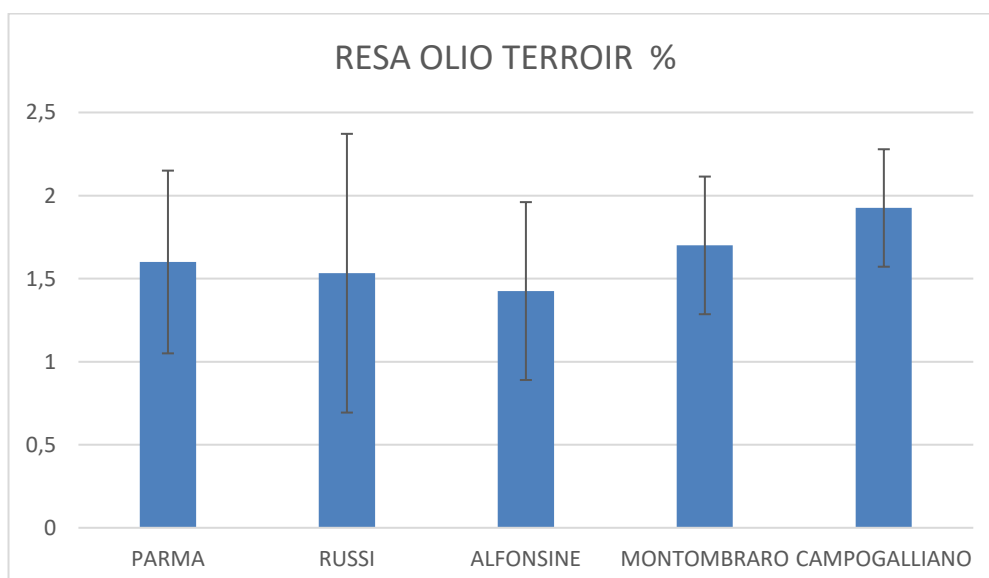


Figura 2.2.5. Contenuto oli essenziali medio per area. Annata 2021-22.

Il profilo aromatico (figura 2.2.6) rivela anche in questo caso grosse modifiche dovute alla variabilità dell'annata, e lo osserviamo soprattutto a Montombraro, dove la deviazione standard in Mircene e umulene è piuttosto elevata. I Cascade provenienti dalle altre zone mostrano invece una discreta stabilità ma soprattutto, molto importanti per la determinazione di un effetto *terroir*, una bella variabilità dal punto di vista aromatico.

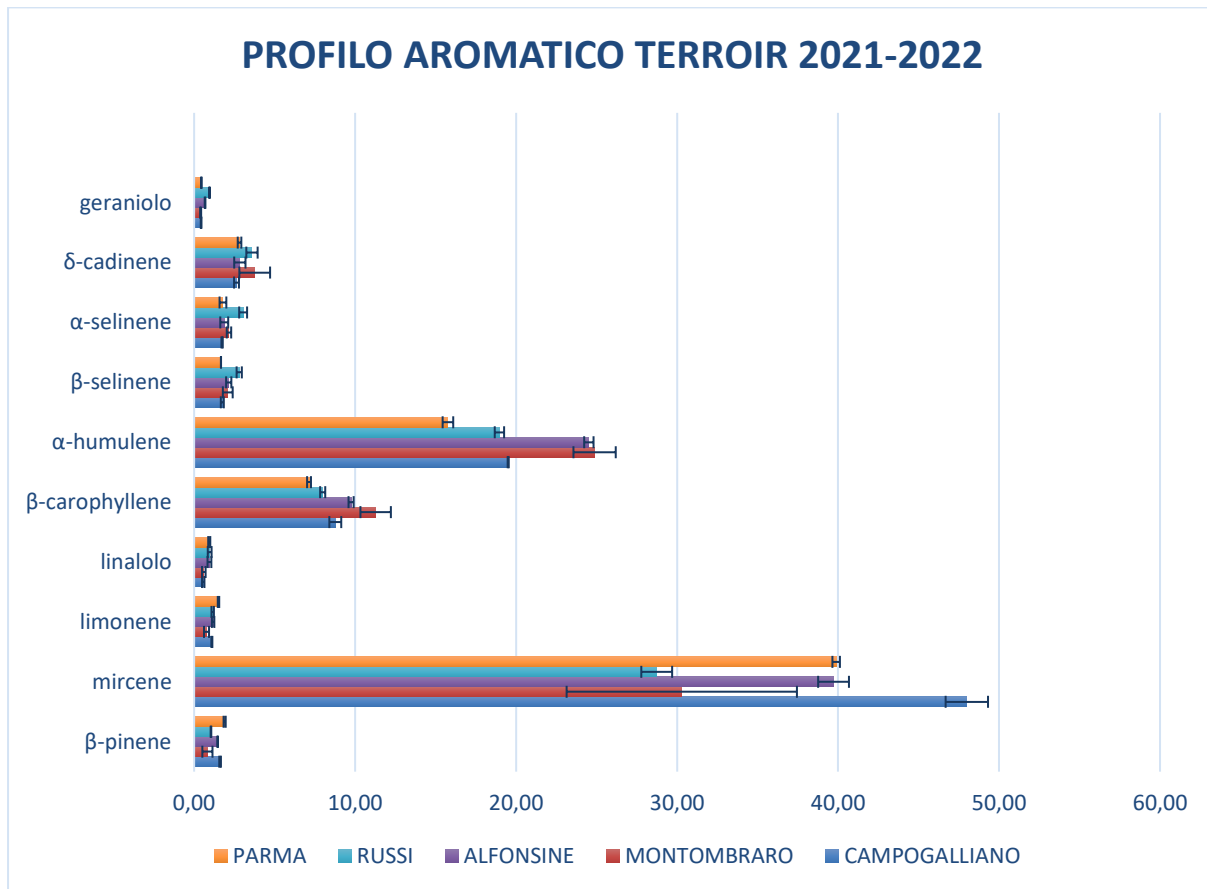


Figura 2.2.6. Profilo aromatico con media dei componenti. Annata 2021-22.

Andando in dettaglio, in figura 2.2.7 vediamo come i composti floreali fruttati siano prodotti maggiormente a Campogalliano, Russi, Alfonsine ed in provincia di Parma, mentre sono meno presenti a Montombraro, indicando come probabilmente l'altitudine influenzi la sintesi di questi composti.

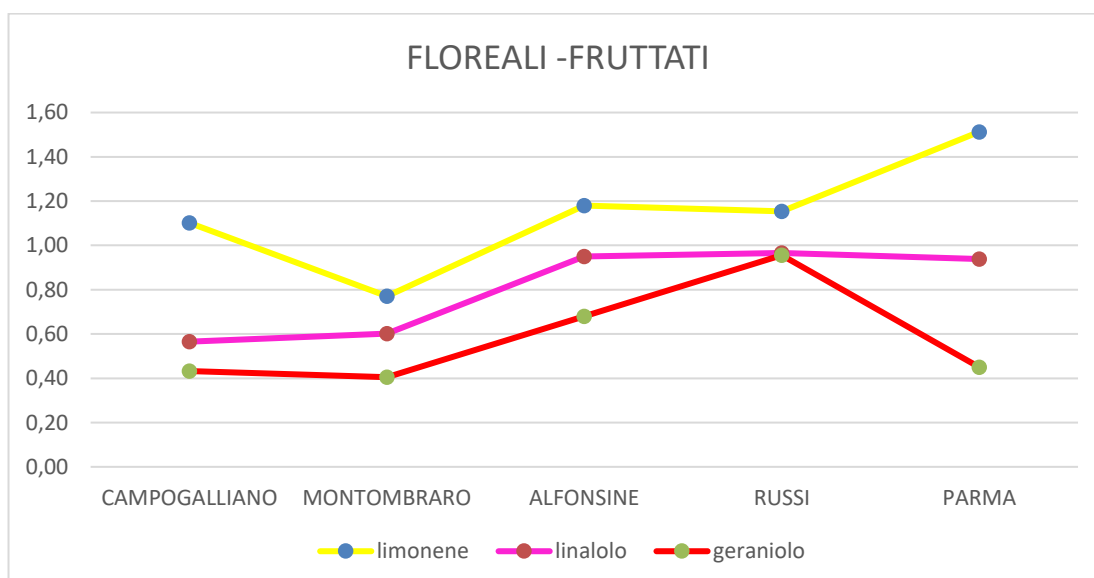


Figura 2.2.7. Dettaglio dei composti floreali-fruttati nelle zone studiate 2021-22.

Il mircene (Fig. 2.2.8), caratterizzato dalle note fruttate, balsamiche e erbacee, risulta essere invece più presente nel luppolo di Campogalliano, mentre ricopre meno importanza a Russi, nel ravennate.

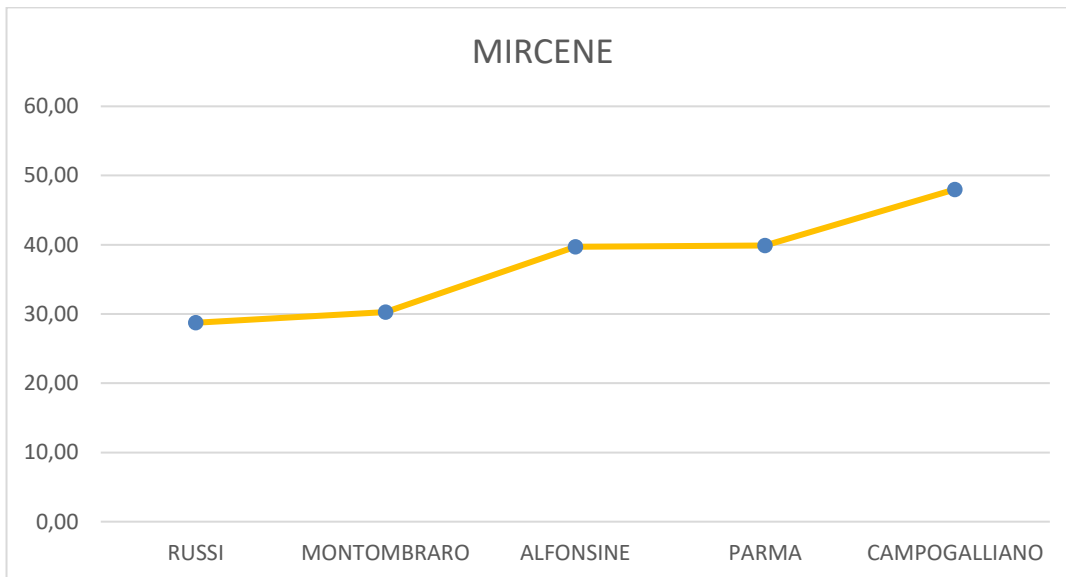


Figura 2.2.8. Dettaglio del contenuto in mircene nelle zone studiate 2021-22.

Gli aromi speziato terrosi di umulene e cariofillene (Fig. 2.2.9) sono invece più caratterizzanti i luppoli di Alfonsine e Montombraro, località all'apparenza molto diverse tra loro, indicando così come in questo caso, non sia sicuramente l'altitudine a innescare e o sfavorire la sintesi di questi composti.

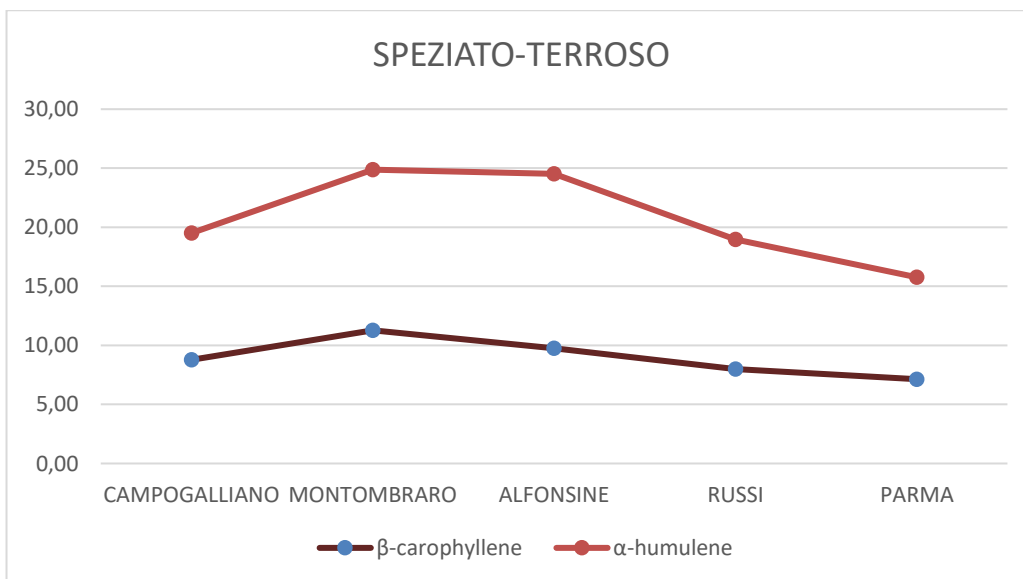


Figura 2.2.9. Dettaglio dei composti speziato-terrosi nelle zone studiate 2021-22.

I composti selineni e cadinene (Fig. 2.2.10), dotati aromi erbacei e freschi, sono invece caratterizzanti luppoli di Montombraro e Russi, mentre sono meno presenti in Cascade di Alfonsine, Campogalliano e Parma.

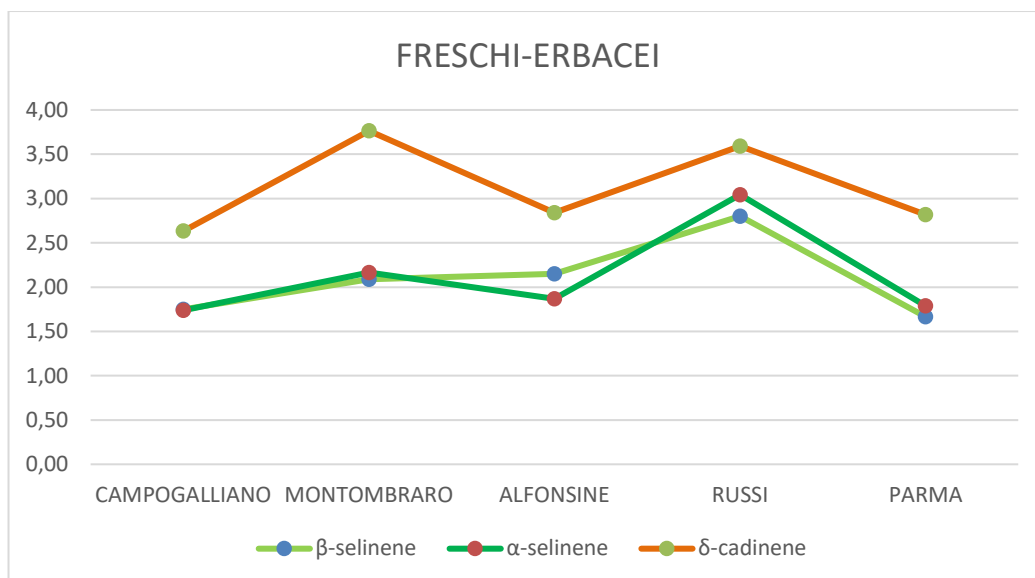


Figura 2.2.10. Dettaglio dei composti freschi erbacei nelle zone studiate 2021-22.

Questi dati raccolti quindi ci fanno osservare la presenza di effettivi cambiamenti all'interno delle sostanze di interesse del luppolo confutabili al territorio di produzione, essendo gli altri parametri mantenuti costanti. Il *terroir* nell'Emilia-Romagna ha quindi una sua valenza e una sua specificità degna di studi approfonditi e meritevole di interesse da parte dei birrifici per ottenere le birre desiderate, e dai produttori di luppolo per sapere quali sono i caratteri predominanti del luppolo da loro prodotto.

#### **Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità**

Tutti gli obiettivi previsti dal piano sono stati raggiunti. È stata individuata una certa influenza del *terroir* sulle caratteristiche del luppolo

#### **Attività ancora da realizzare**

Nessuna

**Azione** 2.3 MaturHop: individuazione di indici di maturazione sul luppolo

**Unità aziendale responsabile** Università di Parma

**Partner coinvolti** Azienda LUDOVICO LUCCHI, Società Agricola BELLAVISTA

#### Descrizione delle attività

Per quanto riguarda l'azione MATURHOP, la maturazione della cultivar Cascade è stata monitorata dalla formazione del cono fino alla raccolta e se possibile alla sovra maturazione per determinarne i cambiamenti a livello morfologico e compositivo, nell'arco di durata del progetto.

#### Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati presso l'azienda agricola Ludovico Lucchi, Campogalliano (MO), utilizzando 3 filari da 150 piante ciascuno, e presso il campo di luppolo della Società Agricola Bellavista sono state effettuate le validazioni delle misure. I primi prelievi sono stati fatti in entrambe le annate di progetto. Per questa attività, le date di prelievo dei campioni e le misurazioni di lunghezza e larghezza dei coni sono indicate in tabella 2.3.1.

n. campionamento	2021	2022	Misurazioni coni lunghezza-larghezza Medie nelle due annate	
			2021	2022
1	18/08/21	08/08/22	2,3-1,1	/ 0,7-0,5
2	23/08/21	17/08/22	2,7-1,4	/ 1,8-1,0
3	26/08/21- raccolta	26/08/22 - raccolta	2,8-1,2	/ 2,3-1,2
4	3/09/21	2/09/22	2,8-1,2	/ 2,3-1,2
5	8/09/21	8/09/22	2,7-1,2	/ 2,3-1,2
6	15/09/21	15/09/22	2,7-1,1	/ 2,3-1,2
7	-	21/09/22	2,6-1,2	/ 2,3-1,2
8	-	27/09/22	2,6-1,2	/ 2,3-1,2
9	-	5/10/22	2,6-1,2	/ 2,3-1,2

Tabella 2.3.1. Misurazione dei coni durante la maturazione nelle date di campionamento per i due anni di progetto.

Nel secondo anno di analisi, alcuni coni sono stati monitorati fino alla prima settimana di ottobre al fine di permettere l'analisi del campione in sovra maturazione.

In ogni prelievo sono state previste le seguenti analisi:

#### Determinazione del peso secco

Per la determinazione del peso secco si utilizza il metodo gravimetrico con determinazione del peso secco in g su 100 g.

#### Estrazione e quantificazione alfa e beta acidi

Per l'estrazione degli alfa e beta acidi, è stata utilizzata l'estrazione in metanolo, mentre la rilevazione è stata effettuata con HPLC –UV della Perkin Elmer in dotazione ai laboratori dell'Università di Parma. In dettaglio, i coni sono stati prima essiccati a 45 gradi per arrivare ad un umidità del 10% circa, e poi sono stati pestellati in azoto liquido per impedire l'ossidazione delle sostanze al loro interno. 0,5 gr di luppolo macinato sono stati pesati e estratti in metanolo per 3 ore in agitazione. Dopo la centrifuga a 3500 rpm per 15 minuti, il surnatante è stato prelevato e sul pellet è stato fatto un ulteriore passaggio con metanolo per un'estrazione completa degli alfa e beta acidi. Una volta prelevato il surnatante e messo in matraccio, l'estratto è stato portato a volume con metanolo (20 ml). È stato poi prelevato 1 ml della soluzione, filtrato con filtro da 0,45 µm e trasferito in eppendorf (in doppio) e poi vial per l'analisi. Tutti i campioni sono stati estratti in triplicato.

#### Estrazione degli oli

Gli oli sono stati estratti con distillazione in corrente di vapore (Fig. 2.2.2) per 3 ore a partire da 20 gr di luppolo. Le estrazioni sono state effettuate in triplicato.

#### Analisi GC/MS

Gli estratti sono stati diluiti con diluizione 1:200 con diclorometano e 1 microlitro di soluzione è stata iniettata in gas cromatografia accoppiata a massa. Tutti i campioni sono stati analizzati tramite gascromatografo TRACE 1300 - Thermo Scientific (San Jose, CA, USA) accoppiato a spettrometro di massa a singolo quadrupolo Thermo Scientific 208 ISQ™. Sono state utilizzate colonne cromatografiche capillari Supelcowax 10 (30 m x 0.25 mm, f.t. 0.25 µm) (Supelco) ed elio come gas carrier (1 ml/min). Il gradiente di temperatura del forno nel GC/MS partiva da 50°C, condizione mantenuta per 3 minuti, per poi arrivare dopo 45 minuti a 200°C (5°C /min). La temperatura finale è

stata mantenuta per 18 minuti in modo da permettere l'eluizione di tutti gli analiti presenti. L'iniettore è stato mantenuto a 230°C in modalità split con rapporto 1:20. Lo spettrometro di massa era equipaggiato di una sorgente a impatto elettronico (EI, 70 eV) e la modalità di acquisizione dati era full scan (monitorando da 40 m/z a 500 m/z). I principali componenti volatili sono stati identificati sulla base del loro spettro di massa in riferimento agli spettri presenti in data base (WILEY275, NBS75K, Adams 2001) e al calcolo dei loro Indici di Ritenzione (RI) tramite l'applicazione della formula di Kovats' (KI) per poi paragonarli ai RI riportati in letteratura.

## Risultati e discussione

Le misurazioni dei coni sono state eseguite dall'otto di agosto, fino al 5 di ottobre.

Per quanto riguarda le analisi, abbiamo osservato una leggera inflessione nella dimensione del cono dovuta principalmente all'annata siccitosa, ma in entrambe le annate, intorno al 26 di agosto abbiamo avuto il raggiungimento della dimensione finale dei coni (Tabella 2.3.1. Misurazione dei coni di luppolo).

Per la determinazione della qualità del luppolo, le sostanze principali che vengono prese in considerazione, sono la parte amaricante, contenuta nelle resine e composta da alfa e beta acidi, il contenuto in olio essenziale e la sua composizione. Tutti questi composti di interesse, sono contenuti all'interno di ghiandole resinose che si trovano all'ascella delle brattee dei coni di luppolo. Gli acidi amari, caratterizzati quindi dal caratteristico sentore amaro, si dividono in umuloni e lupuloni. Negli alfa acidi, o umuloni, un composto in particolare viene preso in considerazione come parametro qualitativo nel luppolo, ed è il coumulone (COH), che viene espresso come quantità percentuale sul contenuto totale di alfa acidi. Le analisi sono state effettuate per i due anni produttivi presenti all'interno del progetto. I risultati ottenuti, sono mostrati nei grafici in figura 2.3.1. Si può osservare come nel 2021 i valori di composti amaricanti siano arrivati a livelli maggiori rispetto al 2022, ma che il primo punto di prelievo, nonostante il cono fosse appena formato, non ha reso possibile l'osservazione della cinetica di accumulo degli acidi amari. Questo vuol dire che la cultivar Cascade, ha una cinetica di accumulo molto concentrata, e che già dalle prime fasi di formazione, abbiamo il quantitativo di acidi amari praticamente stabile. Il picco, la massima quantità prodotta si osserva comunque al tempo di maturazione 3 (26 agosto) (Figura 2.3.1 A), con un 0.30% in più di alfa acidi. I beta acidi sembrano invece avere un andamento più graduale, con il primo prelievo che mostra un contenuto di questi di circa 0.70% in meno del picco di accumulo, al tempo 3. Il contenuto si stabilizza e raggiunge i livelli maggiori tra il tempo 3 e il tempo 4. L'anno successivo, il 2022 abbiamo effettuato i primi prelievi dei campioni a cono ancora in fase di transizione da fiore a strobilo. Questo ci ha permesso di osservare meglio la cinetica di accumulo degli acidi amari. Infatti, in questo caso (Figura 2.3.1 B), si passava dal 0.97 e 1.35 % di alfa e beta acidi rispettivamente al tempo di maturazione 1, a 5.72 e 6.48 al tempo di maturazione 4 (2 settembre), con i beta acidi che raggiungono il plateau di maturazione a tempo 6 (15 settembre), mostrando ancora una volta la diversa cinetica di sintesi rispetto agli alfa acidi. In ogni caso, il tempo di raccolta perfetto per quanto riguarda gli alfa acidi, nel 2022 andava dal tempo di maturazione 3 al 6.

Nel primo anno di sperimentazione, la raccolta al 15 settembre ha coinciso con la massima espressione di beta acidi (Figura 2 A), ma non la massima quantità di alfa acidi. Nel secondo anno al raccolto è stata molto più tardiva, ma il contenuto massimo di acidi amari era stato raggiunto da un po' (Figura 2 B).

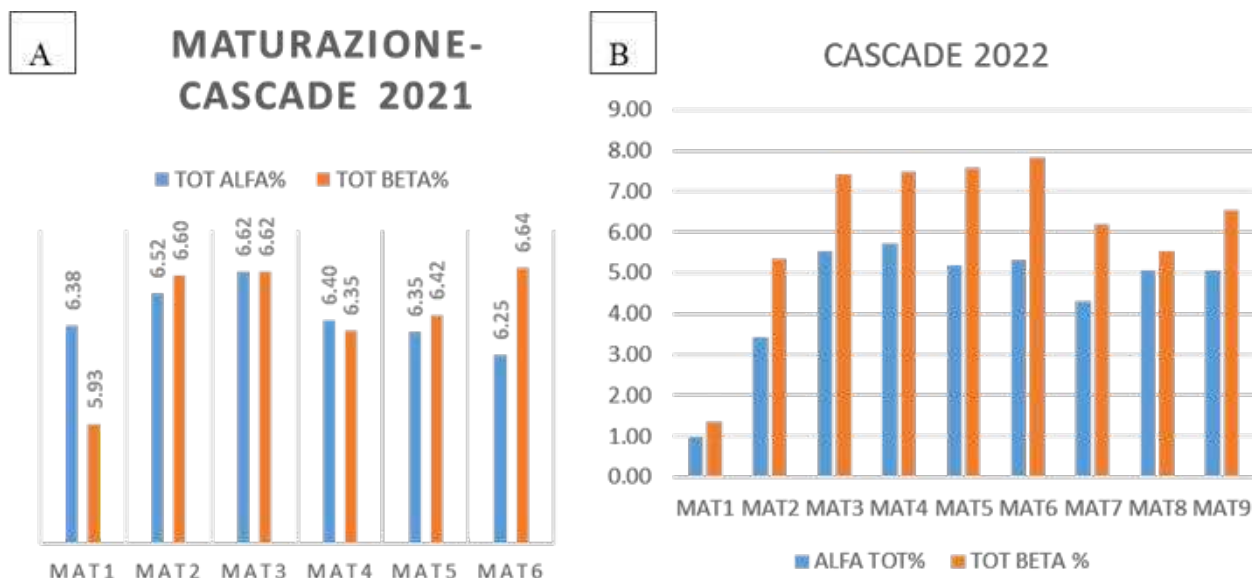


Figura 2.3.1. (A) contenuto in alfa e beta acidi Cascade annata 2021. (B) contenuto alfa e beta acidi Cascade annata 2022.

Per quanto riguarda il coumulone (Fig. Figura 2.3.2), il più importante degli alfa acidi dal punto di vista commerciale, è possibile osservare un cambiamento nella percentuale compositiva degli alfa acidi nell'anno 2021 (Figura 2.3.2 A). Questo dato ci dice che la sintesi del coumulone, nell'annata 2021 è stata graduale e ha raggiunto una percentuale stabile intorno al tempo di maturazione 3. Discorso molto differente va fatto invece per l'annata 2022 (Figura 2.3.2 B), dove gli alfa acidi hanno mantenuto più o meno costante la loro proporzione, rimanendo sempre tra il 23 e 27



% dal primo tempo di prelievo all'ultimo. Questo dato ci fa dire innanzitutto come la proporzione degli acidi amari non sia costante e probabilmente dipenda da fattori ambientali, quali temperatura e piovosità, portando quindi alla conclusione che questo dato non sia da tenere in considerazione per determinare il giusto momento di raccolta del luppolo.

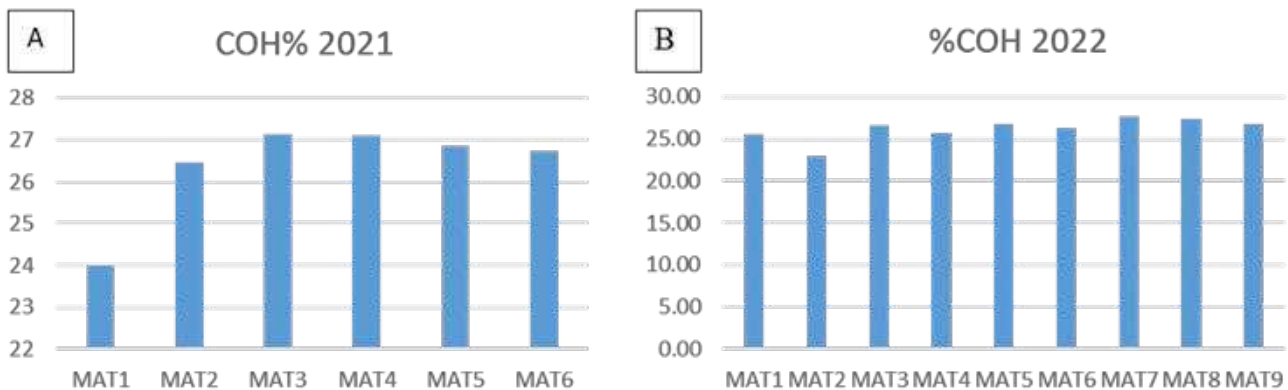


Figura 2.3.2. A. contenuto in coumulone percentuale Cascade annata 2021. B. contenuto coumulone percentuale Cascade annata 2022.

Per quanto riguarda il contenuto in oli essenziali, che corrisponde all'accumulo della componente aromatica, la cinetica mostra differenze interessanti (Figura 2.3.3 A e B). Si osserva un aumento graduale di oli essenziali, dal primo prelievo fino all'ultimo in entrambe le annate e parimente, si raggiungono concentrazioni di olio superiori ai range varietali (nel nostro caso 2-2,5%), mostrando un grande apporto dell'ambiente a questa varietà. Nel 2021 si raggiunge al massima produzione di olio intorno al tempo di maturazione 4 e 5(3 settembre e 15 settembre), mentre nell'annata 2022, al tempo di maturazione 6-7 (15-21 settembre).

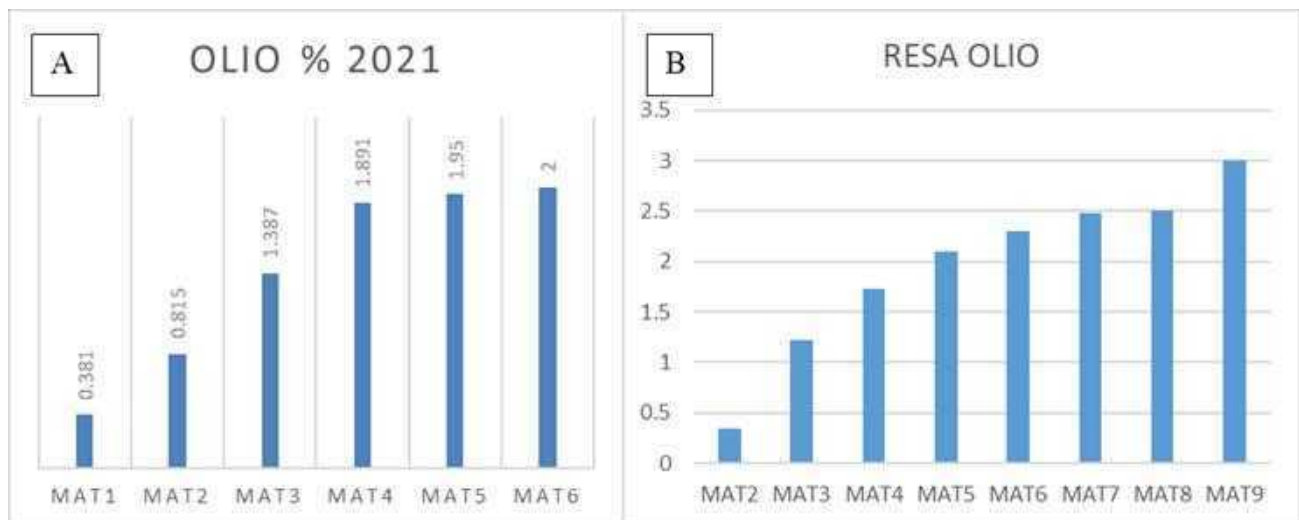


Figura 2.3.3. A. contenuto in oli essenziali Cascade annata 2021. B. contenuto oli essenziali Cascade annata 2022.

Per quanto riguarda il profilo aromatico, nei due anni di analisi, è stata osservata la cinetica di formazione dei principali aromi del luppolo.

Il luppolo, possiede un olio essenziale tra i più complessi in natura, con più di 1000 molecole riscontrate, ma di queste, una decina rappresentano fino al 90% del contenuto totale. Tra queste, il mircene, è un monoterpene può rappresentare fino al 70% dell'olio totale nel luppolo fresco, ed è caratterizzato da note olfattive balsamiche e fruttate e viene associato spesso al frutto del mango. Poi abbiamo il limonene, noto per il caratteristico aroma di limone, e pinene, dalle note balsamiche e resinose. Di notevole importanza sono anche alcuni sesquiterpeni tra cui selinene con i suoi due isomeri e cadinene, con note erbacee e fresche, il cariofillene, dalle note speziate e l'umulene dalle note legnose e terrose. Poi abbiamo il linalolo e geraniolo, molto importanti soprattutto perché sono più stabili e resistono bene anche durante il processo di birrificazione, dagli aromi floreali e fruttati. In questa annata i grafici non sono presenti in quanto non mostravano cinetiche di accumulo o decrescita particolari ma semplicemente restavano stabili lungo i tempi di raccolta, mostrando come anche in questo caso, come gli alfa acidi, la sintesi di questi aromi inizia nelle prime fasi di sviluppo del cono.

In Figura 2.3.4 possiamo osservare le diverse cinetiche di formazione dei terpeni. Possiamo vedere come soprattutto mircene e limonene, abbiano un accumulo graduale e vengano sintetizzati di più mano a mano che la stagione

procede. Il limonene (Figura 2.3.4 A), passa ad essere presente per un 0.1% a quasi un 1%, mentre il mircene (Figura 2.3.4 B), passa dal 20% a più del 40% dell'olio totale, rivestendo quindi sempre più importanza all'interno dell'olio essenziale. Diverso discorso è invece per cariofillene e umulene (Figura 2.3.4 D ed E), sesquiterpeni dalle note spezzate e terrose, che mostrano invece una decrescita nel tempo. Il cariofillene passa dal 8.2% al 5.8%, mentre l'umulene, che passa dal 15.1% al 8.3%. Questo trend inverso è dovuto al fatto che la biosintesi dei composti aromatici nel cono, non avviene simultaneamente per tutti. I primi ad essere sintetizzati sono i sesquiterpeni, come umulene e cariofillene, che vanno incontro ad una progressiva perdita di importanza nel tempo, se non ad una degradazione graduale, mentre per ultimi vengono sintetizzati i monoterpeni, come mircene e limonene, che acquisiscono quindi sempre più importanza mano a mano che la stagione prosegue.

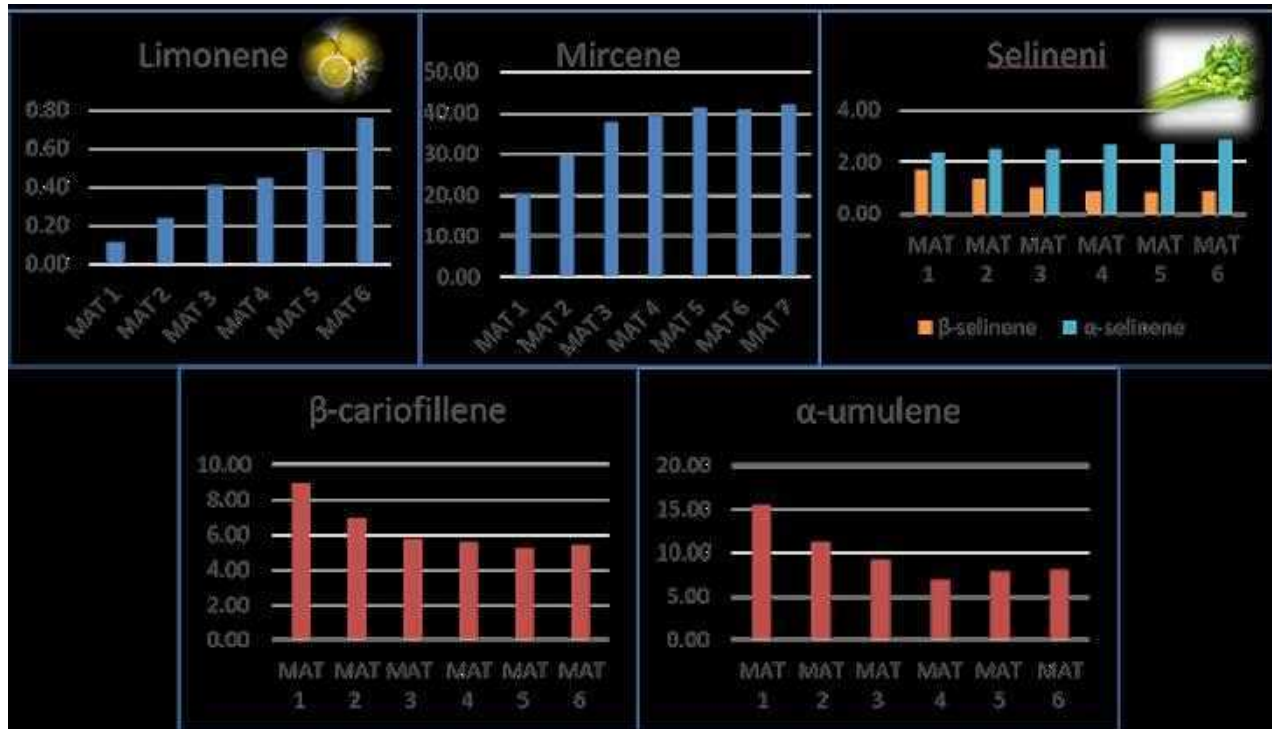


Figura 2.3.4. Cinetica di accumulo con contenuto % dei principali aromi Cascade annata 2021 durante i prelievi nella stagione vegetativa. A. contenuto in limonene; B. Contenuto in Mircene; C. Contenuto in Selenene; D. Contenuto in cariofillene; E. Contenuto in umulene.

Il 2022 come precedentemente detto, ha permesso di ottimizzare il piano sperimentale. I dati del 2021 sono stati utili per capire che molte sostanze sono sintetizzate nel cono ancora prima della completa formazione dello stesso, quindi, i prelievi stavolta più anticipati hanno permesso l'osservazione delle cinetiche di formazione di più composti. In figura 2.3.5 si può vedere il profilo di accumulo nei vari tempi di raccolta (in diverso colore) dei principali composti studiati. Spiccano sicuramente gli andamenti a salire di mircene e pinene, che vendono sintetizzati anno a mano durante la stagione, e discendente di umulene e cariofillene, i primi ad essere sintetizzati e che diminuiscono di importanza nel profilo aromatico mano a mano che si prosegue con la stagione vegetativa.

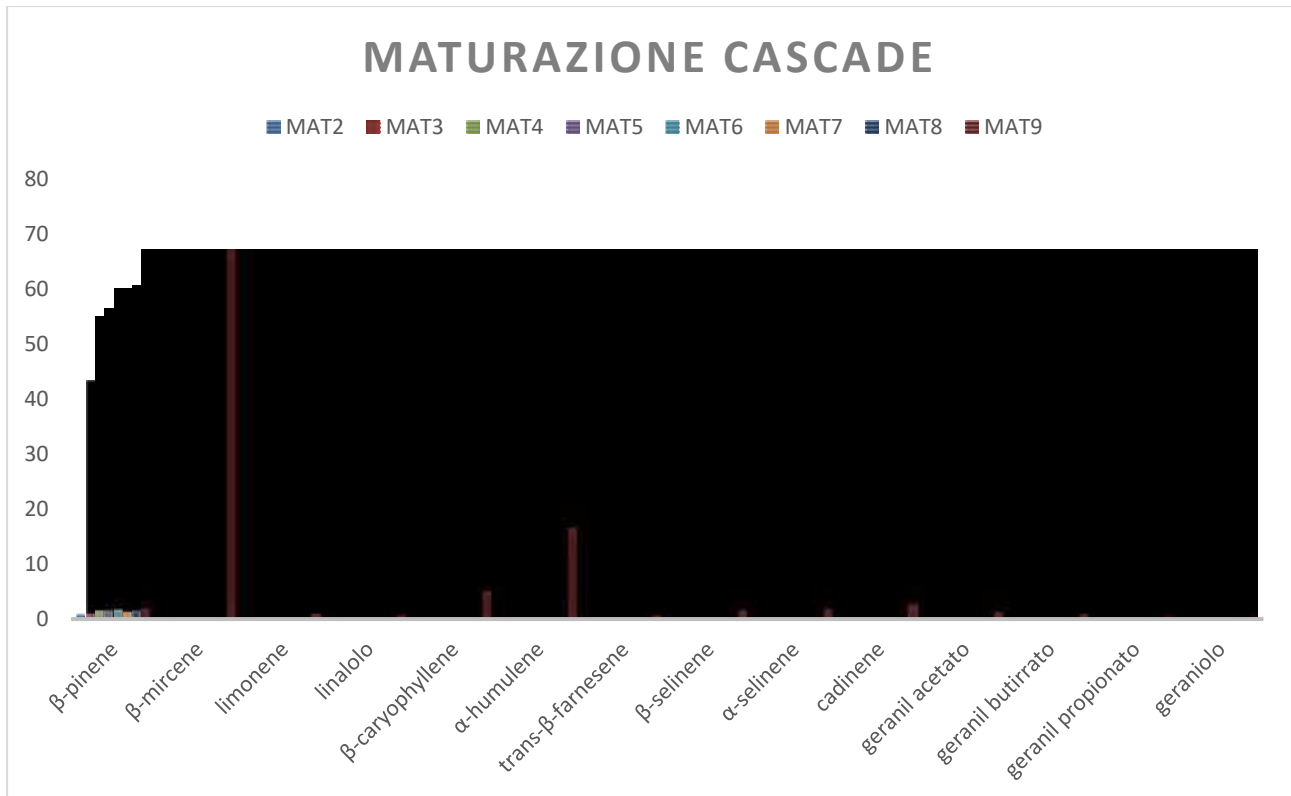


Figura 2.3.5. Cinetica di accumulo totale con contenuto % dei principali aromi Cascade annata 2022 durante i prelievi nella stagione vegetativa.

Dal cromatogramma risultante dall'analisi in GC (Fig. 2.3.6), già si potevano vedere alcune differenze nei campioni a diversa maturazione. In dettaglio, in figura 6, possiamo vedere indicati con freccia verde alcuni sesquiterpeni, che decrescono nel tempo, e un esempio di monoterpeni che invece si accrescono andando avanti con la maturazione.

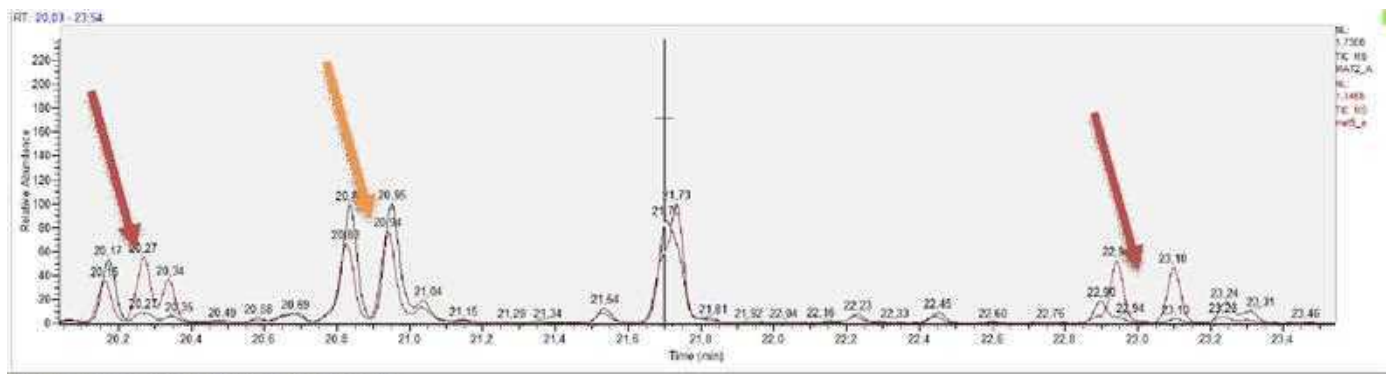


Figura 2.3.6. Esempio di cromatogrammi risultanti dall'analisi GC-MS sovrapposti. In nero il cromatogramma relativo al tempo 2, quindi cono in formazione, e in rosso il cromatogramma relativo al tempo 9, quindi una parziale sovramaturazione. Le frecce indicano alcuni esempi di composti che decrescono nel tempo (freccia verde) e che crescono mano a mano che al maturazione va a vanti (freccia arancione).

Osservando i composti principali in dettaglio, possiamo vedere l'andamento del mircene (figura 2.3.7) che tende ad accrescersi, passando dal 27% dell'aroma totale, al 67% al 5 ottobre 2022, confermando quanto visto nell'annata precedente.

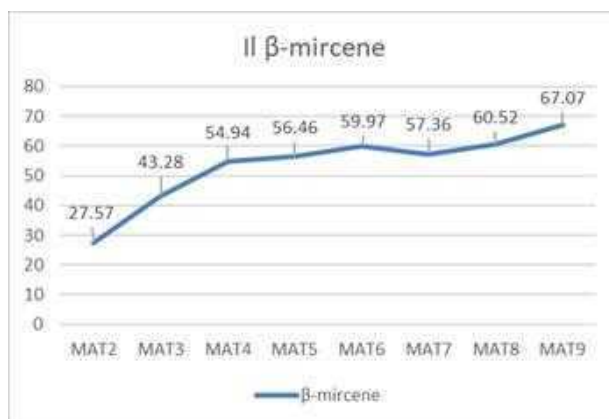


Figura 2.3.7. Cinetica di accumulo con contenuto % di mircene in Cascade annata 2022 durante i prelievi nella stagione vegetativa.

Il mircene arriva quindi a raggiungere i limiti superiori varietali per quanto riguarda l'accumulo di questo aroma. In figura 2.3.8 vediamo invece descritto l'andamento dei monoterpeni pinene e limonene, portatori di sentori resinoso balsamici e citrici, che si conferma crescente.

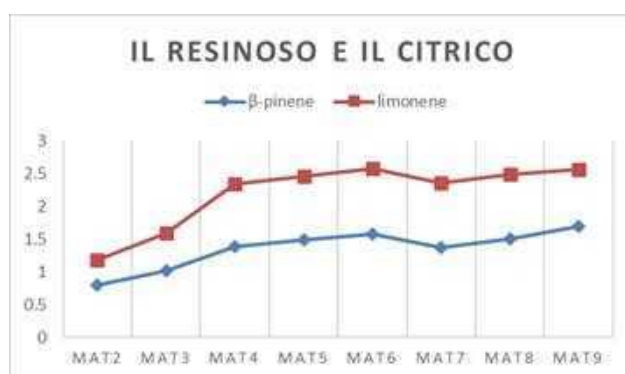


Figura 2.3.8. Cinetica di accumulo con contenuto % di aromi resinosi (pinene) e citrici (limonene) in Cascade annata 2022 durante i prelievi nella stagione vegetativa.

Dal grafico descrittivo della cinetica di accumulo in figura 2.3.9 invece, vediamo l'andamento dei composti erbacei e agrumati. Questi composti, sono tutti sesquiterpeni e mostrano l'andamento decrescente nel tempo dato dalla loro formazione invece precoce.



Figura 2.3.9. Cinetica di accumulo con contenuto % di aromi erbacei (cadinene e selinene) e agrumati (trans beta farnesene) in Cascade annata 2022 durante i prelievi nella stagione vegetativa.

In figura 2.3.10 sono indicati gli aromi speziati e terrosi dati da cariofillene e umulene. Anche in questo caso, le molecole responsabili di questi sentori sono sesquiterpeni e tendono quindi a decrescere come importanza durante la stagione.

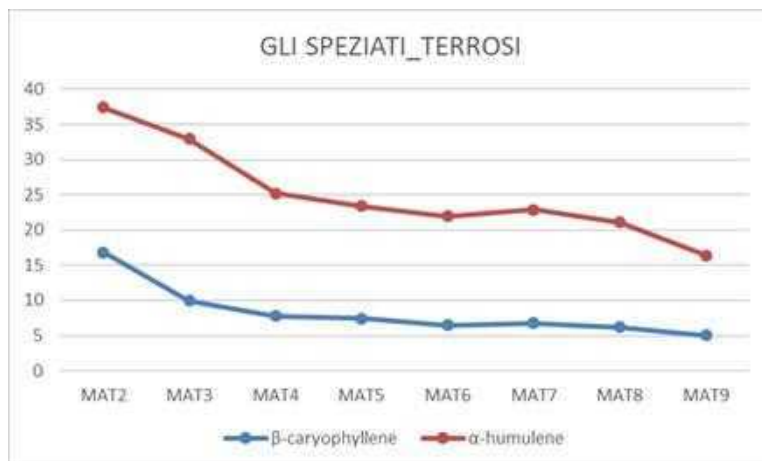


Figura 2.3.10. Cinetica di accumulo con contenuto % di aromi speziati (cariofillene) e terrosi (umulene) in Cascade annata 2022 durante i prelievi nella stagione vegetativa.

Questi anni di analisi ci hanno permesso quindi di determinare i principali momenti di accumulo di metaboliti, di determinare le cinetiche di maturazione ed osservare il miglior momento per la raccolta, che deve essere un compromesso tra la parte amaricante, aromatica, e all'interno della parte aromatica, tra i sentori dati dai monoterpeni e dai sesquiterpeni. Risulta quindi difficile trovare un fattore oggettivo per determinare il giusto momento di raccolta, ma sappiamo che ritardando o anticipando, potremmo avere un prodotto caratterizzato diversamente, e che è quindi necessaria una notevole attenzione da parte dell'agricoltore per questo passaggio estremamente delicato. Ciononostante, la finestra di maturazione di Cascade si è mostrata piuttosto stabile in entrambe le annate, nonostante le condizioni climatiche particolarmente complesse. Infatti, la finestra di raccolta ottimale, è andata da 8 settembre al 15 settembre nel 2021 e dall'8 settembre al 21 settembre nel 2022, dandoci quindi un'idea di periodo ottimale per la raccolta di questa varietà.

#### **Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità**

Tutti gli obiettivi previsti dal piano sono stati raggiunti. È stata descritta la cinetica di maturazione della cv Cascade.

#### **Attività ancora da realizzare**

Nessuna

**Azione** 2.4 NutriHop: individuazione del miglior piano di fertilizzazione

**Unità aziendale responsabile** Università di Parma

**Partner coinvolti** Azienda LUDOVICO LUCCHI, Società Agricola BELLAVISTA

#### Descrizione delle attività

**Nutrihop**, è il filone di progetto nato per ottimizzare le performance del luppolo in Italia. Infatti, essendo il luppolo una coltura ancora nuova nel nostro territorio, ed avendo condizioni pedoclimatiche molto diversificate rispetto ai paesi a tradizione luppolicola, vi è la necessità di customizzare il nutrimento di questa pianta durante la stagione vegetativa, sulla base delle nostre condizioni e del nostro territorio.

#### Materiali e metodi

In questa sperimentazione, sono state prese in considerazione nutrienti biologici, e come metodo di somministrazione, la fertilizzazione fogliare. Questo in un'ottica di sostenibilità ambientale, evitando dilavamento di fertilizzante verso le falde, e utilizzando sostanze naturali per una maggiore preservazione del territorio.

In questo esperimento, effettuato presso l'azienda Ludovico Lucchi e validato presso l'Azienda Bellavista, il piano sperimentale prevedeva tre piani di fertilizzazione, confrontati con un controllo non fertilizzato. Tutti i piani sperimentali ed il controllo però avevano come base una letamazione invernale come ammendante e un primo trattamento prima della fioritura con Fertamin e Alga P, precedentemente selezionati per le capacità di rinforzo della pianta. I prodotti sono stati forniti da Capara S.r.l. (partner di progetto) e la composizione è indicata in tabella 2.4.1.

<b>ALGA P</b> Algae extract ( <i>Ascophyllum nodosum</i> ) (N) 1 % K <sub>2</sub> O 19 % Betaine.0,1 % Mannitolo 4 % Carbon (C) organico tot origine Biologica 20 %	<b>Fertamin L fogliare-</b> fluid hydrolysed animal epithelium N tot 9% N organico 9% C organico 30.5%
--	---

Tabella 2.4.1. Composizione fertilizzanti utilizzati come base per i piani sperimentali.

I piani sperimentali da applicare dopo la fioritura erano così costituiti:

Tesi 1 (T1): Selenio (Prodotto non in vendita, solo per sperimentazione. Composizione: N tot: 1%; N org: 1%; K<sub>2</sub>O solubile:6%; C org: 12%; Betaina: 1%; Se: 1%).

Tesi 2 (T2): Zinco (**Zinco P**: Zn solubile e Zn chelato con EDTA 15%+15%)

Tesi 3 (T3): Zinco + Selenio

Ogni fertilizzazione è stata testata su tre filari composti da 150 piante. Ogni tesi era separata dall'altra da 3 filari liberi da fertilizzazione. Questo piano sperimentale è stato mantenuto per i due anni di sperimentazione.

I campioni per le analisi sono stati prelevati alla raccolta e essiccati nell'essiccatore industriale presente presso le aziende agricole, fino a raggiungere un'umidità di circa il 10%.

Tutte le analisi sono state fatte in triplicato.

Le analisi condotte per ogni trattamento sono state le seguenti:

#### Determinazione del peso secco

Per la determinazione del peso secco si utilizza il metodo gravimetrico con determinazione del peso secco in g su 100 g.

#### Estrazione e quantificazione alfa e beta acidi

Per l'estrazione degli alfa e beta acidi, è stata utilizzata l'estrazione in metanolo, mentre la rilevazione è stata effettuata con HPLC –UV della Perkin Elmer in dotazione ai laboratori dell'Università di Parma. In dettaglio, i coni sono stati prima essiccati a 45 gradi per arrivare ad un'umidità del 10% circa, e poi sono stati pestellati in azoto liquido per impedire l'ossidazione delle sostanze al loro interno. 0,5 gr di luppolo macinato sono stati pesati e estratti in metanolo per 3 ore in agitazione. Dopo la centrifuga a 3500 rpm per 15 minuti, il surnatante è stato prelevato e sul pellet è stato fatto un ulteriore passaggio con metanolo per un'estrazione completa degli alfa e beta acidi. Una volta prelevato il surnatante e messo in matraccio, l'estratto è stato portato a volume con metanolo (20 ml). È stato poi prelevato 1 ml della soluzione, filtrato con filtro da 0,45 µm e trasferito in eppendorf (in doppio) e poi vial per l'analisi.

Tutti i campioni sono stati estratti in triplicato.

#### Estrazione degli oli

Gli oli sono stati estratti con distillazione in corrente di vapore (Fig. 2.2.2) per 3 ore a partire da 20 gr di luppolo. Le estrazioni sono state effettuate in triplicato.

#### Analisi GC/MS

Gli estratti sono stati diluiti con diluizione 1:200 con diclorometano e 1 microlitro di soluzione è stata iniettata in gas cromatografia accoppiata a massa. Tutti i campioni sono stati analizzati tramite gascromatografo TRACE 1300 - Thermo Scientific (San Jose, CA, USA) accoppiato a spettrometro di massa a singolo quadrupolo Thermo Scientific 208 ISQ™. Sono state utilizzate colonne cromatografiche capillari Supelcowax 10 (30 m x 0.25 mm, f.t. 0.25 µm) (Supelco) ed elio come gas carrier (1 ml/min). Il gradiente di temperatura del forno nel GC/MS partiva da 50°C, condizione mantenuta per 3 minuti, per poi arrivare dopo 45 minuti a 200°C (5°C /min). La temperatura finale è stata mantenuta per 18 minuti in modo da permettere l'eluizione di tutti gli analiti presenti. L'iniettore è stato mantenuto a 230°C in modalità split con rapporto 1:20. Lo spettrometro di massa era equipaggiato di una sorgente a impatto elettronico (EI, 70 eV) e la modalità di acquisizione dati era full scan (monitorando da 40 m/z a 500 m/z). I principali componenti volatili sono stati identificati sulla base del loro spettro di massa in riferimento agli spettri presenti in data base (WILEY275, NBS75K, Adams 2001) e al calcolo dei loro Indici di Ritenzione (RI) tramite l'applicazione della formula di Kovats' (KI) per poi paragonarli ai RI riportati in letteratura.

#### Risultati e discussione

Dai risultati inerenti il contenuto in alfa e beta acidi (Fig. 2.4.1), abbiamo visto come i piani di fertilizzazione abbiano avuto influenza nella biosintesi di questi metaboliti. Le differenze all'interno della stessa annata sono tangibili (Figura 2.4.1 A e B), e il contenuto in alfa acidi (azzurro) variava nel 2021 (Figura 2.4.1 A) da 5.21% nella tesi 3 (T3) a 6.57% nella tesi 1 (T1), mostrando come i microelementi aggiunti, posano dare effetti di stimolo alla biosintesi oppure essere in qualche modo inibitori. Tesi 1 e Tesi 2 risultano comunque avere un contenuto in alfa acidi maggiore rispetto al controllo, mostrando così di aver raggiunto un miglioramento nelle performance ulteriore, rispetto al punto di inizio. I beta acidi sembra invece che siano stati favoriti dal trattamento 2 (T2) arrivando a quasi l'8%, contro un 6.28% nella T3.

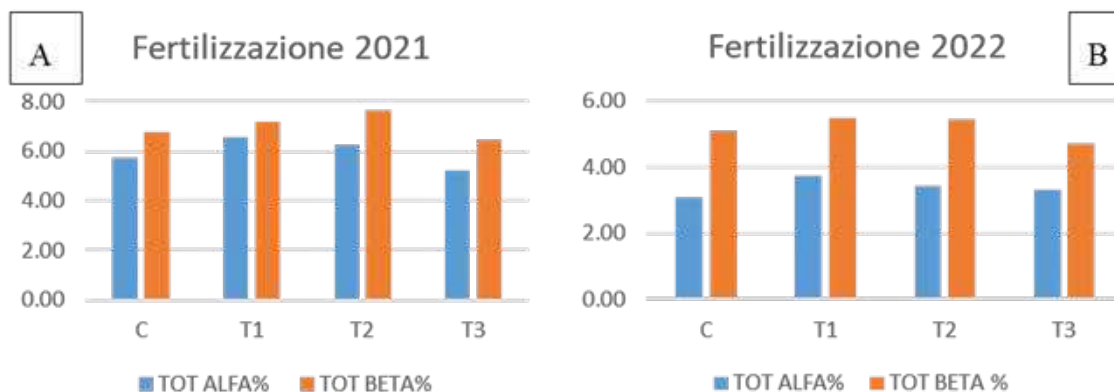


Figura 2.4.1. A. Contenuto in alfa e beta acidi Cascade annata 2021. B. contenuto alfa e beta acidi Cascade annata 2022.

Nel 2022, l'annata particolarmente secca ha fatto sì che il quantitativo di alfa acidi all'interno dei coni prodotti fosse ridotto rispetto alla norma. Si vede infatti come il contenuto in alfa acidi non raggiunga il 4%; resta però invariato il dato sulla tesi 1 (T1) (Figura 2.4.1 B), che si attesta come quella che maggiormente favorisce la formazione di alfa acidi. I beta acidi invece mostrano livelli simili per T1 e T2, solo leggermente superiori al controllo (C).

Il contenuto in coumulone per le due annate (figura 2.4.2 A e B) è simile, mostrando quindi come l'influenza dell'annata sul contenuto in coumulone sia irrilevante e come questo dato sia probabilmente più legato alla genetica varietale che all'ambiente circostante. Nel 2021, la percentuale di coumulone era simile tra le tesi e controllo, mostrando poche differenze non significative, e lo stesso trend si è osservato nell'annata 2022.

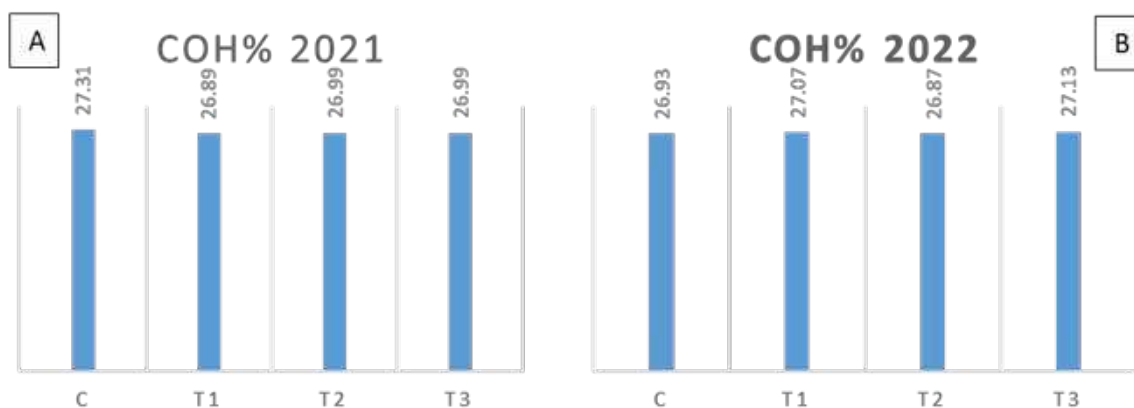


Figura 2.4.2. A. Contenuto in coumulone% di Cascade annata 2021. B. contenuto coumulone% Cascade annata 2022.

Per quanto riguarda la produzione di olio essenziale (Fig. 2.4.3), si osservano differenze tra le annate, mostrando come questo dato sia probabilmente più influenzato da altri dall'andamento climatico. Nell'annata 2021 (Fig. 2.4.3 A) si assiste ad una maggior produzione di olio per i luppoli presenti nella tesi 2 e 1 (T2 e T1), con una quantità prodotta del 2.5%. Nel 2022 invece, la tesi con la maggior quantità di olio essenziale è stata la Tesi 1 (T1), con la tesi 2 invece contraddistinta per quantità di olio al di sotto della tesi 3.

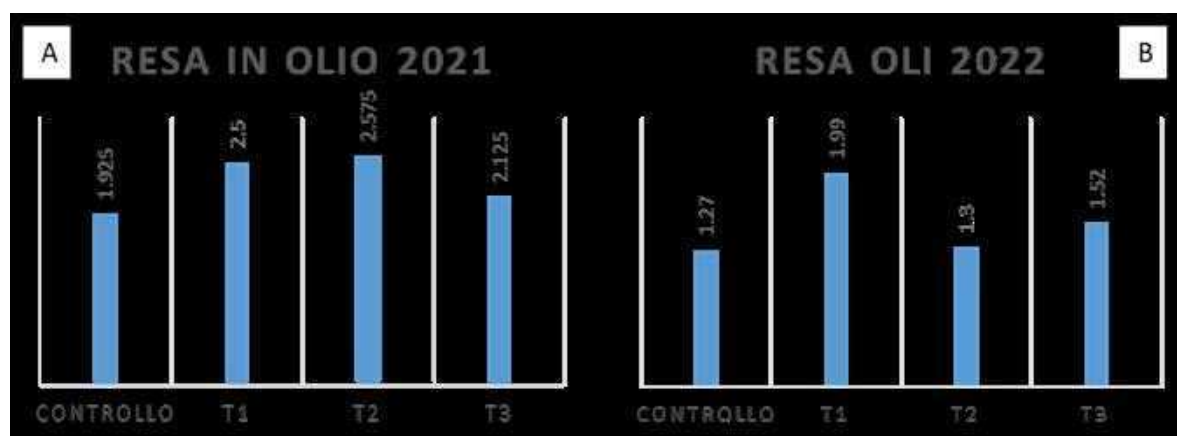


Figura 2.4.3. A. contenuto in oli essenziali Cascade annata 2021. B. contenuto oli essenziali Cascade annata 2022 per le varie tesi sperimentali.

Andando in dettaglio, in figura 2.4.4 e 2.4.5 possiamo vedere il profilo aromatico totale delle varie tesi nel 2021 e nel 2022.

Dalla figura 2.4.4 si possono osservare differenze relative alla presenza percentuale dei diversi composti, che sembrano essere più o meno favoriti dal piano di fertilizzazione impiegato. Partendo dai monoterpeni, il pinene sembra non subire particolari scosse, ma ha un trend di crescita nel tesi 3 e 2 (grigio e arancio). Il mircene, segue lo stesso andamento, con una maggiore percentuale presente in T3 e T2, mentre il più scarso è risultato il controllo, con una percentuale contenuta di mircene inferiore la 50%. Le molecole dai sentori floreali, fruttate e citriche linalolo, geraniolo e bergamotene, sembrano invece essere più presenti negli oli prodotti nel controllo. Trans beta farnesene, dalle note luppolate e citriche tipiche dei luppoli "nobili" europei, ed il cariofillene, sono invece favoriti dalla tesi 1, insieme al cadinene e al geraniolo acetato e umulene, arricchendosi quindi di note luppolate, fresche, floreali e speziate.





Figura 2.4.4. Profilo aromatico degli oli risultati dai diversi piani di fertilizzazione con contenuto % dei principali aromi Cascade annata 2014.

Nel 2022, ancora si possono osservare differenze dovute alla fertilizzazione, ma anche differenze dovute all'annata (Figura 2.4.5). Infatti, se le differenze tra le tesi restano, non sono però del tutto sovrapponibili a quelle dell'annata precedente. Nel 2022 infatti il pinene non mostra particolari differenze tra le tesi, mentre il mircene risulta più presente nella tesi 1 e nel controllo, seguito da tesi 2 e tesi 3. La tesi 3 invece, sembra essere maggiormente contraddistinta da umulene e cariofillene e selinene, quindi un maggior contributo di note speziate e terrose e fresche. Da notare l'assenza di cadinene (note erbacee) nella tesi 2, mentre la maggior presenza di geranil isobutirato, quindi note floreali e meno note erbacee.



Figura 2.4.5. Profilo aromatico degli oli risultati dai diversi piani di fertilizzazione con contenuto % dei principali aromi Cascade annata 2022.

Le analisi ci hanno quindi permesso di individuare il piano di fertilizzazione che più favorisce il contenuto in alfa acidi (Tesi 1 in entrambe le annate), quindi come il selenio e betaine abbiano un effetto di potenziamento della sintesi di questi metaboliti. Inoltre, anche la sintesi di olio essenziale risulta favorito da questi elementi nutritivi. Per quanto riguarda il profilo aromatico, la questione è più complessa, anche solo per la complessità dei risultati. Sono tante le variabili e gli elementi presi in considerazione, ma è indubbio, che anche in questo caso il piano nutrizionale abbia un'influenza notevole sulla qualità organolettica del luppolo.

**Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità**

Tutti gli obiettivi previsti dal piano sono stati raggiunti. È stata individuata l'influenza dei microelementi testati sulla produzione di coni di luppolo. Inoltre è stato impostato un piano di fertilizzazione base costituito da concimazione organica (subito dopo la raccolta), Concimazione primaverile con concime organico quale sangue secco e infine concimazione fogliare con ALGA P e Fertamin da distribuire all'emissione delle branche laterali. Questa concimazione è stata validata anche presso l'azienda Bellavista. I microelementi distribuiti in fioritura hanno la capacità di modificare il profilo aromatico del cono.

**Attività ancora da realizzare**

Nessuna

**Azione** **2.5 BiodiversHop: individuazione della biodiversità regionale e valorizzazione dell'esistente**

**Unità aziendale responsabile** Università di Parma

**Partner coinvolti** Azienda Ludovico Lucchi, Fornitore unico Centro Attività Vivaistiche – CAV

### **Descrizione delle attività**

Questa azione ha previsto la ricerca di piante selvatiche di luppolo all'interno della Regione in modo da aumentare la biodiversità. Quest'attività ha previsto la ricognizione di nuovo materiale, la sua moltiplicazione e la sua caratterizzazione utilizzando marcatori molecolari (SSR). Successivamente il materiale propagato è stato collezionato presso il campo sperimentale di Marano sul Panaro (MO). Parallelamente a questa attività è stata avviata la valorizzazione e la conservazione di due genotipi (uno noto e uno "italiano") grazie alla consulenza del CAV (Centro Attività Vivaistiche). Nell'ambito dell'attività di qualificazione del luppolo, il CAV ha definito un disciplinare di conservazione e valutazione fitosanitaria (Prototipo di protocollo di certificazione fitosanitaria)

### **Materiali e metodi**

Durante gli anni di progetto il personale dell'Università di Parma ha provveduto all'acquisizione di 14 nuove accessioni reperite nelle zone collinare vicino Parma. La scelta di operare solo in questa direzione è dipesa dalle condizioni pandemiche ad inizio progetto. L'attività di reperimento del germoplasma infatti era prevista nel primo anno di progetto in modo da poter caratterizzare, negli anni successivi, le accessioni.

Sono stati reperiti 14 nuovi genotipi denominati con la sigla ET (Emilia Territorio) e un numero progressivo da 1 a 14. La scelta è dipesa da due fattori: vigoria della pianta madre e stato sanitario.

Il materiale è stato successivamente collezionato. La raccolta del materiale ha previsto una prima propagazione (con l'ottenimento di almeno 4 piante), il loro trasferimento in campo collezione e successivamente la loro caratterizzazione genetica. Per la caratterizzazione genetica, dalle foglie prelevate per ogni accessione, è stato estratto il DNA mediante metodo CTAB. Una volta estratto il DNA, questo è stato poi quantificato utilizzando il metodo spettrofotometrico (Spectrophotometer Uvikon 930, Kontron Instruments Inc., Boston, MA, USA), cioè misurando l'assorbanza a 260 nm. Il rapporto  $R = OD_{260}/OD_{280}$  è stato considerato come un valido indice di purezza (qualità) del DNA. Infatti, la misura di assorbanza a 260 indica la presenza di acidi nucleici, mentre la misura dell'assorbanza a 280 indica la presenza di impurezze (soprattutto proteine). Un valore finale di R compreso tra 1.8 e 2 in linea generale indica una buona purezza del DNA. Per il tipo di marcatori utilizzati in questo studio è stato considerato accettabile un valore di R compreso tra 1.6 e 2.

Per valutare la qualità del DNA ottenuto, ed essere certi di aver eliminato tutte le eventuali tracce di RNA, si è effettuato un test mediante elettroforesi su gel di agarosio al 2% in TAE 1X in presenza di 0,5 µl/ml di bromuro di etidio (Fig. 2.5.1).

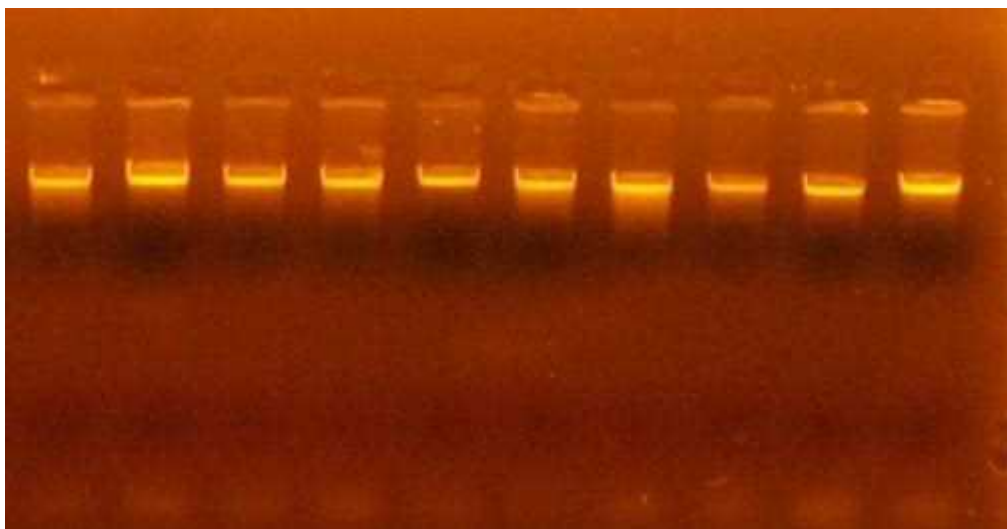


Fig. 2.5.1. Gel di agarosio per la valutazione della qualità del DNA

Solo dopo questo primo test si è passati alla fase di quantificazione mediante lo spettrofotometro, e una volta quantificato il DNA gli estratti sono stati diluiti in tampone TE. La concentrazione del DNA è stata portata a 20 ng/µl e successivamente i campioni sono stati conservati. La caratterizzazione genetica è stata effettuata attraverso la

tecnica degli SSR (simple sequence repeats) utilizzando 8 primer SSR (Tab. 2.5.1)

Primer	For 5'→3'	Rev 5'→3'	Size (bp)	T (°C)
HIGA31	CY5-CAAACCTGGTGTCTAAGATGAA	CGTTTTCCCAACACCTAGTTC	163	55
HIGT14	CY5-GGCATGGCTAACTCTATATGC	AAATAGAAGTGCCATAACTGA	165	54
HIGT16	CY5-CCGTGATACAAATCTACCCAAA	CTCCAGTCAGCAATCTCTTCAA	228	54
HIGT17	CY5-GGTCCTTAGTCACTTGCCAAT	GACTGTTCGAAGCACAAATCAA	182	54
HIACA3	CY5-CAAGTGTGGTTGATTTACACAT	CTCCTTCCTGTGTTCCACCAC	215	52
HIAGA6	CY5-GITAGAATCTCGTTGGCAA	TCTGAAAACCTCAATATCATC	192	55
HIAGA7	CY5-ACAAGCAGTAATGATGAGGA	TCCAAGTCTCTCAATTAGGAA	180	54
HIGA23	CY5-AAGCACGAAAACCTGACTTG	GTTGCCCAAAATCACTGTT	245	54

Tab. 2.5.1. Primer, sequenza, dimensione e temperatura di annealing degli oligonucleotidi utilizzati nell'analisi

La reazione di amplificazione viene ottimizzata in thermal cycler MJ PCT 100 Research (Watertown, Mass.) programmando un primo passaggio a 95°C per 5 minuti seguito da 30 cicli di 45 secondi a 94°C, 45 secondi alla temperatura di annealing specifica per ogni coppia di primer, 45 secondi a 72°C rispettivamente per la denaturazione, l'annealing e l'estensione del primer, al termine dei cicli sono stati effettuati 8 minuti di incubazione a 72°C.

I prodotti di amplificazione sono stati separati mediante l'uso di sequenziatore CEQ 2000 Genetic Analysis System (Beckman Coulter, Inc.) su gel di acrilamide CEQ Separation Gel LPA-1 (Beckman Coulter, Inc.). I profili di corsa sono analizzati per confronto con un marker CEQ DNA Size Standard Kit 400 (Beckman Coulter, Inc.).

Le dimensioni degli alleli (Sizing degli alleli) viene espressa come numero di paia di basi (bp, base pair). Il metodo di analisi con i microsatelliti è legato alla variazione nella dimensione degli alleli o dei frammenti oggetto di analisi.

I dati ottenuti sono stati osservati per poter comprendere l'eventuale diversità o omogeneità all'interno della popolazione presa in esame.

Per quanto riguarda l'attività di valutazione fitosanitaria e di conservazione è stata seguita la seguente procedura. Il CAV ha avuto la gestione di questa attività (vedi relazione allegata).

Nell'ambito dell'attività di qualificazione del luppolo è stato organizzato, in accordo con l'Università di Parma, il deposito di 2 varietà di luppolo denominate 'ET8' e 'Magnum' al fine della costituzione e conservazione delle piante madri di Prebase.

Il 26 luglio 2022 l'Università di Parma ha consegnato al Laboratorio CAV, 2 piante per ciascuna delle 2 varietà sopra indicate. Partendo dallo schema di Certificazione EPPO (2008 PM4/16 (2)) del Luppolo e confrontandolo con altri documenti internazionali riguardanti la qualità genetico-sanitaria (Tab. 2.5.2) tra i quali i Regolamenti Europei (Reg.2031/2) Nell'ambito dell'attività di qualificazione del luppolo è stato organizzato, in accordo con l'Università di Parma, il deposito di 2 varietà di luppolo denominate 'ET8' e 'Magnum' al fine della costituzione e conservazione delle piante madri di Prebase.

Il 26 luglio 2022 l'Università di Parma ha consegnato al Laboratorio CAV, 2 piante per ciascuna delle 2 varietà sopra indicate. Partendo dallo schema di Certificazione EPPO (2008 PM4/16 (2)) del Luppolo e confrontandolo con altri documenti internazionali riguardanti la qualità genetico-sanitaria (Tab.2.5.2) tra i quali i Regolamenti Europei (Reg.2031/2016, 2019/2072 e 2021/2285), i disciplinari indicati dalla Nuova Zelanda (Doc.13633 'Post-entry quarantine testing manuals'), i protocolli americani (USDA, National clonal Germoplasm Repository NCGR-Corvallis), quelli australiani (ASTL Australian Final review of policy — Hop propagative material into Australia- 2010), le garanzie sanitarie richieste dal CPVO (<https://online.plantvarieties.eu/publication>) e varie pubblicazioni (IPPC n. report SVN-06/2 - 2015) è stato condiviso e redatto un disciplinare interno (Tab. 2.5.4) che comprendesse oltre i tre organismi nocivi regolamentati non da quarantena (ORNQ) (Reg UE 2019/2072 Reg.UE 2021/2285): *Verticillium nonalfalfa*, *Verticillium albo-atrum* e *Citrus bark cracking viroid* (CBCVd), anche quelli di maggior interesse indicati dai paesi produttori e importatori di luppolo. Chiaramente sono stati considerati anche i 2 patogeni da Quarantena più pericolosi (Reg.UE 2016/2031): *Xylella fastidiosa* e *Tobacco ringspot Virus* (TRSV).

Le piante consegnate sono state temporaneamente poste in una pre-screen, così da tenerle fisicamente separate dalle piante in conservazione che hanno già terminato i controlli e prevenire quindi l'eventuale diffusione di patogeni presenti sul materiale da testare.

Dopo accurate ispezioni visive, che sono effettuate nel periodo dell'anno più appropriato tenendo conto delle condizioni climatiche e vegetative della pianta nonché della biologia degli organismi nocivi pertinenti per le varie specie, le 2 varietà sono state campionate prelevando alcune porzioni di pianta (foglia).

Il 26 luglio 2022 l'Università di Parma ha consegnato al Laboratorio CAV, 2 piante per ciascuna delle 2 varietà sopra indicate. Partendo dallo schema di Certificazione EPPO (2008 PM4/16 (2)) del Luppolo e confrontandolo con altri documenti internazionali riguardanti la qualità genetico-sanitaria (Tab.2.5.2) tra i quali i Regolamenti Europei (Reg.2031/2016, 2019/2072 e 2021/2285), i disciplinari indicati dalla Nuova Zelanda (Doc.13633 'Post-entry quarantine testing manuals'), i protocolli americani (USDA, National clonal Germoplasm Repository NCGR-Corvallis), quelli australiani (ASTL Australian Final review of policy — Hop propagative material into Australia- 2010), le garanzie sanitarie richieste dal CPVO (<https://online.plantvarieties.eu/publication>) e varie pubblicazioni (IPPC n.



## Risultati e discussione

### Caratterizzazione genetica dei luppoli

L'analisi dei frammenti di amplificazione ha permesso di ottenere le variazioni di dimensioni degli alleli espresse come numero di paia basi (bp). Questi dati sono stati poi sottoposti all'analisi di frequenze ed eterozigosi, inoltre le relazioni tra varietà sono state studiate mediante cluster analysis (UPGMA) e distanza euclidea.

Gli otto primer SSR utilizzati, (HIGT14, HIGT16, HIGT17, HIAGA6, HIAGA7, HIACA3, HIAGA31, HIAGA23) sono stati identificati e sviluppati da Stainer et al., 2005. Questi sono stati utilizzati per analizzare 14 accessioni di luppolo selvatico emiliano e hanno permesso di individuare un totale di 50 alleli (Tab. 2.5.3). I primer più polimorfici sono HIGA23 e HIGA17 in quanto hanno amplificato 14 alleli (di dimensioni comprese tra 243 e 323pb) 8 alleli (di dimensioni comprese tra 177 e 195pb) rispettivamente. Inoltre, al fine di valutare l'efficienza dei marcatori molecolari, è stato calcolato l'indice di polimorfismo del primer o PIC (Polymorphism information Content). Il marcatore che risulta essere più efficiente è HIGA23, il cui valore PIC è pari a 0.869. I marker HIGA23 e HIGA17 hanno mostrato elevato grado di polimorfismo anche nello studio condotto da Rodolfi et al. (2018) sulla struttura genetica dei luppoli spontanei italiani (Rodolfi et al., 2018). Il marker con capacità discriminante inferiore, risulta essere HIGT14 (PIC pari a 0.067) in quanto ha consentito di individuare solo due alleli di dimensioni comprese tra 161 e 267 pb. Inoltre, presenta i valori di eterozigotità attesa (HE) e osservata (HO) bassi, entrambi equivalenti a 0.071.

Relativamente agli altri marcatori molecolari, i dati presenti in tabella 2.5.3, indicano che il marcatore HIGT16 ha consentito di identificare 7 alleli di dimensioni comprese tra 211 e 239 bp, HIAGA6 6 alleli di dimensioni comprese tra 171 e 192 bp, HIAGA7 5 alleli di dimensioni comprese tra 171 e 189 bp, HIACA3 6 alleli di dimensioni comprese tra 205 e 229 bp, HIGA31 2 alleli di dimensioni comprese tra 160 e 164 bp.

La variabilità genetica dei luppoli spontanei emiliani è stata altresì valutata attraverso il calcolo degli indici di eterozigotità attesa ( $H_E$ ) e osservata ( $H_o$ ). In particolare, i valori medi di eterozigotità attesa ( $H_E$ ) e osservata ( $H_o$ ) sono rispettivamente 0,657 e 0,568. Questi indici risultano essere elevati anche nello studio condotto da Rodolfi et al. (2018) sui luppoli spontanei italiani ( $H_E$  pari a 0.718;  $H_o$  pari a 0.646). Ciò conferma che la popolazione studiata è caratterizzata da una ricca biodiversità.

Infine, tra le accessioni analizzate possiamo individuare gli alleli più frequenti per singolo locus: 167 per il locus HIGT14 (96.4%), 233 per il locus HIGT16 (34.5%), 187 per il locus HIGT17 (40.1%), 180 per il locus HIAGA6 (22.9%), 187 per il locus HIAGA7 (61.9%), 211 per il locus HIACA3 (34.5%), 164 per il locus HIGA31 (49.3%) e 243 per il locus HIGA23 (27.5%).

Attraverso la cluster analysis abbiamo ottenuto un dendrogramma (Fig. 2.5.2) nel quale è possibile osservare che l'indice di dissimilarità tra le accessioni varia da 0 a 54%.

Dal dendrogramma, si osserva che la popolazione dei luppoli spontanei viene suddivisa principalmente in 2 cluster (I e II). Il primo cluster si differenzia molto dal secondo e racchiude solo due campioni: ET8 e ET14. Il secondo, invece, comprende la maggior parte delle accessioni ed è suddiviso in due sottogruppi. Il sottogruppo A è costituito da quattro campioni ovvero ET5, ET6, ET11, ET12. Il sottogruppo B, a sua volta comprende altri raggruppamenti di ordine inferiore definiti "insiemi", che comprendono tutte le altre accessioni.



Tabella 2.5.3 Dimensione degli alleli (bp) individuati nell'analisi della popolazione; numero di alleli amplificati per locus (N), frequenza allelica (f), eterozigosi osservata ( $H_o$ ), attesa ( $H_E$ ), frequenza stimata degli alleli nulli ( $f_{na}$ ) e indice di polimorfismo.

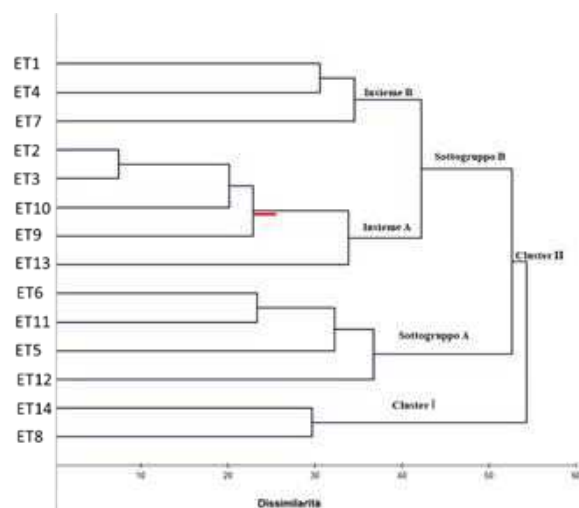


Figura 2.5.2 Dendrogramma ottenuto mediante metodo UPGMA e distanza euclidea

### **Caratterizzazione chimica**

I luppoli spontanei emiliani sono caratterizzati da un contenuto molto variabile di  $\alpha$  e  $\beta$  acidi. L'analisi della varianza, con test di Tukey, indica che esistono delle differenze statisticamente significative tra i campioni. Nello specifico, il tenore di  $\alpha$ -acidi varia da  $0,64 \pm 0,54\%$  a  $4,12 \pm 0,97\%$ . I  $\beta$ -acidi, sono presenti in quantità più elevata: il loro contenuto varia da  $1,43 \pm 0,12\%$  a  $6,46 \pm 0,35\%$  (Fig. 2.5.3)

Considerando l'analisi statistica relativa al contenuto di coumulone, esistono differenze statisticamente significative tra ET2, ET6 e ET9. Quest'ultimo mostra un potere amaricante inferiore, in quanto contiene il  $9,78 \pm 0,21\%$  di coumulone (sul totale degli  $\alpha$ -acidi), rispetto a ET6 e ET2 che ne contengono rispettivamente  $32,05 \pm 1,67\%$  e  $29,68 \pm 13,45\%$ .

I risultati mostrati sono in linea con i dati presenti in letteratura. Indipendentemente dalle normali fluttuazioni causate da fattori biotici ed abiotici, si può delineare un trend comune che caratterizza il contenuto di acidi amari nei luppoli. Infatti, diversi studi hanno dimostrato che i luppoli europei sono caratterizzati da bassi livelli di acidi amari rispetto ai luppoli americani (Krofta 2003; Patzak et al., 2010a,b; Srećec et al., 2010).

Differenze statisticamente significative sono emerse anche dall'analisi degli oli essenziali. I campioni di luppolo presentano una resa in olio percentuale che varia da  $0,21 \pm 0,03\%$  a  $0,70 \pm 0,11\%$  (Fig. 2.5.2). Risultati simili sono stati ottenuti nello studio di Mongelli (2016), in cui il contenuto di olio essenziale dei luppoli spontanei provenienti da varie zone dell'Italia settentrionale varia da 0.20 a 0.60%. Il campione ET7 contiene il quantitativo più basso di oli e differisce da ET12 che ne contiene una quantità significativamente più alta. Questo è caratterizzato anche da un elevato tenore di  $\alpha$  e  $\beta$ -acidi.

Volendo confrontare i risultati delle analisi degli oli essenziali e degli acidi amari, si ha che lo studio della biodiversità dei luppoli spontanei emiliani ha messo alla luce la presenza di genotipi che potrebbero essere utilizzati nel miglioramento genetico per la produzione di nuove specie di luppolo da aroma, che sono caratterizzate da un livello di acidi amari e oli essenziali basso. Infatti, Krofta nel 2003 ha classificato le cultivar e i luppoli spontanei in quattro categorie, in funzione del contenuto di acidi amari e oli essenziali: fine aroma, aroma, bitter, high-alpha. In particolare, tutti i luppoli da aroma (sia cultivar che spontanei) sono caratterizzati da: un contenuto relativamente basso di  $\alpha$ -acidi, che di solito non supera il 5-7% e un contenuto di oli essenziali inferiore all'1,0%.

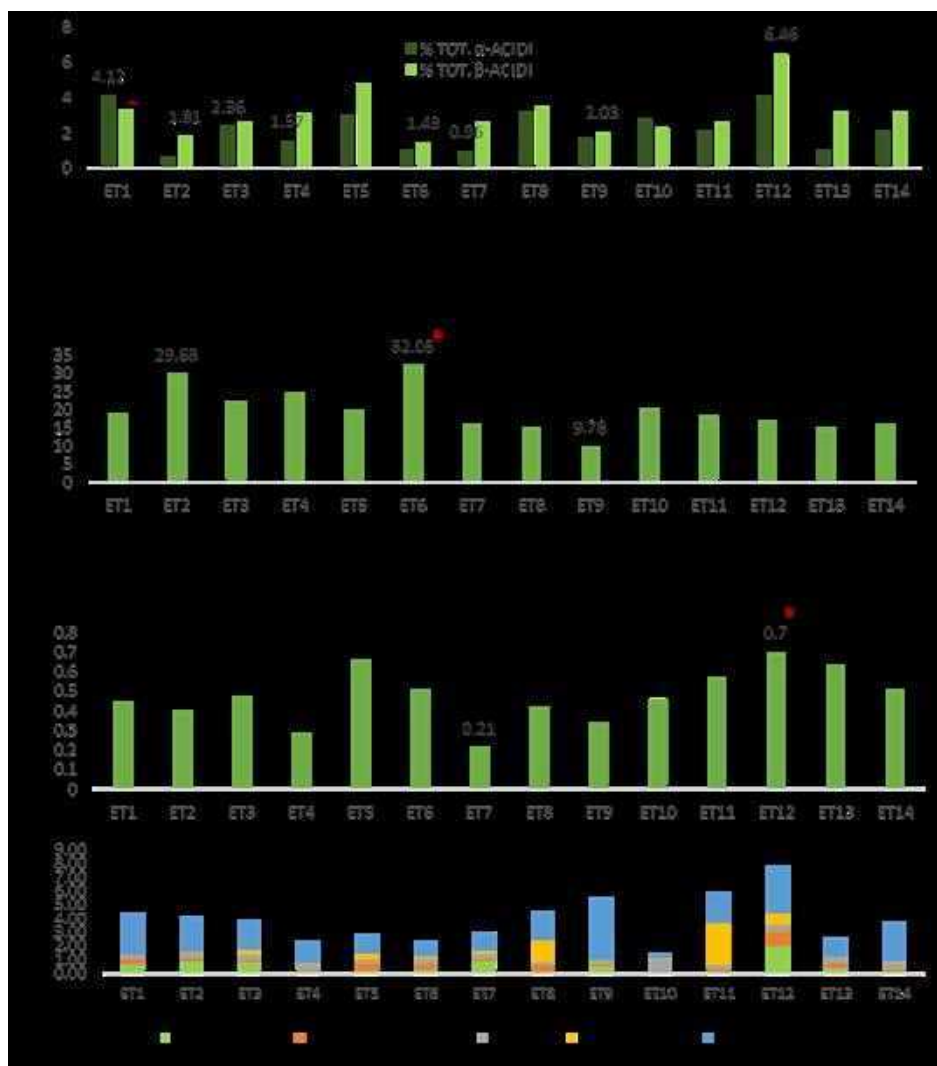


Fig. 2.5.3. Caratterizzazione chimica dei luppoli selvatici emiliani

L'olio essenziale, ottenuto attraverso la distillazione in correte di vapore, è stato successivamente analizzato con gas-cromatografia/spettrometria di massa. L'analisi della varianza, con test di Tukey, ha rilevato che su un totale di 70 composti, 43 hanno mostrato differenze statisticamente significative. Come è possibile osservare dai dati presenti in figura 2.5.2, il profilo aromatico dei campioni analizzati è caratterizzato da un'elevata variabilità.

Generalmente, mircene,  $\beta$ -cariofillene e  $\alpha$ -umulene sono gli idrocarburi maggiormente presenti nell'olio essenziale. L' $\alpha$ -umulene e al  $\beta$ -cariofillene, sono presenti maggiormente all'interno dei luppoli da aroma e sono associati ad un odore speziato e legnoso (Rettberg et al., 2018).

Il quantitativo di  $\alpha$ -umulene nei campioni di luppolo emiliani varia considerevolmente: da 0.45% a 30%; mentre il contenuto di  $\beta$ -cariofillene varia da 4.48% a 13.19%. Il mircene è responsabile del pungente profumo del luppolo fresco. Il  $\beta$ -farnesene, contraddistingue solo alcune varietà da aroma per il suo odore fruttato, citrico e legnoso. Nelle varietà di luppolo nobili, questo composto è presente fino al 20%. L'analisi gascromatografica ha permesso di individuare all'interno dei campioni emiliani il Z,Z- $\alpha$ -farnesene e il trans- $\beta$ -farnesene. Essi sono presenti in quantità variabile all'interno dei luppoli spontanei europei (Patzak et al 2010a,b). I campioni sono altresì contraddistinti da alte quantità di  $\alpha$  e  $\beta$ -selinene. L' $\alpha$ -selinene è associato ad un odore agrumato, speziato e legnoso, il  $\beta$ -selinene ha un odore erbaceo (Machado et al., 2019). Il campione ET2 contiene il più alto quantitativo sia di  $\alpha$ -selinene (17.30%) che di  $\beta$ -selinene (17.79%). Questi valori sono in linea con quelli presenti in letteratura dalla quale si evince che elevati livelli di selinene sono tipici dei luppoli europei (Patzak 2010a,b). In definitiva, l'analisi della frazione aromatica ha evidenziato che i luppoli emiliani hanno caratteristiche riconducibili al germoplasma europeo. Inoltre, gli studi eseguiti precedentemente sulla biodiversità dei luppoli spontanei italiani, hanno mostrato che essi sono caratterizzati da bassi livelli di mircene, elevati livelli di selinene e, seppur presente in quantità molto variabile, da discrete quantità di farnesene (Mongelli et al., 2015; Mongelli et al., 2016).

A seguito dell'analisi gas-cromatografica, è stato possibile isolare e identificare anche dei composti che, seppur presenti in basse quantità o addirittura in tracce, contribuiscono alla complessità aromatica del luppolo emiliano (Fig. 2.5.2):

- 2-undecanone (4.57%) e 2-tridecanone (4.23%). Il primo è associato ad un odore citrico e floreale mentre il secondo ad un odore erbaceo (Van Opstaele et al., 2012).



-L'umulene epossido (cedro, lime, muffa) e il cariofillene ossido (lime, floreale, erbaceo, agrumato, speziato), derivano dalla ossidazione dei rispettivi sesquiterpeni e sono associati al caratteristico aroma speziato dei luppoli nobili (Retteberg et al., 2018; Machado et al., 2019).

-bergamotene che è associato ad un odore floreale, citrico e agrumato (Machado et al., 2019).

- linalolo, componente universalmente riconosciuta come "flavor-active" nella birra.

-trans-geraniol, dolce, floreale, geranio.

### **Prototipo di protocollo di certificazione fitosanitaria**

Per il campionamento e le analisi fitopatologiche sono stati applicati i protocolli dell'Organizzazione europea e mediterranea per la protezione delle piante (EPPO) o altri protocolli riconosciuti a livello internazionale e i metodi utilizzati per la diagnosi dei patogeni oggetto di saggio sono tutti quelli noti in patologia vegetale: metodo biologico (indexaggio arboreo e/o erbaceo); metodo microbiologico (isolamento selettivo), sierologico (saggio ELISA), molecolare (saggio PCR) e di microscopia ottica (identificazione morfologica).

Il metodo biologico su piante indicatrici (*Chenopodium quinoa* e *Nicotiana clevelandi*) è stato considerato obbligatorio solamente in questa prima fase, accettazione di una candidata pianta madre di categoria 'Pre-base', per dichiarare l'assenza di malattie riconducibili a virus, fitoplasmi, viroidi, virus-simili e fitoplasma-simili. Nei successivi controlli fitosanitari, richiesti per confermare la sanità del materiale, sono previste solamente analisi di laboratorio.

Sulle piante consegnate in laboratorio sono state poi effettuate le seguenti analisi:

-saggi sierologici e molecolari per la ricerca di 10 virus : Tomato ringspot virus (TRSV), Cherry leaf roll virus (CLRV), Apple mosaic virus (ApMV), Arabis mosaic virus (ArMV), Cucumber mosaic virus (CMV), Petunia asteroid mosaic virus (PAMV), Tobacco necrosis virus (TNV), Hop latent virus (HLV), Hop mosaic virus (HMV) e Strawberry latent ringspot virus (SLRSV);

-saggi molecolari per la ricerca di 3 viroidi: Hop latent viroid (HLVd), Hop stunt viroid (HSVd) e Citrus bark cracking viroid (CBCVd);

-saggio molecolare per la ricerca di 1 batterio: *Xylella fastidiosa*;

-saggio microbiologico (eventualmente confermato col molecolare) per la ricerca di 6 funghi: *Verticillium albo-atrum*, *Verticillium nonalfalfae*, *Verticillium dahliae*, *Pseudoperonospora humili*, *Gibberella pulicaris*, *Fusarium sambuci*;

-saggio molecolare per l'identità genetica: analisi fingerprinting.

Verificati i requisiti sanitari e genetici e costituita una pianta madre candidata di pre-base, numerata in maniera univoca e stabile, su indicazione del costituente sarà possibile prelevare materiale per avviare una prima moltiplicazione (*in vivo* o *in vitro*) e allevamento di piante madri di 'Prebase' (CCP). segue una seconda moltiplicazione (*in vivo* o *in vitro*) con la produzione di materiale di 'Base' (CP). A questa segue una terza moltiplicazione che da origine a materiale 'Certificato' (Vivaio).

Ad ogni fase di moltiplicazione corrisponderà un cartellino con quelle puntuali informazioni, che il sistema di certificazione garantisce, che renderà possibile la completa rintracciabilità del materiale vegetale, rendendo possibile il richiamo tempestivo del materiale qualora fosse necessario.

All'interno del Centro di Conservazione e Premoltiplicazione ogni pianta ha dei costi di gestione, che sono a carico del soggetto richiedente la conservazione stessa (Università di Parma) per il mantenimento della varietà in sanità. Solo il 'soggetto richiedente' ha la facoltà di decidere se e a chi distribuire gli espianti originati dalla pianta in conservazione. I luppoli testati sono al momento conservati in screen-house (Fig. 2.5.4)



Figura 2.5.4. Conservazione luppolo in screen-house

Il prototipo per la certificazione sanitaria del luppolo è indicato in tabella 2.5.4

Luppolo - <i>Humulus lupulus</i>			rev2021lg					CAV
Agente eziologico	Trasmissione	Acronimo	Saggi biologici		Saggi Microbiologia	Saggi Sierologia	Saggi Biomolecolari	Saggi Microscopia/Visivi
			Serra	Campo				
<b>VRUS</b>								
Tobacco etiolat/virus	nematodi	TRSV	C. quinoa, N. clevelandi			EUSA	RT-PCR	
Cherry leaf roll virus	nematodi	CLR/V	C. quinoa, N. clevelandi			EUSA	RT-PCR	
Apple mosaic virus	seme polline	ApMV	C. quinoa, N. clevelandi			EUSA	RT-PCR	
Arabid mosaic virus	nematodi	ArMV	C. quinoa, N. clevelandi			EUSA	RT-PCR	
Cucumber mosaic virus	afidi	CMV	C. quinoa, N. clevelandi			EUSA	RT-PCR	
Letunia asteroid mosaic virus	TRSV non si sa	PAMV	C. quinoa, N. clevelandi			EUSA	RT-PCR	
Tobacco necrosis virus	nematodi	TNSV	C. quinoa, N. clevelandi			EUSA	RT-PCR	
Hop mosaic virus	afidi	HMV	C. quinoa, N. clevelandi			EUSA	RT-PCR	
Hop latent virus	afidi	HCV	C. quinoa, N. clevelandi			EUSA	RT-PCR	
Strawberry latent ringspot virus	nematodi	SLRSV	C. quinoa, N. clevelandi			EUSA	RT-PCR	
<b>VIROIDI</b>								
Hop latent viroid	seme-polline, meccanica, propagazione	HLVd					RT-PCR	
Hop stunt viroid	meccanica, propagazione	HSDVd					RT-PCR	
Citrus bark cracking viroid	meccanica, propagazione	CBDVd					RT-PCR	
<b>BATTERI</b>								
<i>Xylella fastidiosa</i>							PCR qPCR	
<b>FUNGHI</b>								
<i>Verticillium albo-atrum</i>					Isolamento		PCR qPCR	
<i>Verticillium nonalfalfae</i>					Isolamento		PCR qPCR	
<i>Verticillium dahliae</i>					Isolamento		PCR qPCR	
<i>Pseudoperonospora humuli</i>					Isolamento			
<i>Gibberella pulicaris</i>					Isolamento			
<i>Fusarium sambucinum</i>					Isolamento			
<b>INSETTI e ACARI</b>								
<i>Tetranychus kanzawa</i>								identificazione morfologico-anatomica

Tabella 2.5.4. Prototipo di Disciplinare Interno di Qualità del Luppolo

### Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità

Tutti gli obiettivi previsti dal piano sono stati raggiunti. È stata individuata la biodiversità emiliana ed è stato costituito un Prototipo di Disciplinare Interno di Qualità del Luppolo

### Attività ancora da realizzare

Nessuna

**Azione** 2.6 ConservHop: valutazione della migliore condizione di conservazione del luppolo post raccolta

**Unità aziendale responsabile** Università di Parma

**Partner coinvolti** Società Agricola BELLAVISTA

**Descrizione delle attività**

In questa azione, l'obiettivo è stato quello di andare a studiare le migliori tecniche di conservazione del luppolo una volta essiccato e pellettizzato. Infatti, uno dei maggiori problemi che si riscontra nelle aziende e nei birrifici, è quello di trovare il corretto modo per conservare il luppolo preservandone le caratteristiche organolettiche con maggiore sostenibilità ambientale; infatti i luppoli sono stati conservati a due temperature di stoccaggio. Inoltre, l'esperimento ha valutato uno stoccaggio a lungo termine andando ad osservare le cinetiche di cambiamento dei principali metaboliti di interesse del luppolo per tre anni.

**Materiali e metodi**

In questo studio, sono stati utilizzati pellet del tipo T90 delle varietà Chinook e Nugget provenienti dall'azienda agricola Bellavista (Ravenna). Chinook è una varietà Americana rilasciata nel 1985 definita come luppolo a duplice attitudine, per la sua buona quantità in acidi Amari e per la presenza allo stesso tempo di un aroma molto ointeressante. Il contenuto in  $\alpha$ -acids content varia dal 12 and 14%,  $\beta$ -acids dal 3 and 4% ed è caratterizzato dal 29-35% di coumulone. L'olio essenziale varia da 1.7 a 2.7% e al varietà è colitamente caratterizzata da note speziate, di pino e uva.

Nugget è un'altra cultivar americana, rilasciata nel 1984 ed è un esempio di Luppolo ad alto contenuto in alfa acidi. Gli  $\alpha$ -acids variano da 11.5 e14%,  $\beta$ -acids da 3 a 5% e il coumulone rappresenta dal 22-30% degli alfa acidi. L'olio essenziale si aggira tra 0.9 e 1.3% ed è caratterizzato da note erbacee.

Le diverse condizioni di stoccaggio e le diverse temperature sono indicate in tabella 2.6.1. Ogni campione era rappresentato da 100 gr di pellet di luppolo., imbustato in pacchetti multistrato (TRIPLEX AL 120my, ELLEPI, Milan, IT) utilizzando una macchina del vuoto (Pack100, La Minerva, Bologna, IT). I campioni sono stati poi stoccati a 4 o 10°C e analizzati ogni 6 mesi per osservarne la cinetica di degradazione se presente. Una volta visto l'andamento, i campioni sono stati analizzati con tutte le analisi a 6, 12 e 36 mesi (Fig.2.6.1).

Tabella 2.6.1. Acronimo dei vari campioni analizzati in base al tipo di stoccaggio

ID	Varietà	Temperatura di stoccaggio	Atmosfera di conservazione
ChiN10	Chinook	10 °C	70% N+30% CO <sub>2</sub>
ChiN4	Chinook	4 °C	70% N+30% CO <sub>2</sub>
ChiVS10	Chinook	10 °C	Sotto vuoto
ChiVS4	Chinook	4 °C	Sotto vuoto
NugN10	Nugget	10 °C	70% N+30% CO <sub>2</sub>
NugN4	Nugget	4 °C	70% N+30% CO <sub>2</sub>
NugVS10	Nugget	10 °C	Sotto vuoto
NugVS4	Nugget	4 °C	Sotto vuoto



Figura 2.6.1 Piano sperimentale ConservHop

**Determinazione del peso secco**

Per la determinazione del peso secco si utilizza il metodo gravimetrico con determinazione del peso secco in g su 100 g.

### Estrazione e quantificazione alfa e beta acidi

Per l'estrazione degli alfa e beta acidi, è stata utilizzata l'estrazione in metanolo, mentre la rilevazione è stata effettuata con HPLC –UV della Perkin Elmer in dotazione ai laboratori dell'Università di Parma. In dettaglio, i coni sono stati prima essiccati a 45 gradi per arrivare ad un'umidità del 10% circa, e poi sono stati pestellati in azoto liquido per impedire l'ossidazione delle sostanze al loro interno. 0,5 gr di luppolo macinato sono stati pesati e estratti in metanolo per 3 ore in agitazione. Dopo la centrifuga a 3500 rpm per 15 minuti, il surnatante è stato prelevato e sul pellet è stato fatto un ulteriore passaggio con metanolo per un'estrazione completa degli alfa e beta acidi. Una volta prelevato il surnatante e messo in matraccio, l'estratto è stato portato a volume con metanolo (20 ml). È stato poi prelevato 1 ml della soluzione, filtrato con filtro da 0,45 nm e trasferito in eppendorf (in doppio) e poi vial per l'analisi. Tutti i campioni sono stati estratti in triplicato.

### Estrazione degli oli

Gli oli sono stati estratti con distillazione in corrente di vapore (Fig. 2.2.2) per 3 ore a partire da 20 gr di luppolo. Le estrazioni sono state effettuate in triplicato.

### Analisi GC/MS

Gli estratti sono stati diluiti con diluizione 1:200 con diclorometano e 1 microlitro di soluzione è stata iniettata in gas cromatografia accoppiata a massa. Tutti i campioni sono stati analizzati tramite gascromatografo TRACE 1300 - Thermo Scientific (San Jose, CA, USA) accoppiato a spettrometro di massa a singolo quadrupolo Thermo Scientific 208 ISQ™. Sono state utilizzate colonne cromatografiche capillari Supelcowax 10 (30 m x 0.25 mm, f.t. 0.25 μm) (Supelco) ed elio come gas carrier (1 ml/min). Il gradiente di temperatura del forno nel GC/MS partiva da 50°C, condizione mantenuta per 3 minuti, per poi arrivare dopo 45 minuti a 200°C (5°C/min). La temperatura finale è stata mantenuta per 18 minuti in modo da permettere l'eluizione di tutti gli analiti presenti. L'iniettore è stato mantenuto a 230°C in modalità split con rapporto 1:20. Lo spettrometro di massa era equipaggiato di una sorgente a impatto elettronico (EI, 70 eV) e la modalità di acquisizione dati era full scan (monitorando da 40 m/z a 500 m/z). I principali componenti volatili sono stati identificati sulla base del loro spettro di massa in riferimento agli spettri presenti in data base (WILEY275, NBS75K, Adams 2001) e al calcolo dei loro Indici di Ritenzione (RI) tramite l'applicazione della formula di Kovats' (KI) per poi paragonarli ai RI riportati in letteratura.

## Risultati e discussione

Dalle analisi sui metaboliti amaricanti e aromatici del luppolo durante i tre anni di conservazione, abbiamo potuto determinare quale sia il miglior stoccaggio del luppolo.

Le analisi sulla componente amaricante, alfa e beta acidi (Fig. 2.6.2), ci consentono di vedere come le perdite in termini percentuali delle componenti amaricanti seguono lo stesso andamento per entrambe le cv indipendentemente dalla temperatura di conservazione e dell'atmosfera del sacchetto di conservazione.

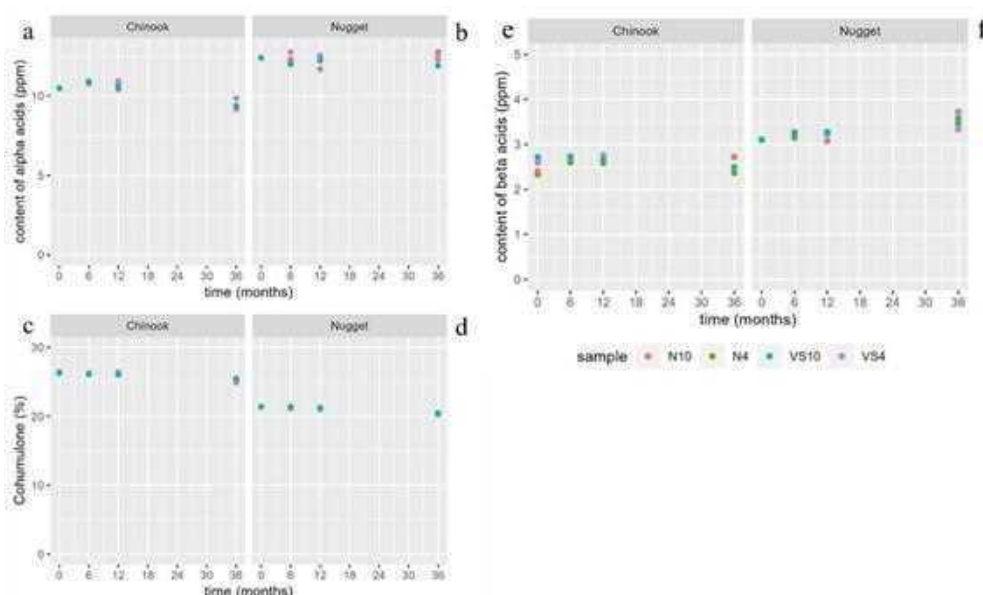


Figura 2.6.2. Andamento alfa (a) e beta (b) acidi e coumestrol (c) nei tre anni di studio per le cultivar Chinook ( riquadri a sinistra) e Nugget ( riquadri a destra). Legenda: Ogni pallino di colore diverso rappresenta una condizione diversa studiata.

I campioni di luppolo delle due cv cominciano a mostrare una lieve perdita di componenti amere solo dopo 12 mesi, ma tale perdita è impercettibile (Fig. 2.6.2).

Per quanto concerne il contenuto di olio essenziale (Fig. 2.6.3) i campioni seguono il trend descritto precedentemente. Si assiste ad una variazione dopo il dodicesimo mese, ma questa non porta a cali significativi della componente olio indipendentemente dalla condizione di conservazione.

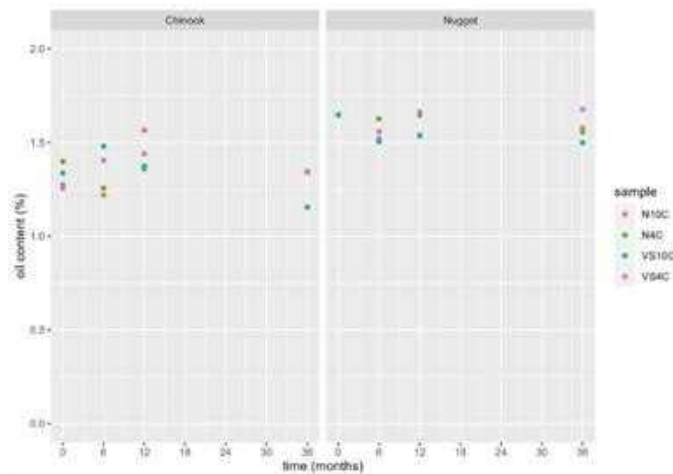


Fig. 2.6.3 Andamento del contenuto in olio essenziale nei tre anni di studio per le cultivar Chinook (riquadri a sinistra) e Nugget (riquadri a destra). Legenda: ogni pallino di colore diverso rappresenta una condizione diversa studiata.

Per comprendere meglio le differenze tra i campioni delle due cultivar conservati in condizioni diverse, i dati relativi agli oli essenziali sono stati analizzati attraverso un'analisi delle componenti principali (PCA). Il biplot sulle classi di composti aromatici dell'olio essenziale di Chinook (Fig. 2.6.4) mostra una netta separazione tra i campioni in base al tempo di conservazione. I primi cambiamenti nella composizione aromatica si sono già verificati nei primi sei mesi in tutte le condizioni di conservazione e sono proseguiti in modo diverso nel semestre successivo a seconda della temperatura di conservazione. Al termine dell'esperimento, nonostante le diverse prove di conservazione, tutti i campioni hanno mostrato un profilo aromatico abbastanza simile, soprattutto per monoterpeni e sesquiterpeni.

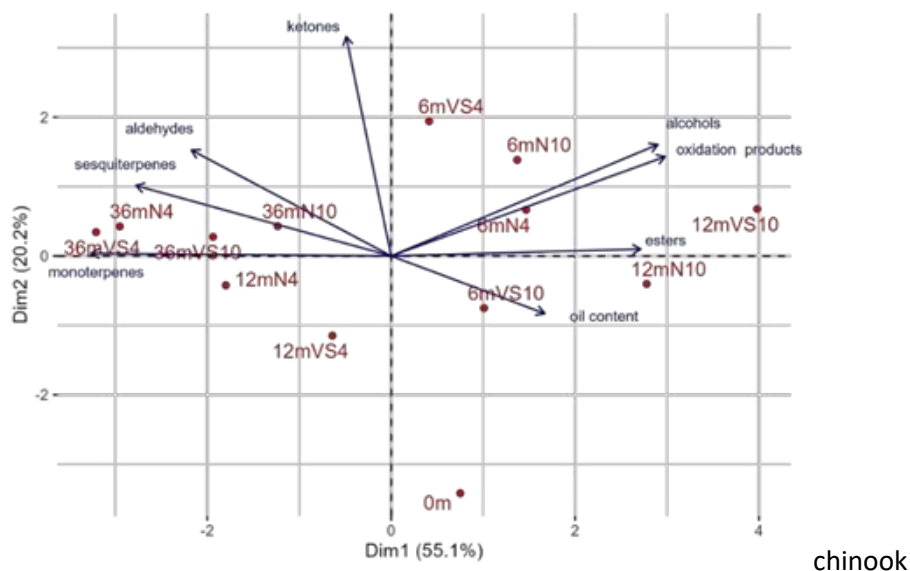


Fig.2.6.4 PCA costruita con i dati del profilo aromatico del luppolo cv. Chinook. I dati sono stati raggruppati a seconda della classe dei composti chimici per facilitarne la lettura

I cambiamenti nella composizione aromatica dell'olio essenziale di Nugget sono mostrati nella Figura 2.6.5. Sia il tempo, la temperatura e l'atmosfera hanno influenzato la composizione aromatica dell'olio essenziale poiché è difficile stabilire un modello univoco per la loro distribuzione. Confrontando i biplot delle due cultivar di luppolo, Nugget è risultato più sensibile alle diverse prove di conservazione rispetto a Chinook.

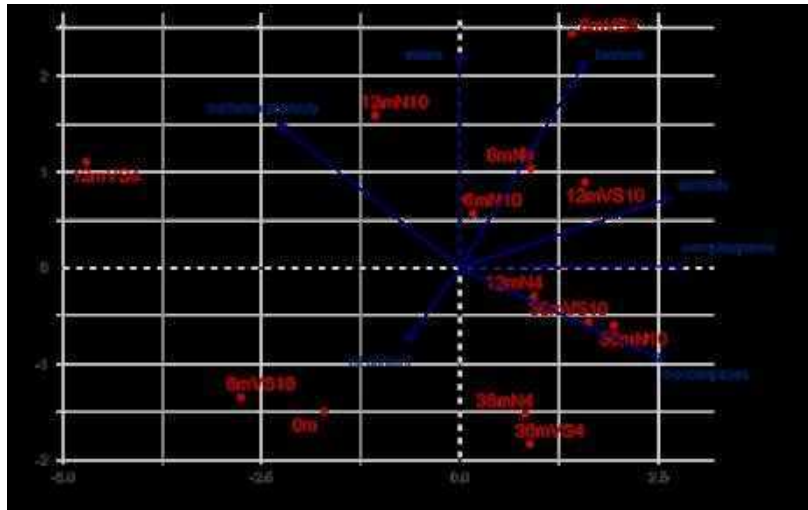


Fig.2.6.5 PCA costruita con i dati del profilo aromatico del luppolo cv. Nuggett. I dati sono stati raggruppati a seconda della classe dei composti chimici per facilitarne la lettura

**Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità**

Tutti gli obiettivi previsti dal piano sono stati raggiunti. È stata individuata la migliore condizione per conservare i luppoli da amaro e quelli da aroma.

**Attività ancora da realizzare**

Nessuna

<b>Azione</b>	<b>2.7 Realizzazione di un prototipo ad elevato contenuto tecnologico per la meccanizzazione ed automazione di un essiccatoio da luppolo.</b>
<b>Unità aziendale responsabile</b>	Italian Hops Company
<b>Partner coinvolti</b>	Italian Hops Company

### Descrizione delle attività

In questa azione l'obiettivo è stato la realizzazione di un prototipo ad elevato contenuto tecnologico per la meccanizzazione ed automazione di un essiccatoio da luppolo.

La realizzazione del prototipo è stata preceduta da uno specifico studio progettuale per arrivare allo sviluppo e realizzazione del prototipo stesso. È stato coinvolto un fornitore terzo (COSMOPACK srl) che si occupa di progettazione e creazione di impianti di automazione industriale a cui è stato conferito l'incarico di progettare e costruire un prototipo di sistema di meccanizzazione da implementare ad un sistema di essiccazione per il luppolo. Si specifica che attualmente sul mercato esistono gli essiccatoi, ma non esiste un sistema automatico di essiccazione del luppolo in continuo. Infatti l'elemento caratterizzante del prototipo è costituito proprio dalla movimentazione del prodotto all'interno del forno di essiccazione.

L'essiccazione del luppolo avviene in tutto il mondo tramite sistemi di essiccazione statici a griglie verticali o orizzontali. In questo tipo di lavorazione è indispensabile il lavoro di uno o più operatori.

Il prototipo per la meccanizzazione realizzato, ha permesso di automatizzare questa fase.

Un sistema di questo tipo, non è oggi presente sul mercato.

### Materiali e metodi

La fase di progettazione ha riguardato i seguenti aspetti:

- Forze sul tappeto: sono stati indagati i pesi ed i tempi di essiccazione al variare dello spessore dello strato di luppolo in essiccazione;
- Materiale del tappeto: sono stati valutati materiali diversi, optando per la soluzione del tappeto in acciaio inox, in quanto l'unica in grado di garantire la qualità organolettica, la resistenza meccanica alle temperature di lavoro, nonché il rispetto del prodotto essiccato.
- Velocità di movimentazione: sono stati valutati mix diversi di: velocità del nastro, potenza di essiccazione, spessore dello strato di luppolo. Lo studio ha evidenziato come non sia possibile definire un mix ideale, ma lo stesso debba essere composto, di volta in volta, in funzione della varietà di luppolo (pesi specifici diversi), dei risultati che si vogliono ottenere in termini di tempi di lavoro ed umidità residua. Per tale ragione è necessario che il prototipo presenti una resistenza al carico verticale in grado di sopportare il peso massimo previsto per la condizione più sfavorevole (strato massimo), ed una velocità di avanzamento modulabile in funzione delle specifiche richieste.

In fase di realizzazione inoltre, gli elevati costi sopravvenuti a causa di:

- dimensionamento maggiorato per supportare adeguatamente le forze in gioco;
- aumenti dei costi delle materie prime, in particolare acciaio e derivati del petrolio, a seguito del periodo COVID;

hanno orientato la progettazione del prototipo verso una soluzione esecutiva in scala inferiore, in grado di garantire il corretto processo di essiccazione automatico, pur rimanendo nei costi previsti inizialmente dal progetto.

### Risultati e discussione

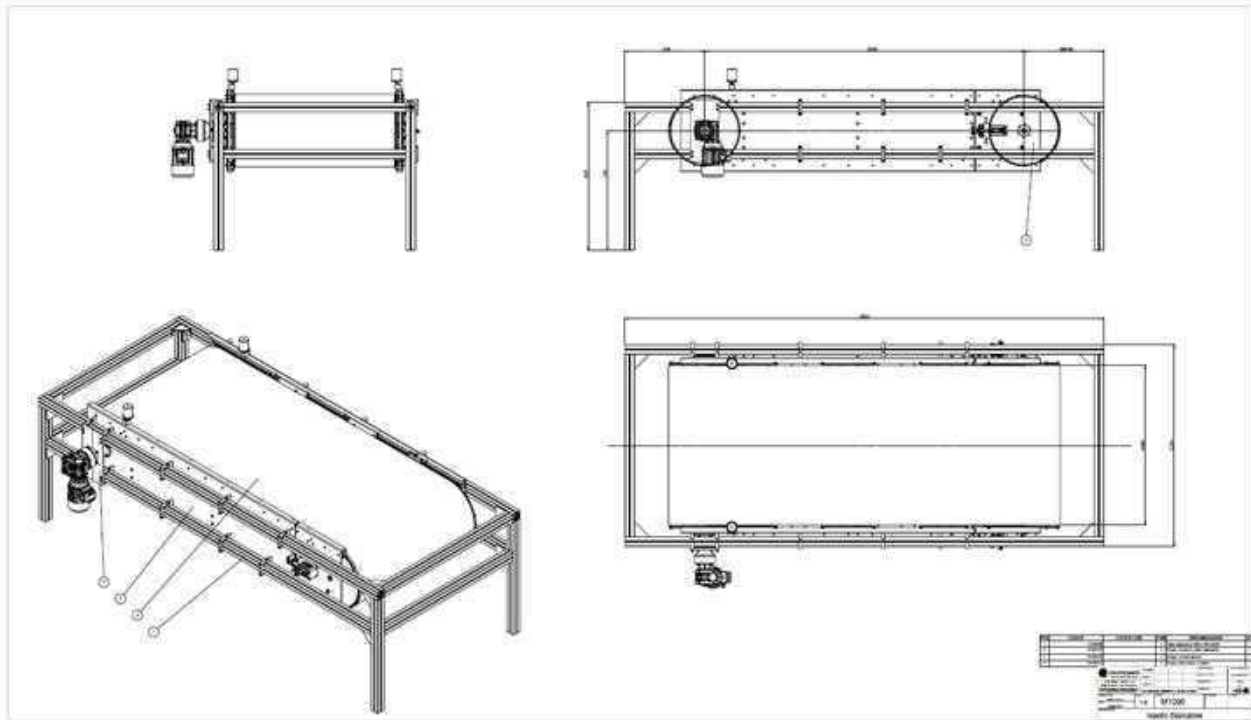
L'implementazione di questo nuovo meccanismo consente il miglioramento e perfezionamento del processo di essiccazione. Nello specifico si riesce a migliorare velocità e controllo del processo tramite essiccazione in continuo ed automatizzazione dei tempi del processo.

L'innovazione del processo consiste nell'automazione ed essiccazione automatica del prodotto eseguita attraverso un tappeto in movimento continuo posizionato all'interno dell'essiccatoio.

L'attrezzatura è stata costruita per meccanizzare la movimentazione del luppolo nel forno di asciugatura. Il luppolo viene carico su una estremità del tappeto e il tappeto lo porta all'altro capo del forno.

La rete intrecciata in acciaio INOX 304 è stata scelta per le sue elevate caratteristiche di resistenza e flessibilità, nonché per la specifica adeguatezza (anche se non richiesta dalla normativa in riferimento al luppolo) per il trattamento di prodotti alimentari.

Dimensioni della struttura e del tappeto inserito nel forno di essiccazione (in allegato - M1096):



Il prototipo ha permesso di individuare materiali e procedure in grado di sopportare le temperature richieste, rispettando i tempi ed i profili di essiccazione, al fine di ottenere le caratteristiche organolettiche attese del prodotto. In un futuro questo prototipo potrà subire dei processi migliorativi, ad esempio potendo applicare allo stesso una sensoristica all'avanguardia (per es. umidimetri, controlli temperatura dei coni, sensori di monitoraggio qualità), per migliorare ulteriormente il controllo del profilo di essiccazione, e quindi in definitiva, la qualità del prodotto finale..

**Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità**

Tutti gli obiettivi previsti dal piano sono stati raggiunti.

È stato realizzato un prototipo ad elevato contenuto tecnologico per la meccanizzazione ed automazione di un essiccatoio da luppolo, e sono stati individuate le evoluzioni migliorative attuabili.

**Attività ancora da realizzare**

Tutti gli obiettivi previsti dal piano sono stati raggiunti dal prototipo realizzato.



## Azione

## 2.8 Coopera Supply Chain - Definizione e Sviluppo di un Prototipo Organizzativo per una Cooperazione di Filiera

### Unità aziendale responsabile

Cooperativa Luppoli Italiani

### Partner coinvolti

Università di Parma, Azienda Agricola Ludovico Lucchi, Società Agricola Bellavista delle Sorelle Nati s.s., Italian Hops Company, Artemis, Dinamica, Luppolo Made in Italy, Birra Amarcord, Aziende agricole (partner associati) con localizzazione in area D

### Descrizione delle attività

In questa azione, l'obiettivo è stato quello di decentralizzare delle attività organizzate e l'esercizio della cooperazione. Nei team di progettazione tradizionali e nella progettazione di filiere, i processi non possono essere gestiti in modo tradizionale. Fluidità delle relazioni nella progettazione di un network di filiera cooperativa: le persone possono unirsi ed uscire dalla filiera in diverse fasi e i loro ruoli (in base alle competenze) e alle attività che possono cambiare nel tempo. La partecipazione di una progettazione di filiera può influire sul modo in cui le persone pensano al problema che stanno affrontando, al modo in cui lavorano o persino alle relazioni tra le persone. La fiducia può essere costruita ma può anche essere violata. Queste mentalità e relazioni mutevoli avranno influenza al di là del lavoro immediato coinvolto. Nuove partnership o iniziative possono emergere come un "effetto a catena" della collaborazione.

Una prima fase ha riguardato la progettazione decentralizzata e collaborativa. In seguito la scelta delle applicazioni da utilizzare per rendere fruibili, modificabili e condivisibili i dati. E' seguita una formazione da parte di tecnici specializzati per l'utilizzo delle piattaforme.

### Materiali e metodi

I consulenti Fabrizio Fantini ed Alfredo Salami hanno portato il loro know-how rispetto alle modalità di collaborazione tra diversi attori.

Già dai primi incontri e riunioni gestiti online (per il distanziamento sociale, Covid-19) sono state realizzate vere e proprie lavagne "digitali" in cui i partecipanti potevano inserire dei post-it e collaborare in maniera virtuale al brainstorming (<https://miro.com/login/>, Whiteboard for Visual Collaboration, Fig. 2.8.1)

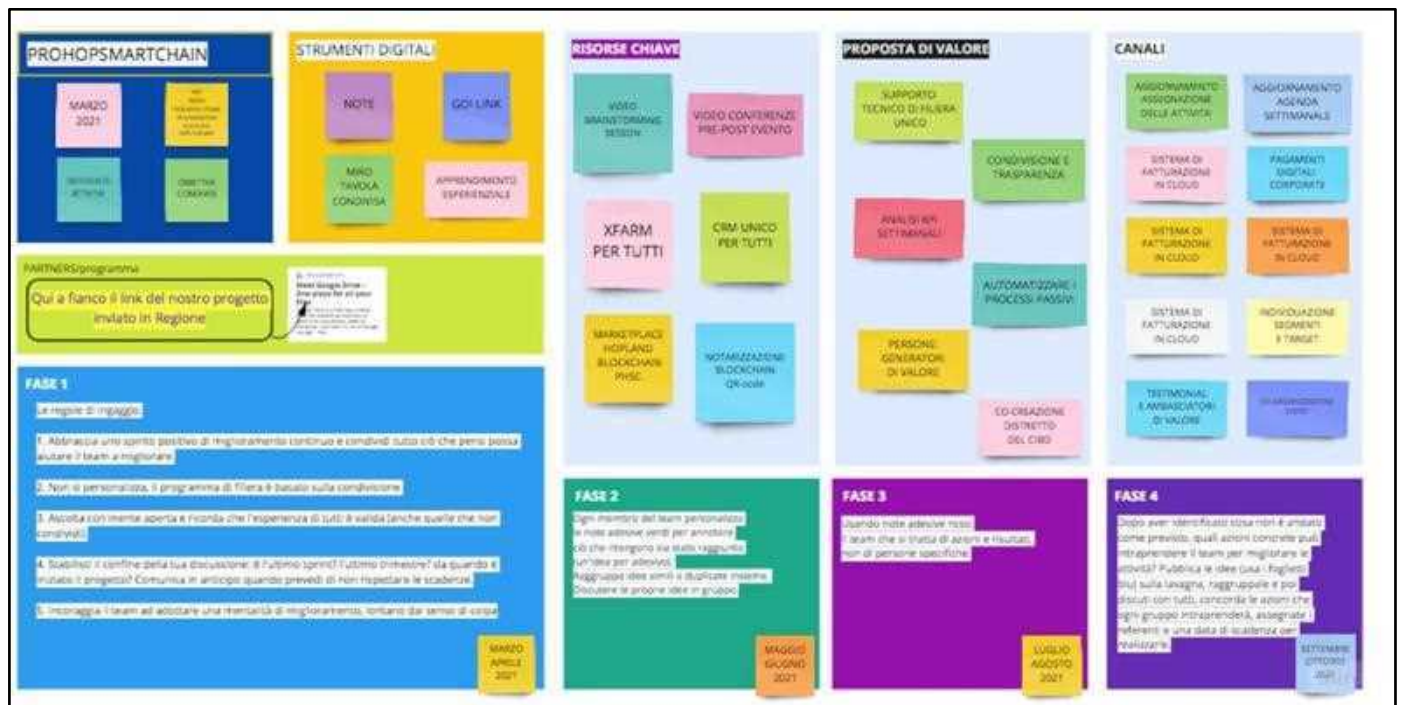


Figura 2.8.1. Lavagna di Miro condivisa con i post-it e il canvans a blocchi per la cooperazione tra i partner.

In seguito, come da traccia di progetto sono state valutate differenti piattaforme collaborative.

In questa fase era molto centrato l'obiettivo della decentralizzazione delle operazioni e la virtualizzazione delle riunioni: nel periodo pandemico in cui non ci si poteva vedere fisicamente avere a disposizione applicazioni, spesso gratuite, con le quali si poteva interagire online in maniera semplice e veloce è stato molto utile per sperimentare, provare e decidere in maniera ottimale le scelte condivise.

Sono state provate molte piattaforme di incontri/riunione: da Zoom a Jitsi Meet, da Google Meet a Skype, da Webex a Microsoft Teams. Software OpenSource che permettono (specie in periodo Covid-19) di connettere fino a 100

persone per almeno 2 ore di riunione, con condivisione di schermate, presentazioni, chat dirette e programmazioni a calendario. A proposito di calendario di programmazione: una modalità condivisa per richiedere disponibilità ai partner per calendarizzare incontri/riunioni è stata fatta attraverso il calendario online Doodle (<https://doodle.com/it/>, Fig. 2.8.2).

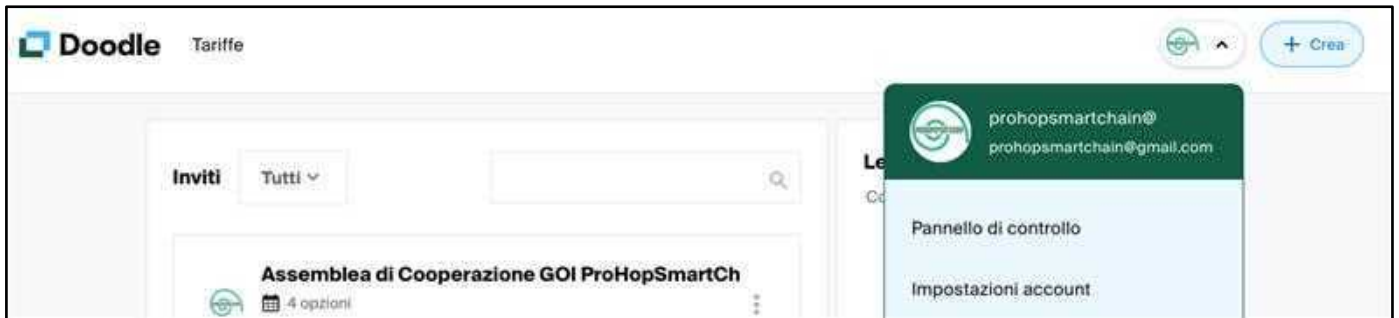


Fig. 2.8.2. Dashboard di Doodle, il calendario in cui creare una question-date agli utenti per avere una partecipazione di più persone agli incontri, assemblee, etc...

E' stato approcciato anche l'utilizzo di Eventbrite (<https://www.eventbrite.it/>) per divulgare eventi relativi al progetto in cui i partner potevano iscriversi direttamente.

Successivamente sono state messe in paragone due tipologie di piattaforme per la condivisione e gestione dei dati di progetto: Odoo ([https://www.odoo.com/it\\_IT/web/login](https://www.odoo.com/it_IT/web/login)) e pacchetto applicativi Google (es. Drive, Documenti, Fogli, etc..). Per la prima piattaforma era necessaria una modalità di lavoro informatica avanzata ed i costi di abbonamento alle applicazioni non erano accessibili a tutti rispetto all'utilizzo "principiante" a cui ci si stava avvicinando. Per il pacchetto applicativi Google invece si tratta di OpenSource online in cui la conoscenza di base anche solo di Microsoft Office era sufficiente. La scelta è ricaduta quindi sulla piattaforma Google in cui, attraverso la creazione di un account adhoc (prohopsmartchain@gmail.com) si è aperta la possibilità di utilizzare in Open Source una serie di applicativi simili a quelli utilizzati maggiormente dalle aziende medio-piccole.

Una automazione dei processi che ha consentito una sensibile riduzione sia dei costi di gestione della cooperazione che della logistica delle varie modifiche di documenti, relazioni, salvataggio foto o presentazioni attraverso multipiattaforme interoperabili.

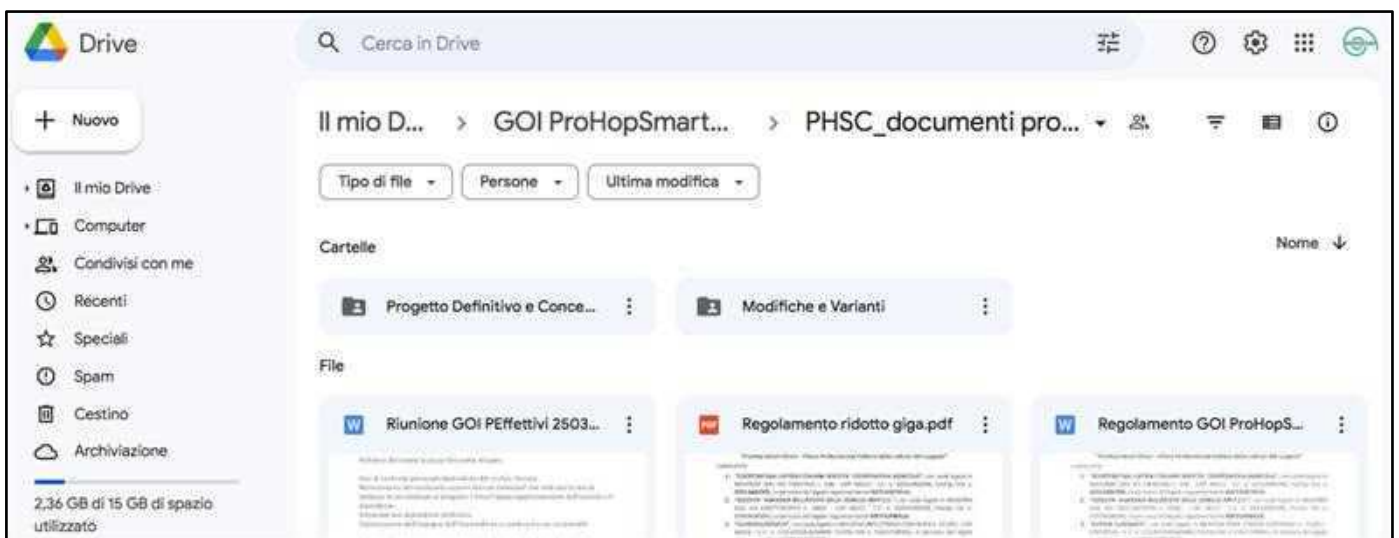


Fig. 2.8.3. Schermata di Drive dell'utente prohopsmartchain@gmail.com in cui sono raccolte e condivise con i partner le cartelle, i file, i documenti inerenti il progetto.

La seconda fase dell'Azione (da Marzo 2022) è stata gestita insieme a nuovi consulenti che hanno realizzato, con il coordinamento della Cooperativa Luppoli Italiani, la parte esecutiva del progetto: trasformare digitalmente i processi aziendali con soluzioni informatizzate per una rapida integrazione di processi verso la creazione della multipiattaforma di gestione decentralizzata che permette di raccogliere i dati trasmessi lungo la prima smart supply chain del luppolo italiano.

Con i consulenti dell'azienda xFarm sono state valutate quindi piattaforme online per l'inserimento dei dati riguardanti le attività agricole ed in seguito il post-raccolta come prima trasformazione. Questa fase dell'Azione è quella che ha dato inizio e spunto all'azione successiva, la 2.9 "Logistic ProHop Chain".

## Risultati e discussione

La struttura organizzativa informatica aperta a tutti i componenti del GO per una Cooperazione di filiera decentralizzata basata su un CRM con accesso da remoto e condiviso è stata individuata nel pacchetto di applicazioni OpenSource Google.

Nelle Riunioni/incontri per la semplicità di connessione e facilità di intuire come muoversi nella piattaforma è stato usato e scelto Google Meet.

Per condividere file, relazioni, presentazioni, cartelle di documentazione è stato utilizzato il pacchetto di applicazioni Google, più simile a ciò che viene usato nelle aziende: editabile online con verifica simultanea a più utenti per una migliore e veloce performance di condivisione diretta con link alle cartelle o aggiungendo utenti (mail) di accesso.

E' possibile scaricare i file editati e corretti in versioni standard (jpg, pdf, doc, xls, pwp, etc...) per una visualizzazione e divulgazione ottimale.

In seguito, per le aziende agricole è stata introdotta l'applicazione xFarm (gratuita per tutti gli agricoltori nelle sue funzioni base) ed implementata e sviluppata una piattaforma adhoc per il post raccolta del luppolo che oltre alle lavorazioni agricole, porta le informazioni dei processi di lavorazione fino alla commercializzazione: una dashboard intuitiva a semplice con possibilità di connettere strumenti in IA e sensoristica alla piattaforma (Fig. 2.8.4)



Fig. 2.8.4. Dashboard dell'Applicazione xFarm inerente la Filiera del Luppolo con il CRM che recupera i dati di carico (raccolta) e li porta alla piattaforma di trasformazione dedicata al luppolo.

### Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità

Tutti gli obiettivi previsti dal piano sono stati raggiunti. È stata individuata il miglior pacchetto applicativi per la condivisione (e possibilità di editare e scaricare) dei dati di progetto: relazioni, documenti, foto, schede, etc..

### Attività ancora da realizzare

Nessuna

**Azione****2.9 Logistic ProHop Chain****Unità aziendale responsabile**

Cooperativa Luppoli Italiani

**Partner coinvolti**

Università di Parma, Azienda Agricola Ludovico Lucchi, Società Agricola Bellavista delle Sorelle Nati s.s., Italian Hops Company

**Descrizione delle attività**

In questa azione l'obiettivo è stato quello di realizzare un QRCode che esprime la "catena del valore" e che va a comunicare la tracciabilità del luppolo coltivato nella filiera agricola e di trasformazione.

L'introduzione della piattaforma xFarm per registrare i dati del post raccolta (dall'Azione 2.8) da la possibilità di avere, in un unico "contenitore", il recupero delle informazioni relativi alla "storia" del luppolo, dalla sua coltivazione al confezionamento.

I consulenti di xFarm hanno realizzato una Api (Application Programming Interface) che è in grado di comunicare e trasferire i dati selezionati da una parte all'altra. Attraverso ciò ogni azienda agricola ha un continuo controllo della gestione del flusso dei dati utilizzando un unico C.R.M. condiviso e gestito in modo autonomo e decentralizzato.

Il modello sperimentale è cooperativo sulla base dei benefici chiave del protocollo blockchain: consenso/fiducia, timestamp, immutabilità e finalità e il loro impatto sull'ecosistema del luppolo coltivato dalle aziende.

I dati selezionati quindi vanno a comporre quello che è l'output dell'azione: il QRCode che, quando scansionato, porta alla landing page che contiene, oltre alle informazioni visive anche il certificato di tracciabilità notarizzato in blockchain.

Questo piccolo "cortometraggio" della filiera permetterà di trasmettere fiducia tra i futuri operatori sia al dettaglio che all'ingrosso: chiunque visualizzerà il QRcode potrà scoprire tutta la storia della filiera del luppolo romagnolo digitalizzata. La vita, la specie, dove è cresciuto o dove è stato coltivato, la metodologia di produzione, la tipologia di coltivazione, la geolocalizzazione.



Figura 2.9.1 Epilicito della tracciabilità attraverso le interfacce virtuali ed infine in QRCode sul prodotto trasformato

**Materiali e metodi**

A disposizione delle aziende c'è la piattaforma online xFarm con applicazione multiutente e responsive per i vari dispositivi. Molta parte del lavoro è stata realizzata attraverso incontri e riunioni online (per il distanziamento sociale, Covid-19) ed alcuni incontri in presenza presso la sede della Cooperativa, specialmente all'inizio e alla fine del progetto. Principalmente è stato inquadrato il contesto di lavoro e le procedure di lavorazione del luppolo in campo per poi attuare una vera e propria formazione e consulenza sull'utilizzo della piattaforma e dei dati da inserire nelle varie interfacce.

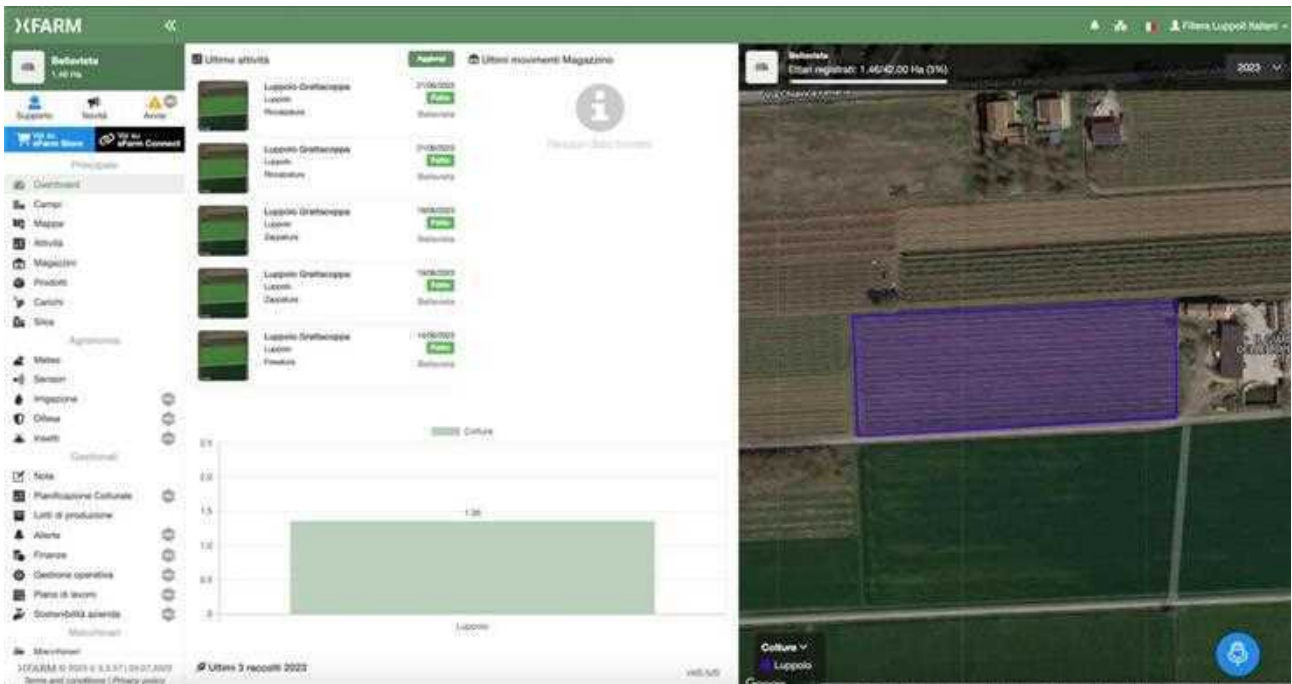
Figura 2.9.2 Incontro in presenza c/o la sede della Cooperativa con lo staff di consulenti xFarm e formazione in campo insieme alle aziende agricole partner del GO

## Piattaforma di gestione dell'azienda agricola

La piattaforma xFarm è un gestionale per le aziende agricole che permette di:

- Mappare i campi, le colture e le rotazioni
- Registrare e visualizzare i dati catastali degli appezzamenti
- Registrare e pianificare le attività di campo
- Gestire il magazzino di fitosanitari e concimi
- Esportare documenti consuntivi della stagione, quali: registro dei trattamenti, fascicolo aziendale
- Monitorare i parametri ambientali attraverso stazioni meteo e sensori in campo

Homepage: visuale delle ultime attività, ultimi movimenti a magazzino, colture registrate nell'azienda



Sezione mappa: permette di visualizzare i campi, disegnare nuovi campi o importarli da Shape file, abilitare la visualizzazione catasto, visualizzare la posizione dei sensori in campo e relativi dati.



Sezione attività: permette di registrare attività di campo (Semine, trattamenti fitosanitari, concimazioni, lavorazioni del terreno, raccolte ecc...), assegnarle agli operatori dell'azienda e visualizzare lo storico delle operazioni svolte. In questa sezione l'azienda agricola potrà registrare tutte le attività di campo che compongono una stagione culturale e che potranno essere utilizzati per la tracciabilità del prodotto.

Di seguito verranno descritti i passaggi necessari alla tracciabilità in blockchain.

1. Tracciabilità delle attività di campo

Le attività che verranno considerate per la tracciabilità in blockchain sono le seguenti:

- Raccolta germogli → Attività personalizzata per la raccolta dei germogli ad Aprile
- Raccolta → Attività standard per registrare la raccolta dei fiori di Settembre
- Osservazione → Attività utilizzata per registrare la comparsa dei germogli

[Data]	[Stato]	[Tipologia]	[Campioni]	[Cultiva]	[Prodotto]	[Ettari]	[Ettari]	[Ettari]
21/06/2023	Fatto	Rincolatura	Lippolo Grattac...	Lippolo_+1	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Nessuno
19/06/2023	Fatto	Zappatura	Lippolo Grattac...	Lippolo_+1	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Nessuno
14/06/2023	Fatto	Lavorazione terreno	Lippolo Grattac...	Lippolo_+1	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Nessuno
14/06/2023	Fatto	Pressura	Lippolo Grattac...	Lippolo_+1	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Nessuno
04/06/2023	Fatto	Lavorazione terreno	Lippolo Grattac...	Lippolo_+1	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Nessuno
04/06/2023	Fatto	Lavorazione terreno	Lippolo Grattac...	Lippolo_+1	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Nessuno
29/05/2023	Fatto	Lavorazione terreno	Lippolo Grattac...	Lippolo_+1	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Nessuno
22/05/2023	Fatto	Lavorazione terreno	Lippolo Grattac...	Lippolo_+1	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Nessuno
22/05/2023	Fatto	Lavorazione terreno	Lippolo Grattac...	Lippolo_+1	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Nessuno
18/05/2023	Fatto	Zappatura	Lippolo Grattac...	Lippolo_+1	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Nessuno
13/05/2023	Fatto	Sistemazione fil	Lippolo Grattac...	Lippolo_+1	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Nessuno
12/05/2023	Fatto	Sistemazione fil	Lippolo Grattac...	Lippolo_+1	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Nessuno
08/05/2023	Fatto	Sistemazione fil	Lippolo Grattac...	Lippolo_+1	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Nessuno
07/05/2023	Fatto	Sistemazione fil	Lippolo Grattac...	Lippolo_+1	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Nessuno
06/05/2023	Fatto	Sistemazione fil	Lippolo Grattac...	Lippolo_+1	Nessuno	Nessuno	Nessuno	Nessuno

2. Registrazione dei carichi verso la cooperativa

Dopo aver completato la registrazione delle attività, sarà possibile registrare i carichi verso la filiera. La registrazione dei carichi sarà l'elemento di congiunzione tra la piattaforma dell'azienda agricola e la piattaforma di trasformazione descritta nella sezione seguente.

Nel modulo Carichi selezionare “Nuovo Carico” e compilare la mascherina seguente con i campi:

- Quantità
- Coltura
- Campi di origine
- Silos di destinazione
- Data



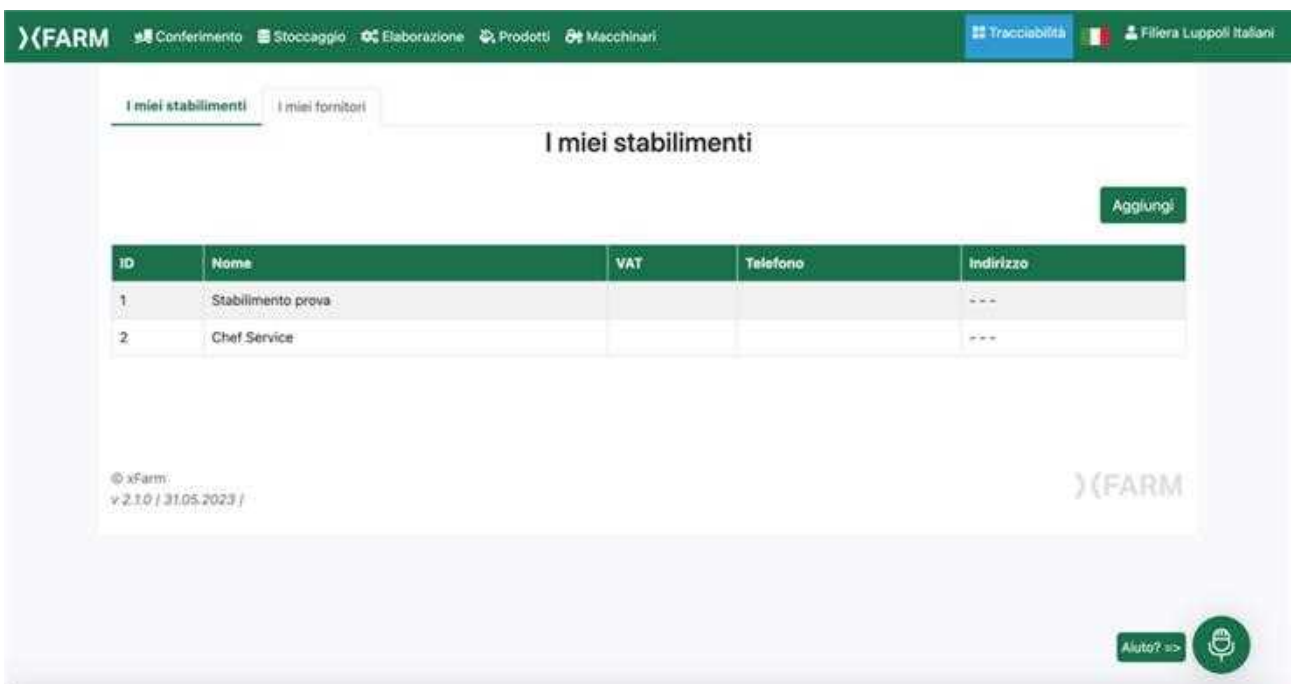
### Piattaforma di gestione della cooperativa

#### 1. Configurazione dell'account:

##### a. Stabilimenti

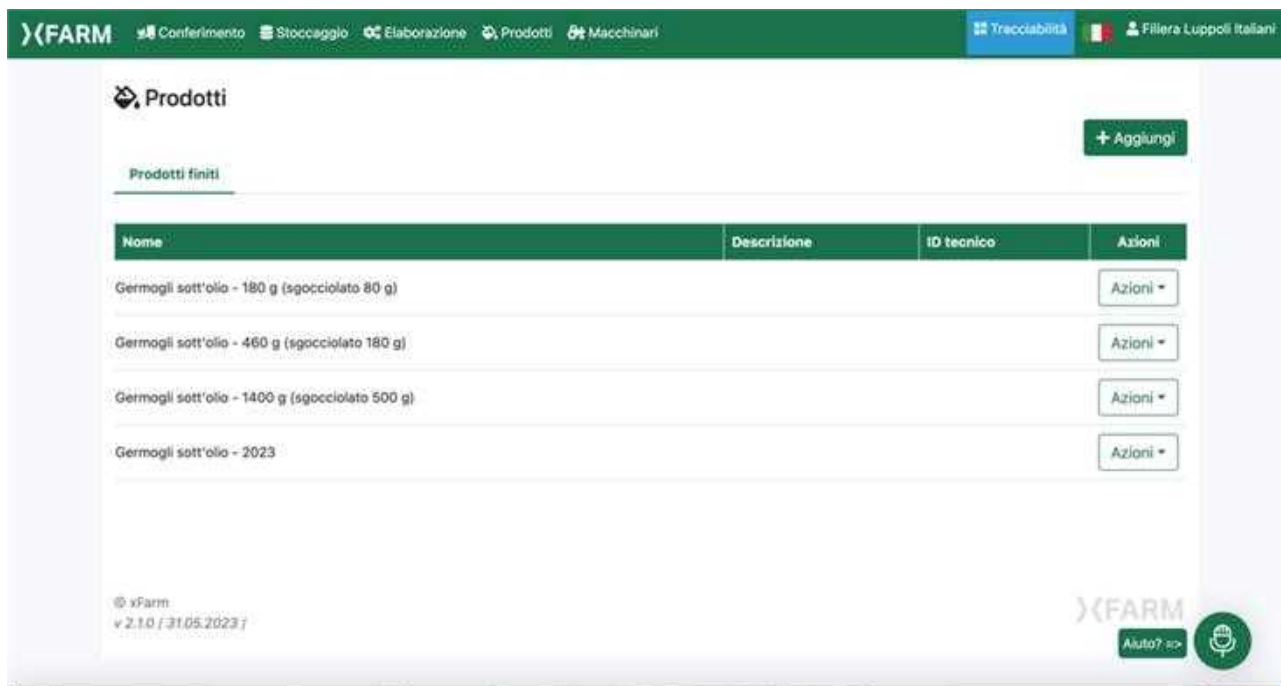
Nella sezione “Stabilimenti” registrare tutti gli stabilimenti produttivi che si occuperanno delle diverse fasi di trasformazione.

Per accedere alla sezione, cliccare sul nome account in alto a destra → Impostazioni → Stabilimenti



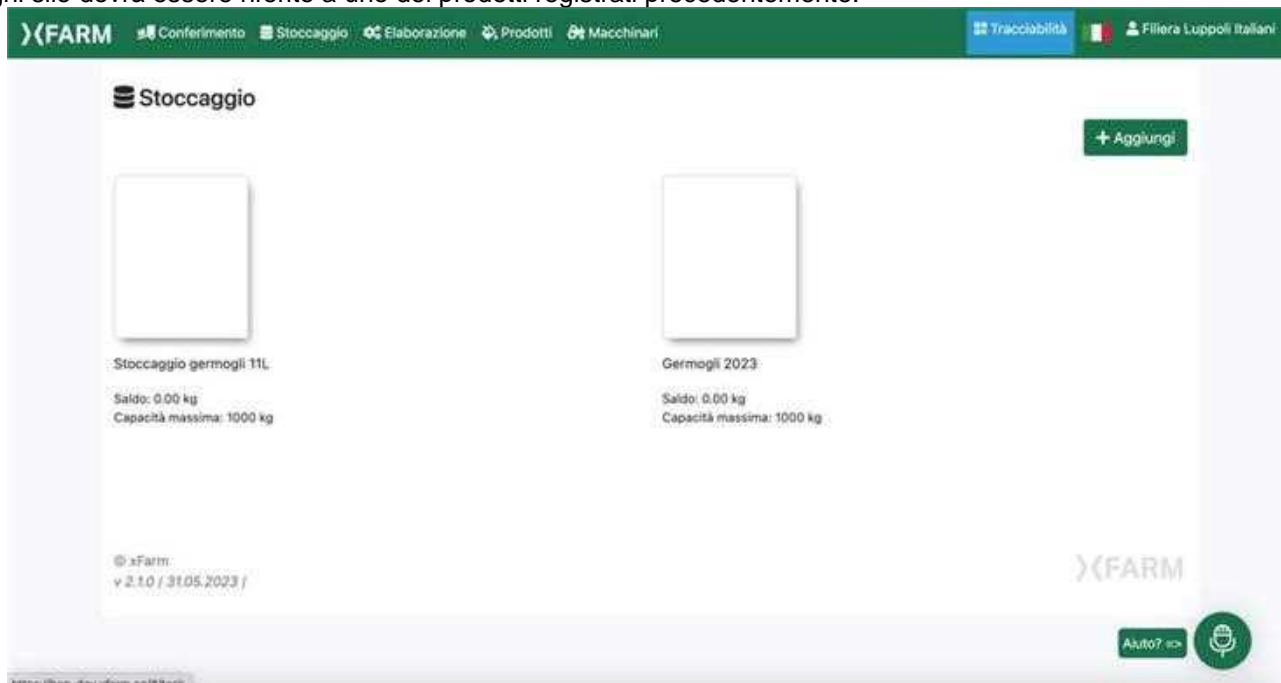
## b. Registrazione prodotti

Nella sezione prodotti, registrare tutti i lotti di produzione. Per ogni lotto di produzione generato in questa fase, sarà possibile generare 1 QR code, con relativa Landing Page di tracciabilità.



## c. Stoccaggio

Nella sezione stoccaggio, registrare un silo di stoccaggio per ogni prodotto trattato. Ogni silo dovrà essere riferito a uno dei prodotti registrati precedentemente.



## 2. Registrazione attività di trasformazione

Una volta completata la configurazione di stabilimenti, prodotti e stoccaggi, sarà possibile procedere con la registrazione delle attività di trasformazione.

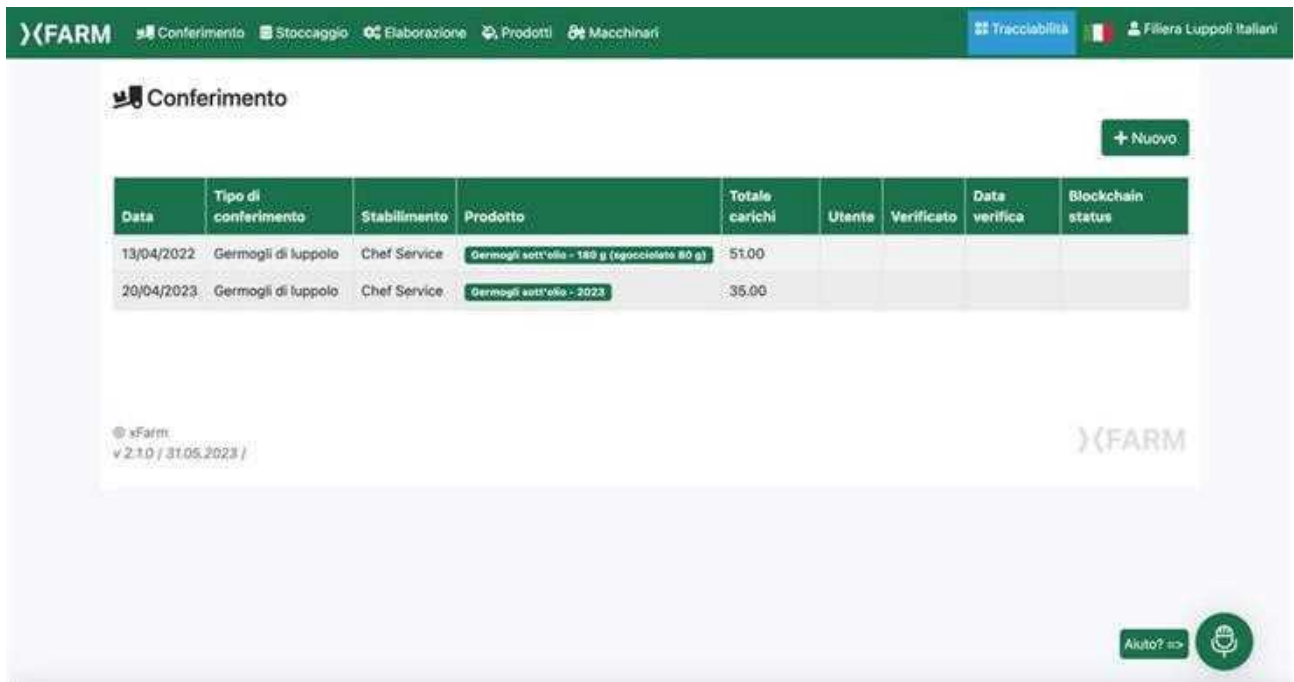
### a. Conferimenti

Nella sezione "Conferimento", registriamo i carichi provenienti dalle singole aziende agricole.

In questa fase sarà possibile registrare un carico ex-novo, oppure recepire i carichi precedentemente registrati



all'interno della piattaforma per l'azienda agricola.



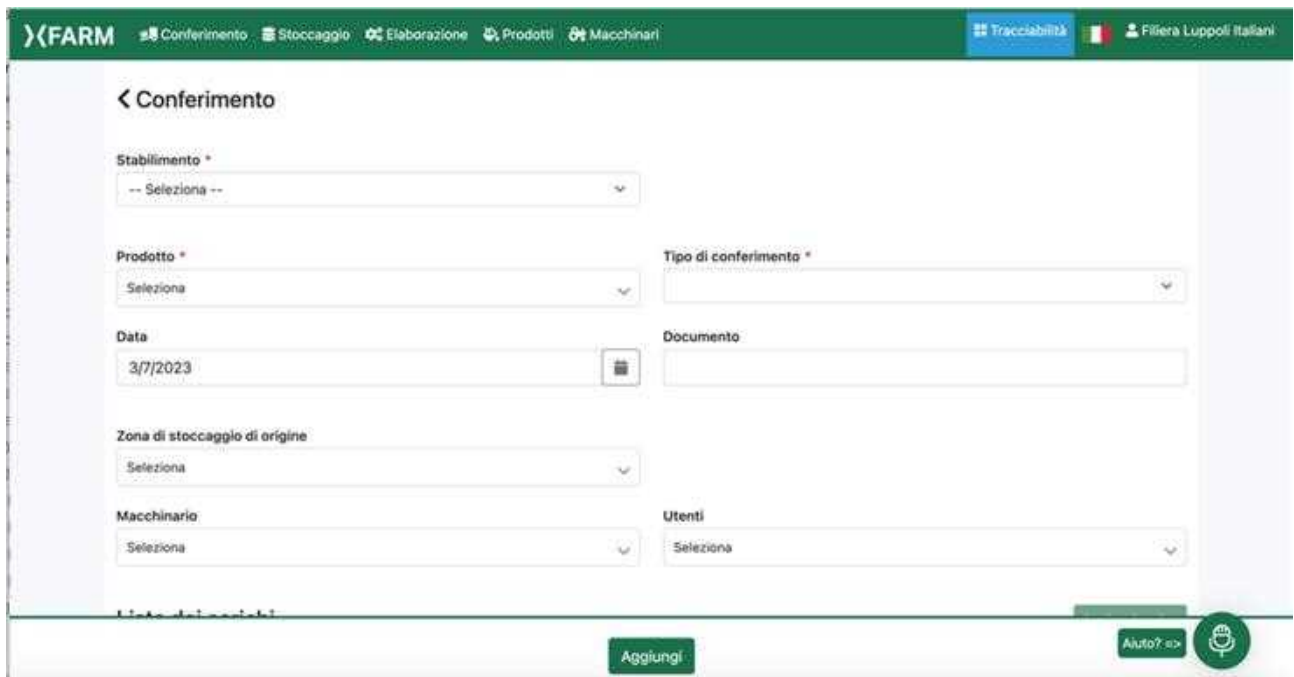
The screenshot shows the 'Conferimento' (Transfer) section of the xFARM platform. At the top, there is a navigation bar with icons for Conferimento, Stoccaggio, Elaborazione, Prodotti, and Macchinari. The user is logged in as 'Filiera Luppof Italiani'. A '+ Nuovo' (New) button is visible in the top right. Below the navigation is a table with the following data:

Data	Tipo di conferimento	Stabilimento	Prodotto	Totale carichi	Utente	Verificato	Data verifica	Blockchain status
13/04/2022	Germogli di luppolo	Chef Service	Germogli sott'olio - 180 g (sgocciolate 80 g)	51,00				
20/04/2023	Germogli di luppolo	Chef Service	Germogli sott'olio - 2023	35,00				

At the bottom left, it says '© xFarm v 2.1.0 / 31.05.2023'. At the bottom right, there is an 'Aiuto?' (Help?) button with a microphone icon.

Per registrare un conferimento sarà necessario compilare i seguenti parametri:

- Stabilimento (selezionare uno stabilimento di trasformazione tra quelli precedentemente configurati)
- Prodotto (selezionare il prodotto finale di destinazione, tra quelli precedentemente configurati)
- Tipo di conferimento: Germogli o Fiori
- Data
- Documento: campo opzionale (può essere registrato qui un identificativo per il singolo conferimento, es. il codice del ddt)
- Zona di stoccaggio (selezionare uno stoccaggio di destinazione tra quelli precedentemente configurati)
- Macchinario e Utenti (campi opzionali)



The screenshot shows the 'Conferimento' form in the xFARM platform. The form fields are:

- Stabilimento \* (dropdown menu with "-- Seleziona --")
- Prodotto \* (dropdown menu with "Seleziona")
- Tipo di conferimento \* (dropdown menu)
- Data (calendar icon, value: 3/7/2023)
- Documento (text input field)
- Zona di stoccaggio di origine (dropdown menu with "Seleziona")
- Macchinario (dropdown menu with "Seleziona")
- Utenti (dropdown menu with "Seleziona")

At the bottom, there is an 'Aggiungi' (Add) button and an 'Aiuto?' (Help?) button with a microphone icon.

A questo punto si potrà procedere a recepire uno dei carichi provenienti dalle Aziende agricole.

Cliccando su Aggiungi → Carichi da altre farm, sarà disponibile la lista completa di carichi registrati in precedenza nella piattaforma per azienda agricola.

In questa sezione sarà possibile ricevere tutti i carichi dalle singole aziende della cooperativa.

È quindi possibile selezionare uno o più carichi che confluiscono in questo conferimento.

**Lista dei carichi da xFarm**  
Seleziona uno dei seguenti carichi

Miei carichi | Carichi di altre farm

#	Farm	Data	Coltura	Quantità	Origine	Destinazione	Note
1		13/04/2022	Luppolo	51 kg			
2		27/04/2022	Luppolo	64 kg			
3		02/05/2022	Luppolo	29 kg			
4		28/03/2023	Luppolo	250 kg			
5		28/03/2023	Luppolo	2500 containers_type.undefin			
6		28/03/2023	Luppolo	250 kg			
7		13/04/2023	Luppolo	9 containers_type.undefin			
8		26/04/2023	Luppolo	36.3 containers_type.undefin			
9		19/09/2022	Luppolo	170.5 kg			
10		08/06/2023	Luppolo	35 kg			

chiodi

Aggiungi

## b. Inserimento Elaborazione

Una volta inseriti tutti i conferimenti, è possibile passare alla registrazione delle Elaborazioni. Saranno disponibili due tipi di elaborazione:

- Trasformazione: comprende le attività di trasformazione e confezionamento dei germogli
- Essiccazione: processo di essiccazione e confezionamento dei fiori

**Elaborazione**

+ Aggiungi

Data	Tipo di processo	Nome Lotto	Prodotto	Utente
05/05/2022	Trasformazione	H104	Germogli sott'olio - 180 g (spicciolato 80 g)	
21/04/2023	Trasformazione	1854	Germogli sott'olio - 2023	

© xFarm  
v 2.1.0 / 31.05.2023 /

Auto? =>

## i. Trasformazione (Germogli)

Per registrare un'attività di Trasformazione dei germogli, sarà necessario inserire i seguenti parametri:

- Stabilimento (selezionare uno stabilimento di trasformazione tra quelli precedentemente configurati)
- Prodotto (selezionare il prodotto finale di destinazione, tra quelli precedentemente configurati)
- Tipo di processo: Trasformazione
- Data
- Nome lotto (campo opzionale che può contenere un identificativo del lotto specifico)

- Confezionamento (campo testuale che contiene una descrizione del formato, es: 180g sgocciolato 80g)
- N. bag finale (numero di pezzi prodotti)
- Nella sezione sottostante è necessario registrare un movimento dal centro di stoccaggio precedentemente selezionato (selezionare la zona di stoccaggio di origine e la quantità prelevata)

**Elaborazione**

Stabilimento \*  
Chef Service

Prodotto \*  
Germogli sott'olio - 180 g (sgocciolato 80 g)

Tipo di processo \*  
Trasformazione

Data \*  
13/7/2023

Nome Lotto

Confezionamento

N° Bag Finale

Zona di stoccaggio di origine	Quantità	Unità di misura	Nota
-------------------------------	----------	-----------------	------

Crea Elaborazione

Aggiungi

Aiuto? >>

**Aggiungi movimento**

Zona di stoccaggio di origine  
Stoccaggio germogli 11L

Quantità  
kg

Note

Annulla

Aggiungi

## ii. Essiccazione

Il processo di essiccazione è invece dedicato alla produzione e confezionamento delle bag di fiori. La compilazione dei campi è analoga al processo di Trasformazione, con alcune differenze:

- o Tipo di processo: Essiccazione
- o Temperatura e Umidità (campi opzionali per inserire i parametri del prodotto dopo l'essiccazione)

**XFARM** Conferimento Stoccaggio Elaborazione Prodotti Macchinari Tracciabilità Filiera Luppoli Italiani

### Elaborazione

Stabilimento \*  
 Chef Service

Prodotto \*  
 Germogli sott'olio - 180 g (sgocciolato 80 g)

Tipo di processo \*  
 Essiccazione

Data \*  
 13/7/2023

Nome Lotto

Confezionamento

N° Bag Finale

Temperatura °C

Umidità %

Crea Elaborazione

Auto? >>

### 3. Tracciabilità

Una volta completato l'inserimento dei Conferimenti ed Elaborazione, è possibile consultare il certificato finale di tracciabilità del lotto.


Nella sezione Tracciabilità selezionare il prodotto desiderato.

In questa sezione sarà disponibile risalire all'intera storia produttiva del lotto:

- Stoccaggio (movimenti di ingresso e uscita dal silo)
- Elaborazione (lista di elaborazioni registrate)
- Conferimento (lista dei conferimenti)
- xFarm - sezione contenente tutti i dati provenienti dalla gestione agricola:
  - o Lista di campi da cui proviene il lotto in questione
  - o Lista di attività agronomiche registrate

**XFARM** Conferimento Stoccaggio Elaborazione Prodotti Macchinari Tracciabilità Filiera Luppoli Italiani

Prodotto  
 Germogli sott'olio - 2023



### Stoccaggio

Data	Prodotto	Stabilimento	Quantità	Zona di stoccaggio	Tipo di conferimento	Tipo Processo	Utente	Lotto
21/04/2023	Germogli sott'olio - 2023	Chef Service	35			Trasferimento		1854
20/04/2023	Germogli sott'olio - 2023	Chef Service	35		Germogli di luppolo	Trasferimento		

1 2 >

Auto? >>

Data	Tipo di processo	Nome Lotto	Prodotto	Utente
21/04/2023	Trasformazione	1854	Germogli sott'olio - 2023	

Data	Tipologia	Farm	Campo	Coltura	Prodotto	Utente	Nota
22/04/2023	Trinciatura	Bellavista	Luppolo Grattacoppa	Luppolo			1 operatore
22/04/2023	Trinciatura	Bellavista	Luppolo Grattacoppa	Luppolo			1 operatore
01/05/2023	Lavorazione terreno	Bellavista	Luppolo Grattacoppa	Luppolo			frangizolle in 1 operatore
30/04/2023	Lavorazione terreno	Bellavista	Luppolo Grattacoppa	Luppolo			scalzatura in 1 operatore

### Trasmissione dati in blockchain

In seguito alla registrazione di tutti i dati dell'azienda agricola e della cooperativa, sarà possibile la trasmissione dei dati verso la blockchain e la Landing Page realizzata dal partner pOsti.

La trasmissione dei dati avviene tramite un protocollo API. Per ulteriori dettagli, consultare l'allegato A – Nome protocollo API.

I dati trasmessi verso la blockchain sono i seguenti.

database xFarm	naming certificato	Valore esempio
FarmID	identificativo azienda	101067
Farm_name	nome azienda	Bellavista
FieldID	identificativo campo	512404
Area	Ettari	1,46
Varietà	Varietà	Nugget
year	anno	2022
quantity	kg carico	51
Load	data raccolto	2022-04-12T22:00:00.000Z
Lotto	lotto	H104
date	data registrazione lotto	2022-05-04T22:00:00.000Z
format	formato prodotto	Germogli sott'olio - 180 g (sgocciolato 80 g)
N. pezzi	N. pezzi	369
Stabilimento	Stabilimento	229496

## Risultati e discussione

Una piccola premessa: per realizzare una birra, ad esempio una IPA (Indian Pale Ale) che contiene molto luppolo rispetto ad altri stili, la percentuale del luppolo che si utilizza è decisamente minima, va dal 5 al 15% per una birra molto luppolata, aromatica e amara. Poi il fiore, dopo che ha rilasciato tutti i suoi profumi e la parte amara, viene tolto, la birra viene filtrata. Per avere un QrCode sulla bottiglia di birra che ne certifica la tracciabilità per il consumatore dovrebbero essere tracciati almeno la maggior parte degli ingredienti che sono contenuti nella bottiglia.

Una soluzione dimostrativa e più intuitiva l'abbiamo trovata nel realizzare il prototipo del QrCode e fare la landing page dei "Germogli di luppolo sott'olio" prodotti da un'azienda partner del GO, la Società Agricola Bellavista.

L'ingrediente principe del vasetto è il luppolo, il germoglio in particolare, gli altri ingredienti sono lo sfondo e comunque in percentuale molto minore (olio, sale, pepe, e poco altro).

Questo perché il germoglio arriva direttamente al consumatore, il fiore del luppolo invece no. Tutta la catena era presente: dalla coltivazione alla trasformazione ed il luppolo era in grande quantità e protagonista del prodotto finale.

Il modello è utilizzabile e scalabile in altri prodotti della filiera: il fiore fresco di luppolo, il fiore essiccato, il pellet di luppolo, gli estratti, ma anche il malto o i lieviti e perfino l'acqua di provenienza, etc...

Se ci concentriamo sul luppolo come ingrediente da birra il business al quale ci rivolgiamo è B2B: il Mastro Birraio può avere nella confezione un'etichetta con il QrCode della tracciabilità garantita del luppolo che usa per realizzare le birre. Il QrCode può essere riportato in bottiglia, ma contiene in questo caso solo la storia dell'ingrediente Luppolo.

Come funziona la tracciabilità del luppolo?

La prima parte della struttura rimane identica (la coltivazione). In seguito, a seconda del prodotto della filiera brassicola che si sceglie, si individuano le fasi di lavorazione e trasformazione.

Un piccolo schema per esplicitare meglio le fasi che susseguono a seconda della stagione.

Stagione e Periodo	Operazioni	Operazione registrata su xFarm	Possibile QrCode e Landing Page TRACCIABILITA' BLOCKCHAIN
<b>Autunno, Inverno, inizio Primavera</b>	Concimazioni, lavorazione terreno, riposo biologico della pianta, spuntano i germogli.	SI	NO
<b>Primavera</b>	Raccolta del germoglio	SI	NO
	Vendita diretta del germoglio fresco	NO	NO
	Trasformazione del prodotto nei "Germogli di Luppolo sott'olio" o altre conserve in azienda o c/terzi.	SI piattaforma post raccolta	SI (per B2C e B2B)
	Lavorazione terreno, taglio del ceppo, messa fili, training e scelta dei germogli, operazioni agronomiche	SI	NO
	Lavorazione terreno, operazioni agronomiche, diserbo meccanico, irrigazione	SI	NO
<b>Tarda Estate</b>	Raccolta del fiore	SI	NO
	Vendita diretta del fiore fresco	NO	NO
	Lavorazione del fiore, Essiccazione, messa nei big bag (50/70kg) e stoccaggio in cella	SI	NO
	Confezionamento del fiore essiccato in bag sottovuoto (da 0,2 a 5 Kg) o in ATM in azienda o c/terzi.	SI piattaforma post raccolta	SI (per B2B)
	Pelletizzazione c/o terzi e confezionamento in bag sottovuoto (da 0,2 a 5 Kg) o in ATM in azienda o c/terzi.	SI piattaforma post raccolta	SI (per B2B)
	Realizzazione estratti c/o terzi (liquidi, polveri, estratti in alcool, etc..) in azienda o c/terzi.	SI piattaforma post raccolta	SI (per B2C e B2B)

Fig. 2.9.3. Esplicito delle operazioni in campo, registrazione ed eventuale tracciabilità notarizzata in blockchain dei prodotti finali. B2B (Business to Business) e B2C (Business to Client)

## Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità

Tutti gli obiettivi previsti dal piano sono stati raggiunti. E' stato creato un QrCode che racchiude in sé tutti gli aspetti della filiera del luppolo (germogli), tutte le informazioni notarizzate su una piattaforma pubblica validate su blockchain: certificazione di provenienza, date della raccolta e dati delle analisi dei prodotti trasformati realizzati. La stessa tipologia di processo è scalabile su tutta la filiera a seconda di che cosa si notarizzare ed in seguito divulgare al consumatore.



Fig. 2.9.4. QrCode che racchiude in sé tutte le informazioni inerenti la tracciabilità del prodotto.

## Attività ancora da realizzare

Nessuna

Azione

3.0 Divulgazione

Unità aziendale responsabile

Cooperativa Luppoli Italiani Società Cooperativa Agricola

Partner coinvolti

Università di Parma, Cooperativa Luppoli Italiani, Italian Hops Company

**Descrizione delle attività**

La comunicazione del progetto è affidata alle aziende che hanno la quota maggiore delle azioni.

La Cooperativa Luppoli Italiani si è occupata della divulgazione del progetto:

. Online: realizzazione del sito istituzionale che funge da vetrina virtuale, la pagina Facebook, il blog Hopland network e Hopland TV e comunicati stampa che hanno girato nella pagine social (Aprile, Maggio e Settembre 2021).

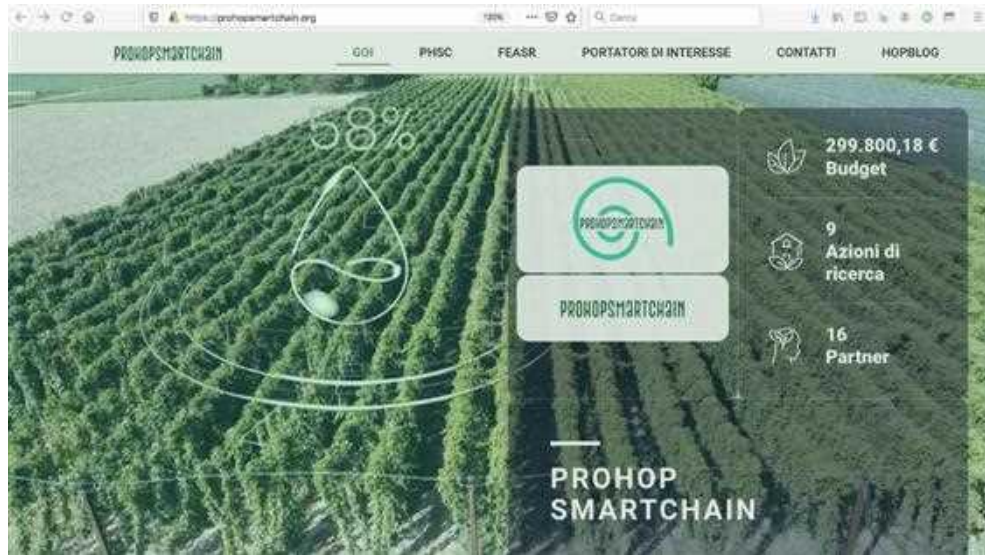


FIG. 3.0 Sito istituzionale del GOI ProHopSmartChain



FIG. 3.1 Blog Hopland Network e Hopland TV



FIG. 3.2 Comunicati stampa che hanno girato nelle Pagine Social del Goi e dei partner.



## Strumenti digitali per la tracciabilità delle produzioni

Emilio Sani

SPERIMENTAZIONE (Saverio) "In agricoltura il digitale è la tecnologia più importante", dice l'imprenditore **Michela Nati**, della società Agricola Bellavista delle terre Nati, specializzata nella coltivazione del luppolo. La società Bellavista è soci della Cooperativa Luppoli Italiani, di cui Michela Nati è presidente. "Siamo all'agricoltura 4.0 e per noi gli investimenti in questo senso sono molto importanti".

Nati racconta la propria esperienza imprenditoriale nell'ambito di **Driftscope (Pa)**. "Stanno già utilizzando la piattaforma on-line a farm per l'incameramento delle attività in campagna, che sono in grado di operare che andiamo a fare in campo dall'inizio della stagione fino alla raccolta, in maniera trasparente. Questo ci aiuta nella tracciabilità della coltura, notevolmente in **Prochem pubblica**, che si traduce in un **QR Code**, che possiamo trasferire sulla bottiglia di birra e sugli altri prodotti, come oli essenziali o germogli". Un passo successivo, "ha il bisogno di vari sensori per rilevare l'umidità del terreno e del fogliame, che permettano di utilizzare l'acqua in maniera proporzionale. La metà dei dati segnalati quando il momento di irrigare, in maniera più precisa rispetto a quanto si può valutare a occhio".

La Cooperativa Luppoli Italiani è capofila in **gratificatore del progetto** (Gruppo operativo di innovazione) sul luppolo, il marchio è finanziato dalla Regione denominato "Prochem-Cluster". ([www.prochemcluster.org](http://www.prochemcluster.org)) e la società

bellavista è partner, insieme ad altre 14 aziende agricole romagnole. "Dall'Università di Parma abbiamo un protocollo di coltivazione professionale che permette di avere risultati anche in analisi chimico-fisiche per migliorare la coltivazione e la resa. Sarà, poi, perfezionato e validato il collaudo con i dati raccolti e lo stoccaggio a differente temperatura di mantenimento, supportato da analisi. Ad esempio, se per la conservazione risulta che la temperatura ideale è più alta o più bassa, questo si può trasformare in un notevole risparmio energetico".

Tra gli investimenti già effettuati c'è la meccanizzazione dell'aramento del luppolo in spicco. "Abbiamo acquistato e modificato sulle nostre esigenze dei canali, che ora ci stanno alleggerendo di molto il lavoro per l'aratura e l'aratura del luppolo nell'essiccazione". Nati conclude sottolineando la necessità di una nuova figura professionale che traduca in realtà il progresso tecnologico sulla base delle specifiche esigenze dell'imprenditore. "Il contadino è sempre sul terreno, segue le piante e l'azienda reale e concreta, l'informatico, invece, è lo specialista del computer. Ci vuole un tecnico che faccia da unione tra questi due mondi, che conosca le operazioni in campagna e, allo stesso modo, la parte informatica e digitale e traduca il linguaggio dell'uno all'altro e viceversa. In questo modo, la comunicazione diventa trasparente ed efficace".



FIG. 3.3 interviste sul progetto di tracciabilità del luppolo che hanno girato nelle in alcune riviste di settore agricolo.

Quando possibile (per via dei lockdown e distanziamenti sociali Covid-19) è stata fatta la divulgazione del progetto e di parte di risultati di alcune azioni durante fiere di settore ed eventi realizzati da partner del GOI o inerenti la filiera brassicola.

- Virtual Meeting: Maggio 2021 al Convegno (online) organizzato da Coldiretti
- Face to Face Meeting: Settembre 2021 c/o la Fiera SANA a Bologna all'interno dello stand della Regione Emilia Romagna e presentazione del progetto presso lo stand CIA Nazionale
- Virtual Meeting: Ottobre 2021 al Convegno (online) organizzato dalla Rete di imprese umbra (partner del nostro GOI) Luppolo Made in Italy
- Meeting: Marzo 2022 c/o la Fiera Beer Attraction a Rimini in Beer & Tech ARENA con il supporto di Coldiretti
- Meeting: Aprile 2022 c/o la sede della Cooperativa Luppoli Italiani con seminario aperto alle aziende agricole interessate alla coltivazione del luppolo in Emilia Romagna (metà percorso)
- Meeting: Luglio 2022 c/o il Marano Wild Hop Fest a Marano sul Panaro (MO) in collaborazione con il Comune di Marano sul Panaro
- Meeting: Giugno 2023 c/o il Marano Wild Hop Fest a Marano sul Panaro (MO) in collaborazione con il Comune di Marano sul Panaro CONVEGNO di CHIUSURA PROGETTO.

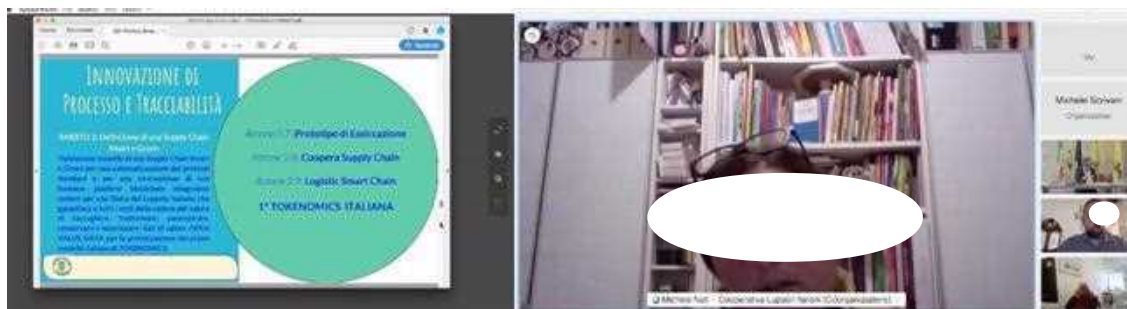


FIG. 3.4 Virtual Meeting con Coldiretti (Maggio 2021).



**Emilia-Romagna. Il futuro lo facciamo insieme**

**9-12 settembre 2021 - Padiglione 37 Stand E14**

Programma di Sviluppo Rurale dell'Emilia-Romagna 2014-2020

**Gruppi operativi del partenariato europeo per la produttività e la sostenibilità dell'agricoltura**

GOAL 5.1  
SOSTENIBILITÀ  
BUSINESS PLAN

**Venerdì 10 settembre**

Ore 10.00	MEDI-C-A-RBONIO, Contabilizzazione del carbonio nel processo produttivo del foraggio FILIERA ITALIANA FORAGGI/AIFE FILODOR
Ore 11.00	Università di Bologna - Distal CONVENIENT, BIODIVERSITA', OLTREBIO, SALCASA Centro ricerche produzioni animali
Ore 12.00	ECO-FRUTTA
Ore 14.00	CIV - Consorzio Italiano Vivaisti CASTANICO E BIODIVERSAMENTE CASTAGNO
Ore 15.00	I.TER
Ore 16.00	ProHopSmartChain - Filiera Professionale Italiana della coltura del Luppolo Cooperativa Luppoli Italiani
Ore 17.00	HALY.BIO - Indagini operative per l'implementazione del controllo biologico dell'invasiva Halyomorpha Halys in Emilia-Romagna Centro ricerche produzioni vegetali

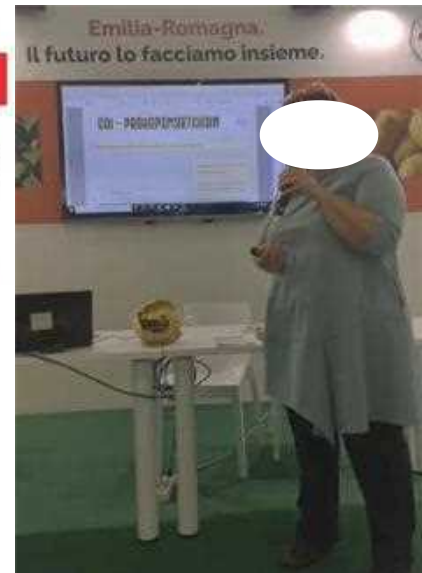


FIG. 3.5 Meeting con c/o c/o SANA Bologna (Ottobre 2021)



FIG. 3.6 Meeting con c/o Beer Attraction a Rimini (Marzo 2022)



FIG. 3.7 Meeting con c/o Cooperativa Luppoli Italiani, Seminario aperto alle aziende agricole (Aprile 2022)



FIG. 3.8 Meeting con c/o Marano Wild Hop Fest Convegno di Chiusura (Giugno 2023)

### Descrizione delle attività:

#### Convegno di chiusura BANDO GOI 16.1.01 Emilia Romagna

L'evento finale di chiusura si è svolto sabato 3 giugno 2023 presso il Centro Culturale di Marano sul Panaro, in provincia di Modena. Il convegno e il seminario sono stati due momenti chiave con lo scopo di fornire una vetrina efficace e di alta qualità per presentare risultati raggiunti, esperienze maturate e conoscenze acquisite durante il periodo di attività del progetto. Per questo il meeting è stato organizzato in concomitanza con una più ampia manifestazione che annualmente si svolge nel paese della provincia di Modena: La festa del luppolo autoctono di Marano sul Panaro - Marano Hopfest. La migliore cornice che si potesse desiderare per un approfondimento al nostro progetto ProHopSmartChain che porta un pubblico interessato e competente. Il contesto già maturo del pubblico e dell'audience che partecipa alla manifestazione maranese rappresenta una situazione unica in Italia e ideale quanto sinergica per la diffusione di temi, contenuti, valori ed impatto del nostro progetto.

#### Definizione degli Obiettivi di Comunicazione:

- Comunicare i risultati e le conclusioni del progetto a un pubblico ampio ma interessato.
- Coinvolgere la comunità locale, gli stakeholder e il settore di riferimento.
- Promuovere la visibilità dell'evento e dell'organizzazione.

#### Canali di Comunicazione:

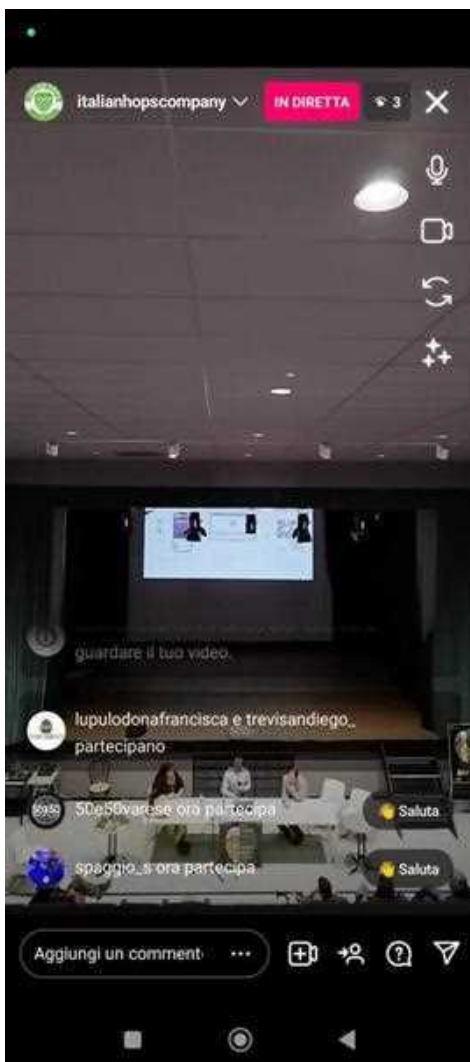
- Social Media: Utilizzo di piattaforme come Facebook, LinkedIn, Instagram per condividere notizie sull'evento, teaser e aggiornamenti in tempo reale.
- Comunicati Stampa: Invio di comunicati stampa ai media locali, nazionali e di settore e a tutto audience di riferimento profilato di settore.
- Inviti e Newsletter: Invio di inviti personalizzati e newsletter ai partner, agli stakeholder, ed a tutta la filiera connessa al settore del luppolo italiano ed internazionale.
- Materiale Stampato: Creazione di volantini, poster per promuovere l'evento, locandine, manifesti e camion vela..
- Annunci: Pubblicazione di spot radiofonico sulle radio locali.

#### Calendario di Comunicazione:

- Pre-Evento: Comunicazione anticipata dell'evento e invio degli inviti.conferenza stampa, invio press kit dettagli evento, cartellonistica stradale, distribuzione volantini sul territorio, locandine nei locali specializzati, spot radio su radio locali, comunicazione social facebook, instagram e linkedin tramite post, eventi e sponsorizzate, camion vela, invio inviti personali pubblico di riferimento, ecc...
- Durante l'Evento: Copertura live sui social media e coinvolgimento del pubblico attraverso hashtag dedicati.
- Post-Evento: Follow-up con ringraziamenti, riepilogo dell'evento.

Monitoraggio e Valutazione:

- Monitoraggio della copertura mediatica e dell'engagement sui social media.
- Valutazione dell'impatto del piano di comunicazione e dei risultati ottenuti.



Di seguito il programma dettagliato che riporta relatori e interventi:

#### **Convegno:**

##### **10.00 – Saluti Istituzionali**

Giovanni Galli, Sindaco di Marano sul Panaro

##### **10.15 – GOI ProHopSmartChain: gli attori e gli obiettivi**

Michela Nati, Cooperativa Luppoli Italiani

Saranno percorsi gli obiettivi del progetto e gli attori dell'innovazione.

ProHopSmartChain è un progetto di innovazione dalla terra alla tavola o meglio dal luppolo alla birra. Il fine comune però è la tracciabilità digitale, ovvero la blockchain.

##### **10.30 – NutriHop: la fertilizzazione, il luppolo e la birra**

Tommaso Ganino - Università di Parma

Chi dice che la fertilizzazione incide sulla qualità del prodotto in realtà non sa quanto. L'obiettivo di ProHopSmartChain è stato quello di valutare quanto la nutrizione del luppolo possa avere effetti sui coni di luppolo e, di conseguenza, sulla birra prodotta.

##### **10.45 – TerroirHop: il terroir in Emilia-Romagna**

Margherita Rodolfi - Università di Parma

Genotipo e ambiente influenzano il fenotipo della pianta e dei prodotti da essa ottenuti. Questo effetto viene definito terroir. Ma esiste un terroir del luppolo nella regione Emilia-Romagna? Quanto il terroir influenza la composizione chimica e il profilo aromatico del luppolo emiliano-romagnolo?

##### **11.00 – Beer-break - degustazione di birre con luppolo autoctono**

##### **11.15 – La conservazione genetico-sanitaria del luppolo**

Marco Cardoni - Centro Attività Vivaistiche (CAV)

Il CAV, insieme all'Università di Parma, ha definito un disciplinare di produzione; ha individuato le modalità di esecuzione delle attività di processo di qualificazione e le modalità per l'esecuzione degli accertamenti dei requisiti sanitari e genetici dei materiali di moltiplicazione dello stesso. A fine verifica sanitaria e genetica (costituzione pianta madre candidata di pre-base) ha conservato 2 vasi di ogni selezione di luppolo (piante madri "prebase") in apposite screen-house nel Centro di Conservazione per la Premoltiplicazione (CCP).

##### **11.30 – La filiera in blockchain: un prototipo**

Giacomo Luddeni – Xfarm Technologies

Marco Pizzuto – pOsti

Coltura innovativa richiede strumenti innovativi di tracciabilità. Il progetto ha previsto la tracciabilità della filiera attraverso la messa a punto di un protocollo blockchain che notarizza le interazioni e le transazioni su piattaforme condivise dai diversi operatori: dalla terra (luppolo) alla tavola (birra).

##### **11.45 – La luppolicoltura 4.0: AgriTech, un progetto nazionale**

Tommaso Ganino – Università di Parma

AGRITECH svolge ricerca e promuove tecnologie abilitanti per lo sviluppo sostenibile delle produzioni agroalimentari. L'obiettivo è quello di favorire l'adattamento ai cambiamenti climatici, la riduzione dell'impatto ambientale nell'agrifood, lo sviluppo delle aree marginali, la sicurezza, la tracciabilità e la tipicità delle filiere.

##### **12.15 – La luppolicoltura oltre la birra: PowerHop**

Michela Nati - Cooperativa Luppoli Italiani

Il luppolo è una pianta i cui prodotti sono destinati solo al settore brassicolo? L'obiettivo di PowerHop è quello di valorizzare la pianta di luppolo oltre la filiera brassicola. La creazione di prodotti a base di luppolo destinati a settori diversi potrà dare respiro all'imprenditore agricolo che potrà quindi affacciarsi a settori anche diversi dal food.

#### **Workshop:**

##### **18.00 - Tavola rotonda aperta a tutti i coltivatori professionisti**

Integrazione di un sistema di controllo qualità nella produzione del luppolo italiano

Tommaso Ganino, Università di Parma

Ludovico Lucchi, Italian Hops Company

##### **20.00 - Laboratorio di degustazione**

"Il terroir autoctono: degustazione guidata di birre prodotte 100% con luppolo autoctono e con luppolo italiano"

Simone Cantoni, degustatore, giudice e beer writer

#### **Conclusioni:**

Il pubblico ha reagito in maniera interessata e costruttiva a tutte le attività svolte durante questi appuntamenti. Come anticipato si trattava di un pubblico già con una formazione di base sull'argomento che donava una maggiore qualità al livello di discussione e delle tematiche trattate. Abbiamo registrato buona fruizione durante tutte le sessioni con una partecipazione in termini numerici del pubblico altalenante ma comunque sempre soddisfacente. Abbiamo avuto numerosi feedback, domande o contributi da parte del pubblico durante tutto lo svolgimento delle attività ma

soprattutto durante la parte più interattiva dei workshop (la parte dedicata ai coltivatori e quella alla degustazione delle birre prodotte con luppolo autoctono) in cui la partecipazione era intensa, attenta e appassionata. All'evento ha partecipato un pubblico composito e che si può definire di qualità tra cui partecipanti del progetto, comunità locale e istituzioni locali, rappresentanti del settore di interesse (birrifici artigianali, aziende agricole, birrifici industriali, coltivatori esteri, degustatori di birra professionisti, ecc...), media e giornalisti. In conclusione l'impatto dell'evento di divulgazione in termini di partecipazione, visibilità e raggiungimento degli obiettivi di divulgazione del progetto è apparso buono e il contesto ricettivo.

### **Risultati e discussione**

L'azione più intensa tra le tante del progetto è stata la divulgazione: l'obiettivo di riuscire a portare al numero di persone più alto possibile l'innovazione del progetto ProHopSmartChain.

La pandemia ha sbarrato la strada a molte opportunità di comunicazione, ma ne ha aperte altrettante. Quando abbiamo scritto il progetto nel descrivere la tipologia di divulgazione avevamo dato già un segnale di innovazione attraverso l'introduzione di meeting online che permettono la diffusione del progetto e del messaggio che è intrinseco a molte più persone. Un seminario o una conferenza svolta online non preclude la partecipazione di aziende o stakeholders che sono distanti chilometri dal luogo in cui avviene la conferenza. In questo modo sono state selezionate tutte le opportunità di partecipare alle fiere in presenza (quando possibile) e in altri momenti dell'anno in cui non si poteva abbiamo partecipato virtualmente presentando il progetto o alcune delle ricerche svolte.

### **Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità**

Tutti gli obiettivi previsti dal piano sono stati raggiunti. Sono stati fatti tutti i format di divulgazione come da progetto: dal virtuale al fisico in diverse occasioni il progetto è stato presentato e sono stati condivisi alcuni dei risultati ottenuti dalle azioni programmate.

### **Attività ancora da realizzare**

Nessuna



## 2.4 Materiale consumabile

Fornitore	Descrizione materiale	Costo
		Totale:

## 2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Fornitore	Descrizione dell'attrezzatura	Costo
		Totale:

## 2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

*Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione*

La realizzazione del prototipo è stata preceduta da uno specifico studio progettuale per arrivare allo sviluppo e realizzazione del prototipo stesso. È stato coinvolto un fornitore terzo (COSMOPACK srl) che si occupa di progettazione e creazione di impianti di automazione industriale a cui è stato conferito l'incarico di progettare e costruire un prototipo di sistema di meccanizzazione da implementare ad un sistema di essiccazione per il luppolo.

Si specifica che attualmente sul mercato esistono gli essiccatori, ma non esiste un sistema automatico di essiccazione del luppolo in continuo. Infatti, l'elemento caratterizzante del prototipo è costituito proprio dalla movimentazione del prodotto all'interno del forno di essiccazione.

L'essiccazione del luppolo avviene in tutto il mondo tramite sistemi di essiccazione statici a griglie verticali o orizzontali. In questo tipo di lavorazione è indispensabile il lavoro di uno o più operatori.

Il prototipo per la meccanizzazione realizzato ha permesso di automatizzare questa fase.

Un sistema di questo tipo non è oggi presente sul mercato.

Come da relazione del fornitore, allegata alla presente, la fase di progettazione ha riguardato i seguenti aspetti:

- Forze sul tappeto: sono stati indagati i pesi ed i tempi di essiccazione al variare dello spessore dello strato di luppolo in essiccazione;
- Materiale del tappeto: sono stati valutati materiali diversi, optando per la soluzione del tappeto in acciaio inox, in quanto l'unica in grado di garantire la qualità organolettica, la resistenza meccanica alle temperature di lavoro, nonché il rispetto del prodotto essiccato.
- Velocità di movimentazione: sono stati valutati mix diversi di: velocità del nastro, potenza di essiccazione, spessore dello strato di luppolo. Lo studio ha evidenziato come non sia possibile definire un mix ideale, ma lo stesso debba essere composto, di volta in volta, in funzione della varietà di luppolo (pesi specifici diversi), dei risultati che si vogliono ottenere in termini di tempi di lavoro ed umidità residua. Per tale ragione è necessario che il prototipo presenti una resistenza al carico verticale in grado di sopportare il peso massimo previsto per la condizione più sfavorevole (strato massimo), ed una velocità di avanzamento modulabile in funzione delle specifiche richieste.

In fase di realizzazione, inoltre, gli elevati costi sopravvenuti a causa di:

- dimensionamento maggiorato per supportare adeguatamente le forze in gioco;
- aumenti dei costi delle materie prime, in particolare acciaio e derivati del petrolio, a seguito del periodo

COVID;

hanno orientato la progettazione del prototipo verso una soluzione esecutiva in scala inferiore, in grado di garantire il corretto processo di essiccazione automatico, pur rimanendo nei costi previsti inizialmente dal progetto.

L'implementazione di questo nuovo meccanismo consente il miglioramento e perfezionamento del processo di essiccazione. Nello specifico si riesce a migliorare velocità e controllo del processo tramite essiccazione in continuo ed automatizzazione dei tempi del processo.

L'innovazione del processo consiste nell'automazione ed essiccazione automatica del prodotto eseguita attraverso un tappeto in movimento continuo posizionato all'interno dell'essiccatoio.

L'attrezzatura è stata costruita per meccanizzare la movimentazione del luppolo nel forno di asciugatura. Il luppolo viene carico su una estremità del tappeto e il tappeto lo porta all'altro capo del forno.

La rete intrecciata in acciaio INOX 304 è stata scelta per le sue elevate caratteristiche di resistenza e flessibilità, nonché per la specifica adeguatezza (anche se non richiesta dalla normativa in riferimento al luppolo) per il trattamento di prodotti alimentari.

Il prototipo ha permesso di individuare materiali e procedure in grado di sopportare le temperature richieste, rispettando i tempi ed i profili di essiccazione, al fine di ottenere le caratteristiche organolettiche attese del prodotto.

In un futuro questo prototipo potrà subire dei processi migliorativi, ad esempio potendo applicare allo stesso una sensoristica all'avanguardia (per es. umidimetri, controlli temperatura dei coni, sensori di monitoraggio qualità), per migliorare ulteriormente il controllo del profilo di essiccazione, e quindi in definitiva, la qualità del prodotto finale.

È stato utilizzato un fornitore diverso rispetto a quello indicato in fase di presentazione del progetto, ma i costi di realizzazione del prototipo sono in linea con quanto previsto, con un leggero scostamento in diminuzione pari a €. 500,00.

Fornitore	Descrizione	Costo
COSMOPACK SRL	REALIZZAZIONE PROTOTIPO ESSICCATORE	€. 22.000,00
		Totale: €. 22.000,00

## 2.7 Attività di formazione

Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto

Le attività formative hanno previsto la realizzazione di nr. 2 corsi formativi e di un viaggio studio per valutare l'esperienza di coltivazione del Luppolo e di organizzazione della filiera in Galicia (ES).

Per i corsi formativi è stata sostenuta una spesa di Euro 12.207, con un contributo del 90% pari a Euro 10.986,3, mentre per il viaggio è stata sostenuta una spesa di Euro 6.800,00.

## 2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

### CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Nominativo del consulente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
	€. 8.100,00	Attività di cooperazione e divulgazione	€. 8.100,00



	€. 2.052,00	Analisi organizzativa delle filiere	€. 2.052,00
		Totale:	€. 10.152,00

#### CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
X FARM		€. 22.248,00	Consulenza Azione 2.8 del Piano	€. 22.248,00
L&L Comunicazione Integrata SRLS		€. 6.750,00	ATTIVITA' DI DIVULGAZIONE	€. 6.750,00
Centro Attività Vivaistiche		€. 5.500,00	Definizione di un prototipo di certificazione genetico	€. 5.500,00
			Totale:	€ 34.498,00

### 3 - Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività

Lunghhezza max 1 pagina

<b>Criticità tecnico scientifiche</b>	L'attività di esercizio della cooperazione e di coordinamento scientifico ha consentito di raggiungere gli obiettivi preposti senza rilevanti criticità.
<b>Criticità gestionali</b> (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	Il periodo di realizzazione delle attività si è parzialmente sovrapposto con la gestione della seconda fase dell'emergenza sanitaria determinata dal COVID 19. Il perdurare delle restrizioni e delle misure volte al contenimento della diffusione dell'epidemia, hanno di fatto generato criticità con un impatto diretto sul cronoprogramma per la realizzazione delle attività. A seguito della richiesta di proroga approvata le attività sono state nuovamente schedulate e si è dunque riusciti a raggiungere target e obiettivi preposti.
<b>Criticità finanziarie</b>	Alcune criticità finanziarie sono state riscontrate in fase di realizzazione, relativamente all'implementazione del prototipo. gli elevati costi sopravvenuti a causa di: dimensionamento maggiorato per supportare adeguatamente le forze in gioco; aumenti dei costi delle materie prime, in particolare acciaio e derivati del petrolio, a seguito del periodo COVID; hanno orientato la progettazione del prototipo verso una soluzione esecutiva in scala inferiore, in grado di garantire il corretto processo di essiccazione automatico, pur rimanendo nei costi previsti inizialmente dal progetto.

### 4 - Altre informazioni

Riportare in questa sezione eventuali altri contenuti tecnici non descritti nelle sezioni precedenti

Non si evidenziano ulteriori contenuti tecnici oltre quelli già descritti.

### 5 - Considerazioni finali

Riportare qui ogni considerazione che si ritiene utile inviare all'Amministrazione, inclusi suggerimenti sulle modalità per migliorare l'efficienza del processo di presentazione, valutazione e gestione di proposte da cofinanziare

Non si evidenziano considerazioni utili per l'amministrazione.

## 6 - Relazione tecnica

*DA COMPILARE SOLO IN CASO DI RELAZIONE FINALE*

*Descrivere le attività complessivamente effettuate, nonché i risultati innovativi e i prodotti che caratterizzano il Piano e le potenziali ricadute in ambito produttivo e territoriale*

Il piano **ProHopSmartChain nasce dall'esigenza di creare un'efficace integrazione tra le aziende appartenenti alla catena del valore di appartenenza.**

L'obiettivo generale del Piano era quello di migliorare la redditività e la competitività delle aziende agricole attraverso la creazione e lo sviluppo di una filiera agricola innovativa e sostenibile: la luppolicoltura.

Entrando nel dettaglio degli obiettivi specifici raggiunti si evidenziano i seguenti elementi:

1. Migliorare la qualità del prodotto agricolo "luppolo".
2. Ricercare nuove varietà nazionali di luppolo.
3. Migliorare la sostenibilità ambientale e sociale delle tecniche di coltivazione e di lavorazione.
4. Integrare gli operatori della filiera agricola del Luppolo.
5. Innovazione e tracciabilità (notarizzazione) dei processi di lavorazione, dei processi di raccolta e post raccolta.
6. Migliorare la redditività e la valorizzazione delle aziende agricole che coltivano il luppolo.

Per raggiungere questi risultati all'interno del piano di innovazione sono stati inclusi Organismi di ricerca pubblici e privati, imprese agricole di produzione, lavorazione e trasformazione, imprese per la commercializzazione, esperti in grado di garantire il supporto tecnico scientifico necessario e per garantire lo sviluppo di innovazioni (di prodotto e di processo). La molteplicità dei soggetti coinvolti ha di fatto rappresentato uno dei punti di forza del progetto consentendo di ottenere una significativa rappresentatività della filiera e degli elementi caratteristici che la definiscono.

Le azioni progettuali realizzate sono state:

1. **ESERCIZIONE DELLA COOPERAZIONE:** vista la molteplicità e l'eterogeneità dei soggetti coinvolti, il coordinamento del gruppo operativo ha richiesto un'attività specifica di coordinamento e di pianificazione delle successive fasi e del gruppo stesso;
2. **AZIONE 2.1 GrowHop: modello di coltivazione del luppolo - PROTOTIPO di IMPIANTO**
3. **AZIONE 2.2 TerroirHop:** valutazione dell'effetto terroir del luppolo coltivato in dell'Emilia-Romagna
4. **AZIONE 2.3 MaturHop:** individuazione di indici di maturazione sul luppolo
5. **AZIONE 2.4 NutriHop: individuazione del miglior piano di fertilizzazione**
6. **AZIONE 2.5 BiodiversHop:** individuazione della biodiversità regionale e valorizzazione dell'esistente
7. **AZIONE 2.6 ConservHop:** valutazione della migliore condizione di conservazione del luppolo post raccolta
8. **AZIONE 2.7: Realizzazione di un prototipo ad elevato contenuto tecnologico per la meccanizzazione ed automazione di un essiccatoio da luppolo.**
9. **AZIONE 2.8:** Coopera Supply Chain - Definizione e Sviluppo di un Prototipo Organizzativo per una Cooperazione di Filiera
10. **AZIONE 2.9** Logistic ProHop
11. **DIVULGAZIONE**

Attraverso la regolare esecuzione delle azioni progettuali sopra menzionate è stato possibile raggiungere i seguenti risultati:

→ innovazione nelle tecniche di coltivazione per impostare gli impianti di luppoleto, in termini di sesti di impianto e di altezza delle strutture di sostegno, nonché la caratterizzazione delle diverse cultivar in relazione agli aspetti vegeto-produttivi (vigoria e produttività);

→ caratterizzazione qualitativa del prodotto ottenuto (coni), anche in confronto con i prodotti commerciali, in modo da valutare l'effetto del terroir e, nello specifico, le caratteristiche che il suolo emiliano romagnolo conferisce al luppolo;

→ individuazione e valutazione degli indici di maturazione del cono di luppolo;

→ definizione di un luppolo di alta qualità in ambiente emiliano attraverso la realizzazione di test di fertilizzazione;

- miglioramento della biodiversità regionale e miglioramento genetico (che il GOI continuerà anche allo scadere dei due anni di progetto fino alla creazione di un “prototipo varietale”) attraverso la valutazione della biodiversità regionale;
- implementazione di nuove modalità di certificazione genetico sanitaria;
- definizione di nuovi processi innovativi e sostenibili per l'essiccazione;
- messa a punto di supporti organizzativi e gestionali per realizzare una filiera completamente digitalizzata.

Sul fronte delle ricadute produttive e territoriali le innovazioni messe a punto con il presente piano offrono diversi spunti innovativi. In modo particolare sul fronte produttivo, occorre evidenziare come la luppolicoltura rappresenti una fonte di reddito alternativo per gli agricoltori. La messa a punto di una filiera efficace ed efficiente aiuta a consolidare il collocamento sul mercato delle produzioni e a soddisfare la domanda emergente in modo efficace. Grazie alle innovazioni messe in atto e alla ricerca condotta sia sulla tecnica agronomica che sulle successive fasi, lo sviluppo della filiera può rappresentare una concreta opportunità produttiva per tanti produttori agricoli. La scalabilità del modello sviluppo consente infatti di estendere i benefici conseguiti all'intero sistema produttivo anche al di fuori del gruppo operativo. Le ricadute del presente piano possono dunque essere facilmente trasferibili al territorio di appartenenza.

Data 02/08/2023

IL LEGALE RAPPRESENTANTE

.....