







PSR SICILIA 2014 - 2020 | SOTTOMISURA 16.1 "SOSTEGNO PER LA COSTITUZIONE E LA GESTIONE DEI GRUPPI OPERATIVI DEL PEI IN MATERIA DI PRODUTTIVITÀ E SOSTENIBILITÀ DELL'AGRICOLTURA"

Manuale divulgativo dell'innovazione

Progetto EBioScart

DA SCARTI DI OPUNTIA FICUS-INDICA

EBioScart

Gruppo Operativo FICO











PSR SICILIA 2014 - 2020 | SOTTOMISURA 16.1

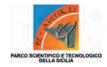
"SOSTEGNO PER LA COSTITUZIONE E LA GESTIONE DEI GRUPPI OPERATIVI DEL PEI IN MATERIA DI PRODUTTIVITÀ E SOSTENIBILITÀ DELL'AGRICOLTURA"

PROGETTO EBioScart ESTRAZIONE DI BIOPRODOTTI DA SCARTI DI OPUNTIA FICUS-INDICA

CUP G66D20000290009



Gruppo Operativo FICO

















INNOVATION BROKER CARMELO DANZÌ

Alla redazione hanno collaborato

Parco Scientifico e Tecnologico della Sicilia Nicoletta Paparone, responsabile progetto

Innovation Broker Carmelo Danzì

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente -Di3A - Università degli Studi di Catania Biagio Fallico, Rosa Palmeri, Antonia Grasso

Giuseppe Timpanaro, Arturo Urso

Progetto: ESTRAZIONE DI BIOPRODOTTI DA SCARTI DI OPUNTIA FICUS-INDICA

Acronimo: EBioScart Gruppo Operativo: FICO

Comparto: Prodotti ortofrutticoli

Focus Area

5c) Favorire l'approvvigionamento e l'utilizzo di fonti di energia rinnovabili, sottoprodotti, materiali di scarto e residui e altre materie grezze non alimentari ai fini della bioeconomia

PARTENARIATO

Parco Scientifico e Tecnologico della Sicilia S.C.p.A. (Capofila) Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente - Di3A - Università degli Studi di Catania OP La Deliziosa Società Cooperativa Azienda agricola Mulino Fiaccati di Laura Bonanno Azienda agricola Lucia Bonanno Azienda agricola Giacomo Abruzzo Ficurinia srls Promotergroup S.p.A.

Durata: 33 mesi Data inizio: 23/09/2020 Data fine: 22/06/2023

Regione Sicilia

Costo totale progetto: €499.699,00

Innovation Broker, Carmelo Danzì

Sito web: www.ebioscart.eu



in (D) (@EBioScart

Editing: Rosy Abruzzo

Impaginazione testi: Emanuele Canzonieri

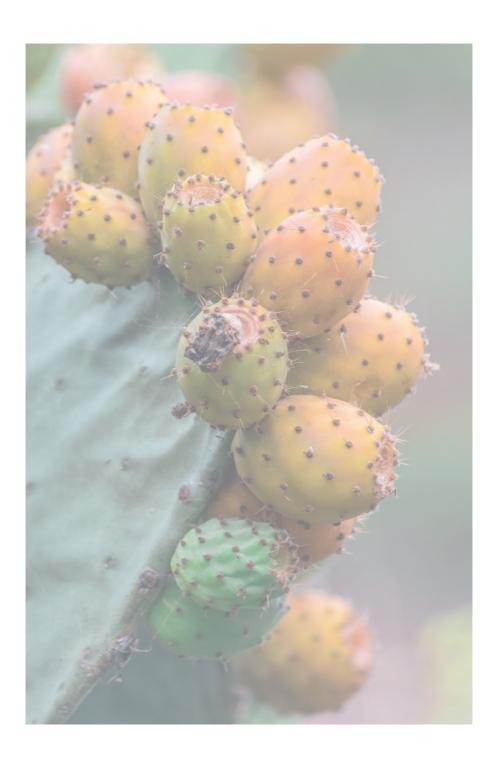
ISBN: 979-12-210-3349-6

Finito di stampare a maggio 2023 da GrafikaMente - Vittoria (RG)

Progetto finanziato dal PSR Sicilia 2014/2020 Misura 16 "Cooperazione", Sottomisura 16.1 "Sostegno per la costituzione e la gestione dei gruppi operativi del P.E.I. in materia di produttività e sostenibilità dell'Agricoltura"

INDICE

1	PREMESSA	5
2	IL PROGETTO	6
3	I PARTNER	7
4	OBIETTIVI E AZIONI	8
5	RISULTATI E TRASFERIMENTO DELL'INNOVAZIONE	10
	5.1 Attività preparatoria	10
	5.2 Coordinamento e animazione	10
	5.3 Innovazioni di processo e di prodotto	11
	Studio e validazione del processo di ottenimento dei bioprodotti	11
	Caratterizzazione dei bioprodotti	13
	5.4 Sperimentazione	17
	Impiego di bioprodotti nella filiera agroalimentare	17
	Campi sperimentali	21 26
	Certificazioni di processo e prodotto	26
	5.5 Introduzione innovazione di tracciabilità	26
	5.6 Validazione economica	29
6	DIVULGAZIONE	34
7	CONCLUSIONI	38
8	BIBLIOGRAFIA	40



1. PREMESSA

La produzione di ficodindia (*Opuntia ficus-indica*), localizzata per il 97,8% in Sicilia, con investimenti estesi oltre 8 mila ettari, pari a 150 mila tonnellate anno, è orientata prevalentemente al consumo del frutto allo stato fresco o trasformato in rosoli, marmellate, succhi, ecc. Circa 10–15 mila tonnellate (10%) sono frutti potenzialmente non adatti alla valorizzazione commerciale ma è biomassa ricca di componenti di interesse per l'industria nutraceutica, cosmetica e farmaceutica. Esistono quindi le condizioni perché la filiera finora chiusa nel sistema "produzione – consumo" dal quale si realizzano due tipologie di prodotti "Frutto" (e derivati) e "Scarto", intraprenda il percorso di bioeconomia circolare, con l'obiettivo di ottenere "Frutto e derivati" e "Biomassa da valorizzare".

In questo contesto nasce il progetto "Estrazione di Bioprodotti da Scarti di Opuntia Ficus indica - EBioScart", finanziato nell'ambito del PSR Sicilia 2014-2020 sottomisura 16.1 "Sostegno per la costituzione e la gestione dei gruppi operativi del Pei in materia di produttività e sostenibilità dell'agricoltura". Un progetto basato sulla volontà di valorizzare il frutto del ficodindia siciliano non idoneo alla commercializzazione e di riutilizzare i sottoprodotti derivati, contribuendo non solo a smaltire gli scarti coerentemente ai criteri di sostenibilità ambientale, ma anche ad ampliare il segmento di mercato interessato. La trasformazione degli scarti contenenti composti bioattivi, in risorse preziose ad alto valore aggiunto per molteplici utilizzi, dal food e beverage alla cosmesi, nutraceutica e farmaceutica, potrà contribuire a generare nuove opportunità di reddito per i produttori.

Le tecnologie disponibili e le esperienze di progetto, concordano, infatti, nell'indicare che la produzione di pectine, coloranti (betalaine) e oli costituisce un'opportunità concreta di sostegno della redditività del sistema produttivo ficodindicolo regionale, in grado di offrire nuove possibilità di valorizzazione del frutto fresco di basso valore mercatale, altrimenti destinato a diventare uno scarto di campagna o di magazzino. Occorre un sistema organizzato, capace di sostenere gli interessi degli operatori della filiera e di rispondere adeguatamente ai nuovi scenari delineati, in cui le componenti dell'intera catena produttiva operino sinergicamente a rinnovare il settore attraverso il trasferimento dell'innovazione e le necessarie azioni di accompagnamento.

Il Manuale divulgativo dell'innovazione EBioScart ha l'obiettivo di presentare attività e risultati di trasferimento delle innovazioni realizzate, maturate dal partenariato e di offrire uno strumento pratico, arricchito da dati scientifici e tecnici, per orientare le scelte organizzative e gestionali di imprenditori che, ispirandosi ai principi dell'economia circolare, volessero fare della sostenibilità una importante leva per lo sviluppo competitivo della propria azienda. Gli esiti del trasferimento delle innovazioni di processo, di prodotto e di gestione aziendale potranno rafforzare questo indotto con la creazione di nuovi filoni produttivi. È, pertanto, rivolto a tutti gli operatori della filiera del ficodindia, e ad enti e istituzioni potenzialmente interessati a replicare le azioni intraprese, che guardano con crescente interesse allo sviluppo di processi produttivi sempre più sostenibili.

2. IL PROGETTO

EBioScart, progetto di trasferimento scientifico e tecnologico, finanziato con la sottomisura 16.1 nell'ambito del PSR Sicilia 2014-2020, è stato promosso considerando l'importanza del comparto ficodindicolo in Sicilia, che vanta 8.225 ettari tra superfici specializzate e promiscue (ISTAT 2022). Questa base aziendale, con una media di produzione pari a circa 15 t/ha, esprime un potenziale produttivo di 150.000 tonnellate. Circa l'80% del prodotto raggiunge i canali di commercializzazione MOI (Mercati Ortofrutticoli Italiani) e GDO (Grande Distribuzione Organizzata), oltre ai tanti grossisti esterni ed interni ai mercati. Il restante 20% è destinato al consumo familiare, o non viene raccolto. Queste produzioni sono delocalizzate in tutta l'isola, essendo il ficodindia una pianta in grado di colonizzare il nostro habitat con estrema facilità. Pur tuttavia, in Sicilia i poli produttivi nei quali si è sviluppato un indotto produttivo ficodindicolo sono quattro: San Cono, Santa Margherita di Belice, Roccapalumba e il Sud-Ovest Etneo.

Una delle condizioni richieste per poter implementare una misura di trasferimento scientifico è che questa si rivolga ad un comparto organizzato con tutte le caratteristiche di filiera. Inoltre, un progetto del genere deve essere pensato coinvolgendo il numero più alto di attori operanti in questa filiera.

EBioScart è pensato ed implementato facendo riferimento non alla classica filiera agroalimentare, che parte dall'azienda agricola e arriva al consumatore finale passando dal condizionamento del frutto, bensì ad una "filiera allargata" che coinvolge anche i bioprodotti estratti da un frutto e con essi gli operatori dei comparti deputati alla loro valorizzazione. L'obiettivo del progetto è quello di sottrarre il frutto non idoneo alla commercializzazione, stimato intorno al 5% del totale condizionato e destinato al mercato, ai classici canali di destinazione (azienda agroindustriale e zootecnica) e dirottarlo all'interno di un processo fordiano capace di estrarre tutti i bioprodotti in esso contenuti (pectine, olio dei semi, indicaxantine, pigmenti, etc.).

L'obiettivo che vuole raggiungere è triplo: economico, edonistico e ecologico.

- Economico, rispetto ad un'azienda agricola e/o agroalimentare che intende assurgere ad azienda multifunzionale, vi è l'esigenza di sommare al fatturato derivante dall'attività strettamente commerciale quello della valorizzazione dei bioprodotti che troveranno una collocazione nell'ambito della nutraceutica, cosmesi e farmaceutica.
- Edonistico, in un'epoca in cui il consumatore vuole prendersi cura del corpo e della salute, ricorrendo a prodotti di derivazione naturale, c'è da considerare la valorizzazione dei bioprodotti con il coinvolgimento di attori non appartenenti all'ambito strettamente agricolo, approccio che rende più forte gli uni e gli altri.
- Ecologico in quanto è tristemente noto alla cronaca che gli scarti di produzione hanno da sempre rappresentato un vincolo e talvolta una fonte di guai per l'operatore agricolo e/o agroalimentare.

Si comprenderà come EBioScart è a tutti gli effetti un **processo di economia circolare** implementato con una logica fordiana e un approccio "pig like".



Il Gruppo Operativo FICO è costituito da nove partner:

SOGGETTO CAPOFILA

Parco Scientifico e Tecnologico della Sicilia S.c.p.a., Catania - www.pstsicilia.it

La Società, centro per l'innovazione e il trasferimento tecnologico, ha coordinato le attività tecniche, scientifiche e amministrative di progetto.

GLI ALTRI PARTNER

Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente - Di3A - www.di3a.unict.it

Soggetto di ricerca e detentore dell'innovazione, ha avuto la responsabilità scientifica del progetto ed affiancato le aziende partner nell'attuazione e nell'introduzione dell'innovazione delle attività quali ottimizzazione dei processi estrattivi dei bioprodotti, sperimentazione e validazione tecnico-scientifico ed economica, attraverso analisi test, protocolli, indagini di mercato e simulazione di modelli d'investimento.

Azienda Agricola Giacomo Abruzzo, Santa Margherita di Bèlice (AG)

Azienda Agricola Bonanno Lucia, Roccapalumba (PA)

Azienda Agricola Mulino Fiaccati di Bonanno Laura, Roccapalumba (PA)

OP La Deliziosa Società Cooperativa Agricola, Biancavilla (CT) - www.opladeliziosa.it

Le aziende agricole e l'OP, ricadenti nei tre poli produttivi regionali: Etna DOP (CT), Santa Margherita di Belice (AG), Roccapalumba (PA), hanno conferito i frutti di ficodindia non idonei alla commercializzazione al laboratorio collettivo di trasformazione, ubicato presso OP La Deliziosa, per la messa a punto di un processo di estrazione green dei bioprodotti. Le tre aziende agricole hanno allestito campi dimostrativi e sperimentato l'impiego degli scarti residuali dal processo EbioScart, come fertilizzanti naturali.

Ficurinia srls, Augusta (SR) - www.ficurina.com

Azienda di trasformazione del ficodindia, ha sperimentato con il Di3A l'utilizzo delle betalaine ottenute quale colorante naturale nelle puree di ficodindia.

Promotergroup S.p.A., Vittoria (RG) - www.promotergroup.eu

Società di servizi, ha accompagnato le aziende in un processo di modernizzazione gestionale di tracciabilità del prodotto attraverso un sistema informativo integrato.

Innovation Broker qualificato, Carmelo Danzì

Coordinatore e Animatore del GO, responsabile della divulgazione e della valorizzazione del progetto.

Al progetto, previo accordo siglato in fase progettuale, ha partecipato AB Group Società Agricola s.r.l. (Comiso -RG), dotata di un impianto di digestione anaerobica, che a partire dal conferimento di bucce di scarto del processo EbioScart ha prodotto il digestato solido e liquido, impiegato nei campi sperimentali come fertilizzante naturale.

4. OBIETTIVI E AZIONI

Il progetto "Estrazione di bioprodotti da scarti di *Opuntia Ficus-Indica*" ha l'obiettivo di valorizzare la filiera del ficodindia, attraverso un'azione integrata fra produttori, imprese di trasformazione e di servizi e centri di ricerca, riutilizzando i sottoprodotti derivati da ficodindia fresco a basso valore di mercato, inteso come scarto, per altri utilizzi, **nell'ottica di una economia verde, sostenibile e circolare**. La creazione di nuovi prodotti potrà incrementare margini di redditività aziendale, collocare sul mercato nuovi prodotti, rendere più sostenibile l'intero ciclo e contribuire allo smaltimento degli scarti.

In tale ottica, nel "Laboratorio collettivo di trasformazione", sono stati sviluppati processi green di estrazione per ottenere bioprodotti ad alto valore aggiunto da bucce quali pectine, betalaine (coloranti), oli da semi, e infine un succo concentrato. Risorse preziose ad alto valore aggiunto per molteplici utilizzi, dal food e beverage alla cosmesi, nutraceutica e farmaceutica, compatibili per nuove opportunità di reddito per gli agricoltori. Di questi bioprodotti si è valutato l'interesse del mercato e l'impiego in altre fasi della filiera.

Al contempo, le aziende agricole hanno sviluppato la sensibilità verso la **sostenibilità ambientale** sperimentando l'utilizzo di scarti residuali quali fertilizzanti naturali, e verso la modernizzazione gestionale di tracciabilità del prodotto.

La pluralità degli obiettivi ha reso il progetto unico nel settore dal momento che non esiste un processo su scala industriale che approdi alla estrazione di tutti gli elementi utili e di interesse per il mercato.

Nell'ambito di tale obiettivo generale sono stati fissati gli **obiettivi specifici**, sviluppati in **otto azioni**, ciascuna coordinata da un responsabile:

Azione n. 1 - Preparatoria

Responsabile Dott. Carmelo Danzì, Innovation Broker

Trasferimento alle aziende partner delle conoscenze, delle innovazioni e dell'intero processo da implementare attraverso un percorso preparatorio e formativo, guidato dai responsabili di ciascuna azione.

Azione n. 2 - Animazione, coordinamento e monitoraggio

Responsabile Dott.ssa Nicoletta Paparone, Parco Scientifico e Tecnologico della Sicilia Coordinamento del partenariato e monitoraggio tecnico e finanziario delle azioni di progetto, supportate dall' Innovation Broker, dal Comitato di Progetto e dal Comitato di Gestione, attraverso verifiche, organizzazione di incontri e animazione per garantire la migliore attuazione del piano progettuale.

Azione n. 3 - Introduzione innovazione

Responsabile Prof. Biagio Fallico, Di3A Università degli Studi di Catania

Creazione di un "Laboratorio collettivo di trasformazione" per la messa a punto di un processo di estrazione 'green' dai diversi componenti non edibili (buccia e semi) dei frutti di ficodindia non commercializzabili.

Caratterizzazione dei bioprodotti: pectine, betalaine (coloranti), oli, succhi, attraverso analisi, protocolli e test di laboratorio, per la valutazione della loro composizione e resa.

Azione n. 4 – Sperimentazione

Responsabile Prof. Biagio Fallico, Di3A Università degli Studi di Catania

Sperimentazione di bioprodotti in altre fasi della filiera del ficodindia

Impiego delle pectine sperimentali sui prodotti di IV gamma per migliorarne la shelf life, attraverso analisi e test. Impiego di betalaine sperimentali, composti bioattivi coloranti, in puree di frutti di ficodindia per migliorarne caratteristiche organolettiche ad alto grado colorimetrico, attraverso analisi e test.

Campi sperimentali

Prove sperimentali nei tre campi dimostrativi con utilizzo di digestati solido e liquido, scarti residuali dal processo quali fertilizzanti naturali, per valutarne le performance produttive delle tesi a confronto. Creazione di un protocollo di reimpiego degli scarti, ai fini di una migliore gestione ambientale sostenibile.

Ottenimento certificazioni di processo e di prodotto

Azione n. 5 - Introduzione innovazione di tracciabilità

Responsabile Dott. Gianni Polizzi, Promotergroup S.p.A.

Creazione di una piattaforma di tracciabilità del prodotto, attraverso un sistema informativo integrato, per innovare ed informatizzare le aziende e permettere una migliore gestione aziendale. Accompagnamento delle aziende agricole al processo di modernizzazione gestionale, per sperimentare il sistema con l'implementazione di dati e testare il processo di tracciabilità informatizzato.

Azione n. 6 - Valutazione economica

Prof. Giuseppe Timpanaro, Di3A Università degli Studi di Catania

Analisi di mercato per la valutazione delle opportunità di collocamento dei bioprodotti ottenuti.

Validazione economica dell'innovazione, in funzione della scala produttiva.

Valutazione di investimenti integrativi per l'ottenimento di prodotti pronti per il mercato.

Azione n. 7 – Divulgazione

Responsabile Dott. Carmelo Danzì, Innovation Broker

Promozione e disseminazione delle innovazioni e risultati, per raggiungere un target di pubblico differente, attraverso diversi canali e strumenti di divulgazione.

Divulgazione on line: Sito internet, canali social e newsletter;

Divulgazione offline: materiali divulgativi, articoli e riviste specializzate, servizi televisivi; Comunicazione diretta: eventi, partecipazione a fiere e convegni, giornate dimostrative nei campi sperimentali.

Azione n. 8 - Divulgazione con RRN e EIP Agri

Responsabile Dott. Carmelo Danzì, Innovation Broker

Divulgazione del progetto, risultati e prodotti con altri Gruppi operativi per mezzo della RRN e EIP Agri, per creare opportunità di crescita per il GO Fico.



5. RISULTATI E TRASFERIMENTO DELL'INNOVAZIONE

5.1 ATTIVITÀ PREPARATORIA

L'attività **Preparatoria**, è stata finalizzata a trasferire alle aziende partner la conoscenza di tutti gli steps delle singole azioni e delle loro implicazioni, al fine di arrivare ad una più agevole implementazione dell'innovazione e dell'intero processo.

L'attività formativa, condivisa da Innovation Broker e responsabile del progetto, è stata rivolta a preparare le aziende all'introduzione dell'innovazione di progetto ed ha impegnato i rappresentanti di tutti i partner.

Il percorso, ripartito in due sottoazioni, guidate dai responsabili delle singole azioni, è stato strutturato in tre giornate, coordinate in modalità remota dal Parco Scientifico e Tecnologico della Sicilia.

Il *kick off meeting* ha permesso di condividere le fasi del progetto, obiettivi, prodotti attesi, cronoprogramma, competenze, implementazioni, criticità, know-how e pubblicazioni di riferimento.

L'attività di *Formazione sull'innovazione da introdurre*, è stata mirata ad implementare il sistema della valorizzazione dei sottoprodotti di ficodindia, alla tracciabilità, con finalità e modalità di gestione dei processi, dei flussi informativi, della documentazione e di utilizzo di software e strumenti specifici, attraverso lezioni preparate dai responsabili di azione.

Il percorso erogato ha favorito il trasferimento di conoscenze dei percorsi e dei processi da implementare ed ha facilitato il dialogo e l'interazione tra i partner.

Ciascun partner si è impegnato ad approfondire le conoscenze dei materiali didattici forniti e a trasferirle al proprio personale interno coinvolto nel progetto.

Risultato tangibile è stato la condivisione consapevole delle attività di progetto.

5.2 COORDINAMENTO E ANIMAZIONE

L'Azione di coordinamento e animazione è stata mirata a garantire, con un approccio partecipativo e condiviso, la migliore attuazione delle attività previste nel piano progettuale per il raggiungimento degli obiettivi e risultati.

L'attività è stata **guidata dal Capofila**, con l'obiettivo di coordinare, gestire, monitorare e verificare lo stato di avanzamento delle fasi di progetto per gli aspetti tecnico scientifici e tecnologici e finanziari, supportata dall'Innovation Broker e dal Comitato di Progetto e dal Comitato di Gestione.

Il coordinamento è stato svolto dal capofila, attraverso il **responsabile tecnico** per le attività di raccordo tecnico-scientifico, monitoraggio, verifica e controllo delle azioni progettuali e il **responsabile amministrativo** per le attività di gestione e monitoraggio amministrativo-finanziario, con il supporto dell'**Innovation Broker**, animatore e gestore delle relazioni del partenariato per le scelte tecniche, le azioni conseguenti e i risultati.

Il Comitato di Progetto e il Comitato di Gestione, composti da un rappresentante per partner, hanno monitorato lo stato di avanzamento tecnico e finanziario, al fine di individuare in forma condivisa eventuali interventi correttivi o riorientamenti funzionali agli obiettivi di progetto. Riunioni congiunte dei Comitati sono state organizzate per definire le varianti di progetto e di partenariato e la proroga di progetto.

Ai fini di un monitoraggio delle attività del GO e per accelerare il processo di trasferimento dell'innovazione, il responsabile tecnico e l'Innovation Broker hanno organizzato frequenti incontri, hanno assicurato la circolazione delle informazioni tra i partner ed il loro costante coinvolgimento nella produzione di pareri e verifiche dell'attività, fornito indicazioni operative. I responsabili di ciascuna azione di progetto hanno condiviso periodicamente lo stato di avanzamento e fornito dati e relazioni periodiche per la redazione dei Rapporti tecnici intermedi.

Sono stati, altresì, organizzati riunioni plenarie e incontri individuali per guidare i partner alle corrette procedure documentali ai fini della rendicontazione e dei Rapporti finanziari. Le attività di animazione e coordinamento hanno facilitato il processo di attuazione in ogni



fase attraverso un'azione continua di incontri di comunicazione (in presenza o modalità remota) e di circolazione dei flussi informativi tra il partenariato, avvenute via email (se ufficiali) o via WhatsApp.

I partner di progetto hanno partecipato a 6 riunioni dei Comitati di Progetto e di Gestione, 2 di partenariato e a numerose riunioni per il monitoraggio tecnico e finanziario.

5.3 INNOVAZIONI DI PROCESSO E DI PRODOTTO

L'innovazione del progetto ha riguardato l'ottenimento di bioprodotti ad elevato valore biologico, quali pectine, betalaine (coloranti), oli e succo concentrato da frutti di ficodindia non commercializzabili.

Studio e validazione del processo di ottenimento dei bioprodotti

Nel laboratorio di trasformazione, allestito presso l'azienda OP La Deliziosa, nelle due annualità, campagne 2021 e 2022, sono stati complessivamente processati 21.000 kg di frutti di ficodindia, di prima e seconda fioritura, provenienti dai tre diversi areali di produzione. In particolare, le aziende agricole partner del progetto Az. Agricola Abruzzo Giacomo (S.M. Belice), Az. Agricola Bonanno Lucia e Az. Agricola Mulino Fiaccati di Bonanno Laura (Roccapalumba) hanno conferito i frutti di prima e seconda fioritura non idonei alla commercializzazione, secondo il calendario di produzione. Presso OP La Deliziosa sono stati conferiti anche i frutti provenienti dall'areale Etna.

Il flow-sheet (Fig. 1) mostra le fasi di lavorazione da cui sono stati ottenuti i bioprodotti e sottoprodotti successivamente analizzati presso i laboratori del Di3A.

La linea di lavorazione comprende i seguenti macchinari:

- Sbucciatrice: separazione della buccia (B1) (esocarpo) dalla polpa e semi. Si ottengono frutti sbucciati e bucce. I frutti contenenti ancora i semi sono inviati alla separatrice mentre le bucce vengono inviate alla pressa.
- Separatrice: separazione dei semi dalla polpa. Da questa lavorazione si ottengono purea di polpa (S1) e semi con residui di polpa (SM1).

- Pressatrice: separazione meccanica del succo residuo dalle bucce. Tale operazione permette di ottenere due sottoprodotti: il succo di seconda estrazione (S2) e le bucce pressate (B2).
- Spremitrice: macchina per l'estrazione meccanica dell'olio dai semi di ficodindia.
- Estrattore microonde: "Ethos X": sistema di estrazione green (senza l'impiego di solventi organici), dei composti colorati (betalaine) contenuti nelle bucce dei frutti di ficodindia. Si ottengono due sottoprodotti: l'estratto fluido (Estratto ES) contenente i composti colorati e le bucce esauste (B3). L'estratto ricco in betalaine rappresenta una fonte di composti bioattivi colorati. Dalle bucce esauste sono estratte le pectine (PEC).

Le bucce, dopo le fasi di ottenimento dei succhi S1 e S2, sono state processate con estrattore a microonde senza l'uso di solventi. L'efficienza di estrazione è influenzata da diversi parametri, le condizioni ottimali per l'estrazione di sostanze fitochimiche dalle bucce di ficodindia sono state:

• Preriscaldamento: 10 minuti

Tempo di estrazione: 20 minuti a 70°C (1.800 W)
 Durata complessiva del ciclo di estrazione: 30 minuti

Le fasi di estrazione per l'ottenimento dell'estratto (ES) sono illustrate di seguito.









Fasi di estrazione delle bucce con ETHOS X per l'ottenimento dell'estratto liquido (ES)

L'estratto ottenuto è stato caratterizzato e successivamente impiegato in succhi di ficodindia da destinare alla commercializzazione. La resa media del processo di estrazione, calcolata per le due annualità, è di 210 ml/kg su bucce trattate.

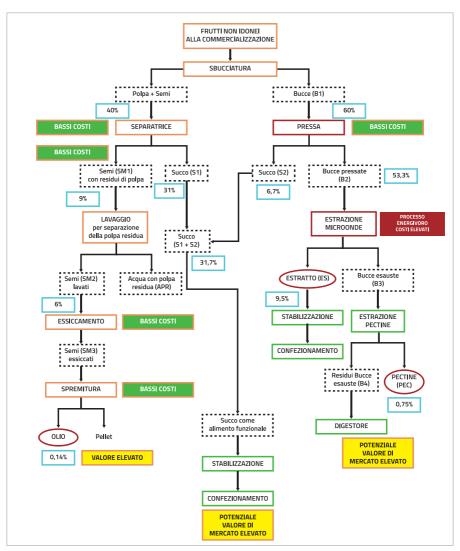


Figura 1 – Flow sheet delle fasi di lavorazione per l'ottenimento dei bioprodotti da frutti di ficodindia non commercializzabili

Caratterizzazione dei bioprodotti

Ibioprodotti rappresentati da succo di prima (S1) e seconda (S2) spremitura, dall'estratto da bucce di ficodindia (ES), pectine e olio, ottenuti dalla linea di lavorazione e successivamente presso i laboratori del Di3A, sono stati caratterizzati dal punto di vista chimico fisico e funzionale. Le analisi condotte hanno evidenziato che i succhi di prima (S1) e seconda (S2) spremitura ottenuti per entrambe le due annualità non presentavano differenze significative per i principali parametri chimico fisici (Fig. 2).

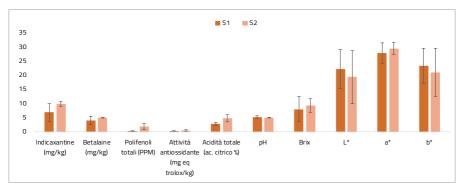


Figura 2 – Caratteristiche chimico fisiche dei succhi di prima e seconda spremitura (S1 e S2)

La prima spremitura, ha consentito l'ottenimento dei semi (SM1) attraverso separazione meccanica della polpa e del succo (S1), con una resa rispettivamente del 9 e del 31%. La seconda spremitura ha consentito di ottenere un ulteriore 6,7% di succo, portando la resa complessiva in succo al 37,7%, valore in linea con i dati riscontrati in letteratura (Gurrieri et al., 2000).

Questa estrazione, a differenza di altri sistemi utilizzati, ha consentito di ottenere un succo di alta qualità capace di mantenere inalterate le note di frutta fresca. Le caratteristiche chimico fisiche e funzionali dell'estratto (ES), riportate in Figura 3, sono espresse come contenuto in Betalaine (Indicaxantine e Betanine), contenuto in polifenoli totali, attività antiossidante, acidità totale, pH e grado Brix.

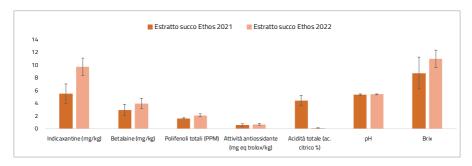


Figura 3 – Caratteristiche chimico fisiche e funzionali dell'estratto (ES) ottenuto dalle bucce di ficodindia trattate con sistema a microonde ETHOS X

Le betalaine, coloranti naturali con elevato potere antiossidante, si possono paragonare ai coloranti di sintesi ed essere utilizzate in ambito alimentare a pH neutro (Reynoso et al., 1997). Vengono preferite alle antocianine come coloranti alimentari per la loro maggiore idrosolubilità e stabilità in un intervallo di pH più ampio rispetto alle antocianine. Inoltre, i derivati betalainici spesso vengono utilizzati per colorare prodotti molto processati o elaborati (Kugler et al., 2007).

In particolare l'indicaxantina, pigmento giallo del frutto di ficodindia, possiede un'efficace attività antiossidante con effetti benefici sulla salute (Nazareno, 2017).

L'estrazione delle pectine dalle bucce processate con sistema a microonde è stata condotta utilizzando il metodo di precipitazione con acido citrico, considerato un metodo green per il basso impatto ambientale di tale sostanza.









Pectina estratta da bucce di fico d'india con metodo green

La figura 4 mostra le rese medie in pectina, numero di metossile, il peso molecolare, il grado di esterificazione e il contenuto in acido anidrouronico.

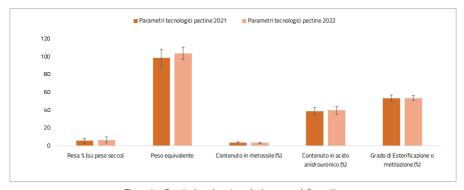


Figura 4 – Caratterizzazione tecnologica e resa delle pectine

Dai risultati ottenuti e illustrati in Figura 5 è possibile affermare che, in relazione alle caratteristiche evidenziate, le pectine ottenute dalle bucce di ficodindia possono essere definite come pectine rapid set, con caratteristiche simili alle pectine da agrumi, quindi potenzialmente utilizzabili per la formulazione di bevande e/o come agenti stabilizzanti in bevande, yogurt o dessert.

SCHEDA TECNICA PECTINA DA BUCCE DI FICODINDIA

(Pectina ottenuta da bucce esauste dopo il processo green di estrazione con sistema a microonde)

PRODOTTO: Pectina Alimentare

INFORMAZIONI GENERALI

TITOLO: Acido poligalatturonico

SINONIMI: E440

TIPO DI PRODOTTO E IMPIEGO: Additivo alimentare

DESCRIZIONE: Pectina non amidata, ad alto grado di metossile

PESO EOUIVALENTE: 94.7-132.3 (Ac. Citrico)

CONTENUTO IN METOSSILE: 2.70-4.24 (Ac. Citrico)
ACIDO ANIDROURONICO: 32.54-43.51 (Ac. Citrico)

GRADO DI ESTERIFICAZIONE: 51-58 (Ac. Citrico)

ALLERGENI: Esente da allergeni alimentari. Senza glutine (< 20 ppm) ai sensi del Reg. 41/2009/CE

ASPETTO: polvere COLORE: bianco

APPLICAZIONI: Utilizata come ingrediente per la formulazione di bevande e/o come agente stabilizzante in bevande, yogurt o dessert. Viene impiegata come additivo gelificante soprattutto quando si producono marmellata e confettura. Le proprietà di questa fibra alimentare sono benefiche per l'organismo.

CONSERVAZIONE: conservare in lungo fresco e asciutto

Nota: la Pectina ottenuta da bucce di ficodindia ad alto grado di metilazione (51-58%) è paragonabile a pectine commerciali e risulta confrontabile con la pectina ottenuta da bucce di arancia (58-67%)

Figura 5 – Scheda tecnica pectina estratta da bucce di ficodindia



I semi (SM1) provenienti dal separatore, sono lavati (SM2) ed essiccati (SM3) in contenitori ed utilizzati per l'estrazione a freddo dell'olio con una resa dello 0.14% sul frutto (3% sul seme). L'olio è stato analizzato e caratterizzato.

Gli indici di qualità dell'olio estratto dai semi sono riportati nella Figura 6 e sono in linea con i valori riscontrati in letteratura (Ghanya et al., 2000, Gurrieri et al., 2021).

Semi e olio da estrazione meccanica

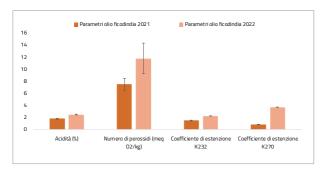


Figura 6 – Caratterizzazione degli oli di ficodindia ottenuti attraverso estrazione a freddo

5.4 SPERIMENTAZIONE

Impiego di bioprodotti nella filiera agroalimentare

La sperimentazione ha riguardato l'impiego dei bioprodotti, betalaine e pectine, ottenute da sottoprodotti della lavorazione, in prodotti trasformati quali puree e frutti di IV gamma.

Impiego di betalaine sperimentali, composti bioattivi coloranti, in puree di frutti di ficodindia Le attività hanno riguardato l'impiego dell'estratto (ES) ottenuto con sistema a microonde per la stabilizzazione e caratterizzazione dei succhi e semilavorati forniti dall'azienda partner Ficurinia, al fine di ottenere un miglioramento delle caratteristiche organolettiche dei succhi sottoposti a trattamento termico.

In Figura 7 è mostrata la stabilità dell'estratto (ES) attraverso la determinazione della cinetica di degradazione delle betalaine a 90 °C per 120 minuti, con prelievi effettuati a 3, 7, 10, 30, 60 e 120 minuti, in accordo a quanto riportato da Merin et al. (1987). I risultati mostrano che, a 90 °C per un tempo di 120', nell'estratto si ha una degradazione del 50% del contenuto in betalaine, espresso in termini di assorbanza.

La Figura 8 mostra, invece, la variazione di colore osservata durante il trattamento a 90 °C per 120 minuti. In accordo a quanto osservato in precedenza si ha una variazione colorimetrica che si traduce nella degradazione delle betalaine solo dopo 60 minuti di trattamento con una variazione di a* (indice di rosso) e b* (indice di giallo), rispetto al tempo TO. In Figura 9 sono mostrate le immagini della degradazione del colore dell'estratto (ES) corrispondenti ai risultati mostrati in Figura 8.

Al fine di poter verificare se l'estratto (ES) potesse essere impiegato come stabilizzante dei succhi, è stato messo a punto un protocollo per valutare la stabilità dei diversi succhi forniti dall'azienda Ficurinia. In particolare, il succo a 60 °Brix è stato ricostituito con acqua fino ad ottenere la stessa concentrazione in °Brix di un succo fresco e successivamente addizionato con l'estratto (ES) a due diverse concentrazioni 10 e 20% (v/v). Sui succhi ottenuti è stata valutata la degradazione cinetica a 90 °C per 120 minuti e determinati i seguenti parametri: degradazione cinetica delle betalaine (attraverso spettrofotometria), parametri colorimetrici e carica microbica.

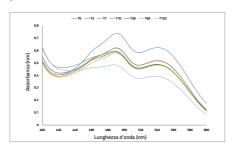


Figura 7 - Cinetica di degradazione delle betalaine contenute nell'estratto (ES)

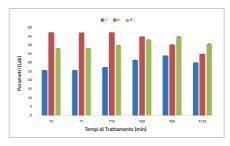


Figura 8- Degradazione del colore dell'estratto (ES)

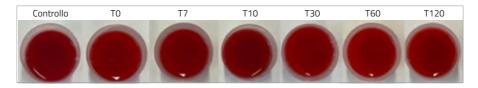


Figura 9 – Immagini della degradazione del colore dell'estratto (ES)

Le Figure 10-12 mostrano il comportamento cinetico delle betalaine a 90 °C per 120 minuti e la variazione colorimetrica del succo Ficurinia ricostituito.

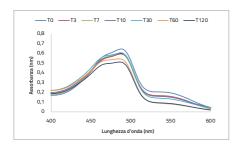


Figura 10 – Cinetica di degradazione delle betalaine del succo concentrato Ficurinia ricostituito

Figura 11 – Variazione del colore del succo Ficurinia ricostituito sottoposto a trattamento termico

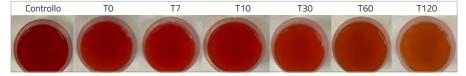


Figura 12 – Succo Ficurinia ricostituito sottoposto a degradazione cinetica

Le Figure 13-15 mostrano il comportamento cinetico delle betalaine a 90 °C per 120 minuti e la variazione colorimetrica del succo Ficurinia ricostituito e addizionato con estratto (ES), 90:10 (v/v).

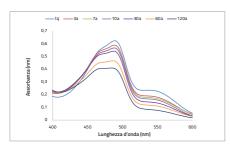


Figura 13- Cinetica di degradazione delle betalaine nel succo concentrato Ficurinia ricostituito e addizionato con estratto (ES), 90:10 (v/v)

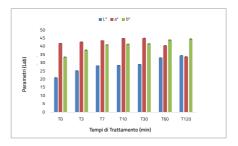


Figura 14- Variazione del colore del succo Ficurinia ricostituito e addizionato con estratto (ES), 90:10 (v/v)

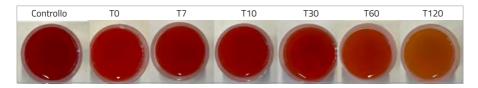


Figura 15 - Succo Ficurinia ricostituito e estratto (ES), 90:10 (v/v)

Le Figure 16-18 mostrano il comportamento cinetico delle betalaine a 90 °C per 120 minuti e la variazione colorimetrica del succo Ficurinia ricostituito e addizionato con estratto (ES), 80:20 (v/v).

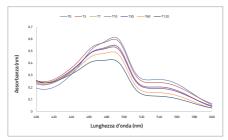


Figura 16 - Cinetica di degradazione delle betalaine nel succo concentrato Ficurinia ricostituito e addizionato con estratto (ES) 80:20 (v/v)

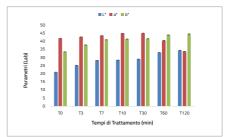


Figura 17 - Variazione del colore del succo Ficurinia ricostituito e addizionato con estratto (ES) 80:20 (v/v)

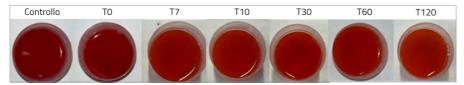


Figura 18 - Succo Ficurinia ricostituito e estratto (ES), 80:20 (v/v)

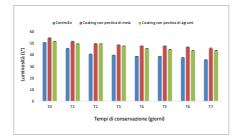
I risultati mostrano che l'impiego dell'estratto (ES) a due diverse concentrazioni (10% e 20%) su succhi ricostituiti dai concentrati forniti dall'azienda partner Ficurinia, non incide sul contenuto totale in betalaine del succo di partenza, ma alle stesse condizioni di degradazione cinetica utilizzate per l'estratto ottenuto con sistema a microonde, si ha una riduzione del contenuto medio in betalaine del 13,12%.

Impiego delle pectine in prodotti di IV gamma

L'impiego di pectine sui frutti di ficodindia è stato testato utilizzando pectine da mela e da agrumi, considerando che le pectine estratte dalle bucce di ficodindia presentano caratteristiche simili a quelle ottenute da agrumi, in parallelo è stato preparato un campione di controllo non trattato. La shelf-life dei diversi campioni è stata valutata per sette giorni, sono stati determinati solidi solubili, colore, consistenza e perdita di peso (Tab. 1). I risultati hanno mostrato un potere protettivo ideale fino a quattro giorni, i risultati sono evidenziati nelle Figure 19-20. Probabilmente l'impiego di atmosfera modificata e/o di un film con bassa permeabilità all'ossigeno potrebbe incrementare la shelf-life del prodotto come riportato da Liguori et al. (2021).

Tabella 1 - Variazione di consistenza, solidi solubili totali in frutti minimamente trasformati non trattati (Controllo) e trattati con pectina di mela e trattati con pectina di agrumi durante la frigo conservazione (7 giorni a 4°C)

	Consistenza (N)			Solidi solubili (°Brix)		
Tempo di conservazione (giorni)	Controllo	Coating con pectina di mela	Coating con pectina di agrumi	Controllo	Coating con pectina di mela	Coating con pectina di agrumi
ТО	18.00 ± 0.21	19.50 ± 0.71	19.20 ± 0.51	13.95 ± 0.42	13.15 ± 0.12	13.55 ± 0.02
T1	15.42 ± 0.32	19.00 ± 0.21	17.41 ± 0.02	13.83 ± 0.51	13.25 ± 0.01	13.53 ± 0.51
T2	15.41 ± 0.89	18.97 ± 0.92	17.80 ± 0.19	13.75 ± 0.35	13.34 ± 0.35	13.65 ± 0.15
Т3	15.63 ± 0.09	18.40 ± 0.19	17.41 ± 0.42	13.12 ± 0.01	13.40 ± 0.32	13.12 ± 0.54
T4	13.41 ± 0.19	17.41 ± 0.87	15.00 ± 0.89	14.10 ± 0.51	14.10 ± 0.51	14.02 ± 0.11
T5	13.62 ± 0.84	14.32 ± 0.91	12.41 ± 0.11	15.91 ± 0.59	14.34± 0.69	14.91 ± 0.54
T6	9.11 ± 0.97	10.93 ± 0.88	10.41 ± 0.42	15.95 ± 0.47	14.55 ± 0.37	14.85 ± 0.27
T7	5.41 ± 0.89	10.41 ± 0.12	11.01 ± 0.12	16.32 ± 0.31	15.52 ± 0.51	15.82 ± 0.54



Coating con pectina di mela Coating con pectina di agrumi

Coating con pectina di mela Coating con pectina di agrumi

Taring i di conservazione (giorni)

Figura 19 - Luminosità (L*) nei frutti non trattati di O. ficus-indica minimamente trasformati e nei frutti trattati con pectine di mela e di agrumi in 7 giorni a 4°C

Figura 20 - Variazioni della perdita di peso (%) nei frutti non trattati di O. ficus-indica minimamente trasformati e nei frutti trattati con pectine di mela e di agrumi in 7 giorni a 4°C

Campi sperimentali

In una logica di economia circolare e di sostenibilità ambientale l'obiettivo è l'impiego di scarti residuali generati dal processo EBioScart, che non approdano all'estrazione di bioprodotti, per utilizzarli come fertilizzanti naturali.

Gli scarti da utilizzare per le prove sperimentali di fertirrigazione nei campi erano le mucillagini ottenute dal processo di estrazione dalle bucce con sistema a microonde e dall'impianto di digestione aerobica. Verificato in fase attuativa che i quantitativi prodotti di tali scarti erano ridottissimi, la sperimentazione di due anni, ha valutato l'effetto sul terreno e la risposta qualitativa dei frutti di tre matrici contenenti mucillagini residuali da scarti del processo EBioScart quali:

- **1. Bucce di ficodindia** ottenute dalla fase di sbucciatura, bucce esauste di prima spremitura in esubero, come concimazione di fondo autunno-invernale.
- **2. Digestato solido e liquido** arricchito con estratto liquido ottenuto dal processo di estrazione green da bucce pressate, quale fertilizzante primaverile.
- 3. Digestato solido e liquido, come ammendante autunno-invernale.



I campi sperimentali sono stati allestiti nelle tre aziende agricole partner Azienda Agricola "Mulino Fiaccati" di Laura Bonanno e Azienda Agricola di Lucia Bonanno site a Roccapalumba (PA) e Azienda Agricola Abruzzo Giacomo sito a Santa Margherita di Belice (AG). Le aziende, una a conduzione biologica con produzione primo fiore e due a conduzione convenzionale con produzione secondo fiore, hanno destinato tre filari alla sperimentazione, di cui uno testimone.

Obiettivo delle prove è stato valutare le peculiarità commerciali dei frutti raccolti (aspetto merceologico e caratteristiche organolettiche), la variazione della struttura del suolo e componenti presenti ed evidenze fisiologiche della pianta.

Nei tre impianti di ficodindia, diversi per età (5 e 14 anni), sesto (6X3, 6X5, e 6X6) ed ecotipi destinati alla produzione di frutti di primo fiore e di secondo fiore, sono stati valutati e previsti scenari differenti di somministrazioni.

In funzione dell'ordinamento colturale, per ciascuna azienda è stato concordato un protocollo di somministrazione finalizzato ad acquisire dati e informazioni propedeutici per la stesura di un protocollo di reimpiego di scarti del ficodindia, ai fini di una migliore gestione ambientale sostenibile.











Somministrazione di bucce ottenute dal processo di separazione - fase di sbucciatura - nei campi sperimentali

Le <u>bucce di ficodindia ottenute dalla fase di sbucciatura</u>, come trattamento alternativo all'impiego delle mucillagini, sono state distribuite 10, 50, 100 kg per pianta, in relazione

all'età della pianta, al sesto d'impianto e al tipo di fioritura ed interrate a circa 60 cm, come concimazione di fondo autunno-invernale, nel periodo ottobre-dicembre 2021. La mucillagine è un prodotto del normale metabolismo delle cellule mucillaginose nel parenchima dei cladodi e di altre parti della pianta, che ha la funzione fisiologica di ritenzione idrica. Inoltre, le bucce di ficodindia contengono calcio, ferro, potassio, magnesio, sodio e selenio.

I digestati ottenuti sono stati **500 kg digestato liquido e 500 Kg digestato solido**, rispettivamente a dicembre 2021 e novembre 2022, partendo da 1500 Kg di bucce ottenute dalla fase di sbucciatura dal processo di separazione, inserite in una dieta del digestore anaerobico, impianto AB Group Società Agricola s.r.l., con cui in fase di progettazione è stato siglato un accordo.





L'utilizzo agronomico del digestato come fertilizzante, permette sia l'apporto di elementi nutrizionali in sostituzione dei concimi di sintesi e organici, sia la possibilità di chiusura del ciclo biogeochimico del carbonio e dei nutrienti. Utilizzato dopo lavorazione di separazione solido-liquida, permette di sfruttare al meglio tali caratteristiche di fertilizzante. La frazione solida, con le sue proprietà ammendanti, è utilizzata come alternativa alla concimazione di tipo organico (compost), mentre la frazione liquida, ricca di azoto prontamente assimilabile (68,9% N-NH4/N tot) può essere utilizzata in sostituzione a concimi minerali (urea), da apportare a supporto della fioritura e della fase formazione del frutto, dando vigore tanto all'induzione a frutto quanto alla tenuta fenologica del soggetto arboreo. Inoltre, le caratteristiche di ammendante del digestato solido partecipano a migliorare la struttura e la tessitura dei terreni. Il digestato nelle sue diverse forme risulta essere un materiale ricco in elementi nutritivi per la pianta, in particolare in azoto, azoto ammoniacale, fosforo e potassio.

Il <u>digestato solido e liquido arricchito da</u> estratto liquido ottenuto dal processo di estrazione green da bucce pressate, quale fertilizzante primaverile, è stato somministrato ad aprile 2022, secondo modalità e specifiche operative.

Il quantitativo per pianta è stato determinato in funzione dei digestati ed estratti disponibili, dell'età e del sesto d'impianto e lo spargimento su suolo è stato effettuato con approcci



Digestato solido e liquido

differenziati (manualmente e/o irroramento con ausilio di pompa). In relazione all'età dell'impianto, l'apporto complessivo è stato di circa 50-85 kg per pianta di cui 2/3 in digestato solido (con azoto nitrico a medio e lungo rilascio), 1/3 digestato liquido (azoto ammoniacale prontamente disponibile).

Il digestato liquido è stato inserito in soluzione concimante fatta da 1/3 tal quale e 2/3 di risorsa idrica. I digestati sono stati arricchiti con estratto liquido ottenuto dal processo di estrazione green da bucce pressate (2-5 L).

Sono stati anche valutati tempi differenziati per l'interramento superficiale a circa 20-30 cm (dopo 1, 10, 20 giorni), ed effettuati con operatore manualmente, anche in considerazione dell'andamento climatico e previa osservazione delle caratteristiche fisiologiche della pianta e della struttura del substrato di coltivazione.

Il <u>digestato solido e liquido</u>, è stato somministrato dalle aziende a **Dicembre 2022** e il quantitativo per pianta e per azienda e spargimento su suolo è stato analogo a quello individuato ad aprile 2022 e nello stesso filare. Il digestato solido quale ammendante partecipa a migliorare la struttura e la tessitura dei terreni. Sono stati anche valutati tempi di 7 giorni per l'interramento superficiale a circa 20-30 cm per tutte le aziende.

Nelle due aziende di Roccapalumba, le operazioni di spargimento sono state effettuate durante le visite ai campi sperimentali, come dimostrazioni di applicazione in campo ed esposti gli esiti agronomici e colturali.

Azienda Agricola Giacomo Abruzzo









Azienda Agricola Bonanno Lucia









Azienda Agricola Mulino Fiaccati di Laura Bonanno









Per quanto riguarda le risultanze agronomiche, la somministrazione di bucce ha fatto rilevare un aumento della frazione nitrica a lento rilascio, considerato che la degradazione degli stessi è avvenuta in ambiente anaerobico.

In relazione alla somministrazione del digestato liquido e solido è emerso che tale pratica agricola ha comportato non solo un miglioramento comprensivo del substrato in termini di elementi minerari ma anche una maggiore capacità di scambio cationico, quest'ultimo fattore ha permesso di anticipare l'epoca di scozzolatura (potatura produttiva) di gg 15 con un conseguente effetto sulla produttività, pur mantenendo pezzatura elevata della seconda fioritura. Pertanto, si è raggiunta la doppia finalità di incrementare la resa degli appezzamenti senza compromettere il fattore merceologico.

Negli impianti destinati a primo fiore si è potuto apprezzare un frutto a buccia maggiormente distesa con aumento di pezzatura del 10% circa, questo probabilmente da assimilare alla presenza di un maggior carbonio organico che è proprio nell'utilizzo del digestato quale ammendante/concime.

Osservati e valutati i risultati dell'apporto del digestato, dal punto di vista merceologico, si ritiene che nel complesso è migliorata la fisiologia della pianta avendo reso armonico l'equilibrio tra le diverse componenti biochimiche che regolano la produzione.



Frutti di ficodindia raccolti dai campi sperimentali per valutazione parametri merceologici e chimici

Attraverso l'attività di ricerca sono state determinate le caratteristiche commerciali (aspetto merceologico e caratteristiche organolettiche) dei frutti di ficodindia raccolti dai campi sperimentali rispetto al filare testimone.

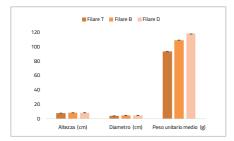
I frutti di ficodindia di ciascun filare sono stati raccolti e trasportati presso il laboratorio Di3A dove sono stati codificati ed in seguito analizzati. Su tutti i campioni sono stati valutati i parametri merceologici (altezza, diametro e peso unitario dei frutti), i parametri chimici (pH, Acidità e

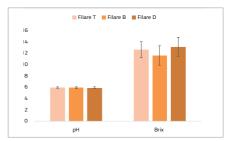
°Brix). Inoltre, è stato valutato l'indice di gradimento dei frutti provenienti dai diversi filari e campi sperimentali.

Valutazione parametri merceologici e chimici

La figura 21 mostra i parametri merceologici e chimici dei frutti di ficodindia provenienti dai campi sperimentali. Dal confronto delle caratteristiche merceologiche, con particolare riferimento all'altezza ed al peso unitario dei frutti, è possibile affermare che i frutti provenienti dai filari trattati con il digestato liquido e solido (Filare D) presentano valori più alti rispetto ai frutti dei filari testimone (Filare T). Lo stesso andamento si nota sul peso unitario dei frutti che risulta essere superiore nei frutti dei filari D. Non si osservano invece variazioni significative del diametro dei frutti in nessun campione analizzato.

I valori di acidità ed i °Brix presentano una variazione significativa in tutti frutti provenienti dai filari D mentre non si ha alcuna differenza sui valori riscontrati di pH. Pertanto si può concludere che i frutti ottenuti dai filari trattati con il digestato liquidi e solito (Filare D) presentano caratteristiche merceologiche e chimiche migliori rispetto ai frutti dei filari testimone (Filare T). Risultati intermedi si sono riscontrati per i frutti ottenuti dai filari trattati con le bucce esauste (Filare B).





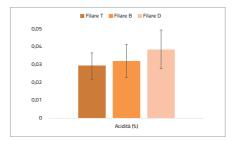


Figura 21 - Parametri merceologici e chimici dei frutti di ficodindia provenienti dai campi sperimentali

Valutazione indice di gradimento

Per stabilire le differenze tra i frutti dei tre diversi filari trattati nei campi sperimentali è stata messa a punto una scheda per la valutazione edonistica dei frutti dove viene chiesto di esprimere il tipo di gradimento su una apposita scala da 1 (estremamente sgradevole) a 9 (estremamente gradevole). Quattro gruppi di 20 persone sono state coinvolte ai fini di valutare i tre diversi campioni (frutti Filare T, Filare B e Filare D) provenienti dai campi sperimentali. I campioni, codificati e tagliati, sono stati posti su di un piatto e somministrati ai consumatori insieme alla scheda (Figura 22).

Dall'analisi dei valori riscontrati si evidenzia in media un alto gradimento di tutti i frutti, non si evidenziano differenze significative tra i diversi frutti come si può vedere anche dalla figura 23. Di fatto, per i frutti provenienti da alberi trattati con digestato, si è assistito ad un miglioramento della pezzatura del frutto, ma non ad un suo annacquamento.



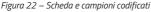




Figura 23 – Risultati del test di gradimento

Dai risultati ottenuti, sebbene preliminari, si può affermare che l'approccio sperimentale ideato e adottato ha permesso di migliorare la sostenibilità ambientale applicando principi di economia circolare alla concimazione. Le aziende agricole hanno sviluppato la sensibilità verso la sostenibilità ambientale sperimentando l'utilizzo di scarti residuali quali fertilizzanti naturali. Si è raggiunto l'obiettivo di creare un nesso causa-effetto tra l'uso del digestato, pratica agricola e miglioramento dell'aspetto merceologico delle produzioni ottenute.

Certificazioni di processo e prodotto

A validazione dell'attività di sperimentazione, un obiettivo prefissato ha riguardato l'ottenimento delle certificazioni UNI EN ISO 9001:2015 e UNI EN ISO 14001:2015, presso la sede dell'OP La Deliziosa, che permettono di attestare la gestione del processo in termini di qualità ed il corretto monitoraggio delle prestazioni ambientali legate al processo produttivo innovativo di valorizzazione degli scarti, nonché di garantire la conformità legislativa in ambito ambientale.

Promotergroup S.p.A. ha supportato, attraverso le attività dei propri consulenti, OP La Deliziosa nelle fasi propedeutiche e accompagnatorie all'iter di certificazione e alla verifica di audit, svolte ad Aprile 2023, a seguito delle quali, accertata la sussistenza di tutti i requisiti, la conformità agli standard di riferimento, l'ente EuCl - European Certification Institute Ltd ha proceduto all'emissione dei certificati.

I prodotti finali ottenuti sono stati le emissioni dei due certificati UNI EN ISO 9001:2015 e UNI EN ISO 14001:2015 e l'individuazione delle procedure del sistema di gestione integrato e relativo manuale.

5.5 INTRODUZIONE INNOVAZIONE DI TRACCIABILITÀ

L'attività è stata finalizzata ad accompagnare le aziende partner in un processo di modernizzazione gestionale, attraverso l'introduzione di un processo innovativo relativo alla tracciabilità del prodotto, tramite l'implementazione di un'apposita piattaforma informatica che ha come scopo:

- 1. la diffusione della cultura della tracciabilità;
- la gestione on-web di tutte le informazioni relative alle produzioni ed ai prodotti ottenuti;
- 3. la riduzione e semplificazione dei flussi informativi;
- 4. la garanzia della qualità delle produzioni.

Le attività sono state coordinate dal partner Promotergroup S.p.A., con il supporto del Responsabile tecnico e dell'Innovation Broker, con il coinvolgimento dei partner OP La Deliziosa soc. coop. agr., Azienda Agricola "Mulino Fiaccati" di Laura Bonanno, Azienda Agricola Abruzzo Giacomo, Azienda Agricola Bonanno Lucia, Ficurinia srls.

In una prima fase Promotergroup S.p.A. ha proceduto alla stesura della progettualità definitiva della piattaforma e la fattibilità del software collegato al sito web www. ebioscart.eu., utilizzando un linguaggio Php-javascript con database SQL.

La piattaforma, che in fase iniziale prevedeva 8 sezioni, a seguito di confronti con le aziende, è stata implementata a 14 Sezioni, al fine di integrarne le funzionalità e renderla più completa ed utile alle finalità di progetto, oltre che alle necessità dei soggetti coinvolti. Ai fini di un'opportuna conoscenza della piattaforma e per accelerare il processo di trasferimento dell'innovazione, sono stati organizzati incontri di formazione e confronto con le aziende sulle modalità d'implementazione dei dati e le funzionalità specifiche della piattaforma. Il coinvolgimento costante e la circolazione delle informazioni hanno permesso di ottenere indicazioni operative specifiche per adattare le funzionalità alle esigenze specifiche.

Nella fase di implementazione dei dati in piattaforma e sperimentazione, le aziende coinvolte hanno operato autonomamente e con il supporto costante della Promotergroup S.p.A. Per gestire al meglio il flusso dei dati e supportare i partner, la piattaforma completa consta di due tipi di login: Sezione Amministratore e Sezione Aziende.

Nella **Sezione Amministratore** è possibile inserire e visionare tutti i dati introdotti per rendere disponibile l'accesso alle aziende ma anche per intervenire nella gestione delle varie sezioni qualora fosse necessario e/o richiesto. È stata effettuata la Creazione del Database Principale (MYSQL): un database atto a contenere tutte le informazioni riguardanti le varie sezioni della piattaforma. All'interno del database sono presenti le tabelle dettagliate, che interessano il funzionamento della piattaforma.

Nella **Sezione Aziende** sono presenti le parti relative alle attività che ogni azienda effettua e può effettuare durante tutte le varie fasi. In particolare, sono state sviluppate le principali funzionalità operative a cui le aziende potranno accedere per l'inserimento di dati ed è stata implementata con le 14 sezioni.

- Sezione 1 Tabelle anagrafiche azienda
- Sezione 2 Gestione documentale per l'Upload Documenti Aziendali
- Sezione 3 Siti per la Creazione e gestione dei lotti o corpi aziendali
- Sezione 4 Pianificazioni
- Sezione 5 Trattamenti
- Sezione 6 Raccolta
- Sezione 7 Certificazioni
- Sezione 8 Processo Produttivo EBIOSCART
- Sezione 9 Carico / Trasporto / Stoccaggio
- Sezione 10 Gestione Logistica e Commerciale
- Sezione 11 Gestione Vendita al dettaglio
- Sezione 12- Magazzini
- Sezione 13 Tracciabilità e Gestione OR-CODE
- Sezione 14 Ticket per la creazione di aiuto piattaforma

La piattaforma è stata integrata con il processo di scarto del ficodindia, seguendo il flow sheet del processo produttivo EBioScart.

I risultati ottenuti:

- La sperimentazione del sistema e l'implementazione dei dati hanno consentito di testare il processo di tracciabilità informatizzato messo a sistema;
- Gli operatori sono stati dotati di un'app collegata al portale che permetterà un più agevole accesso al sistema anche da remoto attraverso i dispositivi mobili (cellulari, tablet, etc...);

 I dati introdotti e lavorati a sistema hanno generato i codici per la tracciabilità di prodotto.

Alla luce dei risultati si possono valutare quali punti di forza:

- la possibilità di poter integrare tutti i dati afferenti la gestione aziendale in un'unica piattaforma;
- la facilità di consultazione dei dati:
- la possibilità di poter procedere ad un monitoraggio costante e continuo dei dati aziendali:
- la funzionalità automatica relativa alla tracciabilità di tutti i prodotti aziendali, la suppletiva sezione relativa al processo di tracciamento anche degli scarti.

Grazie alla condivisione di informazioni e al confronto attivo, la piattaforma realizzata risulta adeguata ed adatta alle esigenze degli operatori della filiera ficodindicola ed innovativa per le esigenze derivanti dal processo di riutilizzo degli scarti, messo a punto da progetto.





5.6 VALIDAZIONE ECONOMICA

Il ficodindia è una specie diffusa sul piano internazionale. Essa rappresenta una caratteristica coltura in molte aree del pianeta, soprattutto nei climi aridi e semi aridi, ove svolge una moltitudine di funzioni (alimentazione umana e animale; opportunità di economia e reddito in zone con poche alternative valide; ruolo paesaggistico e culturale; rappresenta usi e tradizioni locali, ecc.). La FAO, infatti, la considera opportunamente una preziosa risorsa alimentare nel futuro, perché resiste al caldo ed ai climi freddi ed è capace di assorbire elevate quantità di CO₂.

Sulla scorta di consuetudini locali si sono così sviluppate una moltitudine di attività finalizzate alla trasformazione e consumo di pianta, frutto, fiori, ecc., accrescendo così le occasioni di valorizzazione della cactacea. Tra i prodotti derivati dal ficodindia possono, quindi, annoverarsi oltre ai tradizionali succhi, rosoli, marmellate, bevande, prodotti cosmetici, ecc., anche diversi composti bioattivi, diffusi su scala più o meno locale in tutte le aree del pianeta. Questi composti spesso nascono come tradizionali rimedi a molteplici problemi di salute (funzione antibiotica, rinforzo del sistema immunitario, attività diuretica, contrasto ai problemi intestinali, antiossidante naturale, soppressore della fame, assorbi grassi, ecc.), ma che oggi costituiscono formulati e composizioni commerciali di diverso tipo veicolate attraverso i circuiti commerciali della medicina tradizionale e alternativa, dell' erboristica, dei prodotti funzionali, ecc., nei comparti farmaceutico, nutraceutico, cosmetico e alimentare.

Le possibili destinazioni di mercato dei derivati del ficodindia assumono anche un ruolo etico nel caso in cui esse sono ottenute a partire da frutti di scarto secondo i principi dell'economia circolare, come nello spirito di EBioScart, perché consentono di creare nuovo valore, di risolvere un problema reale delle imprese (gestione dei rifiuti) e di regolamentare l'offerta di frutto destinato direttamente al consumo umano.

Con quest'ottica nell'azione 6 si è operato metodologicamente in fasi successive, fra loro coordinate, come riportato nella figura seguente.



In particolare, le indagini di mercato "desk" sono state condotte sui dati della statistica ufficiale, quali ISTAT, EUROSTAT, UN COMTRADE, ecc., per i codici doganali riferibili agli "additivi alimentari", "succhi ed estratti vegetali" e "sostanze coloranti di origine vegetale o animale". La ricerca "field", invece, è consistita in una survey campionaria su un panel di aziende e su consumatori, realizzata mediante 3 schede-questionario appositamente predisposte su Google Moduli e veicolate online.

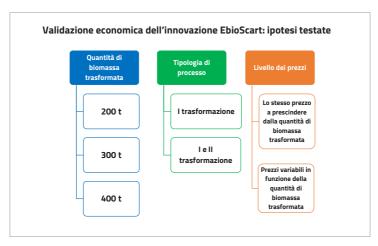
Per la valutazione economica dell'investimento sono stati reperiti i dati (quantitativi e qualitativi) relativi al processo di trasformazione avviato presso la sede di un partner progettuale e la loro elaborazione è stata integrata con dati di investimento raccolti sul mercato corrente tra primari produttori di impianti e attrezzature.

I costi di produzione sono stati valutati individuando e stimando innanzitutto i "costi fissi", ovvero l'insieme dei costi il cui ammontare è indipendente dalla quantità di prodotto finale ottenuto (ammortamento relativo all'acquisto e all'installazione di impianti e attrezzature; manutenzione; componente fissa della manodopera; ecc) e i "costi variabili", ovvero i costi che dipendono strettamente dalla quantità di bioprodotti realizzati (energia elettrica; altre utenze; componente variabile del lavoro; ecc.).

La validazione economica dell'investimento è stata realizzata considerando una durata o vita economica dell'investimento pari a 20 anni ed elaborando i principali indici di valutazione disponibili in letteratura con l'obiettivo di rispondere ad una domanda di fondo: "Le future entrate di cassa che l'investimento prospetta sono sufficienti a giustificare l'esborso iniziale?"

Gli indici elaborati sulle ipotesi indicate in figura sono stati i seguenti:

- VAN (Valore Attuale Netto dell'investimento). Esso può assumere valori >0 = il progetto produce valore; <0 = il progetto distrugge valore;
- TIR (Tasso Interno di Rendimento). TIR > costo opportunità del capitale = VAN > 0
 il progetto è economicamente conveniente; se invece TIR < costo opportunità del capitale = VAN < 0 il progetto non è economicamente conveniente;
- PBP o tempo di recupero (Payback method) per rispondere al quesito "Quanti anni passeranno prima di recuperare l'investimento iniziale?", ossia prima che il valore cumulato delle entrate di cassa sia pari all'esborso iniziale.

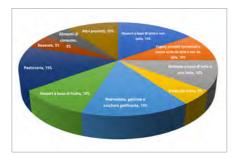


I principali risultati di mercato possono così riassumersi:

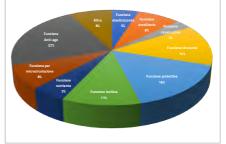
- esistono ampie potenzialità di mercato per i bioprodotti di ficodindia, vista la dipendenza commerciale dell'Italia dalle importazioni estere sia per pectine sia per betanine:
- le richieste del moderno consumatore e la domanda crescente in termini di claims "salute", "naturalità" e "qualità/sostenibilità" lasciano intravvedere favorevoli opportunità per i succhi freschi ricchi di vitamine e sostanze benefiche per la salute umana:
- l'olio di ficodindia presenta nell'ambito degli olii vegetali con funzione cosmetica

 una identità ben distinta e riconosciuta, con un mercato in forte espansione come
 testimoniano i numerosi investimenti realizzati dall'industria cosmetica nell'area del
 Bacino del Mediterraneo.

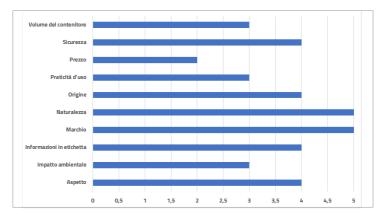
Le indagini dirette hanno permesso di acquisire informazioni dettagliate sugli impieghi di pectina e di olio di ficodindia.



Comparti della produzione alimentare interessati all'impiego di pectina nelle proprie formulazioni

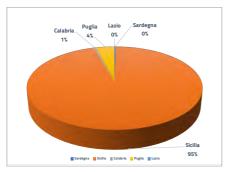


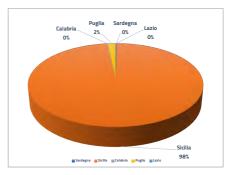
Funzioni riconosciute dai consumatori all'olio di semi di ficodindia e relativo grado di importanza



Caratteristiche dell'olio di ficodindia e grado di importanza attribuita dal consumatore all'atto di acquisto

Secondo l'attività di validazione economica, EBioScart, localizzata in Sicilia, rappresenta una valida opportunità imprenditoriale, per il ruolo che la regione riveste nel panorama produttivo ficodindicolo. Infatti, i dati ISTAT al 2022 riportano investimenti di fichidindia in Sicilia pari ad oltre 8 mila ettari e produzioni raccolte pari a 150 mila tonnellate. Non solo, ma pur registrandosi un leggero trend incrementale di superfici e produzioni anche in altre regioni italiane, il ruolo dell'Isola rimane immutato. Tutto ciò comporta una stima grossolana di frutti di scarto pari a circa 10-15 mila tonnellate (10%) potenzialmente indirizzabile all'estrazione di bioprodotti e di gran lunga superiore a quella considerata per la validazione economica del processo EBioScart.





Investimenti ficodindia ISTAT 2022 %

Produzioni di ficodindia ISTAT 2022 %

Questo volume di biomassa genera costi di trasporto non indifferenti, motivo per il quale si è preferito concentrare l'attività di trasformazione e la relativa validazione economica nell'area del sudovest Etneo, ove risulta collocato l'impianto sperimentale.

La validazione economica è stata realizzata seguendo alcuni assunti di fondo:

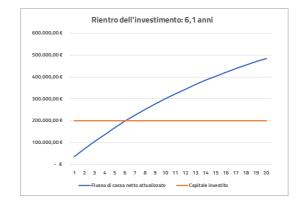
- piuttosto che puntare alle economie di scala della produzione in grandi unità, tipiche delle produzioni chimiche, il processo mira a produrre succo (naturale e concentrato), pectina e olio al ritmo della domanda dei clienti, con una produzione rapida, pulita e flessibile in grado di soddisfare la domanda variabile dei clienti, senza scorte durante il processo;
- con l'emergere delle nuove tecnologie di produzione, si osserva una tendenza al passaggio da una produzione centralizzata a una decentralizzata e distribuita, che consente di fabbricare e distribuire i prodotti vicino ai clienti.

Le esperienze dimostrano maggiori opportunità di controllo sui prodotti e minori sprechi (soprattutto di magazzino) per il risparmio delle risorse, la promozione dell'innovazione (anche come conseguenza della regolare interazione tra cliente e produttore), l'impiego di apparecchiature meno costose e i vantaggi della "produzione come modello di servizio".

Le analisi sono state approfondite per l'individuazione della scala produttiva ideale, con diversi livelli di disponibilità di fichidindia da scarto da avviare a trasformazione, come risulta nelle seguenti figure.

Validazione economica dell'innovazione EBioScart a differenti scale produttive

Volume avviato alla trasformazione = 200 mila kg Tasso di attualizzazione = 5% VAN = 284.268 EURO TRI = 19% PBT = 6,1 anni



Volume avviato alla trasformazione = 300 mila kg Tasso di attualizzazione = 5% VAN = 350.274 EURO TRI = 22% PBT = 5,5 anni



Volume avviato alla trasformazione = 400 mila kg Tasso di attualizzazione = 5% VAN = 604.422 EURO TRI = 32% PBT = 3.5 anni



In definitiva, EBioScart propone un modello di agricoltura più "smart & green" in linea con gli obiettivi tracciati dall'Unione europea con il Green New Deal, le strategie "Piano d'Azione per l'economia circolare EU" e "From Farm to Fork" e con il "Next Generation EU".

6. DIVULGAZIONE



L'attività divulgativa è stata mirata a massimizzare la visibilità e l'impatto del progetto EBioScart attraverso una ampia e continua disseminazione di conoscenze, obiettivi, innovazioni, finalità e risultati in ambito territoriale, nazionale ed europeo. Allo scopo, per informare e sensibilizzare istituzioni, enti pubblici, aziende, operatori e tecnici di settore, mondo della ricerca, mercato di riferimento sono

stati utilizzati diversi canali e strumenti di divulgazione online, offline e comunicazione diretta. L'attività è stata coordinata dall' Innovation Broker in sinergia con il Parco Scientifico e Tecnologico della Sicilia, la Promotergroup S.p.A. e le aziende agricole partner, attuatori

di specifiche azioni di promozione, e con altre collaborazioni esterne, che con differenti ruoli hanno costituito il gruppo ufficio stampa e comunicazione. I contenuti tecnico-scientifici scaturiti dalle innovazioni di processo e dai bioprodotti, dalle analisi di gestione e di mercato, sono stati assicurati dai ricercatori dell'Università, dall'Innovation Broker e dal responsabile del progetto.



Il **logo identificativo**, creato all'avvio del progetto condiviso dal partenariato, ha caratterizzato tutto il materiale informativo e divulgativo prodotto.

La divulgazione on line, garantita attraverso il sito web e i canali social dedicati e le newsletter, ha raggiunto un vasto ed eterogeneo pubblico. Il sito www.ebioscart.eu, progettato e implementato dal partner Promotergroup S.p.A., strutturato in diverse



sezioni, è stato continuamente aggiornato dal team di comunicazione, che ha svolto con continuità la funzione di far conoscere in tempo reale i progressi raggiunti e facilitato circuiti virtuosi di comunicazione allargata. Si è puntato soprattutto sulla sezione divulgazione, articolata in News, Rassegna stampa, Newsletter, che raccolgono tutte le notizie del progetto corredate da materiale fotografico

e video. Un prezioso racconto, in ordine cronologico, degli eventi organizzati, iniziative, partecipazioni a fiere e manifestazioni, servizi televisivi, articoli pubblicati nonché le più importanti attività svolte nei contesti aziendali dai partners del progetto.

Le pagine social Facebook, LinkedIn e Youtube, animate con pubblicazioni post per amplificare la diffusione delle attività e mantenere alta l'attenzione dei temi trattati, hanno fornito ai followers continui aggiornamenti, segnalato appuntamenti, video e ogni altra novità di progetto.

Le **newsletter** pubblicate online sul sito, inviate ad una mailing list di volta in volta integrata da contatti registrati agli eventi e dalle iscrizioni online mediante apposito form, hanno periodicamente documentato le diverse azioni ed iniziative intraprese.

L' impatto registrato, in termini di visitatori dei diversi canali è stato alto (dati aggiornati a maggio 2023):

• Sito: 12.500 visite

Facebook: 41000 visualizzazioni

LinkedIn: 80 follower, 1500 visualizzazioni

Youtube: 1250.

La **divulgazione off line** è stata sostenuta con la produzione di materiali divulgativi, servizi televisivi e radiofonici, articoli su quotidiani e online, articoli su riviste.

I materiali divulgativi prodotti a stampa nella fase iniziale sono stati brochure informative in versione italiano e inglese, che hanno avuto lo scopo di divulgare il progetto descrivendo attività, obiettivi, risultati attesi, ricadute e partenariato. Distribuiti in occasione degli eventi e partecipazioni a fiere e resi disponibili in formato sfogliabile sul sito. Manifesti promozionali sono stati pubblicizzati nelle sedi dei partner e in occasioni di incontri divulgativi ed eventi di progetto. Pannelli informativi sono stati esposti presso le sedi delle aziende, per evidenziare le attività di innovazione e sperimentazione e fornire la

visibilità del finanziamento del progetto.



A conclusione del progetto sono stati realizzati due rapporti divulgativi in formato cartaceo il **Layman's report**, un rapporto divulgativo in versione italiano e inglese che riassume il progetto, le azioni realizzate ed i risultati ottenuti, destinato ad un pubblico di non addetti ai lavori e il presente **Manuale divulgativo dell'innovazione** di portata

ampia ed approfondita, disponibili in formato sfogliabile sul sito di progetto e pubblicati per mezzo della Rete Rurale Nazionale (RRN) e sul Portale Innovarurale - PEI AGRI, e saranno distribuiti in occasione degli eventi finali. Nel corso del progetto è stata sviluppata

una intensa campagna stampa informativa con la divulgazione a testate giornalistiche cartacee e online, radiofoniche e televisive, generaliste o specifiche del settore, incluse anche emittenti nazionali particolarmente attente ai temi della sostenibilità ambientale, dell'economia circolare, delle innovazioni tecnologiche applicate, con la partecipazione ai programmi Geo di Rai 3, la rubrica Tutto il bello che c'é di Rai 2, ecc.



L'ufficio stampa è stato impegnato a raccontare e promuovere gli eventi divulgativi, visite nei campi dimostrativi, partecipazione a fiere, mettendo a disposizione il materiale tecnico necessario a veicolare immagini, video, interviste e comunicati stampa che, attraverso i diversi mezzi di comunicazione, hanno raggiunto il grande pubblico.

È stata prodotta una ampia e rilevante divulgazione Media, costituita da **10 articoli su giornali e riviste** (La Sicilia, La Repubblica, I Vespri, Food and Beverage, Cosmetic Technology), oltre **64 articoli online**, **29 servizi televisivi**, disponibile sul sito.

https://www.ebioscart.eu/rassegna-stampa/ (dati aggiornati a maggio 2023).







Sul **Portale Innovarurale**, banca dati nazionale dei GO del partenariato europeo dell'innovazione in agricoltura (PEI-AGRI), è pubblicata la scheda informativa del progetto e altri contenuti di aggiornamenti, per contribuire alla diffusione delle innovazioni e dei prodotti e per facilitare la condivisione dei progetti con altri gruppi operativi.

https://www.innovarurale.it/it/pei-agri/gruppi-operativi/bancadati-go-pei/estrazione-di-bioprodotti-da-scarti-di-opuntia-ficus

Materiale informativo e promozionale è stato diffuso anche tramite la rivista Terrà Multimediale dell'Agricoltura Siciliana.



La comunicazione diretta è stata assicurata, attraverso eventi divulgativi, partecipazione a fiere e convegni, giornate dimostrative nei campi sperimentali. Nella fase di avvio, ricaduta nel periodo dell'emergenza sanitaria da COVID-19, è stato realizzato un webinar online di presentazione, svolto su piattaforma StreamYeard e in diretta su Facebook, LinkedIn e YouTube e pubblicato sul sito Rete Rurale Nazionale.

Un intenso programma di 8 eventi divulgativi in presenza, tre di apertura e due intermedi,

organizzati a livello regionale a Biancavilla, Roccapalumba e S. Margherita di Belice, 3 finali a livello territoriale, nazionale ed internazionale. Dei tre eventi finali quello internazionale al Fruit Logistica di Berlino si è tenuto a febbraio 2023. Al termine del percorso di cooperazione, sperimentazione e trasferimento tecnologico, di applicazioni pilota, il GO Fico presenterà i risultati finali all'evento nazionale a Roma e territoriale a Biancavilla. Gli eventi organizzati dalle quattro





aziende agricole, partecipati da una fascia di pubblico ampio, sono stati mirati a diffondere informazioni rispetto alle innovazioni di processo, di prodotto e di gestione, e alla sperimentazione, con presentazioni powerpoint e video. Rappresentanti delle istituzioni locali, dell'Assessorato Regionale dell'Agricoltura, dei GAL, degli ordini professionali degli agronomi hanno contribuito in modo significativo a contestualizzare gli interventi dell'Innovation Broker, del responsabile del progetto e dei docenti del Di3A dell'Università di Catania. Gli interventi e le testimonianze hanno favorito il dibattito sulle potenzialità di trasferimento tecnologico delle innovazioni e sviluppo di future integrazioni e per condividere

le esperienze con altri portatori di interesse.

I beneficiari del progetto hanno promosso EBioScart, come esempio di innovazione, profitto e benessere nell'ambito dell'economia circolare, anche grazie alla partecipazione a tre fiere su scala regionale, nazionale ed internazionale incontrando portatori d'interesse della filiera ficodindicola e partecipato al Convegno 'Il trasferimento delle innovazioni della ricerca in agricoltura' la Sottomisura 16.1 del PSR 2014/22, organizzato nel 2021 dal Dipartimento Regionale Agricoltura, presso il Di3A Università di Catania.

Le visite di campagna divulgative nei 3 campi dimostrativi, organizzate dalle tre aziende agricole, per favorire la conoscenza e la diffusione dell'innovazione messa in atto, sono state incentrate sulle risultanze agronomiche e colturali derivate dalle applicazioni degli scarti da processi quali ammendanti, nell'ottica di sostenibilità ambientale e di economia circolare e rivolte



e partecipate da agricoltori, tecnici ma anche da un pubblico di non addetti ai lavori. In queste occasioni sono state evidenziate le performance produttive e qualitative dei frutti e le possibilità di gestione.

Il punto di forza della comunicazione è stato l'approccio multimediale che ha interessato tutti i principali canali comunicativi: da quelli generalisti (pagine dei principali social, stampa regionale, nazionale e locale cartacea, televisiva, radiofonica ed online) a quelli specializzati (riviste di settore, siti internet istituzionali regionali e nazionali, trasmissioni televisive a diffusione regionale e nazionale). L'attenzione mediatica sulle tematiche del progetto, sulle risultanze delle fasi sperimentali è stata costante e superiore alle aspettative, grazie all'utilizzo delle dirette online degli eventi divulgativi e ad una imponente produzione di filmati.

7. C

7. CONCLUSIONI

L'implementazione delle azioni progettuali ha messo in evidenza che il comparto ficodindicolo è sufficientemente organizzato in termini di filiera agroalimentare e che indubbiamente, attraverso una opportuna convergenza degli sforzi effettuati nell'ambito del trasferimento tecnologico in direzione della scala industriale, può effettuare un passo decisivo nel senso della valorizzazione degli scarti e dei prodotti non idonei alla commercializzazione. Difatti, se in passato lo scarto rappresentava un punto di debolezza per l'unità agricola funzionale, considerati i costi di smaltimento che molto spesso l'imprenditore doveva sostenere con aggravio sul proprio bilancio economico, oggi è conclamato che attraverso un processo industriale con approccio "pig like" possono essere estratte e valorizzate tutte le componenti di bioprodotti contenuti nel frutto.

Ci troviamo in un'epoca nella quale il consumatore è sempre più attento agli stili di vita, cura l'alimentazione con un'occhio ambientalista e quindi prestando sempre maggiore attenzione all'impatto ambientale che i processi produttivi generano, quindi, assumere la consapevolezza che un processo non carichi la collettività di "costi sociali" ma, al contrario, si manifesti virtuoso, generando nuovo valore aggiunto, indubbiamente premia la filiera e la inserisce tra quelle più proattive e dinamiche, al passo con i tempi.

Queste considerazioni trovano riscontro nei fatti e nei numeri: a livello globale è ormai conclamato che il consumatore è sempre più attento alla cura del corpo, dell'estetica e della salute, ricorrendo a prodotti naturali e ripudiando tutto ciò che è di sintesi chimica. Non è un caso se, a livello mondiale, comparti come quello nutraceutico vedono incrementare il proprio fatturato con andamento esponenziale e l'Italia, all'interno di questo trend positivo, si trova al secondo posto dopo gli Stati Uniti e prima in Europa con un fatturato di circa 7 miliardi di euro. Del resto, la "sperimentazione" effettuata in questi due anni apre scenari concreti che fanno ben sperare.

Il processo svolto presso il laboratorio di trasformazione ha permesso di ottenere, oltre al succo derivante dalla spremitura meccanica della polpa, preziose frazioni di scarto, quali bucce e semi, da cui sono stati ricavati, attraverso tecnologie innovative e green, sottoprodotti e prodotti derivati di particolare interesse. L'estratto da bucce di ficodindia, ottenuto con sistema a microonde, presenta un elevato contenuto in betalaine (betanine e indicaxantine, con contenuti medi di 7,38 mg/kg e 8,21 mg/kg rispettivamente) e il suo impiego in puree destinate alla commercializzazione ha consentito di preservare il colore e il contenuto in betalaine, riducendo al contempo le temperature del trattamento termico. Oltre all'impiego nell'industria agroalimentare, possono essere anche impiegate nella nutraceutica e nella cosmesi. Le proprietà delle pectine estratte dalle bucce, attraverso metodo green, con resa fino al 10,56 %, presentano caratteristiche simili a quelle da agrumi, in relazione alle caratteristiche evidenziate possono essere definite "pectine rapid set", potenzialmente utilizzabili per la formulazione o stabilizzazione di bevande, vogurt e dessert. Le pectine estratte mostrano un buon potere protettivo (fino a quattro giorni) sui frutti di ficodindia, sottoposti a trattamento di dipping e confezionati in vaschetta in atmosfera ordinaria. L'olio ottenuto attraverso estrazione a freddo dei semi, dal canto suo. presenta caratteristiche chimico-fisiche che lo rendono applicabile nel settore cosmetico e farmaceutico.

Sulla base di queste risultanze di laboratorio, si impernia l'analisi economica dell'investimento EbioScart, effettuata per la durata progettuale, che dimostra chiaramente come sia possibile creare valore a partire dagli scarti di ficodindia, assecondando i principi dell'economia circolare.

Il procedimento adottato ha messo a confronto diverse alternative di volumi di scarto avviabili alla trasformazione, per poter individuare la dimensione ideale e i correlati effetti economico-finanziari.

Così, secondo gli indici prescelti (VAN, TIR e payback period) al crescere del volume trasformato si genera un livello di redditività per il capitale investito adeguato rispetto alle aspettative dell'investitore, nonché flussi monetari sufficienti a garantire il rimborso dei finanziamenti attivati. In particolare, il tempo di rientro del capitale passa da 6,1 anni a 5,5 anni e 3,5 anni, al crescere del volume trasformato (da 200 a 400 tonnellate).

Queste valutazioni vengono, inoltre, confermate dalle favorevoli condizioni di mercato rilevate per i bioprodotti ottenibili dagli scarti di ficodindia, così come risulta dalle indagini su dati secondari e su dati ottenuti da rilevazioni dirette. I bioprodotti contenuti nel ficodindia (pectina, betanina, indicaxantina ottenuti tal quali o come succo a valore altamente funzionale, nonché olio di semi, ecc.) rispondono, infatti, adeguatamente agli standard richiesti dall'industria alimentare, farmaceutica, cosmetica, erboristica, liquoristica, ecc. e per questo possono essere, pertanto, attivati con convenienza i processi di estrazione sopra descritti, per soddisfare la domanda del moderno consumatore e le sue preferenze per "salute", "naturalità" e "benessere".

Alla luce delle risultanze scientifiche cui si è pervenuti al termine del trasferimento tecnologico, considerate le indagini chimiche e biochimiche condotte, esaminati i parametri della validazione economica, esistono tutte le condizioni tecnico-economiche per ipotizzare di fare effettuare, ad un partenariato qualificato come quello di EbioScart, un passaggio ulteriore e decisivo.

Difatti, nella scala dell'ascesa verso sistemi industriali concreti, quello implementato con la sottomisura 16.1 ha rappresentato un tentativo ben riuscito di riprodurre, su scala maggiore, le risultanze di laboratorio già conclamate in sede di ricerca di base. Infatti, il compito di questi interventi progettuali comunitari è quello di espandere numeri e grandezze, con una simulazione di unità industriale funzionale (impianto pilota), per avvicinarsi sempre di più a parametri tecnici-economici propri di una industria.

Obiettivo ultimo della sottomisura è quello di porre un investitore nella posizione di valutare la possibilità di avviare una industria per l'estrazione dei bioprodotti, partendo da una base certa rappresentata dalla disponibilità di materia prima e dal conforto di parametri estrattivi, che garantiscano un'utile d'impresa apprezzabile.

Il tutto finalizzato a rendere più forte e competitiva l'azienda agricola, una unità non più intesa e vocata alla sola valorizzazione del prodotto fresco, bensì, considerata multifunzionale, con lo sguardo rivolto a comparti extra-agricoli.

In questi termini, l'esperienza di EBioScart ha fornito informazioni e dati, necessari e sufficienti, per ipotizzare l'avvio di un processo industriale da realizzarsi con le opportunità di finanziamento messe a disposizione nell'ambito della prossima programmazione comunitaria, che vedrà l'avvio con il PSR Sicilia 2023-2027.

8. BIBLIOGRAFIA

- Al-Naqeb G., Ciolli M., Aprea E. 2021. Prickly Pear Seed Oil Extraction, Chemical Characterization and Potential Health Benefits. Molecules, 26 (16), 5018;
- Ciriminna R., Danzì C., Timpanaro G., Locatelli M., Carnaroglio D., Fidalgo A., Avellone G., Meneguzzo F., Ilharco L. M., Pagliaro M. 2019. Integral extraction of Opuntia ficus-indica peel bioproducts via microwave-assisted hydrodiffusion and hydrodistillation. ACS Sustainable Chemistry and Engineering, 7,8, 7884-7891;
- Dávila, J. A., Rosenberg, M., Cardona, C. A. 2015. Techno-economic and environmental assessment of p-cymene and pectin production from orange peel. Waste and Biomass Valorization, 6: 253-261;
- FAO Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear. Rome, 2017. pp.XIII + 225 pp. ISBN 9789251098608; URL http://www.fao.org/3/a-i7628e.pdf;
- Gurrieri S., Miceli L., Lanza C.M., Tomaselli F., Bonomo R.P., Rizzarelli E. Characterization of Sicilian Prickly Pear (Opuntia ficus indica) and Perspectives for the Storage of Its Juice- Journal Agriculture and Food Chemistry, 2000, 48, 5424-5431;
- Hernández García F., Andreu Coll L., Cano-Lamadrid M., López Lluch D. A., Carbonell Barrachina Á., Legua Murcia P. 2020. Valorization of Prickly Pear [Opuntia ficus-indica (L.) Mill]: Nutritional Composition, Functional Properties and Economic Aspects [Internet]. Invasive Species -Introduction Pathways, Economic Impact, and Possible Management Options. IntechOpen;
- Kühnle, H. Distributed Manufacturing; Springer: Berlin, 2010;
- Liguori G., Sortino G., Gullo G., Inglese P. 2021. Effects of Modified Atmosphere Packaging and Chitosan Treatment on Quality and Sensorial Parameters of Minimally Processed cv. 'Italia' Table Grapes. Agronomy, 11(2), 328;
- Macintyre M., Parry G., Angelis J., Eds.- Are You Being Served? Springer: Boston, 2011; pp 167-169:
- Marsiglia-López D., Ramirez-Uribe M., Gonzalez-Delgado A., Ojeda-Delgado K., Sanchez-Tuiran, E. 2017. Computer-aided economic evaluation of pectin extraction from cocoa pod husk (Theobroma cacao L.). Contemporary Engineering Sciences, 10(30), 1493-1500;
- Merin U., Gagels., Popel G., Bernstein S., Rosenthal I. 1987. Thermal Degradation Kinetics of Prickly-Pear-Fruit Red Pigment, Food Science, 485-486;
- Piga, A. 2003. Il Fico d'India, una specie dalle innumerevoli potenzialità. Industrie alimentari, 42, 425: 585-594;
- Ramadan M.F., Ayoub T.E.M., Rohn S. 2021. Opuntia spp.: Chemistry, Bioactivity and Industrial Applications. Springer Nature;
- Seddon J.; O'Donovan B.; Zokaei,K. 2011. Rethinking Lean Service. In Service Design and Delivery, 41–60;
- Shetty A. A., Rana M. K., Preetham S. P. 2012. Cactus: a medicinal food. Journal of food science and technology, 49: 530-536;
- Timpanaro G., Urso A., Spampinato D. Foti V.T. 2015. Cactus Pear Market in Italy: Competitiveness and Perspectives. Acta Horticulturae, 1067, 407-415
- Timpanaro G., Urso A., Spampinato D., Foti, V.T. 2015. Fresh-Cut Cactus Pear Market in Italy: Current Scenario and Future Perspectives. Acta Horticulturae, 1067, 399-406;
- Timpanaro G., Foti V. T. 2014. The structural characteristics, economic performance and prospects for the Italian cactus pear industry. Journal of the Professional Association for Cactus Development, 16: 32-50;
- Uhlenbrock L., Sixt M., Tegtmeier M., Schulz H., Hagels H., Ditz R., Strube, J. 2018. Natural Products Extraction of the Future- Sustainable Manufacturing Solutions for Societal Needs. Processes, 6, 177;
- Villamiel, M. 2021. What We Know About Pectin? ES Food & Agroforesty, 3, 27-30.

