

Relazione Tecnica Finale

PROGETTO n.37/2017 P.S. – G.O. In.Tra.Viva.

Capofila

IMPRESA VERDE PISTOIA S.R.L.

PSR 2014-2020 – Annualità 2017

Sostegno per l'attuazione dei Piani Strategici e la costituzione e gestione dei Gruppi Operativi (GO) del PEI per la produttività e sostenibilità in agricoltura



Informazioni generali sul soggetto partner capofila P1

Denominazione: *IMPRESA VERDE PISTOIA S.R.L.*

Indirizzo sede legale e operativa: via dell'Annona 211
Telefono: 0573991011
E-mail: pistoia@coldiretti.it
Web: <https://pistoia.coldiretti.it/>
PEC: impresaverde.pt@pec.coldiretti.it
C.F. : 00524190477

Referente incaricato coordinatore per il progetto: Dott. Michele Bellandi
Telefono: 0573991041
E-mail: michele.bellandi@coldiretti.it
PEC: impresaverde.pt@pec.coldiretti.it

ABSTRACT

The project IN.TRA.VIVA was born from the collaboration between scientific subjects and companies and focused on the analysis and development of technological and process innovations of the loading and transport phases of nursery products. In particular, after studying and highlighting the main criticalities of these operations, tools have been developed that can monitor the environmental and physiological parameters during transport (micro sensors), which can keep the plants in optimal physiological and aesthetic conditions (biostimulants) and which can improve the preparation and loading phase (management software). Furthermore, a biodegradable packaging has been created that can be adapted to the different shapes of the plant crowns. The effectiveness of the innovations was tested during transport simulations both in cold rooms and in containers. Low-cost sensors have been developed capable of capturing volatile substances emitted by plants under stress conditions, in particular terpenes, in order to monitor the physiology of plants during transport. It has been seen that the optimal transport temperature is around 8 °C on average, that the optimal stowage index to limit the phenomenon of "air pockets" is approximately 60% and that it is advisable to minimize the humidity of the ground pad at the time of loading. A loading system called "Fito-stand" has been devised which, after careful studies and improvements, will make it possible to speed up loading operations and reduce the manual handling of loads by operators. There is still a lot to investigate on the issues, but this project has laid the foundations for future further collaboration between the partners.

Partenariato del G.O.

ID	DENOMINAZIONE	INDIRIZZO	RUOLO	ATT. SVOLTA
P1	Impresa Verde Pistoia S.r.l.	Via dell'Annona 211, Pistoia	WP 1 e WP 11	Coordinamento, network G.O., informazione ed animazione; valutazione economica costi/benefici delle innovazioni
P2	Scuola Superiore S.Anna Pisa	Piazza Martiri della Libertà 33, Pisa	WP6	Studi fisiologici e identificazioni di marcatori di stress volatili e realizzazione di sensori in grado di rilevarli
P3	Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi della Economia agraria-Orticoltura e Florovivaismo	Via dei Fiori 8, Pescia	WP5	Studi fisiologici sul comportamento delle piante in condizioni di stress date dal trasporto simulato; test su alcuni antitranspiranti biodegradabili; istruzioni per ripristinare stato ottimale piante a destinazione
P4	Università di Pisa-LOGIT Polo Universitario Sistemi Logistici	Lungarno Antonio Pacinotti 43, Pisa	WP4	Rilevazione della rete dei tragitti, studio su software per gestione carichi e trasporti e studio su un nuovo sistema di carico
P5	Università della Tuscia – DIBAF Dipartimento per la innovazione sei sistemi biologici, agroalimentari e forestali	Via San Camillo de Lellis, Viterbo	WP7	Monitoraggio dei parametri microambientali nei trasporti simulati e studi fisiologici su parti verdi delle piante tramite tecnologia NIR per diagnosi dello stato di salute
P6	Università di Milano – DeFENS Laboratorio di Materiali e Polimeri	Via Festa del Perdono 7, Milano	WP3	Messa a punto di un nuovo packaging biodegradabile
P8	Soc. Agr. Giorgio Tesi Vivai S.S.	Via di Badia, 14, Pistoia	WP2	Repertorio varietà di piante da testare, trasporti simulati in container
P9	Vivai Soc. Agricola Romiti Pietro e figli S.S.Soc.	Via Provinciale Pratese 405, Pistoia	WP8	Partecipazione alla sperimentazione del nuovo packaging
P10	Soc. Agr. G & G Baldetti S.S.	Loc. Pietraia 92, Cortona	WP9	Partecipazione alla sperimentazione del nuovo packaging
P11	Soc. Agr. Floramiata S.r.l.	Loc. Casa del Corto, Piancastagnaio (SI)	WP10	Partecipazione alla sperimentazione del nuovo packaging
P12	C.A.I.C.T. Centro Assistenza Imprese Coldiretti Toscana	Viale Fratelli Rosselli 20, Firenze	WP13	Realizzazione di corsi professionali rivolti ad operatori del settore vivaistico circa le tematiche del progetto

SINTESI FINALE DEL PROGETTO

Premessa

Nella relazione che segue sono sinteticamente descritte le attività svolte dall'inizio del progetto sino alla sua conclusione. In particolare, sono descritte le innovazioni messe a punto dai vari partner e trasferite tramite l'attività di informazione e di formazione effettuate dal soggetto capofila Impresa Verde Pistoia srl e dal partner Centro Assistenza Impresa Coldiretti Toscana S.R.L. in collaborazione con i soggetti scientifici partecipanti.

Le tappe principali del progetto possono essere così sintetizzate:
si sono simulati dei trasporti di piante a medio e lungo raggio al fine di:

- a. Rilevare lo stato di salute delle piante trasportate mediante l'utilizzo di sensoristica;
- b. Sperimentare packaging bio-degradabili;
- c. Rilevare i fattori che determinano il degrado delle piante trasportate;
- d. Sperimentare l'uso di prodotti in grado di determinare un ritardo del processo di degradazione;
- e. Sperimentare innovativi software e strutture per ottimizzare i carichi

Risultati raggiunti

L'attuazione del Progetto ha consentito di ottenere i seguenti risultati:

- a. Individuare e classificare le sostanze volatili emesse dalle piante come marcatori di stress del trasporto;
- b. Verificare il funzionamento e l'efficacia di rilevazione di microsensori sperimentali in grado di captare queste sostanze volatili;
- c. Individuare i fattori che determinano il degrado delle piante durante il trasporto;
- d. Definire le modalità nella preparazione delle piante e nella formazione del carico che riducono sensibilmente l'effetto negativo dei fattori di degrado;
- e. Evidenziare le criticità che possono insorgere utilizzando determinate tipologie di packaging biodegradabili;
- f. Comprendere come varietà diverse di piante hanno processi di degrado durante il trasporto molto differenziati;
- g. Definire le modalità e le strutture per rendere le operazioni di carico ed il trasporto piante più efficiente.

Ricadute economiche ed ambientali

Dall'analisi dei costi/benefici effettuata è emerso che i principali benefici che deriverebbero dalla messa in pratica e diffusione delle innovazioni del progetto su larga scala sono la riduzione delle perdite, la riduzione delle contestazioni, la fidelizzazione del cliente, il monitoraggio delle temperatura e possibilità di attuare correzioni in itinere; i principali costi sono invece legati all'acquisto dei sensori, all'elaborazione dati, alla manodopera per scelta delle piante in miglior stato, alla formazione del personale. Da un punto di vista economico, quindi, si avrebbero in fase iniziale costi maggiori legati soprattutto alla formazione e alla produzione dei sistemi innovativi proposti, ad eccezione dei sensori che sono molto economici ed efficienti. I benefici si avrebbero in una seconda fase, una volta diffuse le conoscenze e gli strumenti su larga scala. Tuttavia, si precisa che per migliorare la fase del carico e del trasporto tramite le innovazioni del PS sono necessari ulteriori prove sperimentali, anche perché molti spunti di riflessione e problematiche sono emerse in fase di realizzazione, come accade spesso nella ricerca.

Le ricadute ambientali che potrebbero avere le innovazioni messe appunto vanno dal risparmio idrico, in quanto si è verificato che le piante non devono essere irrigate prima del trasporto in modo da favorire le condizioni fisiologiche e diminuire il peso del container, al risparmio di risorse quali concimi, fitofarmaci e acqua in quanto le piante si troverebbero in migliori condizioni fisiologiche a destinazione e ci sarebbero istruzioni per ripristinare il loro stato ottimale utilizzando le risorse in maniera mirata in base ai reali bisogni delle piante. Questo vale anche per la fase di trasporto: monitorando in maniera costante i parametri ambientali ci sarebbe possibilità regolare la temperatura e l'umidità dell'aria in base ai reali fabbisogni. Inoltre, è da approfondire l'efficacia di utilizzo delle materie plastiche biodegradabili realizzate per il packaging, che potrebbero essere utilizzate in sostituzione alle reti di plastica che imballano le piante caricate nei container.

Descrizione dell'attività svolta

P.1 Impresa Verde Pistoia S.r.l. _ Capofila

Il capofila Impresa Verde Pistoia si è occupato delle attività di animazione e del coordinamento generale del progetto, dal momento della sua nascita con la ricerca dei partner e la creazione del partenariato e la stesura dell'accordo di Cooperazione e del Regolamento Interno, alla conclusione con la presentazione delle domande di saldo. Per fare questo ha tenuto una serie di riunioni ed incontri, sia online che in presenza e in azienda, volti a garantire il coordinamento e la divulgazione delle informazioni, ha realizzato un sito web sul quale ha inserito i periodici aggiornamenti e sviluppi inerenti il progetto (<https://www.intraviva.it/>), ha realizzato materiale pubblicitario e informativo (video, brochure, interviste ecc.) circa le finalità ed il coordinamento delle attività. Inoltre, ha curato i rapporti con l'Amministrazione Regionale, ha aderito alla Rete Rurale Nazionale 2014/2020 inviando una propria documentazione informativa ed ha partecipato alla settimana dell'innovazione nello Sviluppo Rurale di Regione Toscana che si è tenuta a Firenze nel mese di marzo 2019 presentando il progetto IN.TRA.VIVA e partecipando ai tavoli operativi organizzati dai partner europei.

Recentemente ha partecipato, divulgando le innovazioni sperimentate ad incontri on line con la Rete Rurale Nazionale e con la Rete Rurale Europea.

Impresa Verde Pistoia si è occupata di monitorare le potenzialità di diffusione del progetto ed il grado di soddisfazione per quanto messo a punto sia dei partner dello stesso progetto sia della platea delle aziende che potrebbero usufruire un giorno di queste innovazioni. Inoltre, tramite il lavoro di una professionista esterna incaricata, si è occupata di sostenere finanziariamente l'analisi sui costi/ benefici delle innovazioni del progetto per valutarne il potenziale a livello di mercato.

P.2 Scuola Superiore S. Anna Pisa

La Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa a partire dalla primavera del 2019, in collaborazione con l'azienda capofila, con l'impresa Giorgio Tesi Group e il CREA di Pistoia, ha svolto delle prove preliminari su giovani piante in vaso appartenenti alle specie acero, viburno, cipresso, ligustro e olivo, selezionate recependo le indicazioni aziendali. Come previsto nel progetto, in collaborazione con lo spin off dell'Università di Tor Vergata E.S.C.A.P.E., è stata allestita una prova in ambiente confinato riguardante specificamente ligustro e olivo e **finalizzata alla creazione e messa a punto di sensori** (chip di allestimento riportato in Figura 1) per la determinazione dello stato di stress delle piante da applicare durante il trasporto. Oltre alla determinazione dei classici parametri ambientali, luce, temperatura e umidità relativa, i sensori hanno permesso il monitoraggio dei composti volatili emessi. Nel corso delle prove le piante sono state incubate in due condizioni diverse, una delle quali prevedeva la simulazione dello stress normalmente subito dalle piante nel corso del trasporto. In particolare, sono state applicate per un periodo di quattro settimane condizioni di buio e stress idrico. Tali condizioni sono state comparate con piante mantenute in assenza di stress (luce naturale e normale irrigazione).

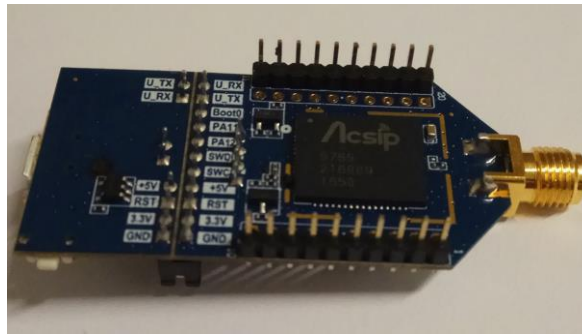


Figura 1 - Chip (S76G) utilizzato per l'allestimento sensore.

I sensori realizzati hanno consentito il monitoraggio delle condizioni ambientali (illuminazione, temperatura e umidità relativa) e permesso di individuare differenze significative in termini di emissioni totali dei composti volatili tra le piante stressate e quelle di controllo. Questo risultato apre interessanti sviluppi per l'identificazione di specifici composti volatili la cui produzione è associata a condizioni di stress e per la produzione e commercializzazione di sensori a basso costo in grado di monitorare e di trasmettere da remoto dati circa lo stato fisiologico delle piante.

I risultati di questa attività sperimentale sono stati oggetto di una pubblicazione a stampa su rivista scientifica (Catini et al., Development of a sensor node for remote monitoring of plants, 2019), disponibile come open access al seguente link:

<https://www.mdpi.com/1424-8220/19/22/4865>

Seppure non facesse direttamente parte degli obiettivi specifici dell'unità SSSA, in collaborazione con l'Università di Milano e degli altri partner di progetto, è stata testata **la capacità del packaging biodegradabile** proposto nel progetto di migliorare le performance di resistenza agli stress di trasporto delle piante.

Durante le due simulazioni in container, SSSA ha infatti allestito prove sulle diverse specie selezionate atte alla valutazione preliminare dell'effetto del packaging. Prima del carico, infatti, le diverse specie sono state imbustate con il packaging e successivamente caricate nel container.

Dalle prove effettuate risulta evidente che l'irrigazione pre-carico sembra produrre in generale effetti negativi sulle piante oltre che sulla tenuta ed efficacia del packaging, e andrebbe fortemente evitata per migliorare le performance delle piante. Ridurre gli input di acqua al momento del carico riveste inoltre un ruolo di fondamentale importanza anche nel ridurre gli sprechi idrici e il peso del container in maniera molto consistente, permettendo in generale un trasporto molto più sostenibile dei prodotti vivaistici. In generale l'applicazione del packaging non ha consentito di ottenere risultati migliori in termini di qualità delle piante e resistenza agli stress tipici del trasporto.

P.3 Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi della Economia agraria - Centro di ricerca orticoltura e florovivaismo

Il CREA-OF si è occupato di monitorare lo stato di salute delle piante durante le simulazioni di trasporto individuando i principali parametri fisiologici da rispettare per una conservazione migliore delle piante e istruzioni per la cura di esse una volta a destinazione. Inoltre, ha effettuato dei test circa l'effetto dell'utilizzo di alcuni antitranspiranti biodegradabili sulle specie di piante ornamentali scelte nell'ambito del Progetto. Due nuovi prodotti sono stati messi a confronto con un antitranspirante commerciale (Vaporgard) e con un controllo trattato con acqua durante le simulazioni di trasporto in cella ed in container.

Preliminarmente era stata effettuata una prova di coltivazione in campo per 5 mesi in cui si riteneva che gli antitranspiranti avrebbero potuto aiutare le piante a superare meglio gli stress idrici e da caldo nella stagione estiva. I dati avevano evidenziato un significativo miglior accrescimento e sviluppo in campo delle piante trattate con gli antitranspiranti rispetto al controllo non trattato.

Dopo la conservazione in cella refrigerata, invece, le piante trattate con antitranspiranti, in particolar modo proprio quelle con il prodotto Barzagli B che erano risultate più sviluppate al termine della coltivazione in campo, hanno evidenziato ingiallimenti fogliari. Probabilmente, proprio il fatto di essere maggiormente sviluppate all'inizio della fase di conservazione in cella le ha sottoposte ad uno stress maggiore rispetto alle altre tesi (a parità di contenuto di acqua nei vasi all'inizio della conservazione).

Sulle piante di Acero non è stato possibile effettuare rilievi dopo conservazione in cella in quanto tutte le piante hanno perso le foglie a causa della stagione autunnale. I test hanno comunque dato dei risultati importanti in quanto è emerso che:

- olivo e cipresso sono estremamente tolleranti alle condizioni di conservazione in cella o in container ($T^{\circ}=8-12^{\circ}C$), anche per lunghi periodi;
- L'acero, al contrario, è il più sensibile al trasporto a media e lunga distanza, con una elevata percentuale di foglie cadute o marcite sia in primavera che in estate, a prescindere quindi dalla normale perdita delle foglie nei mesi autunnali;
- I trattamenti con antitranspiranti non hanno evidenziato effetti particolarmente evidenti sulle specie mantenute al buio in cella frigorifera o in container per periodi fino anche a due mesi;
- È molto importante non caricare nel container piante con un elevato grado di umidità: evitare quindi di bagnare molto le piante in prossimità del momento del carico del container, bensì irrigarle un paio di giorni prima in modo che l'acqua in eccesso abbia modo di sgrodare.
- E' verosimile ritenere che le piante delle specie considerate nel presente studio non siano soggette a particolari stress se trasportate per lunghi periodi (fino a 6 settimane) al buio e senza acqua, una volta soddisfatte le condizioni ottimali di T° e di UR dell'aria nel container. Piuttosto, i danni subiti da tali produzioni sarebbero probabilmente da imputare a livelli di T° e UR, sia dell'aria che del substrato di coltivazione, non ottimali al momento del carico e durante il trasporto, dovuti quindi ad incuria del vivaista o del trasportatore.

P.4 Università di Pisa – Centro Servizi Polo Universitario Sistemi Logistici di Livorno

Il LOGIT UNIPI si è in prima battuta occupato di svolgere un'analisi circa le criticità delle fasi logistiche del distretto vivaistico Pistoiese. In sintesi, ciò che influisce negativamente sulle operazioni è che:

- vengono svolte basandosi solo ed esclusivamente sull'esperienza degli addetti;
- talvolta non è possibile caricare l'intera entità del carico;
- mancano di controlli oggettivi sullo stato di salute delle piante all'arrivo non consente di disporre di dati utili per migliorare il servizio.

Da qui l'esigenza di avere a disposizione software per eseguire un caricamento "smart" per poter sfruttare al massimo lo spazio e vedere in anticipo la possibilità di poter soddisfare le richieste del cliente. Per questo, il LOGIT si è occupato di analizzare il potenziale utilizzo di alcuni software per la preparazione del carico in uscita e per la gestione del magazzino. Tra i software testati vi era anche PackVol, principale software di caricamento delle unità di trasporto utilizzato nel settore della distribuzione. Dai risultati ottenuti è stato possibile notare che un grande limite è quello che il programma consente di caricare colli di sola forma "rettangolare" ed è per questo motivo nel campo del florovivaismo tale software non è utilizzato. Le sue potenzialità potrebbero essere sfruttate per i carichi unitizzati come quelli in pallet, casse in legno o i carrellini, visto che le quantità caricate nelle simulazioni sono identiche a quelle caricate realmente. Si è arrivati alla conclusione che i software presenti sul mercato non riescono a soddisfare la richiesta di ottimizzazione degli spazi, in quanto non hanno la possibilità di inserire le reali forme delle piante e di conseguenza, portando a risultati troppo distanti dalla realtà. Inoltre, l'attività si è focalizzata sulla creazione di un prototipo di magazzino virtuale che permetta di poter conoscere la disponibilità di piante offerta dalle diverse aziende del comprensorio della provincia di Pistoia. A tale scopo è stata costruita una mappa GIS del comprensorio, nella quale sono state ubicate (georeferenziate) le principali aziende vivaistiche selezionate, per le quali è possibile visualizzare, in tempo reale, una lista-elenco delle piante disponibili e pronte per la vendita. Gli studi poi sono stati indirizzati verso un'ottica più industriale, riconducibile alla possibile applicazione di tecniche di Lean Production nei processi di produzione per aumentare la produttività e diminuire gli sprechi sia in termini di risorse che in termini temporali. Dalla stesura della mappa è emersa l'incompatibilità nell'utilizzo di questo strumento in relazione alla produzione vivaistica Pistoiese: a differenza di prodotti "non vivi" o anche delle giovani talee, le piante coltivate nella provincia Pistoiese "stazionano" nelle aziende per periodi di tempo considerevoli (talvolta anche 3-4 anni), per bisogni fisiologici che ha ovviamente un prodotto vivo.

Anche se non inizialmente previsto dal progetto, in accordo con gli altri partner, il Logit ha testato un sistema di ausilio logistico che è stato battezzato come "FITO-STAND", scaturisce dalle analisi e dalle osservazioni fatte dal G.O. sulle procedure attualmente seguite per la movimentazione di piazzale ed il carico/scarico delle piante nelle diverse aziende. Il concetto base del "FITO-STAND" è infatti quello di mettere a punto uno strumento che non sostituisca certo le attuali fasi di lavorazione e neppure l'abilità degli addetti, ma bensì che sia un qualcosa che apporti un miglioramento sia dell'efficienza del lavoro, sia della sicurezza dello stesso. Il risultato atteso dai test, da condurre in continuazione al Progetto, in alcune aziende campione dovrebbe quindi poter confermare l'attitudine del nuovo concetto proposto ad effettuare le operazioni di movimentazione e carico delle piante di tipo standard e modulari, in singolo o in appoggio ai sistemi tradizionali consolidati ("testoni") aumentandone la sicurezza sul lavoro e riducendone i tempi di movimentazione a piazzale e di carico/scarico. Al pari, si attendono anche un incremento della capacità di carico effettiva dei vettori, oltre che un aumento della produttività e della qualità del servizio.

Il G.O. del POLOG ha progettato un prototipo a scala reale, avvalendosi anche di una borsa di studio finalizzata alla modellizzazione strutturale e ai calcoli di verifica statica e dinamica.

P.5 Università della Tuscia – Dipartimento per la innovazione sei sistemi biologici, agroalimentari e forestali

L'attività del DiBAF è iniziata con lo studio del processo di caricamento del container delle piante ornamentali. Nelle foto possiamo vedere le fasi del complesso caricamento. È stato osservato che a fronte di decine di piante che vengono caricate, l'occupazione dello spazio è molto bassa quindi con un indice di stivaggio (volume piante/volume dello spazio container) che si aggira attorno a 0,30. Inoltre, la specifica forma delle piante e il tipo di caricamento alla ricerca della massima occupazione di spazio, non consente di creare delle forme geometriche ben lineari, ma accanto a volumi densamente occupati esistono volumi scarsamente occupati.



Nel momento in cui l'impianto frigorifero del reefer container inizia a funzionare, l'aria fredda si muove non seguendo una logica da noi desiderata in funzione del tipo di stivaggio, ma in funzione degli spazi vuoti che troverà provocando così le cosiddette "sacche termiche" dove la temperatura e, quindi, l'UR non saranno quelle desiderate.

La prima attività è stata quindi di monitorare la temperatura durante la fase di refrigerazione con le porte chiuse e, mediante l'immissione di 6 piccole sonde termometriche inserite lungo tutto il carico e recuperate al termine della refrigerazione. La temperatura del reefer era impostata a 6°C ed è stata raggiunta in circa 2 ore. Sono stati analizzati i movimenti dell'aria di ricambio all'interno del container. È emerso che tutto il pavimento del container è a temperatura desiderata e, solo vicino alla porta, la temperatura è più alta delineando una distribuzione non uniforme dei flussi d'aria. In definitiva quindi la movimentazione dell'aria all'interno del container non è ottimale. Alcune piante potrebbero avere delle temperature più basse e altre

più alte rispetto alla desiderata. Inoltre c'è da evidenziare un eccesso di ventilazione del sistema essendo le piante parzialmente protette. Tale sistema è però valido per prodotti confezionati in cartoni dove l'impatto della ventilazione sui prodotti è assente. Nel caso delle piante ornamentali, molta attenzione deve esser rivolta alla velocità del flusso e quindi trovare l'equilibrio non è facile, anche perchè i reefer container che vengono usati non hanno la regolazione del flusso d'aria.

I risultati hanno inoltre evidenziato:

- Parziale e proporzionale riduzione dell'accumulo di CO₂ negli ambienti di simulazione illuminati;
- Maggiore evidenza degli stress manifestati dalle piante in relazione al periodo climatico nel quale è stata svolta la prova e ad una intrinseca attitudine varietale;
- Gli indici Ft Qy hanno dato risposte che sottolineano la maggior capacità di resistenza per olivo, viburno e in parte ligustro, sottolineando per contro l'alta sensibilità allo stress indotto da parte dell'acero;
- L'approccio sensoristico su base spettri NIR non ha consentito una diretta discriminabilità sui campioni in relazione a differenze di trattamento (buio/luce) e tempi di simulazione di trasporto;

È auspicabile che le acquisizioni NIR, combinate con dati di tipo distruttivo (misure analitiche) manifestino una più significativa attitudine a sottolineare possibili differenze in studi più approfonditi.

P.6 Università di Milano – Dipartimento di Scienze degli Alimenti, la Nutrizione e l'Ambiente Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari

Il DeFENS, si è occupato della messa a punto di un nuovo packaging biodegradabile e strutturando il lavoro in due Task collegati e consecutivi, definiti "Ricerca di soluzioni proponibili" e "Caratterizzazione e collaudo delle soluzioni selezionate".

A partire dalla riunione di avvio del progetto si è dato avvio alle attività del primo Task, che riguardano la ricerca di soluzioni note di packaging attivi e intelligenti, performanti e sostenibili, proponibili per le finalità proprie del Gruppo Operativo IN.TRA.VIVA. Tale ricerca documentale è stata condotta in ambito sia nazionale che internazionale, attraverso la rete di contatti propria di LaMPo e, più precisamente, del Dipartimento di Chimica e del PackLAB - DeFENS. Al fine di giungere ad una selezione delle opzioni disponibili più utili, si è condotta una approfondita indagine bibliografica volta a valutare il contesto economico e tecnico-scientifico nel quale si inserisce la necessità di ricercare prodotti innovativi e sostenibili per diverse applicazioni in campo agricolo e, più in generale, in quello agro-alimentare. La ricerca ha voluto analizzare gli aspetti peculiari di materiali che possono collocarsi nell'ambito delle bio-plastiche, cercando di approfondire le caratteristiche di due categorie potenzialmente applicabili al settore florovivaistico: il PLA e il PHA. I materiali impiegati per il trasporto di piante ornamentali sono prevalentemente costituiti da polimeri della famiglia dei polietileni (PE) a bassa densità. Si tratta di polimeri caratterizzati da struttura molto ramificata, con permeabilità al vapore acqueo molto basso e altissima all'ossigeno. L'introduzione, negli anni Ottanta, dei catalizzatori metallocenici ha permesso un grande sviluppo applicativo dei PE, grazie alla possibilità di modulare proprietà meccaniche, morfologiche e di selettività (ossia del rapporto di permeabilità di due gas). Negli ultimi anni, accanto ai PE di sintesi petrolchimica c'è grande interesse verso polimeri dell'etilene ricavati da materia prima rinnovabile, ossia canna da zucchero. Si tratta quindi di una bio-plastica non biodegradabile ma riciclabile al 100% che quindi rappresenta un'alternativa rigenerabile al polietilene fossile. In generale, i materiali di PE hanno importanti pregi: sono economici, facilmente reperibili, resistenti a tutte le condizioni atmosferiche e avviabili al riciclo. Se la natura è bio, la loro idoneità ambientale viene

ulteriormente rafforzata, soprattutto per applicazioni in campo alimentare e farmaceutico. Tuttavia, nel settore agricolo e florovivaistico, i materiali a base PE possiedono alcuni difetti: la loro elevata barriera all'umidità non li rende traspiranti e quindi idonei ad avvolgere prodotti che respirano, sono difficilmente modulabili per specifiche applicazioni e, non essendo biodegradabili e/o compostabili possono generare elevati impatti ambientali se non correttamente smaltiti nelle fasi di post-utilizzo. In questo lavoro si sono pertanto voluti indagare le prestazioni di due polimeri, reperibili sul mercato, che possedessero proprietà di biodegradabilità e/o compostabilità, al fine di valutare le principali performance in caso di impiego nel settore florovivaistico. Si tratta di PLA e PBAT, due polimeri già impiegati nel settore alimentare ma poco studiati nel settore florovivaistico. Partendo dalla conoscenza delle loro prestazioni di barriera ai gas (Tabella 1), il DeFENS ha voluto studiare alcune modifiche di processo e/o di formulazione per arrivare a comprendere limiti e potenziali vantaggi di PLA e PBAT in applicazioni florovivaistiche.

Le prove in campo hanno evidenziato la necessità di aumentare lo spessore del materiale, al fine di rispondere a requisito di maneggiabilità da parte degli operatori e di avvolgimento delle piante. Nell'ultima parte del lavoro si è quindi tentato di creare film a base di questa formulazione ma con spessori di 60-70 micron. Le operazioni tecnologiche hanno evidenziato alcuni limiti, principalmente riconducibili alla disomogeneità di spessore ed a problemi di *sticking* tra gli strati. Aumentando lo spessore, sarà quindi necessario investigare in modo più approfondito le proprietà termiche dei 33 componenti della miscela, al fine di migliorare la produzione del materiale. Al tempo stesso, una variazione così importante di spessore (a parità di caratteristiche di barriera/permeabilità ai gas) comporterà una variazione di rapporti tra PLA e PBAT, oltre che ad una nuova additivazione. Si ritiene quindi possibile proseguire su questa strada per sviluppare materiali biodegradabili/compostabili con proprietà *tailor-made* rispetto ai requisiti necessari all'avvolgimento di specie arboree per il settore florovivaistico.

P. 8 Soc. Agr. Tesi Giorgio Vivai S.S.

P.9 Soc. Agr. Romiti Vivai di Pietro e figli

P.10 Soc. Agr. G. & G. Baldetti

P.11 Soc. Floramiata

Le quattro aziende ed in particolare l'azienda Giorgio Tesi Vivai, hanno provveduto ad individuare le varietà che sono state oggetto della sperimentazione, aggiornando anche in corso d'opera l'elenco a seconda dei progressi delle sperimentazioni. Tutte e quattro le aziende hanno messo a disposizione le quantità di piante necessarie per consentire l'attività agli altri partecipanti. Inoltre hanno messo a disposizione personale e macchinario per consentire l'effettuazione delle varie fasi sperimentali.

L'azienda Giorgio Tesi vivai ha messo a disposizione un settore del piazzale di carico per poter eseguire le prove di carico e trasporto dei container, che ha noleggiato, nei vari periodi di spedizione: primavera, autunno ed estate.

In quanto oggi il momento di spedizione è spalmato sull'intera annata in quanto le piante vengono consegnate in contenitore in questo modo i problemi legati alla messa a dimora delle piante sono notevolmente ridotti.

P.12 C.A.I.C.T. Centro Assistenza Imprese Coldiretti Toscana

CAICT, in collaborazione con il capofila ed i partner, ha definito la programmazione didattica delle attività formative attraverso l'individuazione delle modalità di erogazione più idonee, anche in seguito alle restrizioni introdotte per il contenimento del contagio dal Covid-19, il perfezionamento degli argomenti da sviluppare nell'ambito delle tematiche previste, l'individuazione delle risorse umane coinvolte e dei periodi in cui calendarizzare i vari corsi. Sono stati realizzati n.4 corsi di formazione in modalità online su piattaforma Zoom a dicembre 2020, visto l'obbligo di svolgere le attività formative a distanza, e terminati a giugno 2022. Ai corsi, hanno partecipato complessivamente 29 utenti con una predominate componente maschile (20) rispetto a quella femminile (9).

Il protrarsi dell'emergenza sanitaria unito alla specificità degli argomenti trattati nei corsi, hanno condizionato la completa realizzazione del piano formativo. Sebbene i corsi siano stati ampiamente promossi anche tramite la rete dei referenti provinciali della formazione, considerati i fattori sopra indicati, è stato possibile reperire l'utenza, prevalentemente proveniente dalle aree a più elevata vocazione vivaistica (Pistoia, Pescia, Lucca), sufficiente ad attivare 4 corsi sui 7 previsti.

QUADRO ATTIVITA' DI TRAFERIMENTO DELLE CONOSCENZE

PARTNER ATTUATORE	ATTIVITA' SVOLTA	RIFERIMENTI
C.A.I.C.T.	N. 4 corsi di formazione online gratuiti sulle tematiche del Progetto per operatori del settore	La programmazione dettagliata dei corsi ed i registri delle presenze con i dettagli degli utenti sono stati già trasmessi nelle modalità previste alla Regione Toscana
IMPRESA VERDE PISTOIA SRL	<p>Sito web</p> <p>Video</p> <p>N. 2 Incontri tematici online</p> <p>N. 3 Incontri tematici in presenza</p> <p>N.2 Convegni Pubblici</p> <p>N. 1 Visita aziendale</p> <p>Brochure Italiano</p> <p>Brochure Inglese</p> <p>n.2 redazionali su riviste specializzate</p> <p>Articoli e comunicati stampa</p> <p>Interviste ai partner e alle aziende</p> <p>Pubblicazione finale</p>	<p>https://www.intraviva.it/</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=t2Au25eGvf4</p> <p>La programmazione dettagliata degli incontri tematici, della visita aziendale ed i registri delle presenze con i dettagli degli utenti sono stati già trasmessi nelle modalità previste alla Regione Toscana. Le slides presentate e rese disponibili dai relatori in occasione degli eventi sono reperibili sul sito intraviva.it</p> <p>Si allega copia delle brochure prodotte per la trasmissione delle informazioni sul progetto in italiano ed in inglese</p> <p>Si allega copia della pubblicazione su “Colture protette” di novembre 2022 e della pubblicazione su “Lineaverde” di Ottobre 2022</p> <p>Periodicamente redatti per pubblicizzare gli eventi e gli aggiornamenti del progetto sono reperibili sul sito intraviva.it e sulla sezione “News” del sito https://pistoia.coldiretti.it/</p> <p>Reperibili sul sito intraviva.it e sulla pagina youtube di Coldiretti Pistoia</p> <p>Reperibile in pdf sul sito https://www.intraviva.it/</p>

Metodologie e tempistiche

Il progetto è stato caratterizzato da una forte collaborazione tra aziende e soggetti scientifici e dalla fondamentale azione di tramite svolta dal capofila Impresa Verde Pistoia. Sebbene non su tutti i fronti si siano avuti dei risultati certi, si sono poste le basi per indagini future inerenti i temi del progetto e si è creato un ponte tra i soggetti aderenti che fa ben sperare in collaborazioni per progetti futuri. I partner si sono incontrati in molte occasioni non solo formali e questo ha permesso un dialogo e scambio continuo, aggiornando la “direzione” delle prove da tenersi in itinere in base agli sviluppi più recenti ed alle esigenze concrete delle aziende. Le attività riconducibili al progetto si sono svolte nell’arco temporale che va dal 2017 al 2022. In particolare, nel 2017 i rappresentanti dei partner si sono incontrati ed hanno messo in cantiere il progetto, presentando la domanda iniziale per il bando. Le prove sperimentali sono iniziate a partire dal 2019, dopo aver ricevuto la comunicazione di approvazione della domanda ed il contratto. Tra il 2020 ed il 2021 si è avuto un forte rallentamento delle attività dovuto alle restrizioni insorte in concomitanza dell’emergenza sanitaria causata dalla diffusione di Covid-19. Per questo sono state chieste due proroghe per poter realizzare simulazioni dei trasporti in container utilizzando i materiali previsti. Le attività sperimentali e di rendicontazione si sono protratte fino a settembre del 2022.

Prospetti delle spese sostenute per l'attuazione del PS

Di seguito sono riportate le tabelle riguardanti le spese, relative al progetto.

Partner	Sottomis.	Contributo assegnato	Investimento iniziale	Investimento da contratto	Spesa RENDI-CONTATA a contributo 23/09	contributo %	anticipo	contributo richiesto
IMPRESA VERDE PISTOIA A1.1	16.2	81.900,00 €	91.000,00 €	91.019,95 €	92.511,86 €	90%	40.950,00 €	81.900,00 €
Soc GIORGIO TESI VIVAI A4.1	16.2	41.400,00 €	46.000,00 €	46.004,00 €	47.046,13 €	90%	20.700,00 €	41.400,00 €
UNIVERSITA' MILANO A3.1	16.2	21.600,00 €	24.000,00 €	24.000,00 €	24.014,17 €	90%	0,00 €	21.600,00 €
C.R.E.A. A7.1	16.2	18.000,00 €	20.000,00 €	20.000,00 €	22.227,35 €	90%	0,00 €	18.000,00 €
UNIVERSITA' PISA A6.1	16.2	18.000,00 €	20.000,00 €	20.000,00 €	22.659,68 €	90%	0,00 €	18.000,00 €
SCUOLA SUPERIORE S.ANNA A11.1	16.2	27.000,00 €	30.000,00 €	30.000,00 €	33.482,47 €	90%	0,00 €	27.000,00 €
UNIVERSITA' TUSCIA A2.1	16.2	22.500,00 €	25.000,00 €	25.000,00 €	25.560,07 €	90%	11.250,00 €	22.500,00 €
Soc Romiti Pietro e figli A5.1	16.2	9.000,00 €	10.000,00 €	10.002,78 €	10.093,76 €	90%	0,00 €	9.000,00 €
Soc. G & G Baldetti A10.1	16.2	9.999,36 €	10.000,00 €	8.999,42 €	10.172,16 €	90%	0,00 €	9.000,00 €
Soc. Floramiata A8.1	16.2	9.000,00 €	10.000,00 €	10.000,00 €	6.262,75 €	90%	0,00 €	5.636,48 €
C.A.I.C.T A9.1	1.1	21.643,34 €	27.054,00 €	27.054,18 €	15.967,05 €	80%	0,00 €	12.773,64 €
IMPRESA VERDE PISTOIA A1.1	1.2	25.000,00 €	25.000,00 €	25.008,65 €	21.404,21 €	100%	0,00 €	21.404,21 €
IMPRESA VERDE PISTOIA A1.1	1.3	25.000,00 €	25.000,00 €	20.000,00 €	1.598,55 €	80%	0,00 €	1.278,84 €
	Totali	330.042,70 €	363.054,00 €	357.088,98 €	333.000,21 €		72.900,00 €	289.493,17 €

Considerazioni finali

Il progetto si è concluso portando a conoscenza dati importanti per il miglioramento della logistica del settore vivaistico. La novità metodologica del gruppo operativo, che ribalta l'impostazione del tradizionale processo di innovazione in cui l'utente finale (l'azienda) era soggetto passivo, ha ottenuto con In.Tra.Viva. risultati immediatamente spendibili, ma soprattutto ha creato relazioni solide per future collaborazioni ed innovazioni. Questo aspetto, oltre alle tante innovazioni nate in seno al progetto, è a nostro avviso un fattore fondamentale da considerare tra i risultati del progetto. Tutte le attività svolte sono state inserite sul sito del progetto, oltre a questo sono state realizzate delle pubblicazioni da poter distribuire nelle varie iniziative che l'associazioni effettua nel corso dell'anno, oltre ad averle distribuite nel convegno conclusivo del progetto.