

**Filiere sostenibili
della Piana del Sele
IV gamma**



I Quaderni di Symbola

Filiere sostenibili della Piana del Sele - IV gamma

Coordinamento

MARCO FREY / *Presidente Comitato scientifico Fondazione Symbola*
FABIO RENZI / *Segretario generale Fondazione Symbola*
DOMENICO STURABOTTI / *Direttore Fondazione Symbola*
FAUSTO SALVATI / *Direttore BCC Campania Centro*
GIANCARLO MANZI / *Direttore BCC Capaccio Paestum e Serino*
SALVATORE ANGIONE / *Direttore BCC Magna Grecia*
CATERINA AMBROSINI / *Ufficio ricerche Fondazione Symbola*

Gruppo di lavoro

ELEONORA ANNUNZIATA / *Ergo*
GIULIA CASAMENTO / *Ergo*
SILVIA LORÉ / *Ergo*
LUCA GALLOTTI / *Fondazione Symbola*
LUNA MOLTEDO / *Fondazione Symbola*
ROMINA SURACE / *Fondazione Symbola*
ORESTE ADESSO / *BCC Magna Grecia*
MARIO CUOCO / *BCC Campania Centro*
FEDERICO DEL GROSSO / *BCC Campania Centro*
ORLANDO DI SCOLA / *BCC Magna Grecia*
AMABILE GUZZO / *BCC Campania Centro*
FRANCO POETA / *BCC Campania Centro*
GUGLIELMO NOSCHESE / *BCC Capaccio Paestum e Serino*
CARMEN SABIA / *BCC Capaccio Paestum e Serino*

Progetto grafico, infografiche ed impaginazione

THE VISUAL AGENCY, MILANO

Promosso e realizzato da

SYMBOLA
Fondazione per le qualità italiane

BCC CAMPANIA CENTRO
CASSA RURALE ARTIGIANA
GRUPPO BCC ICCREA

BCC MAGNA GRECIA
GRUPPO BCC ICCREA

BCC CAPACCIO PAESTUM SERINO
dal 1953
GRUPPO BCC ICCREA

Partner

Confagricoltura
Salerno

COLDIRETTI
CAMPANIA

Ringraziamenti

STEFANO ARVATI / *Presidente Renovo Bioeconomy*
ETTORE BELLELLI / *Presidente Coldiretti Campania*
VITO BUSILLO / *Presidente Coldiretti Salerno, Consorzio di Bonifica in Destra del Fiume Sele, Consorzio Rucola IGP*
ROBERTO CIUCCIO / *Presidente Consorzio Bonifica di Paestum Sinistra del Sele*
ANTONIO COSTANTINO / *Presidente Confagricoltura Salerno*
SABATO D'AMICO / *Presidente Confindustria Salerno - Gruppo Alimentare e Amministratore Delegato Gruppo D'Amico*
MARCO VALERIO DEL GROSSO / *Agronomo di campo*
GIANCARLO DEZIO / *Direttore generale Consorzio Ecopolietilene*
GIANCARLO GHIDESI / *Co-fondatore e direttore operativo Rem Tec*
ALEX GIORDANO / *Fondatore e co-direttore Centro Studi Etnografia Digitale*
MARCO GOLINO / *Education & Academy manager XFarm*
MAURIZIO MANSI / *Direttore comunicazione e relazioni esterne Jcoplastic*
FRANCESCO MARINO / *Bruno Agricoltura*
PAOLO MELLONE / *Titolare Idea Natura*
ROSARIO RAGO / *Vicepresidente Confagricoltura Salerno e General Manager Gruppo Rago*
FRANCESCO SIDERO / *Agronomo di campo*
DOMENICO ZOCCOLI / *Consigliere OPTerrAmore*

La riproduzione e/o diffusione parziale o totale dei dati e delle informazioni presenti in questo volume è consentita esclusivamente con la citazione completa della fonte: Fondazione Symbola, BCC Campania Centro, BCC Capaccio Paestum e Serino, BCC Magna Grecia - Filiere sostenibili della Piana del Sele- IV gamma, 2024.

ISBN 9791281830004

Indice

PREMESSA	7
1 / IV gamma	10
1.1. Mercato della IV gamma	13
1.2. Filiera della IV gamma: il processo produttivo	16
2 / Soluzioni innovative per la sostenibilità della filiera IV gamma	20
2.1. Sostituzione o riduzione chimica	26
2.2. Gestione idrica	50
2.3. Gestione del suolo e tutela della biodiversità	63
2.4. Riduzione delle emissioni di CO ₂ e dei consumi energetici	74
2.5. Riutilizzo di sottoprodotti e scelta del packaging	85

3 / Filiera della IV gamma nella Piana del Sele	98
3.1. Piana del Sele: aspetti geografici e geomorfologici	101
3.2. Produzione di IV gamma nella Piana del Sele	105
3.3. Aziende agricole nella Piana del Sele	109
3.4. Piana del Sele e l'impegno sui temi di sostenibilità	113
4 / Futuro della IV gamma nella Piana del Sele	122
4.1. Valutazione delle soluzioni innovative per la sostenibilità nel contesto della Piana del Sele	125
4.2. Prospettive e impegni futuri	134
BIBLIOGRAFIA	139
SITOGRAFIA	142



Premessa

Nel panorama dell'industria alimentare la quarta gamma è la risposta ad una delle più significative evoluzioni nelle abitudini dei consumatori dell'ultimo mezzo secolo: questa categoria di prodotti freschi, tagliati, lavati e confezionati, ha risposto in modo brillante alle esigenze del settore alimentare, spinto da una domanda crescente di praticità, qualità, freschezza e salubrità degli alimenti, senza rinunciare alla convenienza economica, al tempo e alla comodità d'uso.

Sebbene l'introduzione dei prodotti di IV gamma in Europa risalga agli anni '70, sono gli anni '80 il momento di maggiore crescita del settore, soprattutto nei mercati di Regno Unito, Italia, Francia e Olanda, settore che ha superato nel 2023 il miliardo di euro di fatturato e rappresenta oggi il 18% del valore economico totale del mercato ortofrutticolo nel nostro Paese, con Campania e Lombardia in testa per il primato di trasformazione degli ortaggi.

La filiera si è evoluta nel tempo e si interroga sulla possibilità di ulteriore crescita e innovazione sia in campo sia nella fase di trasformazione, sotto una lente di sostenibilità, in un contesto dove i cambiamenti climatici e la crescente attenzione da parte degli stakeholder all'ambiente impongono un'evoluzione sempre più rapida in ottica di mitigazione e adattamento. A questo si aggiunge il crescente peso che i consumatori danno alla sostenibilità nella valutazione della qualità dei prodotti: un prodotto sostenibile a parità di condizioni è percepito di qualità superiore e quindi più competitivo.¹

Ed è proprio questo il motivo per cui Fondazione Symbola e le banche del Gruppo BCC Iccrea Campania Centro, Magna Grecia e Capaccio Paestum

Serino hanno scelto di realizzare uno studio finalizzato a mappare le soluzioni innovative per il settore esplorando cinque dimensioni ambientali: sostituzione o riduzione chimica, gestione idrica, gestione del suolo e biodiversità, riduzione di emissioni di CO₂ e consumi energetici, riutilizzo di sottoprodotti e packaging. Lo studio ha analizzato le peculiarità della Piana del Sele, territorio storicamente vocato a produzioni agricole di elevata qualità e che ormai si è affermato come uno dei principali poli produttivi di IV gamma in Europa e nel mondo.

Attraverso l'analisi di casi studio, l'esame di 30 soluzioni innovative e best practices, e il coinvolgimento di imprese, consorzi, tecnici ed esperti del settore, lo studio ha identificato strategie vincenti per migliorare la sostenibilità della IV gamma, dalla produzione agricola all'imballaggio, fino alla logistica e alla distribuzione, e del territorio della Piana del Sele fortemente interconnesso con tale settore produttivo. Uno strumento pensato con il territorio, coinvolto in tutte le fasi della ricerca; per il territorio, per accrescere attraverso un approccio strategico alla sostenibilità, la qualità reale e percepita delle produzioni. Un primo importante passo che da oggi deve vivere attraverso l'azione degli attori del territorio, istituzioni, banche, imprese, associazioni. Solo così si affermerà l'immagine di una Piana del Sele come laboratorio della sostenibilità, con vantaggi per il territorio e la competitività dei suoi prodotti.

Lucio Alfieri, *Presidente BCC Magna Grecia*

Camillo Catarozzo, *Presidente BCC Campania Centro*

Rosario Pingaro, *Presidente BCC Capaccio Paestum e Serino*

Ermete Realacci, *Presidente Fondazione Symbola*



1

IV gamma

1.1

Mercato della IV gamma

1.2

Filiera della IV gamma:
il processo produttivo

1.1 Mercato della IV gamma

I prodotti di IV gamma sono **prodotti ortofrutticoli** freschi che, dopo la raccolta, sono sottoposti a processi tecnologici di minima entità per garantirne la sicurezza igienica², **confezionati e pronti per il consumo**³. Parliamo sia di insalate in busta o frutta di IV gamma pronte a essere immediatamente consumate “a crudo”, ma anche di ortofrutticoli pronti per essere utilizzati nella preparazione di alimenti da cuocere, quali ad esempio le verdure da utilizzare nel minestrone.

Le principali specie che compongono l’offerta dell’ortofrutta di IV gamma sono solitamente **insalate, rucola, scarola, radicchio, prezzemolo, verdure aromatiche miste, cicoria, rughetta, sedano, fiori di zucca, carote, broccoletti, spinaci,**

patate sbucciate e tagliate a fette, cubetti di cipolla, funghi affettati, pesche, mango, melone e arance a spicchi⁴.

In Europa sono stati introdotti alla fine degli anni '70; tuttavia, il comparto è cresciuto solo dalla seconda metà degli anni '80 e, soprattutto durante gli anni '90, contestualmente al cambiamento degli stili di vita della popolazione europea. Ad oggi il mercato dei prodotti di IV gamma è ancora embrionale sia nell’Est Europa che in Spagna e Germania, mentre assume un peso significativo nel Regno Unito, Italia, Francia e Olanda⁵.

Il mercato della IV gamma rappresenta circa il 18% dell’intero valore economico del mercato ortofrutticolo in Italia e il 2% del totale del mercato alimentare⁶. Nel nostro Paese, il comparto della IV gamma è caratterizzato da una forte concentrazione territoriale. Campania e Lombardia, seguite dal Veneto, controllano la trasformazione dei prodotti orticoli di IV gamma (in particolare rucola, insalate e radicchi), mentre il Trentino, seguito da altre regioni del Nord Italia, controlla la trasformazione di prodotti frutticoli di IV gamma (in particolare mele)⁷.

2 · I prodotti alimentari si suddividono in cinque gamme, sulla base di alcune caratteristiche tipiche. In particolare, sono considerati prodotti di I Gamma quelli appartenenti alla categoria dell’ortofrutta fresca tradizionale, rientrano invece nella II Gamma l’ortofrutta e le verdure in conserva proposte in barattolo; nella III Gamma troviamo la frutta e le verdure surgelate, nella IV gamma si collocano l’ortofrutta fresca, lavata, confezionata e pronta al consumo ed infine nella V Gamma si trovano frutta e verdure cotte e ricettate, confezionate e pronte al consumo (AIIPA - Associazione Italiana Industrie Prodotti Alimentari, 2023).

3 · Unione Italiana Food, 2023

4 · BioAksxter, 2016

5 · Euromonitor, 2021

6 · Fusi, 2016

7 · Pianeta PSR, 2020

Come si può vedere dalle mappe che seguono, nella produzione di frutta di IV gamma svolgono un ruolo centrale il Trentino Alto-Adige e la Campania, mentre per quella di ortaggi spiccano la Lombardia e la Campania.

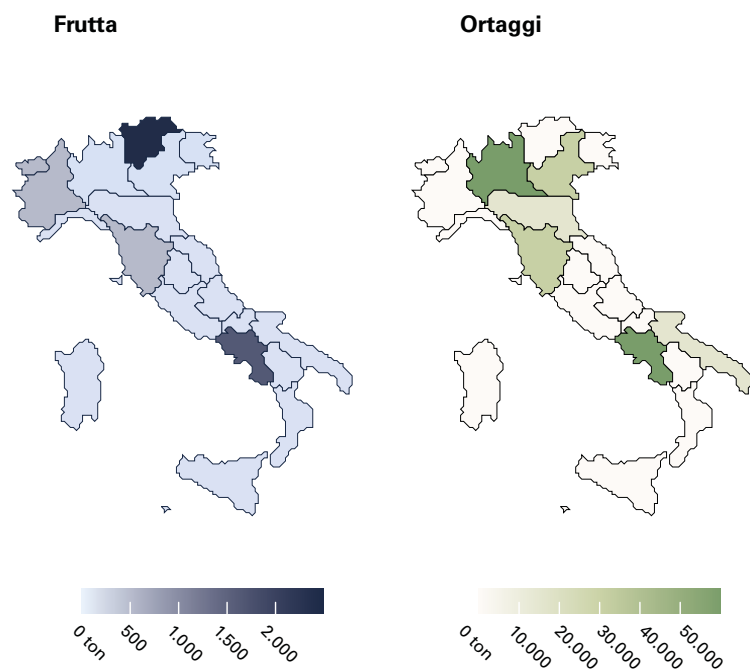


Figura 1 // Produzione di prodotti ortofrutticoli di IV gamma in Italia (t): media del periodo 2019-2021 (Pianeta PSR, 2020)

Tra i principali motivi del successo dei prodotti della IV gamma ci sono sicuramente quelli legati al risparmio di tempo e la salubrità⁸. Interessante vedere come al primo posto tra i motivi di acquisto dell'insalata di IV gamma c'è l'aspetto "comodità e risparmio" (72%), seguito dalla possibilità di evitare gli scarti o gli sprechi (43%) e dall'opportunità di "mangiare alcuni tipi di verdura altrimenti non disponibili" (36%). Tra le occasioni d'uso si predilige il consumo per il pasto domestico in mancanza di tempo (58%) o anche se lo si ha (55%), mentre nel 40% dei casi si riconosce la praticità sul posto di lavoro o di studio.

Per la frutta, i motivi che sottostanno all'acquisto sono per il 63% dei casi dettati da "comodità e risparmio di tempo"; per il 38% dalla possibilità di trovare varietà non disponibili altrimenti e nel 30% dalla fiducia riposta in questi prodotti⁹. Indagando sui valori associati alla categoria, il 55% dei consumatori è spinto all'acquisto dalla possibilità di azzerare gli sprechi, il 52% si dice d'accordo o molto d'accordo sul pensare che sia dettato dalla fiducia in termini di sicurezza e controlli, il 49% dichiara di apprezzarne la qualità e la stessa percentuale ne

premia la freschezza, mentre il 42% ne riconosce la convenienza.

Tra le caratteristiche decisive al fine dell'acquisto ci sono invece elementi associati all'origine del prodotto (italianità, controllo di filiera, produzioni biologiche), al packaging (indicazione chiara della data di scadenza e formato della busta), al prezzo e alla marca. Infine, in termini di soddisfazione del consumatore: il 51% si dichiara molto o completamente soddisfatto della qualità mentre il 49% lo è in termini complessivi¹⁰.

Per gli agricoltori le esigenze della filiera introducono un modo di produrre nuovo, in stretto collegamento con l'acquirente e i suoi bisogni, impiegando varietà e tecniche colturali innovative, spesso create ad hoc. La particolarità della filiera porta a far raggiungere un importante risultato, economico, raro in agricoltura, quello della sicurezza del collocamento. Il tutto facilitato da prezzi di vendita che consentono redditività più alta legata ad una qualità che trova un'adeguata remunerazione¹¹.

Ciò spiega gli importanti risultati del mercato della IV gamma, che nel 2022 ha raggiunto un fatturato

pari a 982 milioni, segnando un +5,1% in termini di valore e un +5,4% in termini di volume, rispetto al 2021¹². Il mercato ha sofferto la crisi pandemica, registrando nel 2020 un valore complessivo pari a 814 milioni di euro¹³. Ciò è stato dovuto principalmente alla frequenza di visita ai punti di vendita, fortemente ridotta durante il lockdown, e al prolungamento per diversi mesi dello smartworking, che ha causato la 'sofferenza' dei prodotti ready to eat, consumati soprattutto dai lavoratori 'da ufficio'¹⁴.

Nel 2019, il mercato della IV gamma in Italia aveva raggiunto un valore pari a 913 milioni di euro, con una variazione annuale del +8% (anno terminante marzo 2019 vs marzo 2018), che corrisponde alla vendita a volume di 127 milioni di chilogrammi di prodotto (+11%). La ripartizione delle vendite a valore era per il 96% riconducibile a verdura di IV gamma (880 milioni di euro) e per il 4% alla frutta di IV gamma (33 milioni di euro)¹⁵.

8 - I dati che seguono fanno riferimento ad un'indagine Nomisma su un campione di oltre 800 responsabili d'acquisto.

9 - Brandi, 2019

10 - ibidem

11 - Casati, 2023

12 - Myfruit, 2023

13 - Colombo, 2021

14 - ibidem

15 - Brandi, 2019

1.2

Filiera della IV gamma: il processo produttivo

Prima di indagare le soluzioni per la sostenibilità della filiera della IV gamma è utile analizzare da vicino le diverse fasi del processo produttivo di questo comparto agro-alimentare. I momenti principali che caratterizzano la vita delle insalate, degli ortaggi e della frutta di IV gamma, partendo dalle attività in campo e giungendo fino ai consumatori, sono le seguenti:

- Semina/coltivazione
- Raccolta
- Eventuale trasporto presso stabilimenti di lavorazione/trasformazione
- Selezione/Cernita
- Eventuale monda e taglio
- Lavaggio
- Asciugatura
- Confezionamento
- Distribuzione

Occorre fin da ora precisare che non necessariamente le aziende che si occupano delle attività agricole in campo/serra, sono le stesse che seguono anche le attività di lavorazione e distribuzione. In tal senso, come sarà più approfonditamente descritto nell'ambito del Capitolo 3, nel caso della Piana del Sele, ad esempio, molte aziende, dopo aver effettuato le attività di raccolta, destinano le materie prime ad aziende e stabilimenti collocati principalmente al Nord, che si occupano della loro lavorazione e distribuzione.

Da anni ormai l'industria di IV gamma e le aziende agricole produttrici di materie prime seguono per la quasi totalità disciplinari di produzione integrata, scegliendo le più idonee tipologie di materie prime e limitando fortemente l'utilizzo di fitofarmaci in campo o in serra, con conseguente riduzione dei residui di pesticidi al di sotto delle soglie consentite per la produzione tradizionale¹⁶.

Un elemento fondamentale nel processo produttivo dei prodotti di IV gamma è il mantenimento della catena del freddo, la quale deve obbligatoriamente essere mantenuta allo scopo di garantire l'adequata

conservazione dei prodotti. In tal senso, al fine di garantire la sicurezza e la qualità del fresco confezionato pronto al consumo è intervenuto il legislatore nazionale che, con la Legge 13 maggio 2011, n. 77, ha specificatamente disciplinato la materia. In particolare, la normativa stabilisce i criteri igienico sanitari da rispettare nel ciclo produttivo e nella distribuzione, nuove informazioni in etichetta che rendono immediatamente evidenti al consumatore le caratteristiche del prodotto e i parametri minimi che deve avere e mantenere un'industria di IV gamma¹⁷. Tale legge ha trovato piena attuazione nel decreto attuativo 20 giugno 2014 recante "Disposizioni concernenti la preparazione, il confezionamento e la distribuzione dei prodotti ortofruttili di IV gamma". **In particolare, ai fini del presente decreto per "lavorazione" si intendono tutte le fasi del processo di preparazione del prodotto, comprendente selezione, cernita, monda o taglio, lavaggio, asciugatura, e di confezionamento in buste o in vaschette sigillate, con eventuale utilizzo di atmosfera protettiva** (art. 2, comma 1, lett. a).

Diversamente, **con riguardo alla "distribuzione", il decreto chiarisce che rientrano in tale definizione**

tutte le fasi della commercializzazione del prodotto di IV gamma, dalla immissione in commercio alla vendita della singola unità, ivi comprese in particolare le attività di carico, scarico, deposito ed esposizione per la vendita al consumatore finale (art. 2, comma 1, lett. b). Inoltre, l'art. 6 del suddetto decreto precisa che gli operatori del settore alimentare devono garantire che in ogni fase della distribuzione, i prodotti ortofruttili di IV gamma siano mantenuti ad una temperatura inferiore a 8°C. Operativamente, una volta trasportate in stabilimento, le materie prime sono poste in celle di stoccaggio, con temperature non superiori a 6°C, sufficientemente dimensionate per quantità e tempi di permanenza. Successivamente, gli ortofruttili di IV gamma sono sottoposti ad (almeno) un doppio lavaggio industriale e a un trattamento di decontaminazione che ne garantisce la sicurezza igienica.

Il prodotto confezionato viene verificato al metal detector e identificato per mantenere la rintracciabilità di filiera e poi posto in cella a temperature non superiori a 6°C.

Dal momento del rilascio

dallo stabilimento di lavorazione fino all'esposizione nei banchi refrigerati il prodotto deve essere mantenuto a temperature non superiori a 8°C; la catena del freddo dovrebbe essere rispettata anche nel momento del trasporto dai banchi frigo all'abitazione del consumatore, in quanto essa rappresenta, come già detto, l'unico mezzo di conservazione dei prodotti¹⁸.

La vita commerciale delle insalate, della frutta e degli ortaggi di IV gamma, nota come **shelf life**, ha una media di 5-7 giorni. Il confezionamento in atmosfera modificata, che avviene solo in alcuni casi, ha lo scopo di incrementare la **shelf life** inibendo l'azione di microrganismi aerobi e fenomeni come l'ossidazione, il cambiamento di colore e l'imbrunimento¹⁹. Dal punto di vista della normativa, l'art. 9 del già citato decreto 20 giugno 2014 chiarisce che gli imballaggi dei prodotti ortofruttili di IV gamma devono essere conformi al decreto legislativo n. 152 del 3 aprile 2006 (Testo Unico Ambientale) e

17 - AG srl, 2017

18 - *Ibidem*

19 - *Ibidem*

devono consentire il mantenimento della freschezza e la protezione dei prodotti da contaminanti esterni, specificando inoltre che per gli imballaggi primari di tali prodotti ortofrutticoli, dovranno essere utilizzati esclusivamente materiali di tipologia e grammatura idonee a consentire lo smaltimento tramite raccolta differenziata e riciclo.

Capitolo 1

IV gamma

Considerazioni conclusive

1.1 Mercato della IV gamma

I prodotti di IV gamma sono ortofrutticoli freschi sottoposti a piccoli processi tecnologici per garantirne la sicurezza igienica, confezionati e pronti al consumo: insalate, frutta e verdure pronte per essere consumate crude o cotte.

L'introduzione di tali prodotti in Europa è avvenuta negli anni '70, ma il settore ha registrato una crescita significativa dagli anni '80, con un maggiore impatto nei mercati del Regno Unito, Italia, Francia e Olanda. Il mercato della IV gamma rappresenta circa il 18% del valore economico totale del mercato ortofrutticolo in Italia e il 2% del mercato alimentare complessivo. Le principali regioni italiane coinvolte nella trasformazione di questi prodotti sono la Campania e la Lombardia per gli ortaggi e il Trentino per la frutta.

I motivi del successo di tali prodotti includono il risparmio di tempo e la salubrità, con l'acquisto spinto dalla comodità, la riduzione degli sprechi e la possibilità di

consumare verdure altrimenti non disponibili. La fiducia nella sicurezza e nei controlli, insieme alla qualità, freschezza e convenienza, sono elementi chiave per i consumatori.

Dal punto di vista agricolo, la filiera richiede approcci innovativi e collaborativi tra produttori e acquirenti, con un'attenzione particolare all'origine del prodotto, al packaging e al prezzo. Nel 2022, il mercato della IV gamma ha registrato un fatturato di 982 milioni di euro, con una crescita del 5,1% in valore e del 5,4% in volume rispetto al 2021, nonostante le sfide della pandemia nel 2020.

1.2 Filiera della IV gamma: il processo produttivo attuale

Le fasi principali del processo produttivo della IV gamma includono: semina/coltivazione, raccolta, trasporto, selezione, lavaggio, asciugatura, confezionamento e distribuzione. Non tutte le aziende agricole gestiscono interamente il processo: alcuni produttori della Piana del Sele, ad esempio, inviano le materie prime ad aziende del Nord per le attività di lavorazione e distribuzione.

La legislazione italiana stabilisce criteri igienico-sanitari, informazioni in etichetta e temperature da mantenere per garantire la sicurezza e la qualità dei prodotti di IV gamma. La catena del freddo è essenziale, con temperature da mantenere inferiori a 8°C durante la distribuzione. La normativa chiarisce anche le definizioni di lavorazione e distribuzione.

Operativamente, le materie prime vengono stoccate a basse temperature in stabilimento, seguite da lavaggi industriali e trattamenti di decontaminazione.

Il prodotto confezionato viene sottoposto a controlli, identificato per rintracciabilità e conservato a bassa temperatura.

La shelf life dei prodotti di IV gamma è in media di 5-7 giorni, ma l'uso di atmosfera modificata può prolungarla. La normativa specifica requisiti per gli imballaggi, garantendo il rispetto delle norme ambientali per il corretto smaltimento.

2

Soluzioni innovative per la sostenibilità della filiera IV gamma

2.1

Sostituzione o riduzione chimica

2.2

Gestione idrica

2.3

Gestione del suolo
e tutela della biodiversità

2.4

Riduzione delle emissioni di CO_2
e dei consumi energetici

2.5

Riutilizzo di sottoprodotti
e scelta del packaging

Negli ultimi due decenni, la consapevolezza mondiale nei confronti delle tematiche ambientali è costantemente aumentata, come testimonia la Direttiva UE 2022/2464 (“Direttiva CSRD”) sul reporting di sostenibilità delle imprese (*corporate sustainability reporting directive, CSRD*). La sostenibilità è ormai una delle variabili prese in considerazione dai consumatori durante il processo di acquisto²⁰ e gli agricoltori/produitori sono sempre più attenti all’importanza e alla necessità di garantire l’immissione sul mercato di prodotti rispettosi dell’ambiente. Il carico ambientale associato all’insalata di IV gamma è fortemente influenzato dalla fase di trasformazione (lavaggio e confezionamento)²¹, la quale, insieme alla fase agricola, rappresenta il maggior contributo all’impatto complessivo del prodotto. Anche la fase di trasporto può rivestire un ruolo determinante nella misurazione e riduzione degli impatti ambientali.

La letteratura scientifica affronta il tema da più prospettive, indagando le principali criticità dei processi produttivi e individuando le migliori soluzioni e le più innovative tecnologie che ben possano adattarsi alle esigenze del settore. Uno studio ha presentato quelle che possono essere le misure e le tecnologie adottabili per l’efficienza energetica, la riduzione e il riciclo dei rifiuti agricoli, per rendere sostenibile una filiera. I risultati hanno mostrato che ci sono diverse tecnologie, sia vecchie che nuove, che insieme a misure adeguate per ridurre l’uso

20 · Fusi et al, 2016

21 · Ibidem

22 · Ibidem

23 · Hassoun et al., 2020

24 · Ibidem

25 · Ibidem

finale di energia e la produzione dei rifiuti agricoli, possono essere adottate in azienda nel tentativo di ridurre il ricorso a tecnologie che richiedono alti input di fonti fossili per la lavorazione delle piante e alti output di materiali non biodegradabili per le lavorazioni in serra e per il confezionamento. In particolare, tra le soluzioni presentate si trovano: l’uso di motori efficienti; l’uso di imballaggi meno energivori per i prodotti freschi e l’uso di materiali sostenibili per la pacciamatura e la produzione agricola in serra; l’adozione del riciclo in loco degli scarti agricoli per la produzione di compost e il ricorso a fonti rinnovabili per il condizionamento delle serre.²²

Allo stesso tempo, nel settore alimentare si sta affermando il concetto di “tracciabilità alimentare 4.0”, il quale si propone di evidenziare il ruolo delle tecnologie della quarta rivoluzione industriale per abilitare sistemi di tracciabilità alimentare digitali, intelligenti e in tempo reale lungo le catene di approvvigionamento alimentare. In tal senso, un recente studio²³, ha dimostrato come l’intelligenza artificiale, l’Internet of Things, la blockchain e i Big Data si configurino come i principali fattori abilitanti della tracciabilità 4.0 nel settore ortofrutticolo.

L’intelligenza artificiale può potenziare la digitalizzazione e l’automazione nell’agricoltura e nell’industria alimentare, migliorando l’efficienza della catena di

approvvigionamento di prodotti ortofrutticoli e riducendo gli sprechi e le perdite alimentari. Gli algoritmi di intelligenza artificiale possono ad esempio essere sviluppati e incorporati in specifiche applicazioni mobili allo scopo di aiutare i consumatori a rilevare in modo semplice e veloce caratteristiche e informazioni dei prodotti alimentari acquistati, attraverso l’utilizzo del proprio smartphone.²⁴

L’intelligenza artificiale, l’Internet of Things, la blockchain e i Big Data si configurano come i principali fattori abilitanti della tracciabilità 4.0 nel settore ortofrutticolo.

L’Internet of Things ha il potenziale per fornire soluzioni preziose a diversi settori alimentari e agricoli, compresa l’industria dell’orticoltura. In tal senso, infatti, i sensori basati sull’IoT, i codici QR e le tecnologie RFID possono aiutare a implementare sistemi intelligenti di tracciabilità degli alimenti fornendo, tra gli altri, un’ampia gamma di informazioni sull’origine delle pratiche agricole di ortofrutticoli e sull’applicazio-

ne di pesticidi. Tali dati sono fondamentali per garantire la sicurezza alimentare e il rispetto degli standard alimentari. Inoltre, l’IoT combinato con l’uso di specifici database potrebbe incontrare e soddisfare le esigenze dei consumatori legate alla necessità di ricevere informazioni sullo stoccaggio dei prodotti e sulle condizioni di trasporto, quali ad esempio l’umidità relativa, la luminosità e le concentrazioni di CO₂.²⁵ La blockchain, dal canto suo, definita come una soluzione che **sfrutta le caratteristiche di una rete informatica**

di nodi e consente di gestire e aggiornare, in modo univoco e sicuro, un registro contenente dati e informazioni in maniera aperta, condivisa e distribuita senza la necessità di un'entità centrale di controllo e verifica²⁶, si configura come una soluzione promettente per ridurre i rischi della catena di approvvigionamento, garantire la sicurezza e prevenire le frodi.²⁷

Infine, l'uso dei Big Data, i quali consentono l'elaborazione di grandi quantità di dati, appare idoneo allo sviluppo di soluzioni per la cosiddetta "agricoltura di precisione", fornendo ad esempio informazioni utili sulle caratteristiche del suolo, sull'utilizzo della risorsa idrica, sulla gestione delle colture/piante, dei rifiuti, e, più in generale, per favorire la tracciabilità e lo sviluppo di nuovi prodotti.²⁸

Tuttavia, stante quanto sopra esposto, la mancanza di competenze tecniche necessarie per gestire e implementare i fattori abilitanti della Tracciabilità 4.0, i costi elevati, la

26 · Osservatori.net, 2023

27 · Hassoun et al., 2020

28 · Ibidem

29 · Ibidem

mancanza di adattabilità all'ambiente industriale esistente, la necessità di protocolli e linee guida standard e le questioni relative alla sicurezza dei dati e la privacy sono tra gli ostacoli maggiormente identificati da molti degli studi di settore.²⁹

Sulla base di tali premesse e arricchendo la ricerca e l'analisi attraverso la consultazione di fonti di letteratura grigia, il presente report si pone l'obiettivo di indagare le soluzioni innovative attualmente presenti sul mercato che risultino idonee a soddisfare le esigenze di sostenibilità della filiera della IV gamma.

In particolare, la ricerca sarà articolata in virtù delle seguenti cinque dimensioni ambientali:

- **SOSTITUZIONE O RIDUZIONE CHIMICA:** avente ad oggetto temi legati alla riduzione dell'uso dei prodotti fitosanitari;
- **GESTIONE IDRICA:** relativa all'uso razionale della risorsa idrica;
- **GESTIONE DEL SUOLO E BIODIVERSITÀ:** specificatamente rivolta all'analisi delle misure adottate con riguardo alla protezione delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno e alla tutela della biodiversità;
- **RIDUZIONE EMISSIONI CO₂ E CONSUMI ENERGETICI:** comprendente

l'insieme di azioni volte a garantire la riduzione di emissioni gas climalteranti e la promozione di misure di efficienza energetica e di produzione di energia da fonti rinnovabili;

• **RIUTILIZZO DEI SOTTOPRODOTTI E PACKAGING:** avente ad oggetto l'individuazione delle pratiche di recupero e riciclo dei materiali/scarti di produzione, nonché le attività di promozione di packaging eco-compatibili.

Rispetto a ciascuno dei cinque ambiti saranno fornite considerazioni di contesto, arricchite dalla presentazione di soluzioni e tecnologie innovative che si configurano come valide opportunità di miglioramento della sostenibilità ambientale della filiera della IV gamma.

IN SINTESI

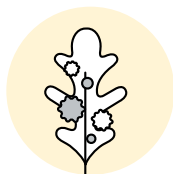
Il crescente interesse globale per le questioni ambientali ha portato alla ricerca di soluzioni per la sostenibilità nella filiera della IV gamma. La fase di trasformazione (lavaggio e confezionamento) e quella agricola sono cruciali per l'impatto ambientale dell'insalata di IV gamma. La letteratura scientifica propone misure e tecnologie per migliorare l'efficienza energetica, ridurre i rifiuti agricoli e rendere sostenibile la filiera.

Le soluzioni includono l'uso di motori efficienti, imballaggi meno energivori, materiali sostenibili per la produzione agricola, il riciclo degli scarti agricoli e l'uso di fonti rinnovabili per il condizionamento delle serre. La tracciabilità 4.0, basata su intelligenza artificiale, Internet of Things, blockchain e Big Data, sta emergendo nel settore alimentare, migliorando la digitalizzazione e l'automazione.

L'intelligenza artificiale può migliorare l'efficienza della catena di approvvigionamento, mentre l'IoT può fornire informazioni dettagliate sull'origine e sulla sicurezza degli ortofrutticoli. La blockchain offre una soluzione promettente

per ridurre i rischi nella catena di approvvigionamento, garantendo la sicurezza e prevenire le frodi. I Big Data possono supportare l'agricoltura di precisione, offrendo informazioni dettagliate sul suolo, sull'acqua e sulla gestione delle colture.

Tuttavia, restano alcuni ostacoli come la mancanza di competenze tecniche, costi elevati e preoccupazioni sulla sicurezza dei dati. Nei prossimi capitoli saranno esplorate le soluzioni innovative disponibili sul mercato, focalizzandosi su cinque dimensioni ambientali: sostituzione o riduzione chimica, gestione idrica, gestione del suolo e biodiversità, riduzione di emissioni di CO₂ e consumi energetici, riutilizzo di sottoprodotti e packaging.



LA PERONOSPORA SULLA RUCOLA

2.1 Sostituzione o riduzione chimica

Le soluzioni relative all'ambito della sostituzione o riduzione chimica prevedono una serie di misure volte alla riduzione dell'utilizzo dei prodotti fitosanitari in agricoltura, allo scopo di rendere più salubri i prodotti coltivati riducendo al contempo i possibili impatti ambientali connessi all'immissione nel suolo di sostanze chimiche potenzialmente dannose. Il ricorso alla chimica avviene principalmente per contrastare e combattere le fitopatie che possono colpire le colture. Nel caso delle specie di IV gamma, si presentano di seguito le principali malattie con le quali gli agricoltori sono costretti a fare i conti.

In particolare, alcune delle principali malattie che colpiscono le coltivazioni della IV gamma sono la peronospora, la sclerotinia, la botrite - quest'ultima soprattutto sulla

lattuga³⁰, e la batteriosi - soprattutto sulla rucola³¹.

LA PERONOSPORA. La peronospora è un temibile fungo; la forma più nota è quella del pomodoro, causata da *Phytophthora infestans*. La parola "Phytophthora" deriva dal greco e vuol dire "Phyto = pianta" e "Phthora = Distruttore"; ossia: "distruttore di piante". Essa può uccidere intere piantagioni di pomodoro, e non solo, se non fermata in tempo³².

La *Hyaloperonospora parasitica*, è invece l'agente causale della peronospora della rucola; essa attacca la brassicacea e costringe, in caso di presenza non controllata e ottimali condizioni climatiche, soprattutto in coltura biologica, a gettare l'intero taglio.

La peronospora è la malattia chiave della rucola. Ancora oggi può presentarsi talvolta nel periodo autunno/vernino soprattutto sul primo taglio e più spesso in coltivazione biologica³³. Esistono vari modi per attuare il controllo della *Hyaloperonospora*. Mentre per le lattughe esistono molte varietà con "alta resistenza" alla peronospora, fino a 37 ceppi di *Bremia lactucae* (agente della Peronospora della lattuga), ancora oggi non esiste

per la rucola una varietà dichiarata resistente a questa temibile fitopatia. Ci sono in commercio alcune varietà con una certa tolleranza, ma spesso sono a crescita lenta (e quindi portano meno tagli a parità di tempo, ovvero meno produzione) e non poche volte, comunque, sviluppano la peronospora³⁴.

La rucola è spesso irrigata per aspersione. Questo comporta, per qualche ora, un'elevata umidità sulla foglia e ambientale. Per contrastare il proliferare di tale malattia è importante ridurre questa umidità, irrigando la mattina (mai irrigare di sera, o peggio ancora, durante la notte). Altre tecniche sono: il limitare la quantità di acqua irrigua, realizzare serre corte e alte per favorire la ventilazione, effettuare i trattamenti fitosanitari la mattina, mai la sera, creare toccole/andane ovvero non seminare in piano, per far andare via l'acqua velocemente³⁵. La riduzione dell'acqua può inevitabilmente dare origine ad un incremento del contenuto di nitrati nella foglia, fenomeno per il quale devono essere adottate ulteriori tecniche efficaci specifiche. Un altro sistema valido è quello di pacchiamare la coltura, irrigando quindi con ali gocciolanti senza bagnare la foglia, ma in tal caso i costi di

raccolta (che dovrà essere effettuata a mano) aumentano.³⁶

Altri metodi per combattere la peronospora su rucola prevedono il ricorso alla cosiddetta "lotta biologica", o, in assenza di altri mezzi, alla "lotta chimica". Produrre rucola di primo taglio biologica, nei periodi autunno-vernini, esente da peronospora è possibile, ma non facile. Ancora oggi non esiste un prodotto registrato per l'agricoltura biologica veramente efficace e curativo contro la *Hyaloperonospora*, anche perché sono prodotti spesso di contatto ed è difficile bagnare bene la vegetazione interna, protetta e ben nascosta. Per controllare tale fitopatia o almeno ridurne la diffusione, è necessario, quindi, usare sia alcuni degli agrofarmaci ammessi in biologico sia le tecniche agronomiche e le scelte varietali sopra riferite³⁷.

In particolare, i principi attivi registrati per l'agricoltura biologica contro la peronospora, sono:

- *Bacillus amyloliquefaciens* ceppo FZB24;
- *Bacillus amyloliquefaciens* ceppo sbs. plantarum D747;
- Cos-Oga (solo rucola *baby leaf* di primo taglio);
- Rame

L'utilizzo del rame ha però due criticità: oltre a frenare la vegetazione, può macchiare la foglia e rendere il prodotto invendibile. Bisogna quindi scegliere, tra quelli in commercio, un rame che non macchi. Usare prodotti bio "alternativi", non registrati come agrofarmaci dal Ministero della Sanità contro la peronospora della rucola, significa, secondo gli esperti, affidarsi "più alla religione che alla scienza".³⁸

Infine, come già detto, la peronospora può essere combattuta attraverso il ricorso a fitofarmaci di tipo chimico. I principi attivi registrati sulla rucola in serra contro questa malattia sono:

- Azoxystrobin;
- Cimoxanil+rame;
- FosetylAl;
- Mandipropamid;
- Metalaxil-M+rame.

Al riguardo, è importante tener presente che, in linea generale, il tecnico e/o l'agricoltore devono limitare l'uso della difesa chimica,

30 · Sportelli, 2022

31 · Del Grosso, 2022

32 · Ibidem

33 · Ibidem

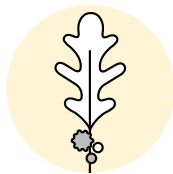
34 · Del Grosso, 2022

35 · Ibidem

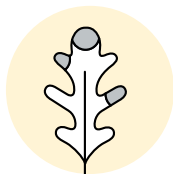
36 · Ibidem

37 · Ibidem

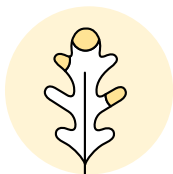
38 · Ibidem



LA SCLEROTINA



LA BOTRITE



LA BATTERIOSI

in quanto un impiego poco accorto di tali prodotti chimici rischierebbe di non consentire il rispetto imposto dalla grande distribuzione del 30 o 50% del limite massimo residuo legale. La lotta chimica deve, dunque, essere considerata come una delle soluzioni al problema, non come la soluzione. Prima di ricorrere ai principi attivi elencati in precedenza, si devono totalmente o in parte attuare le tecniche agronomiche e i sistemi sopra indicati³⁹.

Bisogna anche stare molto attenti agli agrofarmaci usati sulle colture precedenti alla rucola (soprattutto se dati con le ali gocciolanti) che a volte si ritrovano nella rucola perché assorbiti per via radicale, così come bisogna stare attenti all'effetto deriva di interventi fitosanitari eseguiti su altre colture vicino alla rucola, che facilmente possono contaminare la coltura.⁴⁰

LA SCLEROTINIA. La sclerotinia è causata dall'agente causale *Sclerotinia spp.* Tali funghi terricoli creano problemi nei periodi molto umidi (novembre, dicembre, gennaio) e su tagli vecchi. Il classico sintomo è la presenza di muffa densa e bianca sul terreno e sulla coltura. Il controllo agronomico può avvenire nei seguenti modi:

- una solarizzazione per almeno 45 giorni e comunque durante tutto il mese di luglio;
- rotazioni con altre colture non appartenenti alle Brassicacee;
- la pulizia, dopo la raccolta, con apposito aspiratore per ridurre residui del taglio sul terreno;
- non irrigando né trattando nelle ore serali o preserali;
- con un sovescio estivo con graminacee o leguminose;
- con una corretta densità di semina;
- con la somministrazione di compost o concimi organici con rapporto carbonio/azoto tra 12 e 25;
- rimuovendo, se possibile, le piante colpite.

LA BOTRITE. La botrite si manifesta come una muffa di colore grigio che può manifestarsi in condizioni atmosferiche caratterizzate da elevata umidità. In particolare, i conidi, ossia gli organi di dispersione (o spore) si trasferiscono da una pianta all'altra sfruttando o eventuali microlesioni presenti sulle stesse e si riproducono formando tale caratteristica muffa grigia che ricopre la superficie delle foglie attaccate.⁴¹

LA BATTERIOSI. L'agente causale di questa malattia è *Xanthomonas campestris pv. campestris*. Il

batterio può colpire la rucola nei periodi caldi e umidi. Viene trasmesso anche dal seme e si diffonde in campo per effetto dei tagli ripetuti (dalle 3 alle 10 raccolte) sulla coltura. Il classico sintomo si presenta partendo dagli idatodi, ovvero dalla punta delle nervature, e si allarga necrotizzando i tessuti in modo triangolare (un'area a forma di "V"), con una tipica aureola gialla/clorotica attorno alla parte necrotizzata.

Il controllo agronomico può avvenire nei seguenti modi:

- disinfezione degli organi di taglio e dei macchinari per la raccolta;
 - utilizzo di seme sano;
 - rotazioni con altre colture non appartenenti alle Brassicacee
 - pulizia, dopo la raccolta, con apposito aspiratore per ridurre i residui del taglio sul terreno;
 - non irrigando né trattando nelle ore serali o preserali;
 - preferendo l'irrigazione a goccia;
 - con una corretta densità di semina;
 - con un sovescio estivo con graminacee o leguminose;
 - lasciando trascorrere almeno 48 ore fra lo sfalcio e la successiva irrigazione, almeno nei mesi umidi.
- Questo consente alle ferite della raccolta di rimarginarsi.

La direttiva 2009/128/CE, recepita con il decreto

legislativo del 14 agosto 2012, n. 150 ha istituito un "quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi". Per l'attuazione di tale direttiva sono stati definiti Piani di Azione Nazionali (PAN) per stabilire gli obiettivi, le misure, i tempi e gli indicatori per la riduzione dei rischi e degli impatti derivanti

Per l'attuazione della Direttiva 2009/128/CE sono stati definiti Piani di Azione Nazionali per stabilire gli obiettivi, le misure, i tempi e gli indicatori per la riduzione dei rischi e degli impatti dei prodotti fitosanitari.

dall'utilizzo dei prodotti fitosanitari. Il Piano di Azione, adottato in Italia con Decreto Interministeriale 22 gennaio 2014, promuove pratiche di utilizzo dei prodotti fitosanitari maggiormente sostenibili e fornisce indicazioni per ridurre l'impatto dei prodotti fitosanitari nelle aree agricole, nelle aree extra agricole (aree verdi urbane, strade, ferrovie, ecc..) e nelle aree naturali protette (Rete Rurale Nazionale 2014-2020). A tal proposito, le "Linee guida nazionali per la produzione integrata delle colture: difesa fitosanitaria e controllo delle infestanti" redatte dal Gruppo Difesa Integrata (GDI), rappresentano uno strumento di indirizzo volto ad una sempre più consistente armonizzazione delle "Norme Tecniche" regionali, nel rispetto delle peculiarità climatico/ambientali, culturali e fitosanitarie che contraddistinguono le diverse zone agrarie del territorio italiano. In particolare, tali "Linee Guida" indicano i criteri d'intervento, le soluzioni agronomiche e le strategie da adottare per la difesa delle colture ed il controllo delle infestanti, nell'ottica di un minor impatto verso l'uomo e l'ambiente, consentendo di ottenere

39 · Ibidem

40 · Del Grosso, 2022

41 · Sportelli, 2022

produzioni economicamente sostenibili.

Al fine di garantire il rispetto delle peculiarità climatico/ambientali, ogni Regione può comunque differenziare le proprie Norme tecniche dalle Linee Guida, motivando tecnicamente le scelte fatte (Rete Rurale Nazionale 2014-2020). In tal senso, infatti, le Regioni intervengono in materia attraverso i cosiddetti Disciplinari di Produzione Integrata, i quali contengono informazioni utili per agricoltori e tecnici al fine di ottenere produzioni di qualità con metodi di coltivazione rispettosi dell'ambiente. Tali Disciplinari

42 · Il Disciplinare di Produzione Integrata della Regione Campania -Con DRD n. 51 del 17.03.2023, pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Campania n. 23 del 27 marzo 2023, sono state approvate le "Norme tecniche generali per la produzione integrata - Sezione tecniche agronomiche", valide per l'anno 2023.

Le Norme tecniche generali per la produzione integrata, e i disciplinari specifici per le colture, contengono informazioni utili per agricoltori e tecnici al fine di ottenere produzioni di qualità con metodi di coltivazione rispettosi dell'ambiente.

I disciplinari regionali di produzione integrata sono definiti secondo le modalità previste dal Sistema Nazionale di Qualità Produzione Integrata (SNQPI) istituito con la Legge n. 4 del 3 marzo 2011 (Agricoltura.regionecampania.it).

43 · Regione Campania, 2020

44 · Ibidem

sono costituiti dalle **Norme tecniche generali**, comuni a tutte le colture, dalle "Norme tecniche di coltura", specifiche per ciascuna coltivazione, e dalle "Norme tecniche di difesa fitosanitaria integrata e il diserbo integrato delle colture".⁴² Un altro documento rilevante dal punto di vista della riduzione nell'utilizzo dei prodotti fitosanitari è rappresentato dal **Programma di azione per le zone vulnerabili all'inquinamento da nitrati di origine agricola** redatto dalla Regione Campania.⁴³ Il Programma di Azione nasce nell'ambito degli obblighi stabiliti dalla Direttiva 91/676/CEE (cd. Direttiva Nitrati), adottata dalla Comunità Economica Europea nel 1991, che rappresenta il principale riferimento normativo comunitario a protezione delle acque minacciate da uno sfruttamento eccessivo del suolo agricolo e conseguente accumulo di nitrati.

Tale Direttiva (91/676/CEE) non prevede solo l'obbligo di disciplinare, secondo adeguati criteri, la gestione e l'utilizzazione degli effluenti di allevamento, ma anche quello di contenere l'uso dei concimi chimici nei limiti di un apporto azotato complessivo (effluenti ed altri fertilizzanti e concimi azotati) non eccedente il fabbisogno nutrizionale

della coltura. A tale scopo la disciplina prevista dal Programma d'Azione prevede la redazione obbligatoria di un Piano di Concimazione Aziendale (PCA) nel quale siano definiti i quantitativi massimi dei macro-elementi nutritivi distribuibili annualmente per coltura o per ciclo colturale. Da questo punto di vista, viene posta particolare attenzione ad alcune pratiche agronomiche relative alle rotazioni e agli avvicendamenti, alle sistemazioni e alle lavorazioni che, se non correttamente eseguite, favoriscono la disponibilità nel suolo di azoto sotto forma dilavabile. Infine, vengono individuate alcune misure nella gestione dell'acqua di irrigazione, in quanto l'acqua è il veicolo principale del dilavamento di nitrati dal suolo alle falde. Se è vero che negli agrosistemi campani l'irrigazione è praticata durante il periodo di minore piovosità, è altrettanto evidente che, quando non attuata con i giusti volumi irrigui, e frequentemente con elevati volumi spesso paragonabili alla piovosità dei mesi autunnali, o con metodi di irrigazione non adeguati, essa può contribuire ad apportare nitrati alle acque superficiali e profonde.⁴⁴ Nell'ultimo decennio si è assistito ad una progressiva riduzione dell'uso dei fertilizzanti in tutte le

province campane (ad eccezione solo del 2016) ed in particolare all'uso di azoto; tuttavia, le province che ne fanno maggiormente ricorso sono Salerno e Caserta, ragion per cui è importante porre particolare attenzione al tema della sostenibilità connesso alla riduzione dei prodotti fitosanitari e parallelamente, alle buone pratiche di gestione idrica e del suolo.

Il tema della riduzione e sostituzione chimica appare particolarmente complesso, considerando le molteplici e variegati tipologie di malattie che possono colpire le colture. Accanto all'agricoltura convenzionale, che ricorre prevalentemente alla chimica, si pongono altri sistemi agronomici, più rispettosi dell'ambiente, che hanno come scopo e obiettivo principale proprio quello di ridurre il ricorso all'impiego di prodotti chimici. Al riguardo si parla di "agricoltura integrata" e di "agricoltura biologica".

L'**agricoltura integrata** si propone di ridurre al minimo l'impiego dei mezzi tecnici adottati nell'agricoltura convenzionale, ricorrendovi solo quando ritenuti necessari all'ottimizzazione del compromesso fra le esigenze ambientali ed economiche (Legge n. 4, 2011). L'eventuale

fertilizzazione chimica è quindi effettuata in dosi, epoche e con tecniche di distribuzione che tengono conto dell'effettivo fabbisogno delle colture, e tali da ridurre al minimo i fenomeni di dilavamento e conseguente inquinamento dei corpi idrici. Similmente, il controllo delle infestanti avviene preferibilmente con tecniche che limitano il ricorso al diserbo chimico, eventualmente effettuato adottando principi attivi poco persistenti o con un'azione residuale limitata. Infine, le strategie di difesa dai parassiti si basano sulla cosiddetta lotta integrata, ossia sull'impiego razionale di mezzi biologici, chimici, biotecnici e agronomici, prediligendo nei limiti del possibile i primi e ricorrendo a principi attivi a ridotto spettro d'azione o alta selettività, bassa persistenza e basso rischio di indurre fenomeni di resistenza.⁴⁵

Adottare soluzioni di difesa integrata significa prendere in considerazione tutti i metodi di protezione fitosanitaria disponibili ed integrare misure appropriate intese a scoraggiare lo sviluppo di popolazioni di organismi nocivi. Attraverso la difesa integrata si mira a mantenere l'uso dei prodotti fitosanitari e altre forme d'intervento a livelli

che siano giustificati in termini economici ed ecologici e che riducano o minimizzino i rischi per la salute umana e per l'ambiente. L'obiettivo prioritario della difesa integrata è la produzione di colture sane con metodi che perturbino il meno possibile gli ecosistemi agricoli e che promuovano i meccanismi naturali di controllo fitosanitario.⁴⁶

In particolare, si definiscono prodotti fitosanitari i preparati contenenti una o più sostanze attive, destinate a:⁴⁷

- proteggere i vegetali o i prodotti vegetali da tutti gli organismi nocivi o a prevenirne gli effetti;

45 · MIPAAF, 2014 a, 2014b

46 · Parlamento Europeo e Consiglio, 2009

47 · I prodotti fitosanitari in base all'attività che svolgono e alle modalità di azione si suddividono in diverse categorie: insetticidi, acaricidi, erbicidi, nematocidi, fungicidi, fitoregolatori e repellenti. Essi possono essere usati in agricoltura sia in pieno campo che in serra. Un prodotto fitosanitario è composto normalmente da quattro elementi: sostanza attiva, coadiuvante, coformulante e sinergizzante.

La sostanza attiva agisce nei confronti del danno presente sulle coltivazioni che si vuole controllare; i coadiuvanti sono sostanze che influiscono positivamente sull'efficacia delle sostanze attive e ne migliorano la distribuzione, i coformulanti (sostanze inerti, diluenti, ecc.) ed infine sinergizzanti che aumentano la potenzialità della sostanza attiva (Istituto Superiore Sanità, 2023).

- influire sui processi vitali dei vegetali, senza peraltro fungere da fertilizzanti;
- conservare i prodotti vegetali, sempre che se tali sostanze o prodotti non siano disciplinati da disposizioni speciali in materia di conservanti;
- eliminare o controllare l'accrescimento delle piante indesiderate o infestanti.

Diversamente, **l'agricoltura biologica** adotta tecniche di lavorazione del terreno e pratiche colturali volte a sfruttare, salvaguardare e possibilmente incrementare la naturale fertilità (contenuto di sostanza organica) del terreno, prevenire la compattazione e l'erosione, accrescerne se possibile la stabilità, promuovere la biodiversità dell'ambiente in cui opera ed evitare o comunque limitare al minimo ogni forma di inquinamento.⁴⁸ La fertilità e l'attività biologica del suolo sono mantenute mediante la rotazione pluriennale delle colture e la fertilizzazione a base di concimi naturali organici di origine animale o vegetale. Eventuali concimi minerali devono essere a bassa solubilità e non contenere composti azotati. La prevenzione dei danni provocati da parassiti, malattie e infestanti è effettuata principalmente attraverso la protezione

dei nemici naturali, la scelta delle specie e delle varietà resistenti, la rotazione delle colture e l'impiego di tecniche colturali adeguate. L'applicazione di determinati prodotti fitosanitari è ammessa solo in caso di grave rischio per la coltura e in assenza di altre alternative biologiche, fisiche o pratiche agronomiche efficaci.⁴⁹

In particolare, nella tabella che segue, si presentano sinteticamente alcune delle soluzioni a cui è possibile ricorrere per la riduzione dell'utilizzo di prodotti chimici nelle coltivazioni di IV gamma.

Nei prossimi paragrafi, ognuna delle soluzioni presentate sarà specificatamente approfondita e descritta, presentando eventuali mezzi, tecniche e tecnologie ad esse associate.

48 - Consiglio dell'Unione Europea, 2007

49 - *Ibidem*; Tasca et al., 2016

SOLUZIONI INNOVATIVE PER LA RIDUZIONE E SOSTITUZIONE CHIMICA

ID	SOLUZIONE	CARATTERISTICHE DELLA SOLUZIONE
1	Ricorso alla figura dell'agronomo di campo	L'agronomo di campo, grazie alle sue conoscenze e competenze, riesce a mixare le giuste tecniche agricole e agronomiche per ridurre l'impiego di prodotti fitosanitari
2	Varietà resistenti	Impiego di varietà maggiormente resistenti alle principali malattie
3	Fitofarmaci di origine naturale	Impiego di fitofarmaci di origine naturale per combattere le malattie delle piante e respingere gli insetti
4	Elicitori a basso rischio	Impiego di sostanze che favoriscono il rafforzamento del sistema immunitario delle colture
5	Fertilizzanti e corroboranti di origine naturale	Impiego di fertilizzanti e concimi innovativi realizzati con sostanze di origine naturale/vegetale
6	Reti innovative	Impiego di innovativi schermi antinsetto
7	Pacciamatura con teli sostenibili	Utilizzo di teli realizzati in bioplastica o carta per contrastare la dispersione di particelle plastiche nel terreno e i problemi di smaltimento della plastica
8	Diserbo sostenibile: pirodiserbo con mezzi elettrici e diserbatrici ad acqua	Ricorso ad attrezzatura innovative ed efficienti che consentono il pirodiserbo con abbattimento dei consumi energetici e il diserbo ad acqua plastiche nel terreno e i problemi di smaltimento della plastica
9	Macchine intelligenti dotate di sensoristica IoT per la rilevazione delle malerbe: il diserbo di precisione	Macchine innovative dotate di sensori per il riconoscimento computerizzato delle malerbe, la loro rimozione meccanica e l'impiego oculato e ben dosato dei fitofarmaci plastiche nel terreno e i problemi di smaltimento della plastica
10	Sistemi antideriva: ugelli antideriva e polverizzatori sostenibili	Utilizzo di particolari ugelli e polverizzatori che grazie a sistemi innovativi contengono e riducono l'effetto derivaplastiche nel terreno e i problemi di smaltimento della plastica

Tabella 1 // Soluzioni innovative per la riduzione e sostituzione chimica

IN SINTESI

La necessità di sostituzione o riduzione dell'uso di prodotti chimici in agricoltura ha portato all'implementazione di soluzioni innovative per affrontare le principali malattie che colpiscono le coltivazioni della IV gamma e in particolare la rucola.

Per la peronospora, un fungo che in pochi giorni può portare alla morte delle piante, sono disponibili diverse tecniche di controllo, tra cui la gestione dell'irrigazione, l'uso di batteri benefici, l'applicazione di rame e l'utilizzo di fitofarmaci biologici o chimici, entro i limiti massimi residui imposti dalla grande distribuzione.

La sclerotinia, una muffa densa e bianca su terreno e coltura, è affrontata attraverso metodi come la solarizzazione del terreno, rotazioni colturali, pulizia post-raccolta, evitando irrigazioni e trattamenti serali, e con una corretta densità di semina.

La botrite, una muffa grigia associata a condizioni di caldo umido, è gestibile con pratiche che riducono l'umidità ambientale e prevenendo le lesioni sulle piante.

La batteriosi, con il classico sintomo necrotico con aureola gialla, è controllata tramite pratiche di igiene, l'uso di seme sano, rotazioni colturali e la gestione dell'irrigazione.

La direttiva 2009/128/CE sull'uso sostenibile dei pesticidi è stata recepita con piani nazionali per ridurre i rischi per la salute umana attraverso pratiche agronomiche sostenibili. Sono disponibili linee guida nazionali per la produzione integrata delle colture, un approccio che cerca di ridurre l'uso dei mezzi convenzionali solo quando necessario, con un controllo integrato delle infestanti e una gestione razionale dei parassiti in grado di ridurre al minimo gli impatti ambientali. L'agricoltura biologica, invece, punta su pratiche sostenibili come rotazioni colturali, uso di concimi organici e promozione della biodiversità.

2.1.1 RICORSO ALLA FIGURA DELL'AGRONOMO DI CAMPO

I limiti sempre più stringenti alle concentrazioni di residuo imposti dalla GDO, la spinta europea verso l'agricoltura biologica e la necessità di garantire un prodotto salubre e che si presenti con caratteristiche estetiche ottimali, ha fatto emergere il **ruolo fondamentale degli agronomi di campo**, che, in virtù delle loro competenze e dell'approfondita conoscenza che hanno delle principali malattie colturali, sono in grado di aiutare gli agricoltori nelle complesse azioni di riduzione dell'utilizzo di fitofarmaci, preservando e salvaguardando le coltivazioni. Questi, infatti, sulla base delle diverse stagionalità, delle condizioni ambientali e delle caratteristiche specifiche di ogni coltura, nonché delle peculiarità delle principali fitopatie ad esse associate, possono attuare strategie *ad hoc* di medio/lungo periodo, facendo ricorso a tecniche agronomiche differenti, che pur non escludendo del tutto il ricorso alla chimica, sicuramente la riducono, valorizzando una visione di sostenibilità ambientale.

2.1.2 VARIETÀ RESISTENTI

Una delle prime soluzioni che viene in esame per la sostituzione e riduzione chimica, è quella relativa alla **ricerca e all'impiego di varietà resistenti** alle principali malattie analizzate. Le preoccupazioni ambientali generali e la legislazione rigorosa in merito all'uso e alla registrazione di nuovi pesticidi, implicano la necessità di sviluppare nuove varietà resistenti a parassiti e malattie meno dipendenti da sostanze chimiche ambientali ostili prodotti per garantire la produzione di alimenti sani e sicuri.⁵⁰

Come già detto, occorre fin da subito, tuttavia, ribadire che, mentre per le lattughe esistono molte varietà con "alta resistenza" alla peronospora, fino a 37 ceppi di *Bremia lactucae* (agente della Peronospora della lattuga), ancora oggi non esiste per la rucola una varietà dichiarata resistente a questa temibile fitopatia. Ci sono in commercio alcune varietà con una certa tolleranza, ma spesso sono a crescita lenta (e quindi portano meno tagli a parità di tempo, ovvero meno produzione) e non poche volte, comunque, sviluppano la peronospora.⁵¹

In ogni caso, sono numerosi gli sforzi della ricerca verso



AGRONOMO DI CAMPO



VARIETÀ RESISTENTI

50 · Coelho et al., 2022

51 · Del Grosso, 2022

l'individuazione di varietà innovative e resistenti per la IV gamma che mostrino migliori performance di coltivazione e maggior resistenza a molte delle principali malattie. Di seguito si riportano due esempi di aziende sementiere impegnate nella ricerca varietale: *Cora Seeds* e *Maraldi*. L'azienda *Cora Seeds* nel mese di aprile 2023 ha presentato a Battipaglia (in provincia di Salerno) quattro diverse varietà di lattughino, una nuova varietà di rucola e quattro nuove varietà di spinacino (Freshplaza.it). In particolare, l'azienda investe molto nelle attività di ricerca e sviluppo: vengono condotti test fitopatologici al fine di selezionare piante resistenti alle principali avversità fitopatologiche che affliggono le colture in campo. Da queste analisi vengono selezionati i genotipi più performanti, i quali vengono poi testati in campi sperimentali allestiti nei principali areali di coltivazione italiani ed internazionali.⁵²

Rispetto alle varietà di **lattughino**, l'azienda *Cora Seeds* propone le seguenti varietà:

- **MAVERIK**: indicata per i cicli di produzione autunnali, invernali e primaverili, presenta un pacchetto di resistenze completo (16-37) a *Bremia Lactucae*, e una resistenza

intermedia a *Fusarium Oxysporum lactucae* (Fol:1,4);

- **CRX45011**: indicata per i cicli tardo primaverili e estivi, presenta le seguenti resistenze: *HR BI: 16-33* e alle principali razze di *Fusarium* presenti in Italia;
- **CRX48355**: indicata per i cicli di tardo primavera e estate, dispone di un pacchetto di resistenze completo alla peronospora *HR BI 16-37*;
- **CRX47708**: si adatta bene a tutto l'anno, eccetto alle semini di dicembre; infatti, si presta anche alla coltivazione in estate e dispone di un pacchetto di resistenze completo sia a *bremia HR BI 16-37* sia alle principali razze di *Fusarium* presenti sul territorio italiano.

Per quanto riguarda la **rucola**, l'azienda *Cora Seeds* ha presentato la seguente varietà:

- **KARINA F1**: una varietà di rucola ibrida, dal colore verde intenso. Si presta bene ad effettuare più sfalci. Si caratterizza per il rapido accrescimento, anche a temperature più basse. È consigliata per tutti i cicli dell'anno ad eccezione dei suoli altamente infetti da *Fusarium*.

Infine, per lo **spinacino**, *Cora Seeds*, che ha instaurato una partnership con l'azienda *Pop Vriend Seeds*, ha sviluppato una nuova

tecnologia del seme denominata *Initio*, con l'obiettivo di assicurare le densità d'impianto desiderate per ottenere rese uniformi, elevate e stabili in diverse condizioni ambientali. Le varietà presentate sono le seguenti:

- **PV1664 F1**: indicata per i periodi primaverili e autunnali;
- **OPAL F1**: indicata per i periodi primaverili e autunnali;
- **ACCORDION F1**: consigliata per la raccolta in fine primavera ed estate;
- **PV1779 F1**: indicata per produzioni autunnali e invernali.

Un'altra azienda molto impegnata nelle attività di ricerca e sviluppo di varietà resistenti è la *Maraldi Sementi*. Fondata oltre 60 anni fa come azienda di produzione sementi si è evoluta nel tempo sviluppando un proprio programma di breeding focalizzato su ortaggi a foglia *baby leaf* e cipolla. Oggi propone un'ampia gamma di varietà dalla genetica innovativa e completa di resistenze. In particolare, l'azienda svolge tutto il processo sementiero che va dal breeding alla produzione e lavorazione del seme, fino alla distribuzione nei principali areali produttivi. Una componente fondamentale per l'azienda è l'attività di miglioramento

genetico condotta su prodotti *baby leaf* e su cipolla.

L'azienda lavora allo sviluppo di varietà dall'alto valore aggiunto, grazie all'introggressione di resistenze genetiche ai principali patogeni, alla selezione di genotipi adatti a differenti areali di coltivazione e flessibili alle diverse esigenze di produzione. Particolare attenzione è data all'introduzione di tratti fenotipici innovativi, alla componente nutraceutica e alla *shelf-life* del prodotto.⁵³

Per quanto riguarda la lattuga si segnala che le varietà di **lattuga Maraldi** garantiscono un'elevata resistenza alla *Bremia lactucae*, ottenuta attraverso un continuo miglioramento genetico; allo stesso modo tali varietà mostrano anche ottime performance in termini di *shelf-life*. Di seguito alcuni esempi:

- **LUNA VERDE**: adatta ad un ciclo medio, risulta particolarmente indicata per il periodo estivo ed è una varietà che mostra elevata tolleranza alla fusariosi e buona germinazione ad alte temperature, vantando resistenze a *HR BI: 16-25, 27-28, 30-32EU e IR Fol: 1*;
- **GREEN TIP**: adatta ad un ciclo medio precoce, è facile da produrre, ed è particolarmente indicata per l'export per via della *shelf-life* e

della consistenza, vantando una resistenza a peronospora *HR BI: 16-37EU*;

- **FOSCA (MSX 19096)**: varietà idonea per produzione durante tutto l'anno, presenta un colore rosso medio con foglia molto consistente e margine poco mosso ed è molto innovativa per via dell'elevata tolleranza alle razze di *fusarium 1 e 4* insieme alla resistenza alla *bremia*. In particolare, è resistente a: (*HR BI: 16-37EU e (IR) Fol:1, 4*).

Rispetto alla **rucola selvatica**, *Maraldi* è tra le prime aziende ad aver lanciato rucole ibride, che introducono un miglioramento per quanto riguarda la produttività e la tolleranza alle fitopatie.

Le varietà sviluppate presentano foglie che si presentano più uniformi e vigorose, incrementano le rese e garantiscono uniformità di ciclo e di taglio.⁵⁴ In particolare, si segnalano:

- **YUMA**: con ciclo medio precoce; rappresenta una grande novità, in quanto è una varietà dall'**elevata tolleranza alla peronospora**, vigorosa con buona tenuta alla salita a seme. Ha una foglia molto consistente e permette di ottenere ottime rese sul primo taglio;
- **SELE F1 (84000 F1)**: adatta ad un ciclo medio precoce; è una varietà

altamente innovativa, una delle prime rucole ibride nel mercato; mostra ottimo accostamento anche a basse temperature, elevata uniformità, resa superiore alla media ed è tollerante alla peronospora;

- **SAHARA**: ha un ciclo tardivo che permette un elevato accumulo di sostanza secca anche nel periodo di crescita più caldo; mostra un'elevata tolleranza alla fusariosi ed un'eccellente tenuta alla salita a seme. È unica per colore e spessore ed è indicata espressamente per cicli estivi.

Infine, per lo **spinacio**, l'azienda *Maraldi* presenta tre tipologie di varietà, una di queste è la:

- **MSX 40001 F1**: adatta ad un ciclo medio tardivo, vanta foglie dall'attraente colore scurissimo ed uno spessore fogliare sopra la media, risultando idonea idonea sia per produzione *baby leaf* che al *bunching*. È resistente a: (*HR) Pf: 1-8, 11, 12, 14-16*).

52 - *Cora Seeds*, 2023

53 - *Maraldi*, 2023

54 - *Ibidem*

2.1.3 FITOFARMACI DI ORIGINE NATURALE

Un altro ambito di possibili soluzioni per il perseguimento della sostituzione/riduzione chimica è quello di ricorrere all'utilizzo di **fitofarmaci di origine naturale**.

In soli vent'anni le sostanze attive di sintesi per la difesa fitosanitaria si sono praticamente dimezzate, passando dalle circa 440 del 2000 alle poco più di 200 attuali. Ciò a causa delle sempre più esigenti richieste normative in termini di profili tossicologici e ambientali.⁵⁵ Come si legge sul sito web di *Syngenta*, azienda specializzata in sementi e protezione e difesa delle colture: "La difesa non conosce alcuna battuta di arresto, esigendo la massima attenzione contro patogeni e parassiti. Il tutto, con un occhio di riguardo anche al profilo residuale dei raccolti. Ciò ha creato l'esigenza di sviluppare nuove soluzioni dal carattere completamente diverso, tali da ricucire le

55 · *Syngenta, 2023*

56 · *Ibidem*

57 · *Ibidem*

58 · *Ibidem*

59 · *Ibidem*

falle lasciate dalle defezioni delle molecole di sintesi, apportando al contempo significativi vantaggi dal punto di vista tossicologico, ambientale e residuale".⁵⁶

In tal senso, ha ottenuto un'attenzione sempre maggiore il settore delle soluzioni di origine naturale, note anche come "Biosolution". Trattasi di sostanze attive derivate da microrganismi o da specie appartenenti al regno vegetale, oppure di microrganismi stessi, utilizzabili quindi anche in agricoltura biologica.⁵⁷ I vantaggi derivanti dall'impiego di biosoluzioni sono tutti tangibili e di estremo interesse. Per esempio, contribuiscono a contenere patogeni e parassiti tramite meccanismi d'azione completamente differenti da quelli delle sostanze di sintesi. Ciò concorre al contrasto dei fenomeni di resistenza, problema crescente nei diversi comparti della difesa fitosanitaria. L'assenza di un intervallo di sicurezza, o comunque molto contenuto, ne consente inoltre l'impiego sino a ridosso della raccolta.⁵⁸

Di seguito si presentano le ultime novità dell'azienda Syngenta utilizzabili su colture orticole.⁵⁹

• **ROMEO** è un biofungicida a base di cerevisane, sostanza inerte

costituita dalla parete cellulare di *Saccharomyces cerevisiae* ceppo LAS117. Agisce in veste di induttore di resistenza nelle piante e può essere impiegato su vite e orticole contro oidio, peronospora e botrite. Le colture sottoposte a trattamento con ROMEO attivano infatti le risposte endogene ai patogeni, poiché il prodotto ne mima la presenza. Quindi, all'arrivo della malattia i tessuti vegetali hanno già attivato proattivamente le proprie difese naturali, ostacolandone in tal modo la diffusione.

• **BEMOTIUS** contiene azadiractina A e si propone quale insetticida naturale per la protezione di melo, agrumi, vite, fragola, floreali/ornamentali e numerose colture orticole. Autorizzato per uso fogliare e al suolo, sui parassiti target agisce in qualità di regolatore della crescita, alterando lo sviluppo degli insetti. Possiede inoltre un'azione disappetente e repellente che svolge una funzione dissuasiva. Ampio il suo spettro d'azione, inclusivo di afidi, cocciniglie, aleurodidi, minatori fogliari, tripidi e mosche, ma anche Dorifora della patata, nottue e altre larve di lepidotteri. Delle quattro novità di Syngenta è l'unica a dover rispettare un intervallo di sicurezza, variabile da uno a sette giorni in funzione della coltura.

• **LAVITUS 13 SL**. Autorizzato sulle principali colture orticole, è un formulato liquido contenente sali potassici di acidi grassi in ragione di 130,4 grammi per litro, abbinati a oli vegetali e a oli essenziali come terpeni e sostanze aromatiche. Gli oli vegetali rendono più permeabili gli esoscheletri dei parassiti target, ovvero afidi, cimici, tripidi, aleurodidi, minatrici fogliari e acari, permettendo una miglior penetrazione dei Sali potassici. Al contempo, le sostanze aromatiche fungono da repellenti, aggiungendo un ulteriore tassello alle modalità di azione del prodotto. In campo va impiegato alla comparsa dei parassiti, ripetendo il trattamento in caso di reinfestazione. LAVITUS 13 SL si caratterizza inoltre per l'elevata velocità di azione e lo spiccato potere abbattente. Non presentando alcun intervallo di sicurezza, né limiti massimi residui, permette applicazioni anche in caso di colture a raccolta scalare.

2.1.4 ELICITORI A BASSO RISCHIO

Accanto ai fitofarmaci di origine naturale è possibile citare anche il possibile impiego di **elicitatori a basso rischio**, i quali si configurano come agenti biotici o abiotici

in grado di indurre, nella pianta, la biosintesi di metaboliti - fitoalessine - implicati nelle risposte difensive. Tali molecole rappresentano un punto di forza nelle strategie di protezione, rendendo la pianta più forte e in grado di rispondere meglio alle avversità, migliorando e rinforzando il loro sistema immunitario. Per questi motivi la selezione varietale è impegnata nell'individuazione di cultivar in grado di esprimere, in modo migliore di altre, queste caratteristiche, mentre l'industria chimica nell'individuare e sintetizzare gli elicitatori conosciuti, per poterli utilizzare in sostituzione o in ausilio ai metodi di lotta tradizionali.⁶⁰

Si riporta di seguito l'esempio dell'elicitore Ibisco dell'azienda Gowan, nota per la propria attenzione riguardo alle esigenze della filiera agroalimentare, anche su colture per le quali sono disponibili generalmente poche soluzioni per una difesa efficace delle produzioni.⁶¹ In particolare, si tratta di un prodotto basato sull'impiego di COS-OGA.⁶² COS-OGA è un complesso brevettato di oligosaccaridi di origine naturale formato da una parte «COS» (chito-oligosaccaridi) derivata da chitosano e da una parte «OGA» (oligo-galatturonani) derivata da pectine. COS-OGA è la



FITOFARMACI DI ORIGINE NATURALE



ELICITORI A BASSO RISCHIO

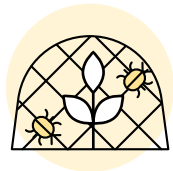
60 · *Carrillo R., 2016*

61 · *Agronotizie.it, 2019*

62 · *Mancino et al., 2021*



FERTILIZZANTI DI ORIGINE NATURALE



RETI INNOVATIVE

prima «sostanza attiva a basso rischio» approvata a livello comunitario ed è commercializzata in Italia per il controllo dell'oidio su diverse colture.

Nel 2017 e nel 2019 sono state condotte, in provincia di Salerno dal Centro di saggio Sele Agroresearch, 3 prove sperimentali di lotta contro la peronospora di lattughe e rucola di IV gamma in coltura protetta per verificare l'attività di COS-OGA. Nel corso dei due anni di sperimentazione COS-OGA, impiegato da solo o in miscela con ossicloruro di rame e idrossido di rame, ha evidenziato una buona efficacia contro le principali specie di peronospora che attaccano le colture orticole a foglia di IV gamma e un'ottima selettività sulle colture saggiate (lattughino e rucola).⁶³Tale prodotto è considerato una soluzione antiperonosporica innovativa sia per l'agricoltura biologica sia per la produzione integrata. Infatti, la flessibilità di impiego del prodotto rende possibile il suo utilizzo in ogni stagione, soprattutto nei cicli invernali dove le condizioni climatiche aumentano la sensibilità delle *baby leaf* alla peronospora.

63 · *Ibidem*

2.1.5 FERTILIZZANTI DI ORIGINE NATURALE

Merita attenzione anche il tema del possibile utilizzo di **fertilizzanti di origine naturale**, in sostituzione di quelli chimici. Una delle aziende italiane che propone soluzioni di questo tipo è *Fertenia*, che ha sviluppato un prodotto chiamato **ALGA LIVE**. Nello specifico, trattasi di un concime naturale ottenuto dalla miscelazione dell'alga bruna *Ascophyllum nodosum*, con estratti vegetali provenienti dall'industria agroalimentare. ALGA LIVE insieme a carboidrati, aminoacidi e vitamine ad elevata concentrazione, conserva tutti i promotori di crescita presenti nelle piante di partenza quali citochinine, auxine, giberelline e betaine. L'azione combinata di questi componenti naturali ha effetto stimolante sul metabolismo della pianta esaltando il rendimento della coltura e determinando: - maggiore sviluppo vegetoпродукtivo; - maggiore resistenza agli abbassamenti di temperatura e alla riduzione delle ore di luce; - maggiore resistenza delle piante agli stress idrici; aumento degli standard qualitativi delle produzioni (contenuto zuccherino, colorazione, serbevolezza, consistenza).

Infine, le soluzioni più avanzate vedono lo sviluppo di soluzioni basate sulle tecnologie dell'agricoltura acquaponica, che sarà più opportunamente analizzata nel prosieguo di questo documento. Occorre però fin qui evidenziare come tale modello, nelle sue versioni più innovative, preveda il ricorso all'utilizzo di **scarti nutrienti provenienti da allevamenti di pesci**, elementi come l'azoto e il fosforo, derivanti sia dall'escrezione e dalle deiezioni dei pesci che dalla decomposizione del mangime non ingerito, possono essere assorbiti dalle radici delle piante in coltura che si trovano direttamente immerse nell'acqua. È un principio già noto nella permacoltura, che prevede vasche con pesci tra i coltivati.⁶⁴

Un altro prodotto da segnalare è BIOZON, un olio vegetale trattato con ozono. Si tratta di una sostanza di origine naturale, non classificabile come fertilizzante e fitofarmaco, in grado di migliorare le risposte delle piante sottoposte a stress di natura biotica e abiotica. L'azione corroborante di BIOZON previene i processi degenerativi cellulari e aumenta in modo significativo la presenza di clorofilla, il cui ruolo è paragonabile al sistema immunitario nell'uomo. È, infatti,

scientificamente provato che la buona salute di alberi, fiori e ortaggi dipende dalla presenza di clorofilla, che produce energia e ossigeno e rende le colture più sane, robuste e rigogliose, rallentandone il processo di invecchiamento. In carenza di clorofilla le piante sono più facilmente attaccabili da batteri, virus e funghi, sono più vulnerabili agli attacchi dei parassiti e perdono la loro naturale colorazione verde. La clorofilla è un battericida conosciuto per le sue proprietà antifettive ed è in grado di regolare le funzioni energetiche di piante, fiori e ortaggi. BIOZON è composto da oli vegetali trattati con ozono, mediante una lavorazione esclusiva e brevettata da Multiossigen. Il trattamento è consigliato sia nelle prime fasi di sviluppo, per attivare i meccanismi di resistenza e migliorare la stabilità della pianta, sia nelle successive fasi fenologiche, per prevenire e contrastare gli organismi patogeni che abitualmente attaccano le colture. Non contiene additivi chimici e rispetta l'ambiente, inoltre non provoca effetti nocivi sulla salute umana e animale, perciò non prevede particolari precauzioni d'uso. Si tratta di un prodotto è autorizzato dal MIPAAF (Ministero dell'Agricoltura) che è stato inserito fra i corroboranti per

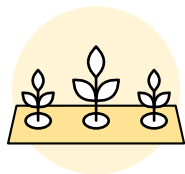
l'agricoltura biologica convenzionale e biodinamica.

2.1.6 RETI INNOVATIVE

Si presenta come possibile soluzione al contrasto dell'utilizzo della chimica, quella relativa all'impiego di **reti innovative antinsetto**. Per una protezione totale dagli insetti, l'azienda Arrigoni, per esempio, propone oggi anche per le produzioni di IV gamma la BIORETE AIR PLUS, un innovativo schermo antinsetto con monofilo di basso spessore e alta resistenza, per una maggiore ventilazione e una produzione sicura. Tra le principali caratteristiche, infatti, vi è la presenza di più fori per metro quadro a parità di dimensioni di foro, grazie al filato ARLENE HT ancora più sottile e ad alta tenacità. Di conseguenza maggiore porosità e incremento del passaggio d'aria nella serra con conseguente miglioramento del microclima interno.⁶⁵

Diversi sono i vantaggi che assicurano questa soluzione: migliore ventilazione con lo stesso livello

64 · *Aquaro, 2022*65 · *Arrigoni, 2023*



PACCIAMATURA CON TELI SOSTENIBILI

di protezione, temperature ulteriormente ridotte all'interno delle serre, ridotta occorrenza di malattie crittogamiche, migliore sviluppo vegetale, migliori qualità e proprietà sensoriali della produzione,⁶⁶ la rete antinsetto riduce o sostituisce l'uso di pesticidi.⁶⁷

2.1.7 PACCIAMATURA CON TELI SOSTENIBILI

Una delle più importanti soluzioni che può essere presentata in questo ambito è quello della **pacciamatura realizzata con teli in materiali innovativi**. La pacciamatura tradizionale consiste nel distribuire sul terreno, intorno alle piante coltivate, paglia, altri residui colturali, foglie secche, letame o altro materiale (creando un *mulch*), allo scopo di proteggere le colture dalla competizione con le infestanti, dalle gelate, dalle temperature troppo elevate e contribuire a preservare la riserva idrica del terreno. Con il tempo, si è diffuso l'utilizzo di film di origine plastica (in genere polietilene additivato, a bassa densità), che tuttavia appare suscettibile di generare gravi e importanti impatti ambientali. In particolare, l'uso dei teli da pacciamatura in plastica può provocare la dispersione

di particelle destinate a restare nel suolo a lungo danneggiandone la salute. Lo afferma una ricerca della California Polytechnic State University.⁶⁸ Lo studio si è concentrato sui campi californiani coltivati a fragole, evidenziando come dopo la rimozione dei teli, fosse comunque rintracciabile nel terreno la presenza di micro e macro particelle di plastica: la concentrazione di frammenti plastici macro variava da 3.909 a 213.500 particelle per ettaro nel terreno di superficie dopo la rimozione della pacciamatura, mentre l'analisi delle microparticelle è ancora in corso (aggiornamento a luglio 2023), ma al momento i dati preliminari suggeriscono che la loro concentrazione abbia raggiunto le 352 unità per kg di peso del suolo a secco.⁶⁹ Oltre a ciò, occorre considerare gli impatti ambientali generati dalle enormi quantità di plastica destinata, a fine vita, ad essere inviata a smaltimento.

Oggi, le nuove tendenze puntano ad una **pacciamatura sostenibile** e, in sostituzione ai film plastici, si ricorre all'uso di teli in bioplastica, realizzati con materie prime di origine biologica (derivati dall'amido di mais, dalla cellulosa o da combinazioni di diverse sostanze) che risultano biodegradabili.

Tali materiali biodegradabili offrono il vantaggio di evitare la raccolta a fine ciclo e di evitare il rischio di lasciare residui plastici nel suolo. La velocità di degradazione dei biologici varia secondo la tipologia del materiale (ad esempio è in genere più rapida la degradazione dei materiali derivati dall'amido di mais rispetto a quelli celluloseici) e secondo la fertilità del suolo e la sua carica microbica. Tuttavia, la velocità di degradazione è in antitesi con la durata del film e quindi un buon materiale deve possedere adeguate proprietà meccaniche, resistere integro finché svolge la sua funzione e degradarsi in fretta subito dopo.⁷⁰

Oggi i teli più innovativi sono realizzati in MATER-BI, un materiale prodotto da Novamont.⁷¹ Il telo per pacciamatura biodegradabile garantisce alle colture gli stessi benefici della pacciamatura tradizionale. Può essere utilizzato in diverse condizioni ambientali e su colture con cicli diversi, dalla lattuga alla fragola. Grazie alla sua completa biodegradabilità non deve essere recuperato e smaltito al termine del ciclo colturale ma viene lavorato nel terreno dove è biodegradato ad opera dei microrganismi, consentendo quindi un risparmio di

termini di tempo e risorse. I bassi spessori utilizzati (15, 12 e 20 micron) garantiscono una buona resa ad ettaro.⁷²

Un altro esempio di pacciamatura innovativa e sostenibile è rappresentato dal caso di Cultiva, che con il suo "Progetto Carta", si è classificata al 1° posto dell'Innovation Contest 2021- nella categoria "Innovazione in campo" allo Speciale F&V by Agroter tra i padiglioni di Fico Eataly World. In particolare, "Carta" garantisce il controllo delle malerbe in colture a copertura continua (che non permette l'uso di macchine per il controllo meccanico); contenimento delle malattie da patogeni del suolo; eliminazione di agrofarmaci (erbicidi) con l'obiettivo del "residuo zero"; sostenibilità circolare: costi/ intervento umano/ ambiente; applicazione nell'agricoltura biologica; automazione e rapidità degli interventi. L'intero processo è automatizzato grazie ad una macchina brevettata.⁷³ Il seme della coltura (lattughini, rucola e spinacini ad esempio) viene quindi seminato tra due strati di carta: il primo, più robusto, viene appoggiato sul terreno e oltre ad accogliere il seme fa da pacciamatura (ciò che normalmente si ottiene con film plastici su colture a bassa densità). La carta impedisce la

66 · *Agricoltura, 2020*

67 · *Arrigoni, 2023*

68 · *Cavallito, 2023*

69 · *Ibidem*

70 · *Forigo, 2023b*

71 · *Il MATER-BI è una famiglia di bioplastiche completamente biodegradabili e compostabili con cui si realizzano soluzioni e prodotti a ridotto impatto ambientale. Queste due proprietà permettono a una materia plastica di essere recuperata attraverso il riciclaggio organico dei rifiuti (compostaggio e digestione anaerobica) e sono specificate dalla norma europea EN 13432.*

72 · *Mater-Bi, 2023*

73 · *Cultiva Global, 2023*

crescita delle malerbe che germignano nel terreno, al di sotto di essa; allo stesso tempo, essendo permeabile, lascia passare l'acqua di irrigazione e permette l'affrancamento delle radici della coltura, avendo queste un potere di penetrazione molto superiore ai germogli delle infestanti che invece dovrebbero attraversare la carta dal basso verso l'alto. Un secondo strato di carta, questo molto più sottile e meno resistente, viene appoggiato sopra il seme e ha la stessa funzione della terra in una semina tradizionale: coprire il seme, mantenerlo umido e facilitarne la germinazione. Il seme, una volta geminato, va a forare la carta inferiore con le radici e, allo stesso tempo, forerà lo strato superiore permettendo al germoglio di crescere liberamente. A pianta sviluppata la carta sarà del tutto degradata e distrutta in quanto nel processo di produzione della carta (airlaid) non sono presenti prodotti plastici, ma solo naturali, derivati dal riutilizzo di scarti vegetali.⁷⁴

74 · *Ibidem*

75 · *Borrelli C., 2019*

76 · *Ibidem*

77 · *Ibidem*

78 · *CentroVerde Rovigo, 2016*

2.1.8 DISERBO SOSTENIBILE: PIRODISERBO CON MEZZI ELETTRICI E DISERBO AD ACQUA

Un'altra soluzione applicata per combattere e infestanti e i patogeni è quella del **pirodiserbo**.⁷⁵

Le controindicazioni dell'impiego del pirodiserbo sono relative alla distruzione di sostanza organica e al fatto che essendo un intervento fisico non è possibile intervenire in maniera selettiva, tuttavia per superare tale inconveniente è possibile eseguire una serie di operazioni che consentono di mantenere intatta la fertilità del suolo; restituendo, in particolare, al terreno sostanza organica ad ogni ciclo di coltivazione, aggiungendo inoltre con prodotti contenenti consorzi microbici in grado non solo di migliorare la degradazione della sostanza organica ma anche di mantenere vivo il suolo in modo da indurre resistenze naturali e aumentare l'assimilazione di nutrienti nelle piante. Ciò consente al contempo di ridurre di circa il 50% anche gli apporti di concime e di prodotti per la difesa fitosanitaria.⁷⁶ Per quanto riguarda la strategia di applicazione del pirodiserbo, al termine del ciclo di coltivazione (che nel caso delle *baby leaf* è sempre piuttosto breve) si utilizzano degli

appositi aspiratori meccanici che asportano i resti del taglio; successivamente si interviene una prima volta con la macchina del pirodiserbo. Al termine di questa operazione si procede alla ripreparazione del terreno e alla tecnica della "falsa semina" irrigando il terreno per aspersione. Dopo qualche giorno, all'emergere delle erbe infestanti, si ripassa con il pirodiserbo; in questo modo si ha una riduzione delle infestanti del 60-70%.⁷⁷

Oggi sul mercato sono disponibili pirodiserbanti elettriche molto efficienti, un esempio tra questi è Berthoud Green Power Evolution, un comodissimo diserbante elettrico. È un attrezzo da 1600 W che elimina qualsiasi erbaccia grazie ad un getto d'aria calda in grado di distruggere la membrana cellulare delle infestanti. Dopo averlo collegato alla presa di corrente e attivato tramite l'apposito interruttore, questo diserbante elettrico raggiungerà una temperatura di 600° in soli 45 secondi. A questo punto basterà puntare il convogliatore d'aria calda verso l'infestante per 3 secondi e nel giro di un paio di giorni la pianta infestante essicherà.⁷⁸

Il Green Power Evolution è sicuro perché non produce fiamme;

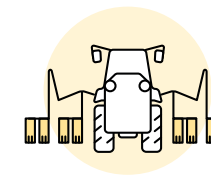
inoltre non usa materiali di consumo e non emette CO2. Tale attrezzo è noto per la sua potenza (1600 W) e la sua efficienza (1 ora di utilizzo costa solo 0,22 € di consumo di energia elettrica), risultando dieci volte più economico del diserbo termico a gas.⁷⁹

Sempre nell'ambito del diserbo sostenibile, oltre ai pirodiserbanti elettrici si trovano **innovative soluzioni basate sul diserbo ad acqua**.

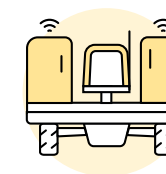
È il caso della macchina Grasskiller di Caffini. Il sistema innovativo che sta alla base di questa macchina, interamente realizzato da Caffini, consente di sradicare le malerbe grazie alla presenza di una pompa a pistoni. Quest'ultima lavora a 1.000 bar di pressione per garantire una estirpazione ottimale delle erbacce, senza l'impiego di diserbo chimico o meccanico, bensì utilizzando solo un forte getto d'acqua. La diserbatrice ad acqua è l'ideale, non solo per l'agricoltura biologica, ma anche per l'agricoltura tradizionale che impiega erbicidi nel processo di estirpazione delle malerbe. Il sistema di funzionamento della diserbatrice ecologica è stato brevettato in tutta Europa e ne prevede una doppia versione: mono (una testata) e twin (due testate).

2.1.9 MACCHINE INTELLIGENTI DOTATE DI SENSORISTICA IOT PER LA RILEVAZIONE DELLE MALERBE: IL DISERBO DI PRECISIONE

Le nuove tecnologie possono utilmente essere impiegate per **contrastare in maniera precisa e meccanizzata la diffusione delle malerbe**. La distribuzione a dose variabile (o a rateo variabile RV) che ottimizza la quantità di prodotto distribuito in funzione dei diversi punti del campo, richiede minori quantità di erbicidi. Si applica il diserbante solo dove serve, in una dose adeguata all'infestazione, e si evita di irrorare aree già trattate o capezzagne. Scegliere la tecnica RV significa trattare in modo più efficiente, ma anche ridurre i costi dei mezzi tecnici, usare al meglio le irroratrici, migliorare la qualità delle produzioni e raccogliere dati preziosi per le operazioni future. La distribuzione RV si basa sull'uso di mappe di prescrizione che contengono informazioni puntuali sull'appezzamento impiegate per ottimizzare l'applicazione dei prodotti. In alternativa, specifici sensori rilevano la presenza di infestanti direttamente in campo fornendo indicazioni in tempo reale per regolare la distribuzione tramite attuatori.



DISERBO SOSTENIBILE E PIRODISERBO



MACCHINE INTELLIGENTI DOTATE DI SENSORISTICA IOT

79 · *Agraria Comando, 2023*

L'impiego di mappe comporta una gestione dei dati a livello aziendale che consideri subaree dell'apezzamento. I dati sono raccolti con sistemi georeferenziati e le mappe vengono caricate sui dispositivi a bordo dei trattori dotati di sistema Gps. Per l'intervento real time in campo (gestibile anche senza Gps) servono sensori posti anteriormente alla trattrice o sull'irroratrice stessa, dotata di attuatori in grado di variare la dose.⁸⁰ Il funzionamento delle macchine irroratrici RV prevede una centralina elettronica di controllo, che attiva l'erogazione sulla base delle informazioni ricevute dal terminale del trattore o dai sensori, e appositi sistemi che modificano la portata degli ugelli o la concentrazione del prodotto nella miscela - a parità di portata - a seconda dell'area dell'apezzamento. Servendosi di valvole a controllo elettronico attivano automaticamente l'erogazione di ugelli con portate differenti installati su portaugelli multipli.⁸¹

In tale contesto i droni iniziano a svolgere un ruolo fondamentale, essi infatti, mediante puntatori iperspettrali, di malattie e infestanti su coltivazioni in serra permettono di ottimizzare l'apporto di prodotti fitosanitari e diserbanti con effetti

positivi sull'ambiente e la salubrità dei prodotti.⁸²

Da questo punto di vista può essere utile segnalare la presenza di una nuova tecnologia robotica, fabbricata in Italia, che punta a rivoluzionare il modo in cui i produttori di IV gamma eliminano le malerbe all'interno delle serre di valeriana, rucola e spinacino. Dietro questa innovazione c'è un gruppo di lavoro ristretto capitanato dal progettista Paolo Ferrentino, che sta portando avanti un progetto di ricerca presso due aziende agricole, una di Bergamo e l'altra di Salerno. Si tratta di una macchina robot computerizzata dotata di sistemi di intelligenza artificiale e di visione artificiale, che può muoversi dentro le serre in totale autonomia per riconoscere le erbe infestanti ed eliminarle attraverso un braccio meccanico.⁸³

80 · *Agronotizie*, 2021

81 · *Ibidem*

82 · *Freshcut News*, 2023

83 · *Italiafruit News*, 2020

2.1.10 SISTEMI ANTIDERIVA: UGELLI ANTIDERIVA E POLVERIZZATORI SOSTENIBILI

Uno degli aspetti più importanti legati ai possibili impatti ambientali legati all'utilizzo dei prodotti fitosanitari riguarda anche il cosiddetto "effetto deriva". La deriva altro non è che la quota di prodotto che non raggiunge il bersaglio, la pianta, ma finisce altrove: strade, corsi d'acqua, alberi, caseggiati e così via. La deriva è dunque causa di contaminazione ambientale e per questo motivo il legislatore chiede agli agricoltori di mettere in atto comportamenti e tecnologie per mitigarla.⁸⁴ Uno strumento semplice, economico ed efficace che può essere usato a tale scopo è l'**ugello antideriva**. A differenza degli ugelli tradizionali, quelli antideriva producono delle goccioline omogenee, al cui interno sono contenute delle micro-sfere di aria che fanno sì che la goccia "esploda" al contatto con la foglia, aumentando la superficie di copertura. Le gocce prodotte dagli ugelli antideriva, essendo più grosse, sono meno soggette al trasporto del vento e quindi producono meno deriva, a parità di copertura fogliare.⁸⁵ Un esempio della categoria è rappresentato dagli ugelli Albuz,

distribuiti dall'azienda Braglia.⁸⁶ Soluzioni innovative nel comparto dei sistemi antideriva riguardano anche le **macchine polverizzatrici**. Ne è un esempio SprayVeg – il polverizzatore Caffini specificamente destinato alle orticole di IV gamma – che può essere equipaggiato di un sistema CS Connect per ottimizzare le lavorazioni su baule sia in serra che a campo aperto. Su questa macchina, la presenza della manica d'aria, combinata a un sistema elettrostatico, migliora la penetrazione del prodotto fitosanitario nella massa fogliaria, evitando così l'effetto deriva.⁸⁷



84 · *Agronotizie*, 2019

85 · *Ibidem*

86 · *Ibidem*

87 · *CentroVerde Rovigo*, 2016

2.1

Sostituzione o riduzione chimica

Considerazioni conclusive

Sono state mappate 10 soluzioni innovative e sostenibili per la riduzione e sostituzione chimica.

Ricorso alla figura dell'agronomo di campo: gli agronomi svolgono un ruolo cruciale nell'aiutare gli agricoltori a ridurre l'uso di fitofarmaci e proporre strategie che vanno incontro alle restrizioni sui residui e alla crescente spinta verso l'agricoltura biologica.

Varietà resistenti: lo sviluppo di varietà resistenti alle malattie riduce la dipendenza dai pesticidi chimici; le aziende sementiere si impegnano ad identificare varietà innovative in questo senso.

Fitofarmaci di origine naturale: noti come "Biosolution", sono una valida alternativa ai prodotti chimici, così come i prodotti derivanti da microrganismi o piante.

Elicitori a basso rischio: inducono la produzione di metaboliti difensivi nelle piante, migliorando la loro resistenza alle avversità.

Fertilizzanti o corroboranti di origine naturale: come alghe brune, oli vegetali ozonati o scarti di nutrienti per l'allevamento dei pesci per l'agricoltura acquaponica, offrono benefici alla salute delle piante.

Reti innovative antinsetto: oltre al vantaggio della riduzione dell'uso dei pesticidi, garantiscono una migliore ventilazione, temperature ridotte, minori malattie crittogamiche, miglior sviluppo vegetale.

Pacciamatura sostenibile con teli biodegradabili: in sostituzione ai film plastici della pacciamatura tradizionale, sta aumentando il trend verso l'uso di teli in mater-bi derivati da amido di mais o cellulosa o pacciamatura a strati di carta biodegradabile, evitando la raccolta dei teli alla fine del ciclo, riducendo il rischio di residui plastici nel suolo e offrendo un'ampia gamma di spessori per applicazioni versatili.

Diserbo sostenibile con pirodiserbo e mezzi elettrici: il pirodiserbo è una alternativa fisica al diserbo chimico, da abbinare a integrazioni microbiche per preservare la sostanza organica del terreno; sono disponibili mezzi elettrici come alternative efficienti ed ecologiche, senza uso di gas e con bassi costi operativi, e macchine con diserbo ad acqua.

Macchine intelligenti e IoT: le nuove tecnologie per il diserbo di precisione consentono una distribuzione a dose variabile di prodotti fitosanitari basata su mappe di prescrizione; cresce il ruolo dei droni nella rilevazione di malerbe e patogeni e l'uso di tecnologie robotiche con intelligenza e visione artificiale per il riconoscimento e la rimozione automatica delle infestanti in serra.

Sistemi antideriva e polverizzatori sostenibili: una soluzione economica ed efficace per arginare l'effetto deriva è data dagli ugelli antideriva e da innovazioni nei polverizzatori che ottimizzano la penetrazione dei prodotti fitosanitari nelle foglie.

2.2 Gestione idrica

La gestione idrica nella IV gamma riguarda sia la quantità di acqua impiegata nelle attività irrigue e di lavaggio (sia dei prodotti, che delle serre e dei macchinari) e la necessità di ridurre il consumo e gli sprechi; sia, trattandosi di prodotti alimentari, il tema della qualità della risorsa che venendo a contatto con il prodotto ne determina in larga misura la qualità microbiologica. L'adozione di misure sostenibili per la gestione della risorsa idrica deve pertanto essere affrontata considerando queste due problematiche: da un lato deve essere valutata la necessità di pensare a soluzioni che consentano una riduzione del consumo e dello spreco d'acqua, alla luce del fatto che il settore della IV gamma si caratterizza per generare consumi molto elevati della risorsa idrica: basti pensare che operazioni di mondatura e lavaggio possono richiedere consumi elevati di acqua potabile - fino a 30 litri/kg- e produrre corrispondenti

volumi di reflui nel sistema idrico⁸⁸, e, dall'altro, devono essere considerati gli aspetti legati alla qualità della risorsa idrica e all'eventuale utilizzo di sostanze chimiche disinfettanti impiegate nelle attività di lavaggio per garantire la sicurezza del prodotto finale. Quest'ultimo aspetto ben potrebbe rientrare anche nella sezione precedente, dedicata alla "Sostituzione e riduzione chimica", vantando sicuramente un carattere trasversale rispetto alle due dimensioni.

Derivata da fonti superficiali o sotterranee, l'acqua raggiunge il prodotto nella fase agricola principalmente attraverso l'irrigazione e la distribuzione fluida di fertilizzanti e fitofarmaci, nelle fasi successive attraverso la refrigerazione e il lavaggio. L'acqua di qualità scadente, inquinata anche con modeste cariche di microrganismi patogeni, può essere fonte diretta e mezzo per la diffusione di contaminanti nelle colture e nel sistema di trasformazione e distribuzione dei prodotti.⁸⁹ La qualità dell'acqua disponibile per l'agricoltura non è costante, perché le fonti superficiali e quelle sotterranee di falda possono essere esposte a contaminazioni temporanee per ruscellamenti e percolamenti di acque

provenienti da zone inquinate: allevamenti intensivi ed estensivi, sistemi di spurgo dei reflui animali e umani soggetti a perdite, aree ricche di fauna selvatica. Anche l'accesso non controllato degli animali alle riserve d'acqua può essere causa di inquinamento.⁹⁰ Se è evidente l'importanza dell'utilizzo della risorsa idrica nella fase agricola, lo è ancor di più considerando le attività di preparazione dei vegetali freschi-pronti in cui il lavaggio rappresenta finora l'unico trattamento per eliminare impurità e ridurre la consistenza della carica microbica senza danneggiare il prodotto. Esso aiuta inoltre a cicatrizzare i tagli, asportando i succhi fuoriusciti, che altrimenti sarebbero risorse nutritive per la proliferazione dei microrganismi e frena i processi degradativi a carico dei tessuti vegetali, se praticato con acqua fredda.⁹¹ Esperti del settore⁹² affermano come sia noto che i prodotti di IV gamma vengano commercializzati come pronti al consumo senza una fase di abbattimento (come la pastorizzazione o la sterilizzazione), e come pertanto la fase di lavaggio sia critica. Infatti, nella lavorazione dei prodotti di IV gamma, questa è spesso l'unica fase in cui vengono rimossi materiali estranei e fluidi tissutali, riducendo al contempo

le popolazioni microbiche. La riduzione dell'impronta idrica durante la lavorazione, senza intaccare la sicurezza alimentare, è quindi una sfida particolarmente importante per le industrie di questo settore e per i ricercatori in generale.⁹³

L'acqua per il lavaggio degli organi vegetativi deve essere potabile, in quantità sufficiente (5-10 l/kg), adeguatamente refrigerata (2-4 °C) e alla giusta pressione.⁹⁴ L'aggiunta di detergenti-sanitanti è utile per controllare la carica microbica durante l'impiego, eventualmente in riciclo, e nei reflui. L'impiego di sanitanti deve tener conto della compatibilità con le leggi, dell'economia di esercizio, delle possibili controindicazioni e dell'accettabilità da parte dei consumatori. In Italia si impiegano soluzioni clorate a 80-100 ppm di cloro attivo per disinfettare l'acqua di lavaggio. I sanitanti più utilizzati sono ipoclorito, cloro gassoso (Cl₂), biossido di cloro (C₁O₂), miscela cloro-ossigeno, perossido di idrogeno (H₂O₂), ozono (O₃), fosfato trisodico dodecaidrato, acido peracetico, acido perclorico, acqua elettrolizzata.

Nessuna di tali sostanze è priva di inconvenienti e il loro uso è soggetto a regolamenti in evoluzione.

88 · IV gamma - Sito web, 2023

89 · *Ibidem*

90 · *Ibidem*

91 · *Ibidem*

92 · Intervista di Fresh Cut News ad Alessandro Turatti, Director of Business Development di Gulftech International

93 · Fresh Cut News, 2022

94 · *Ibidem*

L'uso di sostanze chimiche aiuta a limitare i rischi di danno alla salute ma altera al contempo lo stato qualitativo delle acque di lavaggio che diventano acque reflue. Il crescente problema della scarsità di risorse idriche rende tale questione particolarmente delicata e di non facile soluzione. Infatti, non sono tanto i metodi di produzione (biologico/convenzionale) a condizionare prevalentemente gli impatti ambientali di questa categoria di prodotti, piuttosto i trattamenti a valle della filiera, necessari a garantire la conservabilità del prodotto finale e a contenere i rischi di danno alla salute entro limiti ritenuti accettabili.⁹⁵ Abbastanza diffusa è anche la sterilizzazione dell'acqua con raggi ultravioletti (UV), che sono molto efficaci contro i microrganismi non schermati, non lasciano residui e hanno effetti meno condizionati dai parametri chimici dei fluidi (pH, residui), ma richiedono molta attenzione per le aree di minor movimento, il grado di trasparenza del fluido e la quantità di particelle estranee in sospensione, per cui è indispensabile una filtrazione meccanica preventiva molto spinta

95 - Pianeta PSR, 2020

96 - IV gamma - Sito web, 2023

dell'acqua eventualmente riciclata.⁹⁶ Il tema della sostenibilità nella gestione della risorsa idrica, svolge pertanto, per la IV gamma, come brevemente analizzato, un ruolo fondamentale; di seguito saranno presentate alcune delle tendenze più innovative che caratterizzano attualmente tale ambito.

SOLUZIONI INNOVATIVE PER LA GESTIONE IDRICA		
ID	SOLUZIONE	CARATTERISTICHE DELLA SOLUZIONE
1	Irrigazione "a goccia" e "subirrigazione"	Impianti di irrigazione che consentono un uso oculato della risorsa idrica con riduzione del consumo di acqua e un contrasto più efficace alle fitopatie
2	Irrigazione di precisione grazie all'Internet of Things	Sistemi intelligenti per il monitoraggio delle condizioni del terreno e un dosaggio oculato della risorsa idrica da impiegare per l'irrigazione
3	Macchine di lavaggio innovative basate sull' "Eco-Hygienic Design"	Impianti e macchinari progettati per favorire le attività di pulizia dei macchinari stessi, riducendo il consumo di acqua e di prodotti disinfettanti
4	Tecnologie che utilizzano acqua ozonizzata	Impiego dell'ozono per la sanificazione della risorsa idrica sia a fini irrigui che di lavaggio
5	Serre idroponiche	Serre progettate per la tecnica di coltivazione idroponica, nota anche come "coltivazione fuori suolo"

Tabella 2 // Soluzioni innovative per la gestione idrica

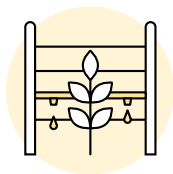
IN SINTESI

La gestione idrica nell'industria alimentare è una sfida complessa che necessita di soluzioni per affrontare una doppia problematica: ridurre gli sprechi d'acqua, soprattutto nel settore della IV gamma dove la richiesta idrica è elevata (fino a 30 l/kg), e garantire elevati standard di qualità, minimizzando l'uso di sostanze chimiche nel processo di lavaggio senza intaccare la sicurezza microbiologica del prodotto finale.

Nel processo agricolo l'acqua è utilizzata per l'irrigazione, la distribuzione di fertilizzanti e fitofarmaci, la refrigerazione e il lavaggio. Le acque di scarsa qualità generano un rischio di contaminazione delle colture e del sistema di produzione da parte di microrganismi patogeni. Il lavaggio è una fase critica per i prodotti IV gamma, necessaria a rimuovere materiali estranei e ridurre le popolazioni microbiche. L'acqua per il lavaggio deve essere potabile, sufficiente in quantità (5-10 l/kg), refrigerata e sottoposta a pressione adeguata.

L'aggiunta di detergenti-sanitanti è essenziale per controllare la carica microbica durante il lavaggio e nei reflui. Le sostanze chimiche utilizzate nel lavaggio possono alterare la qualità dell'acqua di lavaggio, trasformandola in acque reflue.

La crescente preoccupazione per la scarsità di risorse idriche e la necessità di un uso sostenibile delle sostanze chimiche ha portato all'implementazione di diverse soluzioni innovative, come la sterilizzazione dell'acqua con raggi ultravioletti (UV) per la sicurezza microbiologica, ma con necessità di filtrazione per rimuovere le particelle in sospensione.



IRRIGAZIONE A GOCCIA E SUBIRRIGAZIONE

2.2.1 IRRIGAZIONE "A GOCCIA" E SUBIRRIGAZIONE

L'irrigazione è sicuramente il primo ambito fondamentale in cui si possono adottare e sviluppare soluzioni per il risparmio della risorsa idrica e per una sua gestione efficiente. Parlare di sistemi di irrigazione significa far riferimento alle modalità con cui viene distribuita l'acqua nel terreno. La scelta di un metodo piuttosto che di un altro dipende da tantissimi fattori: la disponibilità idrica, la morfologia e la giacitura del terreno, il clima, la fonte di approvvigionamento idrico, il tipo di coltura, il grado di meccanizzazione della coltura. In agricoltura si distinguono differenti metodi irrigui: il metodo per sommersione, il metodo per scorrimento, il metodo per aspersione (o a pioggia), il metodo per microparte (o a goccia) ed il metodo per subirrigazione (Agraria, 2023); in particolare, **il sistema "a goccia" e quello per "subirrigazione" si caratterizzano per essere particolarmente efficienti dal punto di vista del risparmio della risorsa idrica.**

L'irrigazione a goccia classica prevede che l'ala gocciolante sia localizzata in superficie, vicino agli apparati radicali della coltura, così da irrigare la pianta puntualmente

ed efficacemente. Questa soluzione favorisce lo sviluppo omogeneo della coltura, il miglior movimento dell'acqua nel terreno, il miglior rapporto tra aria e acqua nel suolo, il reintegro corretto di acqua e nutrienti (fertirrigazione) e un miglior controllo delle infestanti, oltre a consentire l'uso di acque saline. Dal punto di vista fisico, l'irrigazione a goccia classica non ha effetto battente e non compatta il suolo, anzi ne preserva la struttura esistente. Viene ampiamente applicata sulle colture arboree (frutteti, vigneti, oliveti, ecc.), ortive (pomodoro, patate, melone, ecc.) e seminative (mais, soia, ecc.) fino al più recente uso sul riso. La subirrigazione prevede l'interramento delle ali gocciolanti a determinate profondità per applicazioni mirate. Rispetto ai metodi precedenti, essa permette un ulteriore risparmio idrico, s'installa una volta sola e dura decenni. La subirrigazione localizza con altissima efficienza acqua e nutrienti alle radici, permette la riduzione di diserbanti e pesticidi poiché non bagna mai la parte aerea della pianta riducendo, di conseguenza l'esposizione a danni da agenti esterni. Grazie alle barriere anti-intrusione radici, ai contatori e ai sistemi anti-sifone, la subirrigazione è oggi la tecnica più

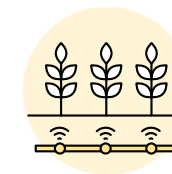
affidabile in termini di efficienza e sostenibilità economica e si pone come applicazione principale e duratura per l'agricoltura del futuro, soprattutto quella conservativa.⁹⁷ L'azienda Irritec ha creato un centro di formazione, la Irritec Academy, che punta a diffondere la cultura del risparmio idrico e l'ottimizzazione delle risorse per ottenere il massimo rendimento con il minimo consumo di acqua, energia e sostanze nutritive. Lo fa attraverso convegni, seminari, corsi e incontri, presso enti, istituzioni, università, centri di ricerca e anche presso i rivenditori, di tutte le parti del mondo.⁹⁸

2.2.2. IRRIGAZIONE DI PRECISIONE GRAZIE ALL'INTERNET OF THINGS

Un'azione efficace per il risparmio della risorsa idrica in campo e in serra passa anche e soprattutto attraverso quella che viene definita **"irrigazione di precisione"**. Grazie alle nuove tecnologie e alla sensoristica propria dell'Internet of Things, è possibile effettuare una distribuzione idrica ragionata che può essere in grado di consentire, oltre ad un risparmio di risorse idriche (che può arrivare anche al 30-50%), un minor consumo energetico e l'ottimizzazione dei

concimi utilizzati. Il consorzio Agribologna si è impegnato nel progetto "Sapieance" (Sustainable Agricultural Practices and Incentives for Environmental Care Ecosystems) avente l'obiettivo di monitorare il grado di umidità dei terreni durante la coltivazione, permettendo agli agricoltori di avere uno strumento obiettivo per prevedere il fabbisogno idrico delle piante a differenza di quanto accade oggi, dove l'agricoltore utilizza l'esperienza acquisita per irrigare, definendo così le cadenze temporali.⁹⁹ Attraverso l'utilizzo di robot, i sensori di rilevazione possono rendere inoltre disponibili i dati da trasferire alle centraline di comando degli impianti irrigui, permettendo un'irrigazione automatica e intelligente.

L'azienda *xFarm*, specializzata in piattaforme digitali e sensoristica IoT per l'agricoltura, ha sviluppato il modulo *Irrigazione* per supportare l'agricoltore nella gestione delle risorse idriche in azienda. Il modulo Irrigazione consente di migliorare l'irrigazione delle colture aumentando l'efficienza degli interventi irrigui, consentendo di irrigare quando serve, dove serve e quanto serve, combinando le necessità delle colture con i dati ambientali raccolti all'interno dell'azienda. Il



IRRIGATORE DI PRECISIONE CON INTERNET OF THINGS

97 - Teatro Naturale, 2015

98 - Irritec Academy, 2023

99 - Fresh Point Magazine, 2020

risultato è un efficientamento effettivo dell'utilizzo delle risorse idriche accompagnato da un'aumentata qualità del prodotto finale.¹⁰⁰ Il modulo Irrigazione fornisce la *Pa-noramica* di tutti i campi registrati all'interno della piattaforma *xFarm* e restituisce per ognuno lo stato di umidità del suolo. Inoltre, permette di visualizzare il calendario con tutti i prossimi adacquamenti. In questo modo, l'agricoltore potrà essere sempre aggiornato circa le necessità irrigue di tutti i suoi appezzamenti semplicemente osservando un'unica schermata. Inoltre, grazie ai dati provenienti dai sensori in campo, è possibile visualizzare lo stato idrico del suolo, confrontarlo con le richieste della coltura e calcolare il fabbisogno irriguo necessario per ogni coltura. La funzione *Strategia* consente di pianificare in anticipo la strategia irrigua su misura per ogni coltura, anche selezionando l'eventuale livello di stress irriguo desiderato, di ottenere consigli circa la migliore strategia e di programmare in anticipo gli interventi irrigui giorno per giorno, stabilendo gli orari di attivazione degli impianti di irrigazione. Infine, tra le varie funzionalità

100 · *xFarm*, 2022

del modulo Irrigazione vi è quella resa possibile dal nuovo dispositivo *xIdro*, con cui è possibile gestire da remoto l'apertura e la chiusura delle valvole. In questo modo l'agricoltore può gestire direttamente dal suo smartphone gli interventi irrigui, controllare il volume d'acqua apportato e massimizzare l'efficacia di ogni irrigazione.

2.2.3. MACCHINE DI LAVAGGIO PROGETTATE SECONDO L'ECO HYGIENIC DESIGN

Uno dei concetti che si sta particolarmente diffondendo nel settore della IV gamma e più in generale dell'industria alimentare è quello dell'Eco-Hygienic Design. Come suggerito dalle parole stesse, **L'Eco-Hygienic Design si configura come un principio che orienta la progettazione di impianti e macchine per il lavaggio**, dei prodotti alimentari, nel caso specifico, appartenenti al settore della IV gamma. L'espansione dei prodotti di IV gamma ha stimolato un progressivo perfezionamento dell'impiantistica, con sviluppo di macchine in grado di soddisfare sempre di più i requisiti di produttori scrupolosi e di normative sanitarie più specifiche. Sotto il profilo igienico un

buon disegno di dettaglio negli impianti e delle macchine, eliminando punti morti e asperità e utilizzando materiali che presentano superfici ben levigate, può aiutare ad impedire la formazione di placche batteriche annidate sulle superfici e consentire una pulizia adeguata.¹⁰¹ Una pulizia più rapida e semplice si traduce in tempi più brevi di fermo macchina ed un minor utilizzo di detergenti ed acqua.¹⁰² Esempio di tale tendenza è il Progetto Eco-Dhybat (Life +) che mira a dimostrare la progettazione eco-igienica di attrezzature e impianti come tecnica preventiva economicamente valida per ridurre l'impatto ambientale delle operazioni di pulizia e disinfezione delle attrezzature e degli impianti dell'industria alimentare.¹⁰³

Un esempio virtuoso di tale settore è costituito dal Gruppo Turatti da sempre impegnato nel coniugare ricerca e innovazione al concetto di produzione sostenibile.¹⁰⁴ Il consumo di acqua durante il processo di lavaggio degli ortaggi è un punto cruciale per migliorare ulteriormente la sostenibilità della produzione dei prodotti in IV gamma, garantendo una migliore redditività dell'investimento combinato con il minor impatto ambientale. Ci sono

molte aziende che sono già impegnate nel ridurre l'impatto ambientale dei propri prodotti, utilizzando metodi di produzione sostenibili, anche grazie ai sistemi di lavaggio e trattamento. Dal 2006, la Turatti ha realizzato oltre 100 installazioni di sistemi di lavaggio e trattamento con principio di trasporto a tubo che, grazie alla circolazione a circuito chiuso, contribuiscono ad una forte riduzione del consumo di acqua. Partendo dall'esperienza maturata negli ultimi 15 anni, Turatti ha presentato nel mese di giugno 2023 il nuovo sistema di lavaggio e trattamento Mod. POSEIDON, che unisce le più recenti innovazioni tecniche ai principi di sostenibilità e sicurezza alimentare garantendo: risparmio di acqua, durata del lavaggio, il trattamento del 100% del prodotto processato e possibilità di implementare optional (raggi UV per la sanificazione dell'acqua, dispositivi per il C.I.P.¹⁰⁵ di lavaggio, ecc.).¹⁰⁶

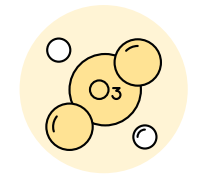
2.2.4. TECNOLOGIE CHE UTILIZZANO ACQUA OZONIZZATA

Con riguardo alla sostenibilità della risorsa idrica e alla salvaguardia della sua qualità, si presenta di seguito un'ulteriore soluzione che

ottiene all'**ozonizzazione dell'acqua** da impiegare sia in serra che durante le attività di lavaggio dei prodotti e dei macchinari. L'ozono, molecola triatomica dell'ossigeno la cui formula chimica è O_3 , è generato da una silenziosa scarica elettrica in un campo alternato di alta tensione (effetto corona). La scarica scinde una parte delle molecole di ossigeno che elettrizzano la zona di scarica. Gli atomi di ossigeno, resi così disponibili, si uniscono con altre molecole di ossigeno a formare ossigeno triatomico, l'ozono. A pressione atmosferica è un gas di colore lievemente blu, dall'odore pungente e percettibile all'olfatto in quantità minima (intorno a 0,05 ppm), è un gas instabile con una emivita di qualche minuto prima di ritrasformarsi in ossigeno, per questo deve essere prodotto al momento dell'uso. Il gas protegge gli abitanti della terra contro le radiazioni dei raggi ultra-violetti ed è uno degli ossidanti più potenti in natura (secondo solo al fluoro). Inoltre, è il più efficace battericida e virucida esistente sulla terra e viene usato per distruggere metalli pesanti, nitrati, nitriti, alghe, funghi, pesticidi e spore, inducendo sulla massa delle proteine batteriche un processo di ossidazione catalitica, molto diversa da quella del cloro,



MACCHINE DI LAVAGGIO



ACQUA OZONIZZATA

101 · *IV gamma*, 2023

102 · *Fresh Cut News*

103 · *Food and Drink Technology*

104 · *Turatti*, 2023

105 · *Cleaning in Place*, un sistema di lavaggio degli impianti produttivi e delle tubazioni. L'impianto viene pulito con un sistema a circolazione o a flusso continuo, senza dover eseguire operazioni di smontaggio

106 · *Ibidem*

che, per altro, risulta essere nocivo all'uomo ecc. Contrariamente al cloro e ai suoi derivati, l'ozono agisce sia su batteri, che su virus e spore. L'azione germicida è rapida, completa e senza residui secondari apprezzabili. Con l'utilizzo del gas si ottengono eccellenti risultati nella prevenzione della contaminazione idrica da Legionella e da molte altre specie di batteri resistenti al cloro. L'acqua ozonizzata riveste notevole importanza nell'ambito agroalimentare e particolarmente nella filiera della IV gamma.¹⁰⁷

Nel luglio 1996 con Protocollo n. 24482, il Ministero della Sanità ha riconosciuto l'ozono come "Presidio naturale per la sterilizzazione di ambienti". L'industria relativa è infatti cresciuta molto rapidamente soprattutto negli ultimi anni ed in particolare in ambito sanitario (ospedali, case di cura, centri benessere), zootecnico, agroalimentare, militare e civile (sanificazione di abitazioni, uffici e palestre).

Le possibili applicazioni sono varie:

- irrigazione con acqua ozonizzata per l'eliminazione di batteri e microrganismi che danneggiano la

107 · MultiOssigen, 2023

pianta fin dal suo stadio di germinazione in serra e/o all'aperto;

- lavaggio degli alimenti con acqua ozonizzata che permette di effettuare, senza l'utilizzo di cloro o altri agenti chimici, una vera e propria disinfezione dei prodotti prima dell'impacchettamento con un conseguente aumento della shelf-life;
- trattamento delle acque utilizzate nei processi di lavaggio e lavorazione degli alimenti, finalizzato al riutilizzo totale o parziale di quest'acqua.

L'azienda MultiOssigen è specializzata da oltre 20 anni nella produzione e nell'applicazione di apparecchiature che erogano ozono in campo medico, in agricoltura e per usi industriali. Tra le diverse soluzioni proposte, l'azienda ha sviluppato un Generatore di Ozono Serie HPW, un impianto completo di gruppo generatore ozono e gruppo idrico miscelatore. Trattasi di un'apparecchiatura di ultima generazione, creata con materiali innovativi, che unisce potenza a dimensioni ridotte.

2.2.5. COLTIVAZIONE IDROPONICA

Un'altra nuova tendenza per la IV gamma è la **coltivazione idroponica**. Tale tecnica può essere

considerata in modo trasversale rispetto alle dimensioni ambientali analizzate in questo report. Essa, infatti, se da un lato, come sarà a breve descritto, garantisce ottime performance in termini di riduzione e risparmio del consumo della risorsa idrica, dall'altro lato si pone come un'ottima soluzione per l'eliminazione dell'utilizzo dei prodotti chimici e per la riduzione del consumo di suolo, caratterizzandosi per la possibilità di essere praticata in ambienti creati ad hoc nei quali il terreno è sostituito da soluzioni acquose. All'interno di tali ambienti è possibile, inoltre, ricreare condizioni di luminosità specificatamente pensate e studiate per le esigenze delle diverse colture, sfruttando lampadine a led che comportano un ulteriore risparmio energetico e un maggior controllo delle condizioni ambientali e climatiche ricreate.

Questa tecnica permette dunque la coltivazione di piante da frutta e orticole senza l'utilizzo di suolo, ma sfruttando esclusivamente, come substrato funzionale, l'acqua.¹⁰⁸ L'idroponica, o più correttamente e in senso generale la coltivazione senza suolo, è una tecnologia finalizzata alla coltivazione delle piante in una soluzione nutritiva, costituita

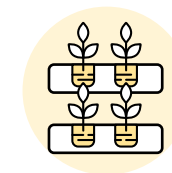
da acqua che contiene nutrienti, con o senza l'uso di un mezzo artificiale e cioè sabbia, ghiaia, vermiculite, perlite, lana di roccia.¹⁰⁹ L'idroponica rappresenta un vero e proprio modello di produzione ecosostenibile ed economico a lungo termine capace di dare soluzione a numerose criticità e problemi che i nostri tempi sono costretti a fronteggiare. Problemi che vanno dalla crescita demografica (l'ONU stima 9 miliardi di persone nel 2030), alla conseguente crescita della domanda di cibo, da una veloce e costante urbanizzazione del territorio che sacrifica sempre più i terreni destinati all'agricoltura, all'inquinamento ambientale, dalla persistente crisi socio-economica-finanziaria ai cambiamenti climatici.¹¹⁰ I sistemi di coltivazione senza suolo sono classificati in aperti, quando la soluzione nutritiva che drena dalle radici non è riutilizzata, o chiusi, quando il surplus di soluzione è raccolto, corretto e rimesso nel sistema. Le colture senza suolo sono realizzate per lo più in serra e richiedono spesso elevata tecnologia e capitali notevoli.¹¹¹

L'azienda Artigianfer è leader internazionale e partner d'eccellenza nella progettazione e costruzione di serre industriali altamente

tecnologiche e professionali ed è specializzata nella realizzazione di serre idroponiche di diverse dimensioni, pensate per assecondare differenti esigenze imprenditoriali.

Un esempio di eccellenza in tal senso è rappresentato dal progetto dell'azienda Sfera Agricola, che ha realizzato, in collaborazione con Artigianfer, una serra idroponica di circa 13 ettari, immersa nel cuore della Maremma toscana. Sfera Agricola unisce la tecnologia idroponica alle migliori pratiche gestionali per il controllo di tutti i fattori chiave e per ottenere una produzione efficiente ed ecosostenibile. L'assenza delle sostanze inquinanti e dei metalli pesanti nei prodotti Sfera è assicurata dalle analisi di laboratorio costantemente effettuate sui frutti, sull'acqua e sui nutrienti da somministrare alle piante.¹¹² Grazie al sistema idroponico implementato, l'azienda vanta una riduzione del 90% del consumo idrico.

Sono comunque sempre più numerose le aziende che negli ultimi anni hanno introdotto una serra idroponica, magari affiancata a coltivazioni tradizionali. Tra queste c'è anche la società agricola Spazini Diego e Fabio di Guidizzolo



SERRE IDROPONICHE

108 · Baron, 2018

109 · Amirante, 2023

110 · Baron, 2018

111 · Amirante, 2023

112 · Sferaagricola.it

(Mantova), aderente alla Op Verde Intesa.¹¹³ Con questa tecnica, le piante di insalata della società agricola crescono immerse in una soluzione composta da acqua ed elementi minerali e nell'ambiente protetto della serra. In questo modo si riesce ad ottenere un maggior raccolto a basso residuo, producendo annualmente 32 tonnellate di lattughe su una superficie di 400 metri. Inoltre, il risparmio idrico è garantito: tutta l'acqua utilizzata viene recuperata, anche nei rari casi in cui si è obbligati ad irrigare per le temperature elevate. E considerando che si tratta di una serra tradizionale riadattata per l'idroponica, gli imprenditori dell'azienda agricola ritengono che il risparmio energetico sarebbe maggiore se la struttura fosse nuova.¹¹⁴

Strettamente connesso al concetto di coltivazione idroponica è quello del "vertical farming", ossia di quei sistemi di coltivazione fuori suolo che sfruttando i principi dell'idroponica si sviluppano in verticale,

113 · IFN - Italia Fruit News, 2020

114 · Ibidem

115 · Cassiano, 2021

116 · Ibidem

potendo essere realizzati in qualunque ambiente. In Italia, un importante esempio in tal senso è rappresentato dal centro di ricerche Planet Farms, che nel 2021 ha inaugurato a Cavenago di Brianza (Milano) il più grande impianto di agricoltura verticale d'Europa.¹¹⁵ Qui, la coltivazione indoor avviene tutto l'anno: la produzione si ferma solo per poche ore, tra un ciclo e l'altro, in modo da sanificare gli impianti. L'avanzato controllo dei parametri ambientali permette di effettuare una prevenzione efficace ed evitare qualsiasi tipo di trattamento fitosanitario, oltre che di ottenere un prodotto estremamente uniforme (come richiesto dalla grande distribuzione, ndr).

In generale, molte delle difficoltà che caratterizzano la tradizionale coltivazione in serra (e, ancor di più, quella in pieno campo) nel vertical farming sono fortemente ridotte grazie all'impiego oculato della tecnologia. Le colture su cui si focalizzano le ricerche di Planet Farms sono quelle per la IV gamma: lattughe (romana, batavia, riccia, foglia di quercia), piante aromatiche e brassicacee (rucola, senape, ecc).¹¹⁶ Tale soluzione, così come quella della coltivazione idroponica, si colloca sicuramente

in modo trasversale rispetto a diverse dimensioni, coinvolgendo non soltanto la sostenibilità legata alla gestione efficiente della risorsa idrica, ma anche gli aspetti di sostituzione e riduzione chimica, di gestione del suolo e di efficientamento energetico.

2.2

Gestione idrica

Considerazioni conclusive

Sono state mappate 5 soluzioni innovative e sostenibili per la gestione idrica.

Irrigazione "a goccia" e "subirrigazione": il primo metodo, con ala gocciolante vicino alle radici, apporta benefici nello sviluppo uniforme delle colture migliorando la gestione dell'acqua e dei nutrienti; il secondo, con ale gocciolanti interrate, è altamente efficiente, offrendo un notevole risparmio idrico, riducendo l'uso di diserbanti e pesticidi e risultando durevole nel tempo.

Irrigazione di precisione grazie all'IoT: i sensori per il monitoraggio dell'umidità consentono

un'irrigazione mirata. Piattaforme dedicate integrano dati ambientali e necessità delle colture per ottimizzare l'irrigazione. Dispositivi di controllo da remoto delle valvole migliorano la gestione idrica tramite smartphone.

Macchine di lavaggio innovative basate sull' "Eco-Hygienic Design": l'approccio mira a progettare impianti di lavaggio e disinfezione con superfici levigate ed eliminazione di punti morti, promuovendo la pulizia efficiente e riducendo il tempo di fermo macchina, assicurando risparmio idrico e di detersivi, rapidità e semplicità di utilizzo e trattamento completo del prodotto processato.

Tecnologie che utilizzano acqua ozonizzata: l'ozono, generato da una scarica elettrica, è un potente ossidante con proprietà battericide e virucide. L'acqua ozonizzata può essere impiegata per irrigazione, lavaggio alimentare e trattamento delle acque, prevenendo la contaminazione da Legionella ed estendendo la shelf-life degli alimenti.

Serre idroponiche: sostituiscono il suolo con soluzioni acquose, con performance di riduzione del consumo idrico anche fino al 90%. Le serre idroponiche possono essere integrate alle coltivazioni tradizionali, ottenendo un maggior raccolto con bassi residui e un totale recupero dell'acqua utilizzata. Il vertical farming, ovvero il sistema di coltivazione idroponica sviluppato in verticale, può essere realizzato in qualunque ambiente indoor, con produzione continua, uniforme e sostenibile, perché il controllo dei parametri ambientali consente una prevenzione fitosanitaria efficace.

2.3 Gestione del suolo e tutela della biodiversità

Come in tutte le tipologie colturali, anche in coltura protetta il terreno rappresenta il fattore che domina il processo produttivo. La breve durata del ciclo produttivo delle orticole e il loro grande fabbisogno di elementi nutritivi prontamente disponibili, la necessità di lavori preparatori e colturali in qualsiasi periodo dell'anno, l'impiego dell'irrigazione, ecc. pongono l'accento su tutti i principi che regolano la fertilità del terreno.

Le colture protette hanno esigenze nettamente diverse da quelle dell'orticoltura di pieno campo. Nel primo caso le colture si succedono a se stesse e richiedono quindi terreni molto fertili e lavorabili in ogni momento; nell'altro, pur essendo inserite nell'ordinaria coltura

agraria, necessitano solo di terreni ben preparati e capaci di sostenere produzioni di pregio.¹¹⁷ L'analisi del terreno (tramite laboratori accreditati) serve a conoscere quei parametri che possano far capire come si comporta il suolo in base agli input che gli vengono forniti, come la nutrizione, le irrigazioni e le lavorazioni. In coltura protetta tutto viene amplificato, in quanto generalmente si parla di un terreno super sfruttato e che subisce minori rotazioni rispetto a un pieno campo. E soprattutto, otto volte su dieci, non beneficia dell'effetto positivo delle stagioni invernali come pioggia e gelo, poiché il terreno rimane costantemente coperto tutto l'anno.

Se da un lato occorre prestare attenzione alla probabilità di compattazione del suolo (che può comportare scarso drenaggio, scarsa aerazione, formazione di una suola di lavorazione e formazione di croste superficiali) dovuta alle numerose lavorazioni che vengono effettuate, dall'altro è necessario provvedere a lavorazioni del suolo di tipo conservativo: le pratiche di aratura o rivoltamento del terreno devono essere ridotte allo stretto necessario, in quanto portano a una maggior esposizione

all'ossidazione e quindi alla perdita più rapida di sostanza organica.¹¹⁸ L'esigenza di riduzione del compattamento è soddisfatta anche dall'evoluzione delle attrezzature destinate alle lavorazioni in serra, più larghe di un tempo (da 180 a 360 cm), che limitano il numero di passaggi per ogni lavorazione, dimezzando non solo i tempi di lavoro, ma anche il consumo di carburante e le emissioni di CO₂ in atmosfera.¹¹⁹

Inoltre, la disponibilità di elementi nutritivi è un fattore indispensabile per mantenere elevate le rese. Nella coltura protetta si devono raggiungere alti livelli per assicurare produzioni buone e costanti. L'azoto non è il principale elemento su cui ci si deve concentrare per valutare la qualità del suolo. Piuttosto, devono essere valutati e mantenuti a un buon livello i contenuti di fosforo e potassio disponibili.¹²⁰

I lavori di sistemazione e preparazione del suolo all'impianto e

117 · *Concari et al., 2020*

118 · *Ibidem*

119 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Francesco Marino, 2023*

120 · *Ibidem*

alla semina devono quindi essere eseguiti con gli obiettivi di salvaguardare e migliorare la fertilità del suolo evitando fenomeni erosivi e di degrado e vanno definiti in funzione della tipologia del suolo, delle colture interessate, della giacitura, dei rischi di erosione e delle condizioni climatiche dell'area. Devono inoltre contribuire a mantenere la struttura, favorendo un'elevata biodiversità della microflora e della microfauna del suolo ed una riduzione dei fenomeni di compatimento, consentendo l'allontanamento delle acque meteoriche in eccesso.¹²¹ Allo stesso tempo, una buona dotazione di sostanza organica (1,5-3%) è essenziale per il mantenimento della fertilità del terreno, tuttavia non bisogna esagerare: la sua mineralizzazione, soprattutto nel periodo estivo, porta al rilascio di una elevata quantità di elementi nutritivi e in particolare di nitrati che sono assorbiti e accumulati nelle foglie delle insalate.¹²²

Il tema della salvaguardia della biodiversità è strettamente connesso alla gestione del suolo e da questo punto di vista può essere interessante evidenziare come recentemente venga riproposto dagli attori del settore dell'agricoltura un concetto che la letteratura scientifica

fa risalire a circa trent'anni fa¹²³, ossia quello dell'**agricoltura rigenerativa**, che sebbene non trovi ancora una definizione univoca in letteratura¹²⁴ può essere considerato come "un sistema di principi e pratiche agricole che aumenta la biodiversità, arricchisce i suoli, migliora i servizi ecosistemici. L'agricoltura rigenerativa mira a catturare il carbonio nel suolo e nella biomassa fuori terra, invertendo le attuali tendenze globali di accumulo atmosferico. Allo stesso tempo, offre maggiori rendimenti, resilienza all'instabilità del clima, e maggiore salute e vitalità per le comunità di agricoltori e allevatori"¹²⁵ In particolare, elemento centrale dell'agricoltura rigenerativa è il suolo, il suolo malato. L'Italia da questo punto di vista contribuisce per il 6% al mantenimento del carbonio nel suolo a livello europeo. La filosofia di fondo dell'agricoltura rigenerativa integra i concetti di: riciclo dei nutrienti, fissazione dell'azoto atmosferico, valutazione del rapporto tra presenza e danno delle avversità biotiche, conservazione di acqua e biodiversità e sequestro del carbonio (carbon farming).¹²⁶

Accanto al concetto di agricoltura rigenerativa, si trova quello di **agricoltura conservativa**. L'agricoltura

conservativa si pone l'obiettivo di incrementare la fertilità dei suoli, ridurre i consumi di combustibili, nonché l'impatto ambientale (diminuendo le emissioni), e contestualmente contenere i costi di produzione. I tre principi sui cui si fonda sono: la riduzione ai minimi termini dell'impatto meccanico sul suolo, perseguibile ricorrendo alla semina diretta o alla minima lavorazione (superficiale) in sostituzione di lavorazioni profonde (come per esempio l'aratura) che comportano un'inversione degli strati del suolo; le rotazioni colturali, che hanno l'obiettivo di razionalizzare la gestione della flora infestante e di migliorare le caratteristiche del suolo tramite avvicendamenti colturali; la presenza continua di copertura vegetale del suolo, da ottenersi mediante colture di copertura (cover crop) e/o con residui colturali a cui consegue una migliore gestione della flora naturale.¹²⁷

Si presentano di seguito alcune delle tendenze e delle soluzioni più innovative che caratterizzano attualmente l'ambito della gestione del suolo e della tutela

¹²⁷ · Gualandi, 2021

della biodiversità nel settore della IV gamma. Nei prossimi paragrafi, ognuna delle soluzioni presentate sarà specificatamente

approfondita e descritta, presentando eventuali mezzi, tecniche e tecnologie ad esse associate.

SOLUZIONI INNOVATIVE PER LA GESTIONE DEL SUOLO

ID	SOLUZIONE	CARATTERISTICHE DELLA SOLUZIONE
1	Sovescio e cover crops con graminacee	Utilizzo di cover crops adatte alle coltivazioni sotto serra
2	Teli innovativi e termoriflettenti per serre	Schermi termo riflettenti che consentono un abbassamento della temperatura all'interno della serra senza ridurre il passaggio di luce nello spettro PAR (Photosynthetically Active Radiation)
3	Macchine sarchiatriche e raccogliatrici dotate di sensoristica IoT	Macchine dotate di sensori che consentono di rilevare avvallamenti del terreno e presenza di malerbe, garantendo una lavorazione sostenibile per il terreno e un taglio preciso ed efficace in fase di raccolta
4	Piattaforme digitali per il controllo delle condizioni del suolo per un'agricoltura di precisione	Utilizzo di dispositivi intelligenti per il monitoraggio delle condizioni del suolo e una più efficace valutazione degli interventi da realizzare idrica sia a fini irrigui che di lavaggio
5	Introduzione nel suolo di micorrize, batteri e microorganismi per un'agricoltura simbiotica	Impiego di microrganismi, batteri e micorrize per il controllo e l'incremento della sostanza organica nel terreno e il mantenimento e il ripristino della biodiversità e della funzionalità microbica nei suoli e nei cibi

Tabella 3 // Soluzioni innovative per la gestione del suolo

¹²¹ · Regione Campania, 2023

¹²² · Ferrante, 2013

¹²³ · Spadaro et al., 2022

¹²⁴ · Benetti, 2023

¹²⁵ · Spadaro et al., 2022

¹²⁶ · Forigo.it

IN SINTESI

Le colture protette richiedono terreni fertili e ben lavorabili, con una maggiore attenzione alla compattazione del suolo dovuta alle numerose lavorazioni effettuate. Pratiche di conservazione del suolo preven- gono la perdita di sostanza organica e ne mantengono la struttura.

Il contenuto di fosforo e potassio disponibili nel suolo è cruciale per garantire elevate rese nelle colture protette. Una dotazione di sostanza organica tra 1,5 e 3% mantiene il terreno fertile, ma dosi eccessive esposte a mineralizzazione in estate possono portare alla perdita di elementi nutritivi.

La conservazione della biodiversità è collegata alla gestione del suolo. L'agricoltura rigenerativa mira ad aumentare la biodiversità, arricchire i suoli e catturare il carbonio; l'agricoltura conservativa cerca di incrementare la fertilità del suolo riducendo l'impatto meccanico e promuovendo rotazioni colturali e coperture vegetali del suolo. La filosofia di fondo di entrambi questi approcci integra il riciclo dei nutrienti, la fissazione dell'azoto atmosferico e il sequestro del carbonio.

2.3.1. SOVESCIO E COVER CROPS CON GRAMINACEE

In orticoltura i cicli produttivi si susseguono con rapidità lasciando poco spazio per l'introduzione di un sovescio. Peraltro, proprio in orticoltura, dove, solo raramente, gli avvicendamenti colturali sono attuati in misura adeguata e soddisfacente, il **sovescio** diventa tecnica basilare per contrastare il deteriorarsi della fertilità. Il terreno rischia di raggiungere rapidamente quelle condizioni che possiamo definire come stanchezza del terreno. Per evitare questa deprecabile situazione oltre alle rotazioni (sempre utili e necessarie), è importante inserire nel ciclo produttivo un sovescio. I sovesci un tempo erano colture che, quando ancora verdi, venivano "sovesciate nel terreno" con l'aratro. Oggi i sovesci si definiscono anche colture di copertura (cover crops) o di cattura (catch crop) con lo scopo di enfatizzare alcuni dei ruoli importanti svolti da queste colture. Nell'orticoltura in serra, soprattutto in serra calda, lo spazio per inserire una coltura da sovescio è difficile da recuperare. Va però evidenziato che il ciclo, proprio perché si svolge in ambiente protetto, può essere molto breve riducendosi a 30-40 giorni

nelle stagioni favorevoli, più lungo in quella invernale.¹²⁸ Nelle serre dedite alla produzione d'insalate da taglio per la IV gamma, dette *baby leaf*, l'introduzione del sovescio all'interno dei cicli colturali con cadenza biennale o, meglio, annuale, offre molte opportunità. In particolare, per le colture orticole di IV gamma in serra, è suggerito l'**uso di graminacee**¹²⁹ che può essere utile quando si vuole massimizzare l'accumulo di sostanza organica e migliorare la biodiversità all'interno della serra. Infatti, le graminacee appartengono all'ordine delle monocotiledoni e quindi sono piante molto "lontane" dalle orticole, tutte dicotiledoni. Le differenze tassonomiche fanno sì che orticole e graminacee non condividano malattie, che abbiano pochi parassiti in comune (solo quelli ampiamente polifagi), che instaurino un rapporto diverso con il terreno e la sua biomassa vivente. Le graminacee in genere apportano molta sostanza organica caratterizzata anche da una decomposizione più lenta (e ciò è in molte situazioni un vantaggio), coprono bene il terreno soffocando le eventuali infestanti e sono dotate di radici fascicolate che aiutano a riequilibrare sotto il profilo fisico il terreno.¹³⁰ Molto utili possono essere anche

i miscugli da sovescio per i quali generalmente si utilizzano specie appartenenti ad almeno due di queste tre famiglie botaniche: graminacee, leguminose e crucifere. I miscugli, rispetto a specie singole, hanno il vantaggio di aiutare i terreni degradati a recuperare più in fretta (si parla comunque di anni, almeno tanti quanti quelli impiegati per degradare la fertilità del terreno) condizioni di omeostasi e fertilità.

2.3.2. TELI INNOVATIVI E TERMORIFLETTENTI PER SERRE

Particolarmente importante per il controllo delle condizioni del suolo e ambientali all'interno della serra è l'utilizzo di **sistemi adeguati di schermatura** che favoriscano un adeguato ingresso della luce solare rispetto ai livelli di temperatura che si rendono necessari per le coltivazioni. Da questo punto di vista, l'azienda Arrigoni, leader a livello internazionale nella produzione di tessuti tecnici per l'agricoltura, ha presentato infatti nuove prove sull'efficacia degli **schermi termoriflettenti** PRISMA ha sviluppato dei teli innovativi e termo riflettenti per serre. In particolare, grazie agli speciali additivi LD-Light Diffusion



SOVESCIO E COVER CROPS CON GRAMINACEE



TELI INNOVATIVI E TERMORIFLETTENTI

128 · Forigo, 2018

129 · Ibidem

130 · Ibidem

formulati dal laboratorio Arrigoni e addizionati al filato in fase produttiva, la luce si diffonde in modo più uniforme attorno alla pianta, anche nelle parti più basse. La bandella in colore bianco di PRISMA assicura inoltre l'abbassamento della temperatura senza ridurre il passaggio di luce nello spettro PAR (Photosynthetically Active Radiation). Questi effetti combinati, riducono enormemente i danni da scottature e migliorano la qualità e la quantità della produzione. La temperatura inferiore facilita inoltre il lavoro degli operatori.¹³¹ Gli schermi della gamma PRISMA, realizzati in bandella Arlene HT ad alta tenacità, permettono una migliore distribuzione della luce intorno alle piante perché questa è filtrata attraverso lo schermo. Il che significa anche minori danni dovuti alla radiazione diretta, grazie alla diffusione e alla riflessione dei raggi infrarossi. In più, il potere diffusivo non si riduce con il passare del tempo.¹³²

131 · *Agricoltura, 2020b*

132 · *Italiafruit*

133 · *Cassiano, 2020*

2.3.3. MACCHINE SARCHIATRICI E RACCOGLITRICI DOTATE DI SENSORISTICA IOT

Rispetto alle pratiche di lavorazione del suolo, svolge sicuramente un ruolo fondamentale l'uso di macchine innovative, sostenibili non soltanto dal punto di vista dei consumi e delle prestazioni, ma anche rispetto ai possibili impatti che possono provocare sul terreno, incrementandone o meno la compattazione ed essendo eventualmente dotate di sensori intelligenti che favoriscono il monitoraggio e il controllo delle sue condizioni. In generale, infatti, i reparti di ricerca e sviluppo delle case costruttrici mirano a incrementare la velocità di lavoro e a ridurre il peso delle macchine. Quest'ultimo punto, necessario a risparmiare materiale di costruzione e a ridurre i consumi, ha anche delle conseguenze positive sul suolo (che negli ultimi decenni è stato spesso maltrattato da una meccanizzazione troppo spinta). Infatti, a parità di utilizzo le macchine più leggere provocano un minor compattamento e tutelano maggiormente struttura e fertilità del terreno.¹³³

In tal senso, le principali innovazioni presenti nel settore della IV

gamma, considerando il tema della gestione del suolo, riguardano le **macchine sarchiatrici** e le **macchine raccoglitrici**, che risultano sempre più performanti grazie all'incorporazione di specifici sensori propri delle tecnologie dell'Internet of Things che favoriscono la diffusione delle tecniche e dei principi propri dell'agricoltura di precisione. Interessante da questo punto di vista è Optyma, lanciata sul mercato dalla ditta veneta Oliver Agro. Optyma 2.0 è una sarchiatrice, zappatrice interfilare e interpianta automatica con distanze a partire da 17 cm tra le file. Si caratterizza per la semplicità di utilizzo grazie a un sistema di riconoscimento delle piante a mezzo di sensori a fibra ottica. Tale macchinario è progettato per lavorare specificatamente su ortaggi a cespo e a foglia come: insalata, radicchio, broccoli, cavolfiori, canapa, bieta, cipolla trapiantata su ogni coltura trapiantata o seminata su baule o piano.

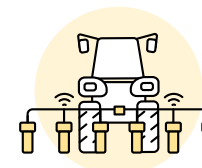
Infine, si segnala la nuova tecnologia Magic Dimension, dotata di sensore a infrarossi dell'azienda Ortomec. Degno di nota anche il nuovo sensore a infrarossi Magic Dimension di Ortomec, anch'esso efficace per tagliare le piante all'altezza desiderata. Tale sensore è nato proprio per rivoluzionare

la raccolta della *baby leaf*. In particolare, esso è capace di rilevare l'altezza delle foglie, dando la possibilità ai produttori di definire la lunghezza del raccolto, consentendo di avere un prodotto omogeneo dal punto di vista della lunghezza, standard richiesto dalla GDO. L'operatore con una semplice pulsantiera può stabilire la lunghezza del prodotto da raccogliere e il sensore si occuperà del resto. Il sensore rileva la distanza tra esso e le foglie in più siti del letto di raccolta e il software elabora le misure acquisite. Nell'elaborazione dei dati il software è in grado di riconoscere e tralasciare le misure rilevate su eventuali erbe infestanti o avvalimenti grazie al sofisticato algoritmo sviluppato, così facendo, il sensore va a posizionare e mantiene la lama di taglio ad un'altezza tale da raccogliere il prodotto alla lunghezza prestabilita.¹³⁴

2.3.4. PIATTAFORME DIGITALI PER IL CONTROLLO DELLE CONDIZIONI DEL SUOLO: L'AGRICOLTURA DI PRECISIONE

Un ulteriore ambito di soluzioni è quello che riguarda **lo sviluppo e l'impiego di piattaforme digitali per il controllo delle condizioni del suolo** per l'implementazione

di strategie di supporto alle decisioni. Da questo punto di vista è possibile citare l'esempio della tecnologia *xFarm*, che è stata adottata dall'azienda Ortomad. *XFarm* ha predisposto una che prevede uno specifico modulo di "Pianificazione Colturale" per la coltivazione di prodotti di IV gamma, come rucola, lattuga, lattughino, spinacio, ecc. Attraverso questa funzione è possibile programmare un ciclo produttivo personalizzato per ogni cultura presente in azienda, standardizzando e semplificando la pianificazione delle operazioni colturali da svolgere. Infatti, vista la brevità e l'intensità dei cicli colturali questa operazione sarebbe altrimenti molto onerosa in termini di tempo. Inoltre è stata sviluppata anche una applicazione mobile in grado di lavorare offline per le aree prive di connessione. In questo modo, gli agronomi hanno la possibilità di fare uso dell'applicazione in campo, salvare in modalità locale quanto registrato e successivamente migrare automaticamente nel cloud i dati raccolti una volta rientrati negli uffici, attraverso la rete wifi presente in sede. Per avere un monitoraggio capillare di tutti i parametri ambientali, vengono installati dei dispositivi IoT (Internet of Things) che permettono



MACCHINE SARCHIATRICI E RACCOGLITRICI CON SENSORISTICA IOT



PIATTAFORME DIGITALI PER IL CONTROLLO DELLE CONDIZIONI DI SUOLO

134 · *Ortomec, 2023*

la visualizzazione dei dati direttamente dalla piattaforma. Oltre ai tradizionali sensori come la stazione meteorologica e il sensore di umidità del suolo, l'azienda ha sviluppato il sensore *xProbe*, capace di rilevare l'umidità del terreno in maniera georeferenziata. Questi dispositivi, uniti ai modelli previsionali della piattaforma *xFarm*, garantiscono un ulteriore supporto decisionale nell'ottimizzazione dell'utilizzo degli input agronomici. Infine, *xFarm* consente anche la connessione di alcuni macchinari agricoli, per abilitare la visualizzazione dei dati telemetrici nella piattaforma *xFarm* e garantire una migliore gestione della flotta aziendale.¹³⁵

Complessivamente, tali software, come già visto nell'ambito del diserbo di precisione e dell'irrigazione di precisione, consentono un monitoraggio efficace ed efficiente

135 · *xFarm*, 2023

136 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Marco Golino*, 2023

137 · *Le micorrize sono associazioni tra le radici delle piante e i funghi del suolo*

138 · *Il microbiota è la quantità di microrganismi che colonizzano un determinato ambiente/organo*

dei parametri ambientali legati alla dimensione colturale, atmosferica, idrica e del suolo, rappresentando importanti strumenti di supporto alle decisioni degli agricoltori che possono così avere una visione oculata delle condizioni delle colture e del terreno, ottimizzando l'uso dei fitofarmaci, dei fertilizzanti e della risorsa idrica, con una riduzione degli impatti ambientali complessivi connessi all'attività agricola in sé.

Le piattaforme *xFarm* abbinano, dunque, i dati di monitoraggio a modelli previsionali che supportano i processi decisionali e operativi delle aziende agricole, consentendo all'agricoltore di conoscere e gestire i bisogni colturali e prevenire gli attacchi patogeni. I sensori applicati alle tecnologie *xFarm* possono essere installati sia in campo che in serra. La condizione necessaria per il loro utilizzo è la presenza di luce, in quanto alimentati ad energia solare. L'applicazione di satelliti e droni è un limite delle colture protette, superabile installando i sensori multispettrali direttamente sui mezzi agricoli. I sensori possono essere utilizzati, quindi, in qualsiasi situazione, ottenendo migliori risultati proprio in serra, dove c'è una gestione più

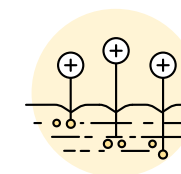
attenta della risorsa idrica e l'ambiente controllato favorisce il controllo di più parametri per la modellistica. Specificatamente per le *baby leaf*, colture con un ciclo breve e delicato e apparato radicale concentrato in un piccolo volume di suolo, è possibile utilizzare una sonda specifica per monitorare in diversi punti umidità e salinità del terreno, valutare se ci sono le condizioni ottimali a livello radicale e calibrare gli interventi.¹³⁶

2.3.5. INTRODUZIONE NEL SUOLO DI MICORRIZE, BATTERI E MICROORGANISMI PER UN'AGRICOLTURA SIMBIOTICA

Infine, tra le nuove frontiere della sperimentazione in campo si colloca l'insieme delle pratiche volte ad un generale mantenimento dell'equilibrio e del ripristino non soltanto della biodiversità del suolo, ma anche della funzionalità microbica nei suoli e nei cibi. Al riguardo si parla propriamente di **agricoltura simbiotica** per indicare un modo di fare agricoltura che, basandosi sulle proprietà benefiche che possono avere i batteri, le micorrize¹³⁷ e altri microrganismi e quindi attraverso **la valorizzazione del biota microbico**¹³⁸ della terra, favorisce la coltivazione di prodotti dal più

alto valore nutrizionale, capaci di aiutare la formazione e il mantenimento di un biota intestinale sano e funzionale.

In particolare, l'agricoltura simbiotica incentiva l'utilizzo del biota microbico (batteri e funghi presenti nella rizosfera) e di macroelementi (quali ad es. le zeoliti¹³⁹), favorendo l'incremento della biomassa, lo sviluppo radicale, lo sviluppo di microrganismi e contrastando al contempo lo stress idrico. Grazie a tecniche agronomiche mirate e a virtuose pratiche di allevamento questo tipo di agricoltura consente di trattenere maggiormente il carbonio nel suolo e di eliminare l'uso di fertilizzanti chimici, promuovendo l'impiego di fertilizzanti di origine vegetale e animale (torba e letame). In particolare, è stato costituito il "Sistema Agricoltura Simbiotica" allo scopo di effettuare una Certificazione di parte terza che riguarda gli operatori dell'intera filiera della produzione agroalimentare, fino al consumatore finale e alle collettività.



INTRODUZIONE NEL SUOLO DI MICORRIZE, BATTERI E MICROORGANISMI PER UN'AGRICOLTURA SIMBIOTICA

139 · *Con il termine "zeoliti" si indica un'ampia famiglia di minerali, di origine sia naturale che sintetica, dotati di una struttura cristallina e microporosa a base di alluminosilicato. La zeolite viene utilizzata all'interno di dispositivi medici per uso orale ed integratori alimentari come rimedio di origine naturale ad azione disintossicante per l'organismo e il tratto digerente, allo scopo di allontanare tossine, metalli pesanti, radicali liberi o altre sostanze dannose che potrebbero essersi accumulate nel corpo.*

2.3

Gestione del suolo e tutela della biodiversità

Considerazioni conclusive

Sono state mappate 5 soluzioni innovative e sostenibili per la gestione del suolo.

Sovescio e cover crops con graminacee: nonostante lo spazio in serra sia limitato, è importante inserire la pratica del sovescio, o coltura di copertura, in quanto contrasta il deterioramento della fertilità del terreno, massimizza l'accumulo di sostanza organica e migliora la biodiversità. Le graminacee riducono il rischio di condivisione di malattie e parassiti, coprono bene il terreno, soffocando le infestanti, e migliorano la struttura del terreno con le loro radici fascicolate.

Teli innovativi e termoriflettenti per serre: sistemi di schermatura consentono di controllare le condizioni ambientali e del suolo in serra, distribuendo uniformemente la luce intorno alle piante, riducendo i danni da scottature e migliorando quantità e qualità della produzione; inoltre, la riduzione di temperatura facilita il lavoro degli operatori.

Macchine sarchiatriche e raccogliatrici dotate di sensoristica IoT: la riduzione del peso delle macchine, incoraggiata dalla necessità di risparmio di materiale e consumi, contribuisce a minimizzare il compattamento del terreno. Sono state

progettate sarchiatriche automatiche con sensori a fibra ottica per ortaggi a cespo e a foglia che consentono il riconoscimento delle piante per non danneggiarle. Sensori a infrarossi consentono di tagliare le piante alla lunghezza desiderata per la raccolta delle *baby leaf*, assicurando un prodotto omogeneo e standard come richiesto dalla GDO.

Piattaforme digitali per il controllo delle condizioni del suolo: l'agricoltura di precisione permette una programmazione personalizzata dei cicli produttivi; con applicazioni mobili, è possibile salvare e georeferenziare i dati di monitoraggio; piattaforme dedicate integrano dati da sensori, modelli previsionali e connessione con macchine agricole, fornendo un supporto decisionale per ottimizzare l'uso di input agronomici e ridurre gli impatti ambientali.

Introduzione nel suolo di micorrizze, batteri e microorganismi: l'agricoltura simbiotica, una pratica agricola volta al mantenimento

dell'equilibrio e al ripristino della biodiversità, incoraggia l'impiego di biota microbico e macroelementi per favorire la coltivazione di prodotti ad alto valore nutrizionale, incrementare la biomassa, lo sviluppo radicale e contrastare lo stress idrico; questo approccio mira a trattenere più carbonio nel suolo ed eliminare l'uso di fertilizzanti chimici in favore di quelli di origine animale, come torba e letame.

2.4 Riduzione delle emissioni di CO₂ e dei consumi energetici

La riduzione dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂ svolge un ruolo strategico e di assoluto rilievo rispetto agli obiettivi di sostenibilità che possono essere raggiunti dalla filiera della IV gamma. Se da un lato occorre considerare le attività in serra e in campo, quali ad esempio quelle di illuminazione e legate all'uso dei macchinari, dall'altro vi sono le successive fasi di trasporto e di trasformazione dei prodotti che possono essere molto energivore e impattanti sull'ambiente, sia in termini di consumi e quindi di costi, che di emissioni di gas effetto serra. In tal senso, basti pensare all'importanza svolta per la filiera dalla necessità di garantire il mantenimento della catena del freddo e quindi dalla gestione delle attività di refrigerazione.

Al riguardo, nel prosieguo di questo paragrafo saranno analizzate possibili soluzioni che rispetto alle diverse fasi del processo produttivo mostrano profili di sostenibilità, cercando di valutare al contempo quale sia il supporto che rispetto a tale ambito può essere offerto dalle nuove tecnologie dell'Industria 4.0. Secondo gli esperti, a lungo termine il consumo di energia nell'agroalimentare è insostenibile e un approccio digitale può supportare l'ottimizzazione e la riduzione del consumo di energia. Sono inoltre essenziali metodi specifici per migliorare l'efficienza nella refrigerazione e nel raffreddamento, che possono rappresentare tra il 30% e l'80% del consumo energetico.

Tra le strategie: l'uso di sistemi refrigeranti e di scambiatori di calore più efficienti, l'implementazione di un sistema robusto di manutenzione che comprenda il rilevamento delle perdite e set point termici ottimali.¹⁴⁰

Si riassumono nella tabella seguente le possibili soluzioni innovative che appaiono in grado di generare potenziali benefici rispetto al tema della riduzione della CO₂ e dei consumi energetici.

Nei prossimi paragrafi, ognuna delle soluzioni presentate sarà specificatamente approfondita e descritta, presentando eventuali mezzi, tecniche e tecnologie ad esse associate.

SOLUZIONI INNOVATIVE PER LA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI CO₂ E DEI CONSUMI ENERGETICI

ID	SOLUZIONE	CARATTERISTICHE DELLA SOLUZIONE
1	Utilizzo di lampade a LED	Impiego di lampadine a led di ultima generazione progettate appositamente per l'illuminazione dentro le serre tradizionali, in vertical farming, o negli impianti di lavorazione del prodotto
2	Impiego di mezzi elettrici in serra e/o in campo	Impiego di mezzi elettrici (es. macchine raccogliatrici e pulitrici)
3	Impiego di mezzi ecosostenibili in fase di trasporto	Utilizzo di mezzi elettrici e/o dotati di sistemi refrigeranti più efficienti in fase di trasporto
4	Utilizzo di cassette richiudibili in fase di trasporto	Possibilità di far viaggiare la merce in cassette richiudibili, per ridurre l'ingombro nei viaggi di ritorno
5	Produzione di energia da fonte rinnovabile	Approvvigionamento sostenibile sia in serra che presso gli impianti di trasformazione e lavorazione del prodotto. Esempio innovativo in questo ambito è rappresentato dalle serre fotovoltaiche

Tabella 4 // Soluzioni innovative per la riduzione delle emissioni di CO₂ e dei consumi energetici

IN SINTESI

La coltivazione in serra della IV gamma richiede attività come illuminazione, uso di macchinari e fasi successive di trasporto e trasformazione dei prodotti, particolarmente intensive dal punto di vista energetico e impattanti sull'ambiente: è importante intervenire con soluzioni per ridurre i consumi energetici e le emissioni di CO₂ in tutta la filiera.

Un ruolo cruciale è svolto dalla refrigerazione, che rappresenta una percentuale significativa (30-80%) dei consumi energetici.

L'approccio digitale e le tecnologie dell'Industria 4.0 possono contribuire all'ottimizzazione dei consumi, con soluzioni come l'uso di scambiatori di calore efficienti, sistemi refrigeranti avanzati e robusti sistemi di manutenzione.

141 · Aecilluminazone, 2023

2.4.1. UTILIZZO DI LAMPADE A LED

Una delle possibili soluzioni per abbattere i consumi energetici è sicuramente rappresentata dall'utilizzo di **lampade a LED**. Possono essere impiegate sia nelle serre professionali tradizionali, sia nelle più innovative aziende di vertical farming o negli impianti di lavorazione e trasformazione dei prodotti di IV gamma.

Per quanto riguarda la possibile illuminazione a LED di serre tradizionali e di impianti di vertical farming, è possibile citare l'esempio dell'azienda AEC Illuminazione, la quale ha sviluppato e perfezionato sistemi di illuminazione per settori specifici, come quello dell'orticoltura. In particolare, le nuove efficienti soluzioni LED Grow Light per illuminazione di serre professionali o indoor vertical farm, permettono di ottenere numerosi vantaggi, tra cui l'ottimizzazione dei consumi, la riduzione dei costi di manutenzione e l'assenza di alte temperature, generate invece dalle tradizionali lampade HPS. I consumi di energia sono infatti una delle principali fonti di spesa per i proprietari di serre da orticoltura. Le lampade in serra vengono da sempre utilizzate per stimolare la crescita delle piante, ma con la moderna

tecnologia Grow Light è possibile agire in modo più efficace e mirato sul processo di fotosintesi. Le sorgenti LED Grow Light producono infatti uno spettro luminoso con frequenze dedicate alla stimolazione della fotosintesi, che consente di stimolare maggiormente la crescita delle piante in serra, velocizzando la produzione e il raccolto anche nei momenti dell'anno in cui l'irraggiamento solare non fosse sufficiente. Inoltre, grazie all'elevatissima efficienza energetica è possibile scegliere di alimentare le lampade LED Grow Light esclusivamente tramite impianti fotovoltaici, per ottenere il massimo rispetto dell'ambiente e il massimo risparmio sui costi di gestione della serra.¹⁴¹

Rispetto al settore del *vertical farming* è possibile citare anche il ruolo da protagonista svolto da Philips. I pionieri del *vertical farming* stanno sfruttando le innovative luci LED Philips per coltivare una gamma di colture *indoor* in strutture climatizzate senza luce solare. Queste strutture sono ideali per la propagazione di giovani piante, la coltivazione di verdure a foglia verde, erbe aromatiche e frutti e per lo sviluppo rapido di nuove varietà di semi. Philips offre una gamma di luci LED professionali unite al sistema di controllo

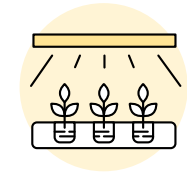
GrowWise per aiutare i coltivatori a ottenere rese più elevate con un ingombro ridotto, migliorando le proprietà uniche delle colture, come sapore, valore nutritivo e durata di conservazione.¹⁴²

Per quanto riguarda l'illuminazione all'interno delle aziende di lavorazione e trasformazione dei prodotti, occorre sottolineare come la stessa sia fondamentale per garantire che le operazioni alimentari possano procedere in sicurezza, che si possa produrre cibo di alta qualità e che i requisiti igienici possano essere soddisfatti per produrre cibo sicuro da consumare in accordo con gli standard e la legislazione alimentare delle autorità. Molte aziende alimentari si affidano ancora alle lampadine tradizionali, ma i requisiti legislativi di progettazione ecocompatibile spingeranno i produttori di alimenti a utilizzare un'illuminazione a risparmio energetico, come i diodi a emissione di luce (LED).¹⁴³ A seconda dell'attività, le lampadine nell'industria alimentare devono avere una buona resa cromatica e caratteristiche di temperatura del colore correlate, richiedono una manutenzione minima e devono produrre un minimo di raggi UV e calore che possano attirare gli

insetti. L'illuminazione per esterni è spesso trascurata da molti produttori di alimenti per quanto riguarda i livelli di illuminazione, il design igienico, il loro posizionamento sul sito della fabbrica e il loro orientamento rispetto all'edificio della fabbrica. All'interno della fabbrica alimentare, le aree hanno requisiti di illuminazione diversi, ma gli apparecchi di illuminazione in tutte le aree devono avere un design igienico appropriato per ridurre l'accumulo di sporco ed eliminare possibili fonti di crescita microbica. Gli apparecchi di illuminazione in particolare devono essere progettati per la massima pulibilità, richiedendo una protezione sufficiente contro l'ingresso di acqua e polvere e occorre al contempo ridurre il rischio che frammenti di vetro e sostanze chimiche tossiche entrino nel prodotto in caso di rottura della lampadina.¹⁴⁴

2.4.2. IMPIEGO DI MEZZI ELETTRICI

L'abbattimento delle emissioni di CO₂ può essere utilmente conseguito attraverso l'utilizzo di **innovativi e performanti mezzi elettrici** che possono essere impiegati sia nelle attività in serra/campo che nella fase di trasporto dei prodotti.



LAMPADA A LED

142 · Lighting.Philips, 2023

143 · Moerman, 2023

144 · Ibidem



IMPIEGO DI MEZZI ELETTRICI

Per quanto riguarda l'impiego di mezzi elettrici in serra o in campo si può citare l'esempio delle macchine elettriche raccogliatrici dell'azienda De Pietri appartenenti alla linea *Ecoline*. Qui troviamo due falcia raccogliatrici elettriche semoventi: Fr 38 Eco e Fr 38 Eco Special. La prima, destinata alla raccolta in serra o in pieno campo di ortaggi freschi da IV gamma e da industria, è comandata elettronicamente da un joystick, ha velocità di lavoro regolabile, è dotata di guida automatica e possiede un dispositivo di arresto e ripresa automatica della velocità preimpostata. Fr 38 Eco Special, invece, è progettata per la raccolta di valeriana e simili e dispone di una barra falciante brevettata, dotata di una lama con profilo speciale per lavorare sotto il livello del terreno.¹⁴⁵ La linea presenta anche una macchina pulitrice elettrica, la TS Ecocleaner, specifica per il settore della IV gamma, una macchina pulitrice totalmente elettrica che consente la pulizia del prodotto raccolto da corpi estranei quali insetti, dicotiledoni, foglie troppo piccole, sassi o terra. Le raccogliatrici e le attrezzature De Pietri della serie *Ecoline* sono leggere e maneggevoli, sono macchine completamente elettriche e progettate per ridurre al massimo l'impatto

145 · Cassiano, 2020

146 · De Pietri, 2023

ambientale durante la raccolta. Grazie alla loro estrema silenziosità, e alla totale assenza di emissioni, sono soprattutto adatte alla raccolta di ortaggi ed erbe aromatiche in serra. Dotate di potenti batterie di lunga durata e rapidamente ricaricabili, non necessitano di particolare manutenzione.¹⁴⁶

2.4.3. IMPIEGO DI MEZZI ECOSOSTENIBILI IN FASE DI TRASPORTO

L'utilizzo di **mezzi ecosostenibili ed efficienti** può ridurre drasticamente le emissioni climalteranti emesse **in fase di trasporto**. Da questo punto di vista, non solo è possibile ricorrere ad aziende di trasporti dotate di veicoli elettrici, ma può utilmente essere valutato il ricorso a mezzi di trasporto dotati di sistemi refrigeranti più efficienti che consentano il mantenimento della catena del freddo dei prodotti, può rivelarsi la scelta ottimale. Nel settore del commercio alimentare e non solo, infatti, il trasporto refrigerato genera una quantità maggiore di emissioni rispetto al trasporto a temperatura ambiente, a causa delle quantità supplementari di carburante per il raffreddamento e delle perdite di refrigerante. Euroengel srl, che

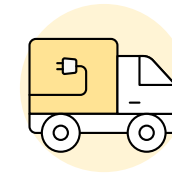
dal 1993 opera nel settore del trasporto a temperatura controllata, si è fatta promotrice di uno studio mirato a mostrare la riduzione dei costi di trasporto refrigerato grazie all'utilizzo di contenitori isotermitici portatili (PRU) rispetto alla tradizionale coibentazione, in un confronto tra lunga percorrenza e multidrop.

Dalla ricerca, condotta dal dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale dall'Università di Brescia, è emerso che l'utilizzo dei prodotti Coldtrainer, marchio con cui Euroengel commercializza frigo mobili alimentati dalla batteria del veicolo, porta a una riduzione dei costi che ammonta al 45%. Questo notevole risparmio è attribuibile all'abbattimento delle spese iniziali per l'isolamento termico del mezzo, alla netta riduzione del consumo di carburante e refrigerante, alla manutenzione trascurabile e alla migliore conservazione della qualità del prodotto. Il dato più sorprendente riguarda l'impatto ambientale: con Coldtainer il risparmio di emissioni di CO₂ per il trasporto del prodotto fresco si aggira attorno al 33-34% mentre per il surgelato al 37-38%. Rispetto al trasporto refrigerato tradizionale, azionato a cinghia dal motore del veicolo con il diesel come fonte di

carburante, è dunque una soluzione altamente ecologica.¹⁴⁷

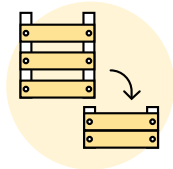
In tale ambito può essere utile citare anche il caso dell'azienda Daikin, leader nel settore degli impianti di riscaldamento, ventilazione, climatizzazione e refrigerazione. In particolare, l'azienda ha al suo interno un comparto che vanta una ricca gamma di prodotti e servizi interamente dedicati al mantenimento della catena del freddo, coprendo le fasi di produzione, stoccaggio, rivendita e trasporto. L'azienda pone una spiccata attenzione al tema della sostenibilità ambientale, con l'obiettivo di contribuire al perseguimento degli obiettivi europei di azzeramento delle emissioni di CO₂ entro il 2050.

In particolare, l'azienda vanta una gamma di motori ed unità refrigeranti adatte a molteplici tipologie di veicoli. Nello specifico può essere citata la Linea Invisibili Elettrici alla quale appartengono i motori SF-Z009e | SFZ009e Multi che vantano caratteristiche tra cui: un'alimentazione mediante gruppo con Inverter-batteria affidabile; sono ricaricabili mediante la rete elettrica; sono compatibili con veicoli totalmente elettrici, ibridi e tradizionali; consentono più zone di temperatura



IMPIEGO DI MEZZI ECOSOSTENIBILI IN FASE DI TRASPORTO

147 · Coldtrainer, 2023



UTILIZZO DI CASSE RICHIUDIBILI E SOSTENIBILI
 IN FASE DI TRASPORTO

nello stesso veicolo (solo modello Multi) e producono zero emissioni.¹⁴⁸ Massima efficienza anche nella gamma Zero Electric, con i motori Z200e | Z250e | Z350e | Z350e Multi Z. In particolare, tali unità mostrano una serie di vantaggi, tra i quali: zero emissioni; alimentazione mediante gruppo con inverter-batteria affidabile, ricaricabilità mediante la rete elettrica; compatibilità con veicoli totalmente elettrici, ibridi e tradizionali; più zone di temperatura nello stesso veicolo (solo modello Multi), compatibilità con funzioni telematiche e bassa rumorosità.¹⁴⁹

2.4.4. UTILIZZO DI CASSE RICHIUDIBILI E SOSTENIBILI IN FASE DI TRASPORTO

Un'altra soluzione utile per la riduzione delle emissioni di CO₂ riguarda la possibilità di utilizzare **cassette richiudibili e abbattibili in fase di trasporto**. In particolare, l'impiego di tali cassette consente una riduzione dello spazio occupato all'interno dei camion durante i viaggi di ritorno dei vuoti (dall'azienda di trasformazione al produttore). Ciò implica conseguentemente un numero inferiore di viaggi di ritorno necessari e un evidente abbattimento non soltanto dei costi

148 · Aht.at, 2023

149 · *ibidem*

economici ma anche delle emissioni di CO₂ associate a tale attività. Un esempio virtuoso in tal senso di azienda che fornisce tali beni è rappresentato dalla Jcoplastic.

L'azienda produce cassette abbattibili e richiudibili, leggere, lavabili e, dunque, riutilizzabili, che consentono una riduzione dei volumi in fase di trasporto e una conseguente riduzione delle emissioni di CO₂, garantendo la corretta conservazione dei prodotti trasportati, grazie ai fori per la traspirazione che preservano la qualità degli alimenti. Jcoplastic si occupa anche del ritiro a fine vita di tali beni, riciclandoli e producendo nuova materia prima secondaria, secondo i principi tipici dell'economia circolare: infatti, il materiale delle cassette, polietilene ad alta densità, può essere rinnovato molte volte. Tra le altre attività virtuose dell'azienda sono degne di nota: il progetto JcoRent, per il noleggio di cassette; l'uso di energia da fonti rinnovabili, grazie all'installazione di due campi fotovoltaici; l'ottimizzazione della logistica: uno studio di ecodesign ha consentito a Jcoplastic di trovare la miglior soluzione in termini di maneggevolezza, impilabilità, resistenza e capacità di risposta agli sbalzi termici delle cassette; infine,

sono stati sviluppati sistemi di tracciabilità JcoTracer, con rilevatori elettronici in grado di registrare le movimentazioni per i cassette ad uso agricolo e i conferimenti per i cassette dei rifiuti, consentendo ai clienti di monitorare e gestire da remoto tutto il ciclo di vita del prodotto.¹⁵⁰

2.4.5. PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE

Infine, il tema dei risparmi energetici e dell'abbattimento delle emissioni di CO₂ può sicuramente essere affrontato considerando le possibili soluzioni in termini di **approvvigionamento sostenibile di energia da fonte rinnovabile**. È il caso del ricorso alla realizzazione di impianti fotovoltaici che possono utilmente essere realizzati in prossimità delle serre, in campo, o presso gli impianti di trasformazione e lavorazione dei prodotti. Le più recenti innovazioni del settore vedono la realizzazione di cosiddette "serre fotovoltaiche", dotate di specifici pannelli incorporati sul tetto stesso della serra, progettati al fine di consentire comunque un adeguato ingresso della luce solare all'interno della serra. Un esempio è rappresentato dalle



PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE

serre progettate da Idromeccanica Lucchini. La serra fotovoltaica di Idromeccanica Lucchini ha una struttura in acciaio zincato a caldo e verniciato e consente di produrre energia da utilizzare durante il ciclo produttivo o da vendere a un gestore energetico. L'inclinazione della falda e la disposizione dei pannelli sono state progettate per ottimizzare la densità delle celle e massimizzarne l'efficienza. La serra è completamente personalizzabile, disponibile sia con pannelli coprenti in silicio, sia nella versione semitrasparente. Questa variante consente una maggiore escursione solare ideale per la coltivazione, ma una minore produzione energetica. La serra è disponibile sia con pannelli disposti su un'unica falda orientata a sud, sia con entrambe le falde dotate di celle fotovoltaiche per massimizzare la produzione di energia elettrica. Fortemente automatizzata, la serra fotovoltaica può essere dotata di finestre di colmo o ventilazione automatica per gestire al meglio la termoregolazione interna.¹⁵¹ Un esempio virtuoso è rappresentato dall'azienda Agricolt Brandoni, impegnata nella produzione vivaistica per l'industria alimentare, in quella di grandi colture, in quella di ortaggi (di I e IV gamma) ed infine in quella di

150 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Maurizio Mansi, 2023

151 · Idromeccanica Lucchini, 2023

piante tintorie. Nel 2008 l'azienda ha realizzato la prima serra fotovoltaica in Italia di 250 kWp e già nel 2009 ha connesso alla rete elettrica nazionale altri 3 impianti per ulteriori 2.000 kWp. Ad oggi Agricolt Brandoni contribuisce a rendere più pulito l'ambiente mediante la generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili per 3.200.000 kWh ogni anno che equivalgono a quasi 300.000 litri di petrolio risparmiati e a circa 1.700.000 kg di CO₂ evitati.¹⁵²

In generale, con il termine "agrivoltaico" si definisce l'uso di un terreno sia per produrre energia fotovoltaica, grazie all'installazione di pannelli solari, sia per realizzare attività agricole e di allevamento. Grazie alla collaborazione con agronomi, imprese agricole, Università, centri di ricerca, associazioni non profit e startup - figure che conoscono le peculiarità del territorio e che possono portare un grande valore aggiunto ai singoli progetti - REM Tec ha iniziato a promuovere e sperimentare modelli di questo tipo in vari impianti in giro per il mondo.¹⁵³ Tra i benefici vantati dall'agrivoltaico vi sono: la conservazione della realtà agricola e del terreno per la produzione di cibo, la produzione elettrica sostenibile e carbon-free per supportare

la transizione energetica, l'integrazione tra produzione elettrica e agricola, creando una situazione favorevole per tutti i soggetti coinvolti, grazie a una maggior resa dei terreni, un minor consumo di acqua per l'irrigazione grazie ai moduli fotovoltaici che permettono un parziale ombreggiamento, il fatto di poter rappresentare una fonte integrativa di reddito per gli agricoltori da poter reinvestire nella propria attività per aumentarne la competitività ed infine la possibilità di creare valore condiviso sul territorio attraverso la collaborazione con agronomi, imprese agricole e *stakeholder* di settore.¹⁵⁴

152 · Agricolt Brandoni, 2018

153 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Stefano Arvati e Giancarlo Ghidese, 2023

154 · *ibidem*

2.4

Riduzione delle emissioni di CO₂ e dei consumi energetici

Considerazioni conclusive

Sono state mappate 5 soluzioni innovative e sostenibili per la riduzione delle emissioni di CO₂ e dei consumi energetici.

Uso di lampade a LED: sia in sera che nei processi di trasformazione dei prodotti di IV gamma, il LED permette l'ottimizzazione dei consumi, la riduzione dei costi di manutenzione e l'eliminazione delle alte temperature prodotte dalle lampade tradizionali; inoltre, le lampade LED possono essere alimentate con impianti fotovoltaici. Nelle aziende di lavorazione, il LED garantisce sicurezza e produzione di cibo di alta qualità; un'attenzione particolare deve essere rivolta al design degli apparecchi di illuminazione, per ridurre l'accumulo

di sporco e prevenire la crescita microbica.

Impiego di mezzi elettrici: le macchine elettriche sono un'opportunità di riduzione delle emissioni. Alcuni esempi: falcia raccogliatrici progettate per la raccolta di ortaggi freschi e valeriana, comandate elettronicamente, dotate di guida automatica e velocità regolabile; macchina pulitrice progettata per pulire i prodotti di IV gamma da corpi estranei; raccogliatrici progettate per ridurre al minimo l'impatto ambientale grazie alla loro leggerezza, maneggevolezza e silenziosità.

Impiego di mezzi ecosostenibili in fase di trasporto: uno studio

dimostra la riduzione del 45% dei costi di trasporto refrigerato utilizzando contenitori isotermitici portatili rispetto alla coibentazione tradizionale. Il risparmio di emissioni di CO₂ supera il 33% sia per prodotti freschi che surgelati. Sono disponibili sul mercato unità refrigeranti a zero emissioni, adatte a veicoli elettrici, ibridi e tradizionali.

Utilizzo di casse richiudibili e sostenibili in fase di trasporto: si tratta di casse leggere, lavabili, riutilizzabili o riciclabili che riducono gli spazi durante i viaggi di ritorno vuoti e contribuiscono a tagliare costi ed emissioni, prodotte in linea con i principi di economia circolare. Progetti come il noleggio di cassoni, uso di energia rinnovabile, ottimizzazione logistica e sistemi di tracciabilità evidenziano la sostenibilità di tale soluzione.

Produzione di energia da fonte rinnovabile: le serre fotovoltaiche riducono le emissioni, integrando pannelli solari nel tetto per produrre energia e ottimizzare le condizioni di coltivazione. L'agrivoltaico, invece, unisce la produzione di energia solare alle attività agricole,

portando benefici come la conservazione del terreno, la produzione elettrica sostenibile e la collaborazione tra agronomi, imprese e altri attori del settore.

2.5 Riutilizzo di sottoprodotti e scelta del packaging

L'ultima dimensione in esame è quella relativa ai profili di sostenibilità legati al possibile riutilizzo di sottoprodotti e alla scelta del packaging. Entrambi gli ambiti si pongono in diverso modo a valle delle attività della filiera e appaiono potenzialmente idonee ad offrire opportunità in termini di adozione di soluzioni di economia circolare. Da un lato vi è la possibilità di riutilizzare gli scarti e i residui alimentari delle attività in campo, del raccolto e delle attività di trasformazione e lavorazione del prodotto e, dall'altro, un'accurata scelta degli imballaggi dei prodotti di IV gamma può sicuramente favorire successive azioni di recupero e riciclo dei materiali con cui essi sono prodotti, rendendo ancora più sostenibile il consumo di tali

alimenti. Da questo punto di vista appare rilevante ricordare l'importanza della Direttiva del 5 giugno 2019, n. 2019/904/UE "sulla riduzione dell'incidenza di determinati prodotti in plastica sull'ambiente" (cd. Direttiva SUP), recepita in Italia dal decreto legislativo n. 196 dell'8 novembre 2021, pubblicato in GU del 30 novembre 2021 che ha introdotto specifiche misure volte alla riduzione del consumo e all'immissione sul mercato di determinati prodotti in plastica monouso.¹⁵⁵

L'attenzione delle politiche europee e nazionale alla riduzione dell'impiego di imballaggi in plastica in favore dell'utilizzo di materiali innovativi e sostenibili biodegradabili e/o compostabili, rappresenta sicuramente uno degli stimoli più importanti per la ricerca e l'individuazione di soluzioni innovative nel comparto alimentare. Allo stesso modo, come sarà descritto nel proseguo di questo paragrafo, grazie all'impiego delle tecnologie dell'Industria 4.0 è possibile conferire al packaging nuove performance funzionali che possono direttamente o indirettamente contribuire al miglioramento e alla sostenibilità non soltanto del prodotto in sé, ma anche dell'intera filiera.

155 - Rientrano, in particolare, secondo l'elenco contenuto nell'allegato alla suddetta direttiva i:

"contenitori per alimenti, ossia recipienti quali scatole con o senza coperchio, usati per alimenti:

- destinati al consumo immediato, sul posto o da asporto;
- generalmente consumati direttamente dal recipiente;
- pronti per il consumo senza ulteriore preparazione, per esempio cottura, bollitura o riscaldamento

compresi i contenitori per alimenti tipo fast food o per altri pasti pronti per il consumo immediato, a eccezione di contenitori per bevande, piatti, pacchetti e involucri contenenti alimenti."

Nella tabella seguente si riportano alcune delle principali soluzioni innovative e sostenibili per il riutilizzo dei sottoprodotti e il packaging.

Nei prossimi paragrafi, ognuna delle soluzioni presentate sarà specificatamente approfondita e descritta.

SOLUZIONI INNOVATIVE IL RIUTILIZZO DI SOTTOPRODOTTI E IL PACKAGING		
ID	SOLUZIONE	CARATTERISTICHE DELLA SOLUZIONE
1	Ricerca di partner per soluzioni di simbiosi industriale	Individuazione di partner e soggetti con cui sviluppare azioni sinergiche per il recupero dei sottoprodotti della IV gamma anche in settori diversi da quello alimentare
2	Utilizzo di seminiere biodegradabili	Impiego di seminiere non in polistirolo, ma realizzate con materiali innovativi e biodegradabili
3	Recupero degli scarti tramite impianti di compostaggio o digestione anaerobica	Realizzare o conferire gli scarti presso impianti di compostaggio o di digestione anaerobica, grazie ai quali possano essere prodotti fertilizzanti o biogas
4	Recupero dei teli in polietilene utilizzati per le serre e per le attività agricole	Possibilità di conferire i teli in polietilene usati per le serre e per le attività agricole ad aziende che si occupano del loro recupero e riciclo
5	Scelta di packaging sostenibili	Utilizzo di imballaggi realizzati con materiali innovativi di origine naturale, biodegradabili e/o compostabili, facilmente riciclabili, dotati di soluzioni quali la sensoristica IoT, che favoriscono ad esempio la tracciabilità dei prodotti o contenenti membrane e additivi per il prolungamento della <i>shelf-life</i>

Tabella 5 // Soluzioni innovative per il riutilizzo di sottoprodotti e il packaging

IN SINTESI

Il riutilizzo di sottoprodotti e la scelta del packaging possono essere innovati adottando soluzioni di economia circolare.

Le politiche europee e nazionali mirano alla riduzione dell'uso di imballaggi in plastica, anche monouso (Direttiva SUP), promuovendo materiali biodegradabili e/o compostabili.

L'Industria 4.0 può conferire nuove funzionalità al packaging, contribuendo alla sostenibilità dell'intera filiera alimentare

2.5.1. RICERCA DI PARTNER PER SOLUZIONI DI SIMBIOSI INDUSTRIALE

Per quanto riguarda il possibile riutilizzo di sottoprodotti, le soluzioni disponibili si inseriscono nel più ampio contesto della simbiosi industriale, dinamica che rientra a pieno titolo nelle azioni di economia circolare adottabili da un'impresa. La **simbiosi industriale**, che tradizionalmente "coinvolge industrie separate (...) nello scambio fisico di materiali, energia, acqua e/o sottoprodotti, nonché servizi e infrastrutture condivisi (...) per ridurre l'impatto ambientale e il costo di produzione complessivo"¹⁵⁶ rappresenta una forma di collaborazione sinergica tra imprese appartenenti anche a settori molto diversi tra loro, per lo scambio di risorse fisiche, energetiche o infrastrutturali e di servizio.

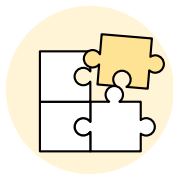
Nel comparto alimentare gli esempi possono essere numerosi. La ricerca sta dedicando un grande interesse ai sottoprodotti e sono presenti molti lavori della letteratura che riportano informazioni sulla caratterizzazione dei principali composti che li costituiscono, mettendo in evidenza spiccate proprietà antimicrobiche e/o antiossidanti, tali da favorire il

prolungamento della *shelf-life* di altri prodotti. L'utilizzo di sottoprodotti tal quali o di loro estratti può rappresentare un'opportunità per il settore per recuperare agenti attivi disponibili a basso costo fronteggiando al tempo stesso l'impatto ambientale legato al loro eventuale smaltimento. Ad esempio, una recente review del 2020 ha ampiamente presentato una panoramica sull'utilizzo di vari tipi di sottoprodotti ortofrutticoli, applicati a varie categorie alimentari, tra cui anche i *fresh-cut*. Nella ricerca si descrive come ad esempio l'estratto di papaya sia risultato utile a inibire l'imbrunimento enzimatico di mele, patate e banane già tagliate¹⁵⁷. Anche il possibile riutilizzo dei sottoprodotti e degli scarti agroindustriali come mangime per gli allevamenti del bestiame rappresenta un'utile e valida soluzione, ampiamente praticata negli allevamenti zootecnici in Emilia-Romagna soprattutto con riguardo alle bucce del pomodoro e agli scarti del mais dolce¹⁵⁸.

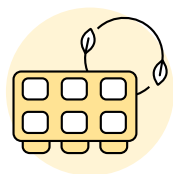
¹⁵⁶ · Massard 2011; Pakarinen et al. 2010

¹⁵⁷ · Issuu, 2022

¹⁵⁸ · Rossi et al., 2007



RICERCA DI PARTNER PER SOLUZIONI DI SIMBIOSI INDUSTRIALE



UTILIZZO DI SEMINIERE BIODEGRADABILI

La simbiosi industriale, tuttavia, come già detto, può utilmente essere integrata anche tra settori e filiere differenti. A tal proposito, può essere utile citare il caso della start-up Orange Fiber, che dagli scarti della buccia d'arancia ha realizzato pregiati tessuti¹⁵⁹ o il caso di Vegea, un biomateriale alternativo alla pelle ricavato dalla vinaccia¹⁶⁰. Nel caso specifico delle colture orticole di IV gamma, secondo alcune recenti studi¹⁶¹, rucola, brassicacee, cavolfiore si riscoprono in una nuova vita ed oltre ad essere cibo, diventano oggi anche materiale vegetale da cui estrarre principi attivi per un uso diverso da quello alimentare. In particolare, sono stati individuati sette-otto principi attivi che possono essere riutilizzati nell'industria farmaceutica e cosmetica e che, pertanto, hanno un loro prezzo ed un loro valore proprio di mercato. Secondo gli esperti, costa di più purificare la materia prima che estrarre un principio attivo da una foglia disidratata e tali valutazioni possono essere interessanti da considerare negli scenari di sviluppo della filiera nel prossimo futuro.

159 · Orangefiber, 2023

160 · Vegea, 2023

161 · Fresh Cut News, 2022

162 · Raimo et al., 2013

2.5.2. UTILIZZO DI SEMINIERE BIODEGRADABILI

Nel vivaismo orticolo è diffuso l'impiego di seminiere alveolari in polistirolo, specialmente per la produzione di piantine in sistemi flottanti. Alla fine della durata utile d'impiego tali seminiere vanno trattate tra i rifiuti speciali, da smaltire in discariche autorizzate, con conseguenti costi di smaltimento e inquinamento ambientale. **Seminiere biodegradabili** di disegno simile a quelle di polistirolo sono state messe a punto con materiali diversi, come Mater-Bi (brevetto Novamont, Chetta srl), una bioplastica a base di amidi e Sadepot (Sadepan Chimica), una pasta di cellulosa addizionata di urea-formaldeide, un concime azotato contenente azoto organico di sintesi a lenta cessione.¹⁶²

Un esempio in tale ambito è rappresentato dal progetto BBPlug portato avanti dall'Università di Milano. Scopo di tale Progetto è quello di sviluppare supporti per semina in biomateriale a valore aggiunto ottenuto dagli scarti di produzione degli alimenti vegetali. Il biomateriale sarebbe addizionato di agenti biologici che stimolano la crescita delle piante e molecole che

tamponano gli sbalzi termici. Essendo biodegradabili potrebbero essere immessi nel terreno senza dover estrarre la piantina, operazione necessaria quando vengono utilizzati supporti in plastica. Questo migliorerebbe la produzione in ortoflorovivaismo in quanto le piante potrebbero beneficiare della presenza dei biostimolanti fin dalle prime fasi di crescita e non soffrirebbero stress termico durante la crescita in serra né lo stress dovuto al trapianto in piena terra. Il nuovo prodotto avrebbe la potenzialità di creare nuove opportunità di lavoro nel settore dei biomateriali, contribuire al raggiungimento di uno sviluppo circolare nell'economia del settore agroalimentare ed in generale aumentare la coscienza ecologica nei cittadini.¹⁶³

2.5.3. RECUPERO DEGLI SCARTI TRAMITE IMPIANTI DI COMPOSTAGGIO O DIGESTIONE ANAEROBICA

Altre possibili soluzioni per il recupero degli scarti provenienti dalle aziende agricole è quello di destinare i medesimi ad impianti di **compostaggio o impianti di digestione anaerobica**, attraverso i quali sia possibile produrre compost o biogas e digestato, da poter essere

utilmente reimpiegati nelle attività agricole del territorio.

Le biomasse agricole, infatti, grazie a tecniche innovative di compostaggio, costituiscono una straordinaria risorsa da valorizzare in quanto il compost di qualità che se ne può ottenere è capace di riequilibrare il suolo dal punto di vista nutrizionale, microbiologico e fisico, permettendo di ottenere produzioni soddisfacenti e di elevata qualità.¹⁶⁴ Allo stesso modo, la digestione anaerobica di matrici di origine agricola, produce sia biometano che un importante sottoprodotto: il digestato, un fertilizzante naturale che impiegato sui terreni agricoli incrementa la sostanza organica, riducendo il ricorso a fertilizzanti chimici.

Un esempio di impianto *on farm* per produrre compost di qualità a basso costo, utilizzando i residui delle proprie coltivazioni agricole è quello che è stato realizzato dal Centro del Cra - Centro di ricerca per l'orticoltura (Cra-Ort) di Pontecagnano in provincia di Salerno, grazie al progetto "Biocompost" finanziato dalla Regione Campania, a cui hanno partecipato le Università di Napoli e della Basilicata e un'azienda agricola di Eboli. L'impianto,



RECUPERO DEGLI SCARTI TRAMITE IMPIANTI DI COMPOSTAGGIO O DIGESTIONE ANAEROBICA

163 · BBplug.Unimi, 2023

164 · Licci, 2013

composto da una piattaforma di compostaggio a insufflazione di aria e controllo di temperatura, realizzata mediante tubi di gomma forate, è in grado di assicurare un'adeguata aerazione della biomassa, permettendo già in 4-5 settimane di ottenere un compost che può completare la sua maturazione anche a lato della piattaforma di insufflazione, permettendo così di fare posto per un successivo ciclo di lavorazione. Il sistema proposto e studiato è economico e di facile gestione, prevedendo un investimento che non supera i 16mila euro e che consente di produrre compost in azienda a costi inferiori ai 5 euro/tonnellata.¹⁶⁵

Dall'altro lato, un impianto di biogas è una grande opportunità per generare ritorni positivi a livello locale, in particolare nelle zone agricole. Gli scarti di lavorazione delle aziende agricole, ad esempio quelli provenienti da frantoi, allevamenti e campi di ortaggi, si trasformano in risorsa e ritornano al territorio, grazie all'utilizzo del gas prodotto

165 · *ibidem*

166 · *Sorgenja, 2023*

167 · *Guerra, 2023*

168 · *Sorgenja, 2023*

169 · *OPI, 2021*

per alimentare mezzi privati o del trasporto pubblico, con immediati benefici - ad esempio - per la qualità dell'aria. L'altro prodotto della trasformazione degli scarti agricoli, il digestato, stabilizzato dalla digestione anaerobica, può essere usato con successo come fertilizzante in grado di riportare carbonio organico ai terreni, con immediati benefici per la qualità dei suoli. Accanto agli evidenti benefici ambientali, importanti sono anche i ritorni in termini economici, con un aumento della competitività delle aziende agricole del territorio, grazie alle sinergie con un impianto di biogas.¹⁶⁶ Ne è un esempio l'impianto attualmente in fase di realizzazione a Terlizzi (Bari) da parte dell'azienda Sorgenja Biopower.¹⁶⁷ L'impianto è progettato per produrre circa 3.000 tonnellate di bio GNL, capaci di alimentare 25-30 camion al giorno per un anno: in tal modo, usando un carburante ecosostenibile al posto di quello tradizionale, si stima una riduzione annua di emissioni in atmosfera di 8.500 tonnellate di CO₂. Saranno prodotte più di 5.600 tonnellate di CO₂ liquida che sarà stoccata e utilizzata per usi agricoli e industriali: nelle serre per stimolare la fotosintesi delle piante o come liquido refrigerante per attività commerciali o industriali.

Da ultimo, saranno prodotte oltre 70.000 tonnellate di digestato, quantitativo utile per concimare in modo naturale circa 800.000 ulivi su una superficie di 2.000 ettari di terreno agricolo. L'impianto consentirà quindi la produzione di combustibile pulito e di concimante naturale, evitando complessivamente l'emissione in atmosfera di 14.100 tonnellate di CO₂ all'anno, garantendo che lo stesso non produrrà odori sgradevoli¹⁶⁸.

Con specifico riguardo al settore della IV gamma si può citare l'esempio del Consorzio OPI, Orti Pronti Italiani Riuniti, che riunisce le aziende Almeda (Sicilia), Ambrucsi e Viscardi (Marche) e Orto Verde (Lombardia). Il Consorzio, nell'ottica di una riduzione degli sprechi, si è dotato di una serie di strumenti per la produzione di energia sostenibile tra cui impianti fotovoltaici e veicoli elettrici e a metano per una mobilità green che generi meno emissioni rispetto ai trasporti tradizionali, ma il fiore all'occhiello del consorzio è proprio l'impianto di biogas, che è in grado di recuperare come sottoprodotti gli elementi di scarto provenienti dalla lavorazione quotidiana di verdure e ortaggi¹⁶⁹.

2.5.4 RECUPERO DEI TELI IN POLIETILENE UTILIZZATI PER LE SERRE E PER LE ATTIVITÀ AGRICOLE

La sostenibilità può passare anche da una **gestione virtuosa del fine vita dei teli usati per le coperture delle serre**, con un peso di circa una tonnellata per serra e una riciclabilità del 100%. In questo campo ci sono infatti innovazioni che consentono il recupero e il riciclo di tali materiali: un risultato molto importante, considerando che la vita media di tali coperture di circa soli 3 anni. Un esempio è rappresentato dal Consorzio Ecopolietilene, il consorzio del Sistema Ecolight che si affianca a produttori, importatori, distributori e riciclatori per la gestione dei rifiuti che contengono polietilene. In particolare, grazie a questo Consorzio, è possibile conferire i teli in polietilene usati per le serre e per le attività agricole ad aziende che si occupano del recupero degli stessi per la produzione di materiali da usare nel campo delle costruzioni e per la produzione di geo-membrane. Il Consorzio ha portato avanti un progetto dimostrando che dal recupero di 30.850 kg di serre agricole trasparenti "neutre" applicate in agricoltura per il 100%, è derivata la produzione di MPS per oltre 100.000 kg.

Trattasi di un granulo particolare, di colore nero, che trova impiego nei settori film per edilizia e geo-membrane, copri pallet e film per imballaggi. La colorazione della materia prima seconda ottenuta dal riciclo delle serre dipende dai prodotti utilizzati per le coltivazioni, che possono alterare la trasparenza della plastica vergine, e dalle inclusioni PVC, che generano impurità nel film; sono state osservate colorazioni più scure nei materiali riciclati provenienti da serre biologiche, per via delle contaminazioni da ferro e nichel. Ad oggi la produzione di una serra nuova attraverso il riciclo di una dismessa è osteggiata da due fattori, la necessità di trasparenza del telo e il costo del materiale riciclato: l'agricoltore non percepisce l'uso di materiale riciclato come un plus, se non abbinato ad analoghe performance in termini di irraggiamento delle colture e ad un abbattimento significativo dei costi del materiale¹⁷⁰.



RECUPERO DEI TELI IN POLIETILENE UTILIZZATI PER LE SERRE E PER LE ATTIVITÀ AGRICOLE

170 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Giancarlo Dezio e Gian Domenico Savio, 2023*



SCelta DI PACKAGING SOSTENIBILI

2.5.5 SCelta DI PACKAGING SOSTENIBILI

L'ultimo tema che viene in esame nella ricerca di soluzioni che puntano alla sostenibilità della IV gamma è sicuramente quello del packaging, che per molti aspetti svolge un ruolo fondamentale. Se da un lato l'imballaggio deve garantire innanzitutto la sicurezza alimentare del prodotto contenuto, dall'altro non possono essere "sacrificate" altre importanti caratteristiche che contraddistinguono nello specifico i prodotti di IV gamma e che attono ad esempio alla necessità di garantire la piena visibilità del prodotto da parte del consumatore, che sarà inevitabilmente incentivato a scegliere anche in virtù delle caratteristiche "estetiche" con cui lo stesso si presenta, nonché alle esigenze di conservazione legate alla *shelf life* e a quelle di comodità e praticità rispetto all'utilizzo che ne deve esser fatto. In tal senso, infatti, gli scaffali dei nostri supermercati, propongono diverse soluzioni per i prodotti di IV gamma e se da un lato troviamo le classiche confezioni in "busta", dall'altro abbiamo scatole apribili e richiudibili che facilitano il consumo di un pasto pronto "fuori casa".

In generale, nel comparto *Food*, rispetto all'utilizzo e all'individuazione di nuovi materiali sostitutivi della plastica, si evidenzia l'impiego di materiali bio-based di origine vegetale, come i materiali a base di polpa di cellulosa, di bagassa e di foglie di palma, ma anche e soprattutto quello delle bioplastiche, quali in particolare il Mater-bi, il PLA e il C-PLA, una particolare bioplastica derivante da un processo di cristallizzazione dell'acido polilattico. Vi sono poi importanti applicazioni che riguardano i poliaccoppiati, che vedono soprattutto l'accoppiamento di carta/cartoncino e bioplastica. Da questo punto di vista, infatti, l'utilizzo di appositi film in bioplastica consente di conferire ai materiali cellulosici il requisito dell'impermeabilità, garantendone le capacità prestazionali in termini di effetto barriera, sia contro l'ossigeno che contro l'umidità. Particolarmente importante è anche il settore dei nanomateriali, e, nello specifico della nanocellulosa, grazie ai quali è possibile realizzare imballaggi altamente innovativi, come gli imballaggi "attivi" capaci di interagire con il prodotto in essi contenuto assorbendo sostanze e rilasciandone a propria volta per prolungare la *shelf life* dell'alimento e gli "imballaggi intelligenti", che grazie

all'utilizzo di microchip, consentono di raccogliere informazioni più complete sul prodotto, tracciandone la filiera.¹⁷¹

Con specifico riguardo alle caratteristiche degli imballaggi dei prodotti di IV gamma occorre considerare che sono ammessi nell'imballaggio del prodotto leggeri difetti, a condizione che essi non pregiudichino l'aspetto globale, la qualità, la conservazione e la presentazione. Gli imballaggi dei prodotti ortofrutticoli di IV gamma devono consentire il mantenimento della freschezza e la protezione dei prodotti da contaminanti esterni. Sono utilizzati esclusivamente materiali di tipologia e grammatura idonee a consentire lo smaltimento tramite raccolta differenziata e riciclo. Dal punto di vista tecnologico, è richiesta permeabilità all'ossigeno e al vapore acqueo, resistenza alle sollecitazioni, agli strappi, alle saldature e alla corrosione. L'imballaggio gioca poi un ruolo fondamentale sulla *shelf life* dell'alimento, ma non è l'unico fattore da considerare: gli additivi (elenco reg CE 1129/2011), l'atmosfera modificata, i conservanti, gli antiossidanti, l'ambiente di stoccaggio (temperatura, luce, umidità relativa, sollecitazioni meccaniche), nonché l'utilizzo di materiali attivi e

intelligenti, quali gli assorbitori di ossigeno e umidità e gli indicatori tempo temperatura, conservazione/freschezza. Le maggiori innovazioni in questo settore riguardano sia i prodotti sia il processo produttivo, ciotole pronte per il consumo fuori casa, prevenzione dei corpi estranei dal campo al confezionamento, utilizzo sempre maggiore dei selettori ottici sulle linee e l'allungamento della *shelf life* supportato da prove e da una corretta gestione del prodotto lungo tutta la filiera.¹⁷² Allo stesso modo, nel tentativo di garantire, in linea con le politiche europee e nazionali, la riduzione dei rifiuti di imballaggio, dell'uso della plastica e la facile riciclabilità del packaging, la tendenza nel settore della IV gamma è quella di orientarsi verso materiali biodegradabili o alternativi, nonché al cartone rivestito.¹⁷³

Un esempio di materiale innovativo applicato per la commercializzazione di prodotti di IV gamma è rappresentato dal marchio Dimmidisi dell'azienda la Linea Verde, che in collaborazione con Novamont, utilizza una **confezione totalmente biodegradabile e compostabile** da riciclare con la frazione organica dei rifiuti. L'innovazione è il risultato di una collaborazione tutta

171 · Comieco, 2020

172 · Fresh Cut News, 2022

173 · *ibidem*

italiana tra La Linea Verde e una filiera industriale di eccellenza, capitanata da Novamont con Ticinoplast e Carton Pack. Il film dell'involucro è costituito da strati di tipi diversi di Mater-Bi, la famiglia di bioplastiche biodegradabili e compostabili di Novamont, selezionati per ingegnerizzare una soluzione di imballaggio che garantisce:

- trasparenza: l'aspetto cromatico lattiginoso da un lato è potente elemento di differenziazione dalle altre confezioni presenti sullo scaffale, in grado di comunicare al consumatore il diverso fine vita dell'imballo, dall'altro mantiene la trasparenza necessaria a vederne chiaramente il contenuto;
- caratteristiche meccaniche di rigidità e tenacità adeguate a mantenere forma e consistenza del pack, assicurando l'integrità del prodotto durante tutte le fasi, dal trasporto alla vita a scaffale;
- macchinabilità nelle linee di confezionamento e tenuta delle saldature durante tutto l'arco di vita del prodotto per preservarlo al meglio;
- stampabilità con inchiostri anch'essi compostabili;
- idoneità al compostaggio in impianti industriali per essere

trasformato, al termine del processo, in humus, prezioso alleato per il ripristino e il mantenimento della fertilità dei suoli e la decarbonizzazione dell'atmosfera.¹⁷⁴

Un altro importante risultato nella ricerca di materiali innovativi "plastic free" per il packaging destinato alla IV gamma è stato raggiunto dalla start up spagnola Class Pack, che nel 2021 ha progettato e realizzato una macchina in grado di comporre delle confezioni a base di carta riciclata e un film di origine vegetale, il PLA. Le confezioni realizzate, presenti in due formati, si sono qualificate tra le finaliste dell'Innovation Hub Awards 2021 di Fruit Attraction; esse sono completamente compostabili e sono frutto della combinazione di due materiali per unire i quali, è stata appunto disegnata e brevettata una macchina apposita. Tra i più importanti risultati raggiunti, quello di allungare la *shelf life* del prodotto di quattro-cinque giorni rispetto a quella garantita mediamente dai packaging tradizionali.¹⁷⁵

L'uso della carta e lo studio di soluzioni innovative per renderla impermeabile e adatta al confezionamento e alla protezione dei prodotti di IV gamma si conferma

un trend sicuramente in crescita, come testimoniato dagli esempi della start-up italiana Planet Farms e dell'azienda spagnola Mimaflor, che per le loro insalate hanno scelto prodotti a base di carta¹⁷⁶, optando, nel primo caso, per un imballaggio finestrato.¹⁷⁷

Tra le più recenti innovazioni del packaging utilizzato per i prodotti di IV gamma si trovano anche le confezioni dotate di QR Code, grazie alle quali è possibile, accedendo tramite il proprio dispositivo mobile, avere accesso a tutta una serie di informazioni non direttamente esposte sulla confezione che possono utilmente riguardare l'origine e la tracciabilità del prodotto lungo tutta la filiera, dando massima visibilità al consumatore dell'impegno dell'azienda sui temi della sostenibilità. È il caso del marchio Bennet, che, per le sue insalate di IV gamma impiega una confezione su cui si trova apposto sul retro un utilissimo QR Code.

Nel prossimo Capitolo, sarà analizzato da vicino il contesto produttivo della Piana del Sele e saranno analizzate le soluzioni innovative già adottate dalle aziende del territorio, allo scopo di comprendere da vicino come si sta muovendo,

sul fronte dell'innovazione e della sostenibilità, uno dei più importanti poli produttivi italiani dei prodotti di IV gamma.

174 · *Converting Magazine*, 2020

175 · *Fresh Cut News*, 2021

176 · *Fresh Cut News*, 2022b

177 · *Italiainballaggio*, 2022

2.5

Riutilizzo di sottoprodotti e scelta del packaging

Considerazioni conclusive

Sono state mappate 5 soluzioni innovative e sostenibili per il riutilizzo dei sottoprodotti e la scelta del packaging.

Ricerca di partner per soluzioni di simbiosi industriale: la collaborazione tra imprese per lo scambio di risorse fisiche, energetiche e servizi riduce l'impatto ambientale e i costi di produzione; nel settore alimentare, la pratica della simbiosi industriale può riguardare il recupero di sottoprodotti, come estratti ortofrutticoli con proprietà antimicrobiche o antiossidanti che prolungano la shelf life di altri prodotti, oppure l'impiego di sottoprodotti come mangimi. La simbiosi può estendersi tra settori diversi, come dimostrato dalle start-up che

trasformano gli scarti di agrumi in tessuti pregiati o utilizzano la vinaccia per creare un biomateriale simile alla pelle. Nella IV gamma, piante come rucola e cavolfiore possono fornire principi attivi per l'industria farmaceutica e cosmetica, aggiungendo un valore di mercato ai sottoprodotti.

Utilizzo di seminiere biodegradabili: si tratta di un'alternativa valida alle seminiere in polistirolo comunemente usate in orticoltura, che una volta esaurite devono essere trattate come rifiuti speciali con costi di smaltimento e impatti ambientali; le seminiere biodegradabili possono essere realizzate da scarti di produzione alimentare vegetale ed essere immerse nel

terreno senza dover estrarre le piantine.

Recupero degli scarti tramite impianti di compostaggio o digestione anaerobica: la produzione di compost, biogas e digestato contribuisce alla sostenibilità delle attività agricole, trasformando gli scarti agricoli e di lavorazione di verdure e ortaggi in risorsa; il compost migliora la qualità del suolo, i prodotti della digestione anaerobica fungono da fertilizzante naturale, riducendo l'uso dei prodotti chimici.

Recupero dei teli in polietilene utilizzati per le serre e per le attività agricole: la gestione virtuosa del fine vita dei teli, che pesano circa 1 t per serra e durano solo 3 anni, è agevolata dalla completa riciclabilità dei materiali; una volta riciclato, il materiale di colore nero può essere utilizzato per produrre materiali edili, geo-membrane e imballaggi. La produzione di serre nuove attraverso il riciclo è attualmente ostacolata dalla necessità di trasparenza del telo e dal costo del materiale riciclato.

Scelta di packaging sostenibili: il packaging ha importanti funzioni, come garantire la sicurezza alimentare, la visibilità del prodotto, la shelf-life e la comodità d'uso. Tra le soluzioni sostenibili, sono disponibili materiali biodegradabili o compostabili; la carta impermeabilizzata è un trend in crescita. L'innovazione dei QR Code consente di fornire informazioni sulla tracciabilità e sostenibilità del prodotto.

3

Filiera della IV gamma nella Piana del Sele

3.1

Piana del Sele:
aspetti geografici e geomorfologici

3.2

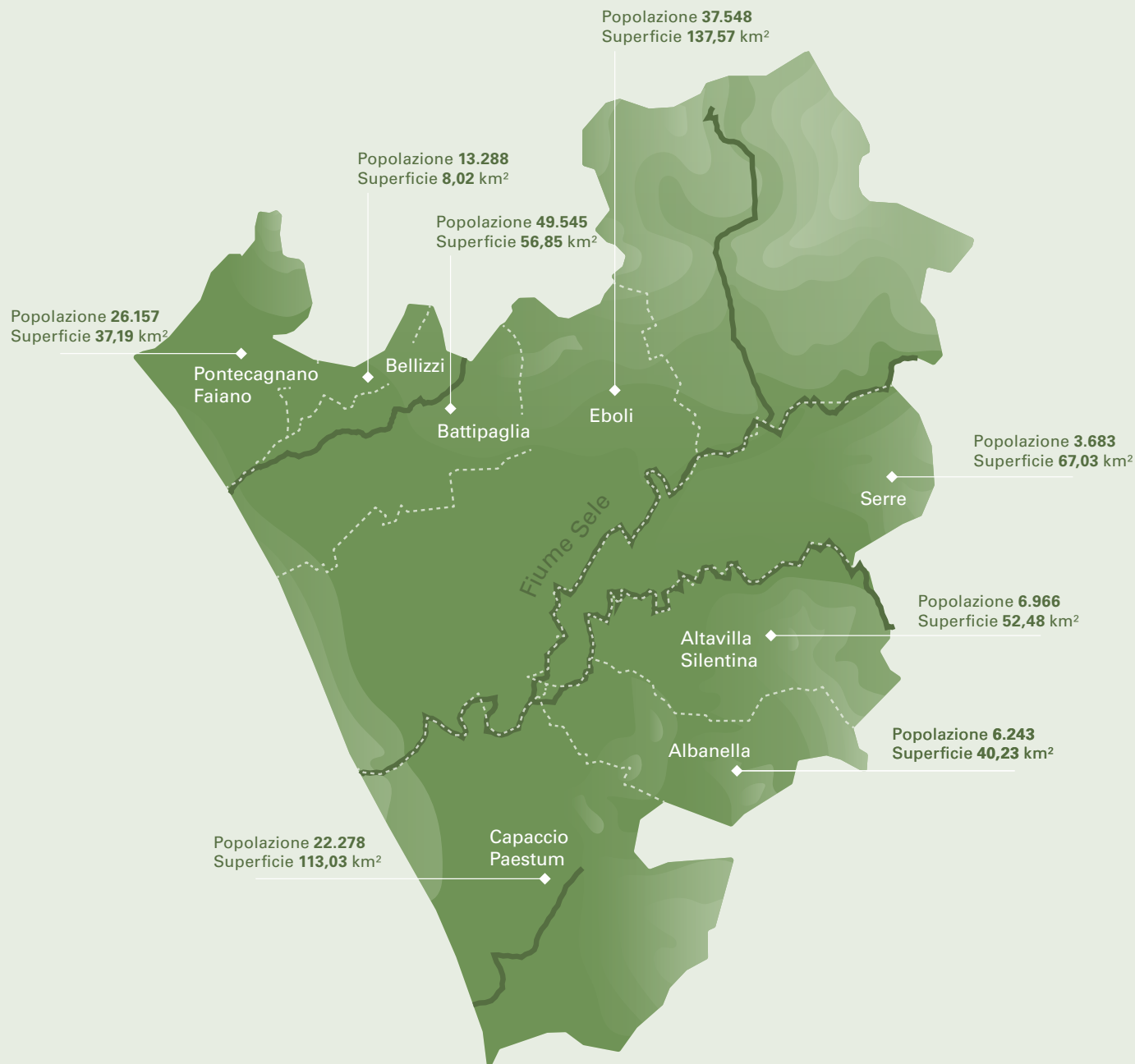
Produzione di IV gamma
nella Piana del Sele

3.3

Aziende agricole
nella Piana del Sele

3.4

Piana del Sele e l'impegno
sui temi della sostenibilità



Dati ISTAT 2023

3.1

Piana del Sele: aspetti geografici e geomorfologici

Quello della Piana del Sele è un territorio fertile e pianeggiante, che possiede caratteristiche ambientali, climatiche e morfologiche ideali per la coltivazione e la produzione di prodotti agricoli di qualità eccellente.¹⁷⁸

Ubicata a sud della città di Salerno – capoluogo di provincia campano – la Piana del Sele possiede un'estensione territoriale di oltre 700 chilometri quadrati ed è interamente attraversata dal fiume Sele, il più importante fiume della Campania, che alimenta e accresce la fertilità stessa del territorio.

Il terreno agricolo è costituito da uno spesso strato superficiale di suolo, di natura vulcanico-alluvionale, formatosi grazie all'azione del Vesuvio nelle sue trascorse fasi eruttive, ed all'azione alluvionale

del fiume Sele e degli altri corsi d'acqua superficiali che si diramano sul territorio. Un suolo così originatosi risulta molto ricco di macro e micro elementi, specialmente potassio, calcio e ferro che intervengono nei processi biologici che assicurano al prodotto le sue tipiche caratteristiche di aroma, consistenza e sapidità. Anche sotto il profilo climatico l'area di coltivazione della "Rucola della Piana del Sele" IGP contribuisce in maniera sostanziale a determinare, in sinergia con le già citate peculiarità del suolo, le caratteristiche proprie del prodotto, consentendo alle coltivazioni le migliori condizioni di sviluppo e di crescita minimizzando il rischio di dannosi stress idrici e termici. Tale importante specificità climatica dell'areale è congiuntamente determinata dall'azione termoregolatrice del Mar Tirreno, che ne lambisce la costa occidentale, e da quella svolta dalla catena montuosa degli Alburni, ubicata a nord-est, che oltre a proteggere il territorio dai freddi provenienti dai Balcani, consente anche, a beneficio delle coltivazioni, la raccolta negli invasi sotterranei naturali delle piogge provenienti da Ovest.¹⁷⁹ Terreno fiorente dal clima mite e temperato, la Piana del Sele ospita diversi comuni: Albanella,

Altavilla Silentina, Battipaglia, Bellizzi, Capaccio Paestum, Eboli, Pontecagnano Faiano, Serre.¹⁸⁰ Tali caratterizzazioni geografiche e geomorfologiche del territorio, rendono la Piana del Sele un'area che si contraddistingue per una grande fertilità del suolo e per delle condizioni climatiche uniche e assolutamente favorevoli all'agricoltura.¹⁸¹ Le eccellenti caratteristiche del microclima della zona e il ruolo fondamentale svolto dai due Consorzi di Bonifica presenti, rendono la Piana del Sele ideale per qualsiasi tipo di coltivazione, con una spiccata attitudine alle produzioni in serra.¹⁸²

¹⁷⁸ · Rucola della Piana del Sele, 2020

¹⁷⁹ · Ibidem

¹⁸⁰ · Provincia di Salerno, 2023

¹⁸¹ · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Marco Valerio Del Grosso, 2023

¹⁸² · Intervista svolta da Fondazione Symbola ad Antonio Costantino, 2023

**3.1.1 ASPETTI IDROGEOLOGICI:
 IL RUOLO DEI CONSORZI DI BONIFICA**

Sul territorio della Piana sono presenti due Consorzi di Bonifica, rispettivamente alla riva Sinistra e alla Destra del Sele. La morfologia del territorio sulle due rive ha consentito uno sviluppo differenziato delle attività: a Sinistra sono presenti attività di zootecnia destinate alla produzione di mozzarelle di bufala e soli 300 ettari di serre su un totale di 15.000 ettari di terreno; nella Destra del Sele si concentrano principalmente aziende della IV gamma.

183 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Roberto Ciuccio, 2023*

184 · *Bonifica Destra Sele, 2023*

185 · *Rucola della Piana del Sele, 2020*

186 · *Bonifica Destra Sele, 2023*

187 · *Ibidem*

188 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Vito Busillo, 2023*

189 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Paolo Mellone, 2023*

190 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Vito Busillo, 2023*

191 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Marco Valerio Del Grosso, 2023*

I due Consorzi, Sinistra e Destra Sele, cooperano in sinergia, coinvolgendo proattivamente i Comuni limitrofi per affrontare le problematiche del territorio: i Consorzi di Bonifica, infatti, sono i primi attori, attivi 24 ore su 24, ad intervenire in caso di eventi estremi, come abbondanza di piogge.

Il Consorzio Sinistra Sele svolge un'attività importante: fornisce agli agricoltori acqua per l'irrigazione, grazie a sistemi di raccolta con vasche di accumulo realizzati a partire dagli anni '80 e pompe idrovore a 5-7 atmosfere che offrono un servizio continuo per tutti i mesi dell'anno.

I recenti cambiamenti climatici hanno portato ad un aumento dei fenomeni siccitosi: il Consorzio Sinistra Sele sta facendo grossi sforzi per rimodulare gli impianti e sensibilizzare gli agricoltori, soprattutto per la produzione di mais da insilato, all'uso di gocciolatori in ottica di risparmio idrico. Una importante sfida per la sopravvivenza delle attività del territorio alla sinistra del Sele, è mantenere circoscritta l'espansione serricola in sostituzione dell'attività casearia, a causa della convenienza di affitto e disponibilità di terreno: un equilibrio tra le produzioni è fondamentale per

tutelare la zootecnia e la mozzarella di Paestum.¹⁸³

Il Consorzio di Bonifica in Destra del Fiume Sele, negli anni ha esplicato la sua attività sul territorio con numerosi ed efficienti interventi che hanno profondamente migliorato le condizioni idrogeologiche dell'area garantendo al tempo stesso una fornitura ottimale della risorsa idrica a tutti gli agricoltori consorziati.

La bonifica integrale della pianura che si estende fra la città di Salerno e la riva destra del fiume Sele ha dato un contributo fondamentale al processo di sviluppo, che ha portato tale zona, nel corso degli ultimi cento anni, a diventare una delle più importanti per il settore agricolo e per il sistema economico della Regione Campania, nonché a rivestire un peso non trascurabile nell'evoluzione dell'agricoltura meridionale.¹⁸⁴

In particolare, proprio grazie ai numerosi interventi di bonifica effettuati sul territorio, la Piana del Sele ha potuto nel tempo diventare terreno fertile e rigoglioso sia per l'agricoltura che per l'allevamento.¹⁸⁵

Il Consorzio di Bonifica in Destra del fiume Sele fu costituito nel 1932 e al centro della sua attività si

pose fin da subito la necessità di guidare gli operatori economici della pianura verso la possibilità di far proprie ed utilizzare, nella maniera più razionale, le risorse idriche. Una gestione efficiente della risorsa idrica è necessaria anche per un territorio come quello della Piana del Sele, che, seppur non privo di tali risorse, è da sempre soggetto a forti oscillazioni.

L'ente, che ha sede a Salerno, opera su una superficie classificata di 70.963 ettari ricadenti nei Comuni di: Acerno, Battipaglia, Bellizzi, Campagna, Castiglione dei Genovesi, Contursi Terme, Eboli, Giffoni Sei Casali, Giffoni Valle Piana, Montecorvino Pugliano, Montecorvino Rovella, Olevano sul Tusciano, Pontecagnano Faiano, Salerno, San Cipriano Picentino e San Mango Piemonte.¹⁸⁶

L'attività del Consorzio si esplica in maniera prevalente nei campi della difesa del suolo, dell'irrigazione, della tutela dell'ambiente e della valorizzazione del territorio agricolo.¹⁸⁷ In questi settori e all'interno del comprensorio di competenza, il Consorzio cura la realizzazione di nuove opere pubbliche, oggetto di specifici finanziamenti, nonché l'esercizio, la manutenzione e l'ammmodernamento di quelle esistenti.

Inoltre, esso gestisce il servizio di distribuzione irrigua alle circa 6.300 aziende agricole consorziate (che si affiancano ad altre 4.666 aziende consorziate extra agricole). Il servizio di fornitura della risorsa idrica risulta ben funzionante ed efficiente: la distribuzione

dell'acqua avviene per numerose ore durante il giorno, ad un costo molto basso, offrendo una garanzia agli agricoltori che non avvertono i problemi della siccità presenti in altre zone d'Italia. La risorsa idrica viene prelevata dal fiume Sele attraverso un canale principale e grazie ad una rete completamente tubata, che

si estende per circa 15.000 ettari, la risorsa arriva ad ogni impianto di irrigazione della Piana.¹⁸⁸

All'efficienza del sistema di fornitura idrica della rete del Consorzio, si aggiungono i prelievi dell'acqua di falda dai pozzi, anche in questo caso con disponibilità costante.¹⁸⁹

La fornitura della risorsa idrica non costituisce, come già detto, l'unico ambito in cui si esplica l'attività del Consorzio di Bonifica. Lo stesso, infatti,

è chiamato anche a gestire e ad affrontare le problematiche legate al contrasto dei fenomeni alluvionali, i quali, in un'area caratterizzata dalla presenza di serre che si estendono per migliaia di ettari e sulla quale conseguentemente sono presenti milioni di metri cubi di impermeabilizzazione, rappresentano inevitabilmente una potenziale criticità.¹⁹⁰ Per contrastare tale fenomeno, il Consorzio ha realizzato stradoni drenanti e vasche di laminazione, che insieme ad una maggior regolamentazione sulla realizzazione di nuove serre, hanno permesso una miglior regimazione delle acque.¹⁹¹ Tuttavia, nonostante gli importanti interventi migliorativi realizzati, il problema alluvionale continua

**Una gestione efficiente della
 risorsa idrica è necessaria
 anche per un territorio
 come quello della Piana del
 Sele, che, seppur non privo
 di tali risorse, è da sempre
 soggetto a forti oscillazioni.**

comunque ad essere avvertito e percepito come un potenziale rischio da alcune aziende e da alcuni attori del territorio¹⁹², poiché nonostante gli elevati standard di progettazione e realizzazione delle serre, la loro densità riduce la superficie di terreno necessaria per assorbire l'acqua, e questo provoca talvolta ancora oggi fenomeni alluvionali nelle aree più basse della Piana.¹⁹³

In particolare, le maggiori problematiche sul tema sembrano riguardare le coltivazioni in pieno campo, poiché per le serre la presenza delle vasche di laminazione ha rappresentato un'ottima soluzione al problema, pur restando ferma la necessità di avere canali di scolo perfettamente puliti che consentano un buon deflusso delle acque.¹⁹⁴

192 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Rosario Rago, 2023

193 · Intervista svolta da Fondazione Symbola ad Antonio Costantino, 2023

194 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Domenico Zoccoli, 2023

3.2

Produzione di IV gamma nella Piana del Sele

Le peculiarità climatiche e territoriali della zona hanno rappresentato le condizioni ideali per la produzione dapprima di fragole e successivamente di colture da IV gamma, una produzione quest'ultima, iniziata diversi anni fa, con l'azienda Ortobell.¹⁹⁵

Oggi, il polo produttivo della IV gamma della Piana del Sele si estende per circa 6.000 ettari ed è in forte espansione, tanto da esser divenuto uno dei più importanti non soltanto del Sud Italia,¹⁹⁶ ma anche nel contesto nazionale ed internazionale, come affermato da diversi attori della realtà locale. In particolare, la Piana del Sele ricopre il ruolo di primo polo produttivo d'Europa della IV gamma e tra i primi al mondo.¹⁹⁷

Accanto alla Piana del Sele si colloca, per importanza nel contesto nazionale, l'area di Bergamo-Brescia, a cui le aziende della Piana del Sele sono comunque legate in termini di rapporti di filiera.¹⁹⁸

La Piana del Sele con il suo clima mite e favorevole tutto l'anno consente la produzione di IV gamma anche in inverno, a differenza di quanto accade nelle zone più fredde del Nord Italia. Per tale ragione, in quest'area sono presenti le più grandi aziende e i più grandi marchi italiani di produzione di IV gamma, che talvolta operano sia in questa zona che in quella del Nord Italia. Questi, infatti, spesso producono in entrambe le aree, in alcuni casi collaborano con altri agricoltori locali, i quali possono fornir loro, in base ai diversi accordi contrattuali, la materia prima raccolta ad integrazione della loro produzione e talvolta vantano magazzini e impianti di trasformazione nella Piana del Sele in cui effettuano le operazioni di lavaggio e confezionamento prima delle spedizioni.¹⁹⁹

In ogni caso, ci sono diversi canali di vendita per gli agricoltori/producenti di IV gamma della Piana del Sele: alcuni producono e provvedono autonomamente in loco alla

fase di lavaggio e confezionamento (cosiddetta fase di trasformazione), spedendo poi i loro prodotti nelle varie destinazioni in Italia e all'estero; altri si limitano a coltivare e raccogliere il prodotto, destinandolo ad altre aziende che nei propri impianti (siti nella Piana del Sele, in Nord Italia o all'estero) si occupano di lavarlo, confezionarlo e venderlo.²⁰⁰

Come già brevemente anticipato, la Piana del Sele, grazie alle condizioni climatiche che offre, consente ai produttori di IV gamma di coltivare tutto l'anno. Quando durante l'inverno, a causa del freddo, le produzioni in Nord Italia e nei vari Paesi europei si fermano, nella Piana del Sele l'attività prosegue e ciò fa sì che essa funga in quel periodo da "polmone" per tutta Europa.²⁰¹

195 · Intervista svolta da Fondazione Symbola ad Antonio Costantino, 2023

196 · Rucola della Piana del Sele, 2020

197 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Marco Valerio Del Grosso, 2023

198 · Intervista svolta da Fondazione Symbola ad Antonio Costantino, 2023

199 · Ibidem

200 · Ibidem

201 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Domenico Zoccoli, 2023

Questa è sicuramente una delle motivazioni principali che ha indotto molte aziende di trasformazione dell'area di Bergamo-Brescia ad aver comunque una loro sede in questa Piana, potendo qui produrre o far produrre rucola anche nel periodo invernale.²⁰²

Se d'inverno gli elevati livelli di produzione della IV gamma nella Piana assumono un grande valore, legato all'assenza di concorrenza nel resto d'Italia e d'Europa, durante l'estate, in cui in ognuna di queste altre aree le produzioni ripartono, gli agricoltori della Piana del Sele iniziano ad avvertire alcune criticità legate proprio a fenomeni di sovrapproduzione.²⁰³

Tale fenomeno ha comportato negli anni una maggior difficoltà di collocare i prodotti durante certi

202 · Intervista svolta da Fondazione Symbola ad Antonio Costantino, 2023

203 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Rosario Rago, 2023

204 · Intervista svolta da Fondazione Symbola ad Antonio Costantino, 2023

205 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Rosario Rago, 2023

206 · Villanova & Busillo, 2019

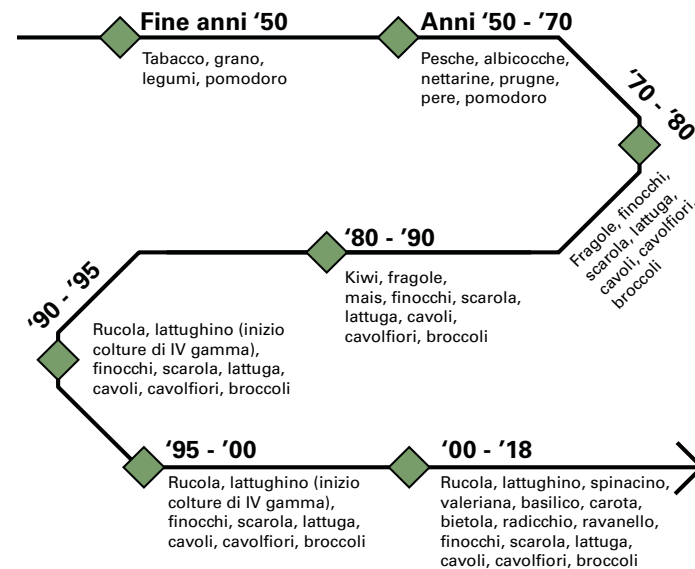
207 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Marco Valerio Del Grosso, 2023

periodi, inducendo gli agricoltori a fare talvolta meno raccolte di quelle potenzialmente possibili.²⁰⁴ Rispetto alle tipologie di colture di IV gamma maggiormente prodotte, le specie più coltivate nella Piana del Sele sono quelle appartenenti alle *baby leaf*: il più alto livello di produzione riguarda sicuramente la rucola, ambito nel quale gli agricoltori si sono altamente specializzati, seguono il lattughino e lo spinacino.²⁰⁵

Negli ultimi dieci anni la produzione è stata integrata con valeriana, basilico, radicchio, bietola, carota, ravanello e insalate varie.²⁰⁶ Inoltre, si sta diffondendo, sotto serra, anche la produzione di coltivazioni aromatiche, quali il prezzemolo e il coriandolo, tipicamente non rientranti in questa categoria, ma coltivate con gli stessi macchinari.²⁰⁷

Principali colture nella Piana del Sele

Fonte: Villanova&Busillo, 2019



3.2.1. RUCOLA DELLA PIANA DEL SELE E IL CONSORZIO DELLA RUCOLA IGP

Come già anticipato nel paragrafo precedente, la rucola rappresenta la prima specie colturale di IV gamma prodotta nella Piana del Sele, ma anche un'eccellenza del territorio italiano.

La rucola è una pianta erbacea appartenente alla famiglia delle brassicacee, la stessa dei cavoli e dei broccoli. È originaria dell'area del Mediterraneo, dove cresce spontaneamente. Esistono tuttavia due tipi di rucola: quella coltivata (*eruca sativa*) e quella selvatica (*diplotaxis tenuifolia*).²⁰⁸ Le piante sono simili ma differiscono per sapore, colore e conformazione delle foglie. La rucola selvatica è una pianta perenne, ha un sapore forte, le foglie sono allungate e frastagliate e i fiori sono di colore giallo intenso. La rucola coltivata, invece, può raggiungere anche i 50 cm di altezza; le foglie sono sostenute da piccoli fusti, riuniti alla base a forma di rosetta dal colore verde con margini dentellati, di forma oblunga; l'odore è forte e piccante, come il sapore. La rucola si coltiva in primavera e ha un ciclo vitale che si esaurisce in un periodo molto breve.

Le condizioni ambientali già descritte della Piana del Sele si sono rivelate del tutto particolari e assolutamente idonee alla coltivazione della rucola. È stato scientificamente dimostrato che la rucola coltivata nella Piana del Sele, rispetto a quella coltivata in altre zone, possiede valori particolarmente elevati di sostanza secca, di fenoli e di vitamina C, che assieme ad una sua spiccata antiossidante proteica, ne fanno un alimento dal gusto croccante, saporito e di grande valore nutrizionale.²⁰⁹

Alla luce di tali caratteristiche qualitative e preso atto della rapida affermazione sul mercato del prodotto, importanti imprenditori del Nord Italia, come analizzato nel paragrafo precedente, hanno ritenuto conveniente, progressivamente, individuare una parte sempre più consistente delle proprie aree di fornitura nella Piana del Sele.

La denominazione *rucola della Piana del Sele*, si va sempre più diffondendo sul piano commerciale per sottolineare l'alta qualità di un prodotto che è sempre più apprezzato sia per il consumo fresco, sia quale ingrediente di numerose ricette culinarie.²¹⁰

208 · Villanova&Busillo, 2019

209 · Ibidem

210 · Villanova&Busillo, 2019

Nell'agosto 2020 la rucola della piana del Sele ha ricevuto il riconoscimento del prestigioso marchio IGP, divenendo a tutti gli effetti uno dei prodotti di punta del territorio, tanto da essere definito come l'*oro verde* del territorio.²¹¹ Il 10 marzo 2021 si è costituito il relativo Consorzio di tutela avente il compito di tutelare e di valorizzare in maniera efficace e incisiva un prodotto di eccellenza del territorio. Il Consorzio ha un ruolo determinante nello sviluppo di un prodotto che vale 680 milioni di euro all'anno, con una produzione media pari a 400mila tonnellate e che rappresenta il 73% circa del totale nazionale.²¹² Alla base del riconoscimento del marchio IGP si pone il Disciplinare di produzione, il documento che sancisce e stabilisce nel dettaglio le caratteristiche di tutto il processo produttivo, dalla coltivazione alla commercializzazione e che ne contraddistingue e certifica la qualità.

211 · Rucola della Piana del Sele, 2023

212 · ConsorzioBia, 2021

CURIOSITÀ SULLA RUCOLA

Dal punto di vista nutrizionale la rucola è ricca di sali minerali: magnesio, calcio e potassio, nonché di fibre. Inoltre, contiene una buona quantità di vitamina A e vitamine del gruppo B e C; ha proprietà depurative e drenanti oltre che tonificanti e digestive; contiene poche calorie pertanto è molto indicata nelle diete dimagranti. Tra le proprietà terapeutiche da essa possedute vi è anche quella di abbassare la pressione arteriosa e proteggere il sistema cardiovascolare. Questa pianta era considerata un ottimo afrodisiaco naturale non soltanto dagli antichi Romani, ma anche dai ricercatori della Facoltà di Scienze Farmacologiche dell'Università di Milano e Bologna.

3.3

Aziende agricole della Piana del Sele

Complessivamente, nella Piana del Sele si trovano aziende sia di piccole che di medie e grandi dimensioni. Talvolta, la distinzione tra queste categorie può risultare fuorviante, in quanto un'azienda piccola della IV gamma è magari un'azienda di 4-5 ettari che può arrivare a fatturare anche 400.000 euro di utile.²¹³

In generale, si riscontra un alto livello di specializzazione aziendale da parte di tutte le aziende del territorio, le quali abbinano la tecnologia alla tradizione, così da poter garantire prodotti unici nel pieno rispetto della natura.²¹⁴

Le imprese del territorio che operano nel settore della IV gamma hanno fatto propri i sistemi innovativi tipici del mondo dell'Industria 4.0, adottando soluzioni

all'avanguardia in ciascuna delle diverse fasi del ciclo produttivo.²¹⁵ Le principali innovazioni hanno riguardato l'acquisto di nuove macchine per la semina, la raccolta e l'irrigazione, nonché sistemi e tecnologie che consentono una gestione da remoto delle attività produttive.²¹⁶ Allo stesso tempo, l'attenzione all'innovazione tecnologica e al rispetto della tradizione, incontrano l'impegno per la sostenibilità ambientale.²¹⁷

Il processo di innovazione tecnologica della IV gamma nella Piana del Sele appare ormai maturo, se considerato in riferimento alla compatibilità con scelte economicamente sostenibili. Uno step che potrebbe portare ad un'ulteriore crescita del comparto è relativo non tanto ad un avanzamento tecnico, quanto piuttosto ad una migliore organizzazione aziendale, razionalizzando la gestione del personale e strutturando il management attraverso una pianificazione per obiettivi. Il supporto di figure professionali come agronomi di campo può orientare le attività verso un efficientamento della gestione dei processi sulla base di indici culturali, redditività delle colture e valutazione degli standard qualitativi che assecondano le preferenze

dei consumatori, sempre meno disposti ad accettare una perdita di qualità.²¹⁸

Tuttavia, inevitabilmente, nonostante gli alti livelli di specializzazione diffusi nel territorio e nonostante, come già detto, la distinzione tra piccole e grandi imprese possa da un certo punto di vista apparire fuorviante, è evidente che il livello di investimenti tra aziende più piccole e quelle più grandi possa cambiare.²¹⁹ Per tale ragione, le aziende appartenenti alla prima categoria sono considerate quelle rispetto alle quali potrebbe essere maggiormente utile un'azione di supporto e sostegno alla transizione verso l'innovazione e la sostenibilità.²²⁰

213 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Vito Busillo, 2023

214 · Rucola della Piana del Sele, 2020

215 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Vito Busillo, 2023

216 · Intervista svolta da Fondazione Symbola ad Antonio Costantino, 2023

217 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Sabato D'Amico, 2023

218 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Francesco Sidero, 2023

219 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Vito Busillo, 2023

220 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Sabato D'Amico, 2023

3.1, 3.2, 3.3

Considerazioni conclusive

Piana del Sele: aspetti geografici e geomorfologici

La Piana del Sele è una regione fertile e pianeggiante a sud di Salerno, estesa su oltre 700 chilometri quadrati ed attraversata dal fiume Sele. Il suolo vulcanico-alluvionale, formato dall'azione del Vesuvio e del fiume, è ricco di nutrienti come potassio, calcio e ferro, contribuendo alle caratteristiche di aroma e sapore dei prodotti agricoli. Il clima favorevole, influenzato dal Mar Tirreno e dalla catena montuosa degli Alburni, fornisce condizioni ottimali per lo sviluppo delle colture, minimizzando il rischio di stress idrico e termico.

La Piana del Sele ospita comuni come Battipaglia, Bellizzi, Eboli e Pontecagnano Faiano, ed è particolarmente adatta alle produzioni in

serra. Due Consorzi di Bonifica, a Sinistra e Destra del Sele, collaborano per affrontare le sfide del territorio. Il Consorzio Sinistra Sele fornisce acqua per l'irrigazione soprattutto ad allevamenti e attività casearie, adottando soluzioni per risparmiare l'acqua in risposta ai cambiamenti climatici. La Destra Sele è focalizzata sulle aziende della IV gamma.

Il Consorzio di Bonifica in Destra del Fiume Sele è attivo dal 1932, migliorando le condizioni idrogeologiche e garantendo una fornitura efficiente di acqua alle aziende agricole consorziate. Gestisce anche il contrasto dei fenomeni alluvionali, utilizzando stradoni drenanti e vasche di laminazione. Nonostante gli sforzi, alcune aziende e il territorio

percepiscono ancora il rischio alluvionale, specialmente per le coltivazioni in pieno campo, a causa della densità delle serre che riduce la superficie di terreno per l'assorbimento dell'acqua.

Produzione di IV gamma nella Piana del Sele

La Piana del Sele è diventata uno dei principali poli produttivi di IV gamma in Europa e nel mondo. La produzione si estende su circa 6.000 ettari. Il clima mite consente la produzione tutto l'anno, differenziandosi dalle zone più fredde del Nord Italia: questa capacità di produzione costante durante l'inverno ha attirato aziende di trasformazione del Nord a stabilire sedi nella Piana; tuttavia, durante l'estate, gli agricoltori possono sperimentare problemi legati alla sovrapproduzione, portando a sfide di collocamento dei prodotti e talvolta a raccolte inferiori del previsto.

Le colture di IV gamma più prodotte nella Piana del Sele sono le *baby leaf*, con particolare specializzazione nella rucola, seguita dal lattughino e dallo spinacino. Negli ultimi dieci anni, si è assistito all'integrazione

della produzione con altre varietà, tra cui valeriana, basilico, radicchio, bietola, carota, ravanella e insalate varie. La produzione sotto serra si è estesa anche a coltivazioni aromatiche come prezzemolo e coriandolo.

La rucola della Piana del Sele è un'eccellenza del territorio italiano. Sia selvatica che coltivata, la rucola nella Piana del Sele ha dimostrato valori nutrizionali elevati, con una spiccata antiossidante proteica. Grazie alle sue caratteristiche distinte, la rucola della Piana del Sele ha ottenuto il prestigioso marchio IGP nel 2020, sottolineando la sua alta qualità. Il Consorzio di tutela, costituito nel marzo 2021, ha il compito di valorizzare questo prodotto di eccellenza, che rappresenta il 73% della produzione nazionale di rucola.

Aziende agricole della Piana del Sele

Nella Piana del Sele si trovano aziende agricole di diverse dimensioni, con una notevole specializzazione e adozione di tecnologie innovative nel settore della IV gamma. Le imprese hanno integrato soluzioni all'avanguardia dell'Industria 4.0 nelle diverse fasi del ciclo produttivo, compresi acquisto di macchinari, semina, raccolta e irrigazione. L'innovazione tecnologica si combina con l'impegno per la sostenibilità ambientale.

L'evoluzione tecnologica nel settore sembra matura, focalizzandosi su scelte economicamente sostenibili. Un possibile passo successivo potrebbe riguardare una migliore organizzazione aziendale, includendo una gestione più efficiente del personale e una pianificazione basata sugli obiettivi.

L'apporto di professionisti come agronomi di campo può contribuire a ottimizzare i processi attraverso indicatori culturali, redditività e standard qualitativi allineati alle preferenze dei consumatori. Tuttavia, le differenze di investimenti

tra piccole e grandi aziende suggeriscono che le prime potrebbero beneficiare maggiormente di supporto nella transizione verso l'innovazione e la sostenibilità.

3.4

Piana del Sele e l'impegno sui temi di sostenibilità

Nei prossimi paragrafi saranno analizzate da vicino le azioni già intraprese dalle aziende di IV gamma della Piana del Sele sul tema della sostenibilità, rispetto alle cinque dimensioni ambientali descritte nel Capitolo 2.

3.4.1. SOSTITUZIONE E RIDUZIONE CHIMICA

Le aziende della Piana del Sele appaiono particolarmente attente al tema della sostituzione e riduzione chimica. Ciò dipende anche e soprattutto dallo stretto legame che le stesse hanno con la Grande Distribuzione Organizzata (GDO), alla quale molte di queste forniscono i loro prodotti e per i quali vengono imposti valori limite al contenuto

di residui chimici in essi presenti, talvolta anche molto più stringenti di quelli imposti dalla normativa di riferimento.²²¹

Se da un lato c'è la pressione esercitata dal mercato ed in particolare dalla GDO, dall'altro vi è la spinta delle politiche europee, politiche che puntano sempre di più ad una conversione dell'agricoltura verso una totale produzione biologica. Oltre a tali stimoli, provenienti "dall'alto", vi è poi fondamentalmente la convinzione e la percezione da parte degli agricoltori dei rischi e delle problematiche connesse all'utilizzo dei fitofarmaci, le cui molecole potrebbero permanere nel terreno per anni, creando problemi anche alle coltivazioni future.

Nella Piana del Sele ci sono esempi virtuosi di realtà aziendali che indirizzano i loro soci verso un maggior impegno per la sostenibilità ambientale e la lotta integrata, dedicando, inoltre, parte delle coltivazioni all'agricoltura biologica, una scelta questa, che nasce spesso da una richiesta del mercato, in cui

²²¹ · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Marco Valerio Del Grosso, 2023

le aziende decidono volutamente di credere e investire. Il percorso verso la certificazione biologica prevede una fase iniziale di due anni in cui l'azienda si impegna a cambiare le proprie tecniche produttive senza tuttavia poter vendere ancora i propri prodotti come biologici. Ciò viene reso possibile dopo il secondo anno, dopo aver superato positivamente le analisi previste dalle attività di monitoraggio. L'agricoltura biologica impone l'impossibilità di utilizzare alcun tipo di fertilizzante chimico e questo può comportare delle rese inferiori, rispetto all'agricoltura tradizionale.²²²

Sul territorio sono presenti esempi di aziende che producono biologico da più di 20 anni. Il passaggio

222 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Domenico Zoccoli, 2023

223 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Paolo Mellone, 2023

224 · Intervista svolta da Fondazione Symbola ad Antonio Costantino, 2023

225 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Domenico Zoccoli, 2023

226 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Rosario Rago, 2023

227 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Marco Valerio Del Grosso, 2023

228 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Paolo Mellone, 2023

al biologico è spesso dettato dalla forte convinzione dell'azienda rispetto alla necessità di preservare il terreno, sempre più sfruttato e impoverito di sostanza organica. Inoltre, in alcuni casi, accanto a questo tipo di agricoltura è stata affiancata quella biodinamica, che ne rappresenta, da un certo punto di vista un'evoluzione, andando a far propri i principi tipici dell'economia circolare: ciò che viene prelevato dal terreno viene successivamente reintegrato.²²³

Il passaggio all'agricoltura biologica rappresenta sicuramente un'importante sfida per le aziende del settore; una delle problematiche per il suo sviluppo riguarda ad esempio la difficoltà di combattere alcune malattie delle piante senza avere la possibilità di ricorrere all'impiego di fitofarmaci.²²⁴

Tra queste, un esempio è rappresentato dalla peronospora, tipica malattia che colpisce la rucola. In tal senso infatti, non esiste ancora in agricoltura una varietà di rucola totalmente resistente alla peronospora sebbene vi siano delle varietà che vantano una certa tolleranza.²²⁵ In tal senso, la ricerca nel campo delle sementi per l'individuazione di varietà resistenti,

potrebbe sicuramente rappresentare un'importante area di sviluppo per aiutare gli agricoltori ad avvicinarsi sempre di più al mondo del biologico.²²⁶

I rischi connessi alla peronospora sono molto alti, tra cui la necessità di avviare trattamenti chimici e biologici per combatterla, e l'insorgere della malattia è fortemente legato alle condizioni climatiche: la pioggia, in particolare, determina, se prolungata, un aumento del rischio di insorgenza della stessa.²²⁷

Al tempo stesso, fare biologico non è impossibile, così come non lo è contrastare la peronospora. Con strutture serricole che favoriscano l'equilibrio tra aereazione e temperatura, nonché con l'impiego delle giuste tecniche e accortezze, la natura, con il passare del tempo, trova il proprio equilibrio e tale risultato regala sicuramente all'agricoltore, nonostante i timori che possono essere inizialmente avvertiti, grande soddisfazione.²²⁸

In tal senso, un ruolo fondamentale è svolto proprio dagli agronomi di campo, che riescono a consigliare al meglio gli agricoltori, mixando tecniche agricole e agronomiche differenti, grazie alle quali

combattere e contrastare l'insorgere di fitopatie colturali. Nella Piana del Sele molti agricoltori ricorrono a questo tipo di consulenza per raggiungere gli obiettivi dell'agricoltura biologica e della lotta integrata.²²⁹

Nella Piana, l'azione di contrasto all'utilizzo di fitofarmaci passa anche dall'impiego delle nuove tecnologie di Industria 4.0 che, in alcuni casi, consentono la rilevazione delle malerbe attraverso appositi sensori, per garantire una miglior scerbatatura²³⁰ del terreno.²³¹

3.4.2. GESTIONE IDRICA

Con riguardo alle modalità di approvvigionamento idrico, le aziende della Piana del Sele si riforniscono principalmente da due fonti: dal Consorzio di Bonifica o dai pozzi aziendali. Le aziende non hanno problemi di approvvigionamento idrico e la qualità delle acque è ottima. Eventuali criticità dal punto di vista microbiologico vengono comunque gestite da molti agricoltori facendo ricorso all'utilizzo di lampade ultraviolette che sterilizzano l'acqua. In particolare, talvolta alcuni problemi possono derivare dal rischio di trovare nelle acque *Escherichia Coli*: tale fenomeno

può interessare principalmente quei pozzi che si trovano vicini ad allevamenti da cui possono provenire forme di inquinamento della falda legate allo sversamento di liquami zootecnici. Tale problema viene tuttavia risolto grazie all'utilizzo di lampade ultraviolette, non essendo possibile utilizzare acqua clorata.²³²

Dal punto di vista delle innovazioni tecnologiche per la gestione idrica, alcune aziende hanno adottato sistemi intelligenti basati sull'utilizzo di centraline collegate alle stazioni meteorologiche, che consentono un'elaborazione dei dati e valutano il momento più adeguato a irrigare i terreni. Questo sistema ha permesso di raggiungere importanti risultati dal punto di vista del risparmio della risorsa idrica e della riduzione dell'impiego di fitofarmaci.

Le innovazioni non riguardano solo le attività di irrigazione, ma in alcuni casi anche quelle di lavaggio, per quelle aziende che si occupano anche della fase di trasformazione, che hanno acquistato macchinari che comportano un basso utilizzo della risorsa idrica.²³³

In tale contesto, una pratica molto efficiente nelle aziende che

seguono anche la fase di trasformazione, è quella della sanificazione a base di ozono, che consente la conservazione del prodotto senza che lo stesso cambi colore, aspetto fondamentale per la IV gamma.²³⁴

Guardando ad altre innovazioni del settore, quale ad esempio l'idroponica²³⁵, si riscontrano delle perplessità circa la sua applicabilità e utilità nel territorio della Piana del Sele. Tale soluzione non appare adatta al territorio, rappresentando una tecnologia strettamente legata alla necessità di sopperire all'assenza di terra da coltivare. Qualche

229 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Marco Valerio Del Grosso, 2023

230 · *La scerbatatura consiste nella pratica del diserbo manuale: l'agricoltore si china sul terreno per afferrare tra pollice e indice la base dell'infestante a contatto con il substrato, tirando delicatamente per estirparla il più possibile con tutta la radice (altrimenti la malerba rinasce pochi giorni dopo) (Passione in Verde, 2018).*

231 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Domenico Zoccoli, 2023

232 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Marco Valerio Del Grosso, 2023

233 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Rosario Rago, 2023

234 · Intervista svolta da Fondazione Symbola ad Antonio Costantino, 2023

235 · *Soluzione mappata e descritta nell'ambito del Capitolo 2*

236 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Vito Busillo, 2023

proposta in passato è stata ricevuta, ma è fallita, in quanto appare molto oneroso installare simili impianti in quest'area.²³⁶

3.4.3. GESTIONE DEL SUOLO E BIODIVERSITÀ

Parte dei contenuti che riguardano questa dimensione sono stati già approfonditi e trattati nell'analisi della dimensione legata alla *Sostituzione e riduzione chimica*, in quanto molti degli aspetti connessi alla riduzione dell'utilizzo dei fitofarmaci si legano in modo inscindibile al tema dell'agricoltura biologica e biodinamica, quali tecniche agricole che favoriscono

237 · *Ibidem*

238 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Rosario Rago, 2023*

239 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Marco Valerio Del Grosso, 2023*

240 · *Ibidem*

241 · *La tecnica del sovescio consiste nella semina di un miscuglio di diverse specie. Lo scopo non è quello di raccoglierne il prodotto, ma di interrare la biomassa prodotta per aumentare la fertilità del suolo. Questo permette di migliorare le prestazioni produttive di una qualsiasi altra coltura che lo succederà (Sovescio Sementi, 2022)*

242 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Domenico Zoccoli, 2023*

243 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Rosario Rago, 2023*

e promuovono il benessere del terreno e il miglioramento della biodiversità. Riprendendo quanto già visto, uno dei temi a cui vale la pena dedicare un approfondimento è sicuramente quello legato alla criticità rispetto alla fertilità del terreno.²³⁷

In particolare, la fertilità della Piana del Sele si sta abbassando sempre di più, in quanto i terreni sono molto sfruttati e di concimi che potrebbero aiutare ce ne sono pochi. Le rotazioni che servirebbero non sempre si riescono a fare e questo genera un decadimento del terreno e un abbassamento delle produzioni.²³⁸

Le coltivazioni di IV gamma stancano molto il terreno, a causa della rapidità dei tempi di raccolta che non consentono al terreno di riprendersi e rigenerarsi, a differenza di quanto accade per altre tipologie di colture, come ad esempio il pomodoro o il peperone, che hanno dei tempi più lunghi. Basti considerare che con la semina di ottobre, per la IV gamma si possono fare fino a 10/12 tagli fino a marzo; la coltivazione del pomodoro dura 6 mesi, mentre quella di un peperone dura 10 mesi.²³⁹ L'uso del letame sarebbe uno strumento efficace per la rigenerazione

del terreno, ma è vietato. Esso infatti può comportare la proliferazione di batteri. In generale, una delle tecniche impiegate nell'ambito della gestione del suolo è quella della solarizzazione che consente eventualmente, grazie ad un innalzamento della temperatura, l'abbattimento delle popolazioni microbiche.²⁴⁰

Un'altra tecnica praticata dalle aziende della Piana del Sele per cercare di reintegrare sostanza organica nel terreno è quella del sovescio²⁴¹, a cui segue la pratica della solarizzazione del terreno.²⁴² Dal punto di vista delle strutture serricole, le aziende guardano all'opportunità di alcune possibili innovazioni, come teli maggiormente adatti alle esigenze della IV gamma prevedendo ad esempio sistemi di aperture delle serre che favoriscano la giusta aereazione.²⁴³

3.4.4. RIDUZIONE EMISSIONI CO₂ E CONSUMI ENERGETICI

Il tema dell'efficienza energetica si lega sicuramente, data la crisi degli ultimi anni, alla necessità di contrastare gli importanti aumenti dei costi dell'energia, che hanno rappresentato sicuramente una

criticità²⁴⁴, creando grandi difficoltà alle aziende di IV gamma della Piana del Sele, le quali svolgono attività particolarmente energivore.²⁴⁵ Da questo punto di vista, le aziende del territorio appaiono molto impegnate sul tema della produzione di energia rinnovabile da fotovoltaico; un modo di produrre energia efficiente dal punto di vista economico e vantaggioso per l'ambiente, grazie alla riduzione delle emissioni di CO₂ ad esso associate.²⁴⁶

Come già visto nell'ambito del paragrafo 2.4.5., al fotovoltaico è strettamente connesso l'agrivoltaico, ossia quel sistema specifico a servizio dell'agricoltura che prevede l'installazione dei pannelli fotovoltaici direttamente in campo o su serra (oltre che presso allevamenti). Rispetto a questo tipo di soluzione, tuttavia, gli agricoltori manifestano alcune perplessità, legate principalmente alla possibile difficoltà di conciliare l'oscureamento che si genererebbe sulle colture (dovuto ai pannelli posti soprattutto sulle serre), con le esigenze legate alle produzioni di IV gamma.²⁴⁷

Se da un lato, l'agrivoltaico consentirebbe, grazie alle zone d'ombra, di generare un beneficio alla produzione durante l'estate,

d'inverno questo potrebbe creare dei problemi. In ogni caso, alcune aziende stanno comunque conducendo delle valutazioni riguardo questa soluzione, che sembra comunque adattarsi meglio al pieno campo anziché alla serra (considerando anche le problematiche connesse alla sostituzione dei teli che compongono la serra stessa).²⁴⁸

Una soluzione per fronteggiare il problema dell'ombreggiamento è offerta dai sistemi modulari di agrivoltaico a configurazione biassiale, con pendenze fino al 15% e altezza di 5 metri: tale configurazione consente di gestire la movimentazione dei tracker per massimizzare la produzione di energia e favorire la corretta radiazione solare per le colture sottostanti, variando la percentuale di ombreggiamento al suolo fino ad annullarla se necessario, per ottimizzare la produzione agricola. Uno scenario futuro per l'agrivoltaico potrebbe essere l'integrazione dell'agrivoltaico con sensori di agricoltura di precisione per monitorare umidità del terreno e necessità di azoto, riducendo gli impatti ambientali attraverso interventi mirati a integrare le carenze idriche e nutrizionali: il terreno agricolo potrebbe così diventare una piattaforma digitale

che dialoga in tempo reale con l'agricoltore.²⁴⁹ Infine, un contributo al perseguimento degli obiettivi di efficientamento energetico e riduzione delle emissioni di CO₂, è dato anche dall'impiego di mezzi elettrici. In tal senso, ci sono aziende che da questo punto di vista risultano già molto avanti²⁵⁰ ed altre che si stanno comunque adoperando per questo.²⁵¹

3.4.5. RIUTILIZZO SOTTOPRODOTTI E PACKAGING

L'area della Piana del Sele si caratterizza non soltanto per la presenza delle aziende agricole vocate alla produzione di IV gamma, ma

244 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Domenico Zoccoli, 2023*

245 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola ad Antonio Costantino, 2023*

246 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Rosario Rago, 2023*

247 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola ad Antonio Costantino, 2023*

248 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Domenico Zoccoli, 2023*

249 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Stefano Arvati e Giancarlo Ghidese, 2023*

250 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Vito Busillo, 2023*

251 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Domenico Zoccoli, 2023*

anche per le attività di allevamento di bufale e per la produzione della relativa mozzarella, nota eccellenza campana. Da questo punto di vista, uno dei temi che suscitano maggior interesse tra gli attori del territorio riguarda la possibilità di creare delle sinergie tra le due filiere. In particolare, uno degli elementi di contatto tra questi due ambiti potrebbe essere quello del riutilizzo delle deiezioni animali provenienti dalla filiera bufalina da reimpiegare nei terreni agricoli. Si tratterebbe indubbiamente di una soluzione di simbiosi industriale, che è stata approfondita con alcuni rappresentanti del territorio, allo scopo di metterne in luce vantaggi e criticità.

La possibilità di riutilizzare le deiezioni per la produzione di concime da riutilizzare nei terreni potrebbe risolvere i due problemi principali

252 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Vito Busillo, 2023*

253 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Rosario Rago, 2023*

254 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Marco Valerio Del Grosso, 2023*

255 · *Ibidem*

256 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Rosario Rago, 2023*

257 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Domenico Zoccoli, 2023*

che affliggono entrambe le filiere: l'indebolimento della fertilità del suolo e la gestione delle deiezioni animali.²⁵²

Allo stesso tempo, se da un lato tale soluzione appare utile e vantaggiosa, dall'altro la stessa deve comunque essere particolarmente attenzionata, in quanto potrebbero esserci dei rischi legati alla presenza di tracce, nei concimi, di sostanze chimiche estranee alla filiera della IV gamma. In tal senso, potrebbe essere intrapreso un percorso di ricerca specifico, volto all'analisi e alla creazione di un concime assolutamente "perfetto", che dia la certezza di non contaminare il terreno con sostanze che potrebbero banalmente derivare anche dai prodotti utilizzati per la disinfezione delle stalle, come nel caso del clorocresolo.²⁵³

Per il riutilizzo delle deiezioni animali oggi si trovano sul territorio alcuni biodigestori, che producono il digestato, il quale tuttavia, se non viene compostato, non ha caratteristiche qualitative ottimali per la produzione agricola in quanto è privo del carbonio, elemento fondamentale per il terreno.²⁵⁴

Ovviamente il tema del possibile riutilizzo delle deiezioni animali si

scontra anche con la complessità della normativa di riferimento trattandosi di rifiuti che non possono essere spostati da un'azienda ad un'altra. Ciò significa che la produzione di compost per un utilizzo interno all'azienda non comporta criticità, diversamente, tale pratica, posta in atto tra due o più aziende coinvolte, potrebbe creare alcuni problemi in caso di controlli da parte delle autorità competenti.²⁵⁵

Oltre al recupero delle deiezioni animali c'è il tema del recupero degli scarti vegetali provenienti dalla stessa filiera o da altre filiere agricole, sempre per la produzione di compost o di digestato. Circa la fattibilità di queste soluzioni, gli attori del settore evidenziano come, al pari di quanto vale per le deiezioni animali, l'aspetto fondamentale da monitorare sia sempre quello della qualità degli scarti, affinché essi non creino problemi di contaminazione.²⁵⁶

Alcune aziende hanno a disposizione impianti di compostaggio che consentono loro il recupero interno degli scarti agricoli e dei residui di potatura. In altri casi, alcuni soggetti stanno portando avanti progetti per la realizzazione di miniere a base di compost.²⁵⁷

Anche Confagricoltura Salerno appare impegnata nell'offrire il proprio contributo e il proprio supporto su questo tema, attraverso il sostegno alla realizzazione di due impianti di biodigestione nella Piana del Sele e la collaborazione in un progetto di ricerca per la produzione di compost di qualità proprio per l'utilizzo nelle aziende di IV gamma.²⁵⁸

Infine, l'analisi di questa dimensione necessita di un approfondimento relativo alle misure adottate con riguardo al packaging. Da tale punto di vista occorre ricordare il ruolo fondamentale svolto dalla GDO, e, più in generale, da quelli che possono essere i clienti finali di tutte quelle aziende agricole che non si occupano direttamente della fase di trasformazione, ma che si limitano a conferire ai clienti il proprio raccolto. In tal senso, appare evidente che tali aziende non abbiano poteri decisionali in merito al packaging da impiegare per il confezionamento finale dei prodotti. In ogni caso, alcune criticità relative all'eventuale impiego di packaging compostabile riguardano principalmente l'impossibilità di avere delle confezioni antifog, grazie alle quali evitare l'effetto appannamento delle buste e i prezzi elevati dei film compostabili, che mal si

conciliano con i prezzi sempre più bassi dei prodotti di IV gamma.²⁵⁹

Un altro tipo di azione per la sostenibilità adottata da alcune aziende del territorio, in particolare da alcune di quelle che seguono il processo logistico di spedizione dei prodotti alle aziende di trasformazione, riguarda l'utilizzo di cassette ripiegabili che consentono una riduzione dello spazio occupato sui camion e una conseguente riduzione del numero di viaggi necessari per riportare le cassette vuote in azienda²⁶⁰, generando così importanti benefici in termini di riduzione dei costi associati, e riduzione delle emissioni di CO₂.

Nel prossimo Capitolo saranno approfonditi i possibili scenari di sviluppo della IV gamma della Piana del Sele, nel tentativo di andare a individuare, sulla base dell'analisi condotta fin qui, quali potrebbero essere le soluzioni per migliorare la sostenibilità del territorio, andando quindi a delineare quelle che potrebbero essere le possibili direzioni di sviluppo della filiera nel prossimo futuro.

258 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola ad Antonio Costantino, 2023*

259 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Rosario Rago, 2023*

260 · *Intervista svolta da Fondazione Symbola a Domenico Zoccoli, 2023*

3.4

Piana del Sele e l'impegno sui temi di sostenibilità

Considerazioni conclusive

Le aziende di IV gamma nella Piana del Sele hanno intrapreso azioni per la sostenibilità focalizzandosi su cinque dimensioni ambientali: sostituzione e riduzione chimica, gestione idrica; gestione del suolo e biodiversità; efficienza energetica e riduzione CO₂; riutilizzo sottoprodotti e packaging.

C'è una grande attenzione da parte delle aziende della Piana nei confronti della sostituzione e riduzione chimica, per rispondere alle richieste della GDO e allinearsi alle politiche europee di conversione all'agricoltura biologica. Alcune aziende dedicano parte delle coltivazioni all'agricoltura biologica, spinte dalla consapevolezza dei rischi legati ai fitofarmaci. Il passaggio al biologico

è una sfida, ma alcune aziende producono biologico da oltre 20 anni, affiancando anche pratiche biodinamiche. La ricerca di varietà resistenti è importante, specialmente per malattie come la peronospora nella rucola. Gli agronomi di campo svolgono un ruolo cruciale nel consigliare gli agricoltori per raggiungere gli obiettivi dell'agricoltura biologica e della lotta integrata. Inoltre, l'uso di tecnologie 4.0 contribuisce al controllo delle malerbe.

La gestione idrica parte dall'approvvigionamento, garantito nella Piana principalmente dai Consorzi di Bonifica e da pozzi aziendali, senza problemi di disponibilità e con buona qualità dell'acqua. Per affrontare criticità microbiologiche, alcuni

agricoltori utilizzano lampade ultraviolette. Innovazioni tecnologiche, come centraline collegate alle stazioni meteorologiche, consentono un'irrigazione ottimizzata, riducendo il consumo di acqua e fitofarmaci. Alcune aziende adottano pratiche di lavaggio a basso consumo idrico. La sanificazione con ozono è ritenuta efficace nella conservazione dei prodotti della IV gamma. L'applicabilità e l'utilità dell'idroponica nella Piana del Sele sollevano perplessità, essendo considerata poco adatta al territorio.

La gestione del suolo si scontra con la diminuzione della fertilità a causa dello sfruttamento intensivo del terreno per la IV gamma e le limitazioni nell'uso del letame, vietato per i rischi di proliferazione batterica. La solarizzazione è una soluzione che riduce le popolazioni microbiche tramite l'innalzamento della temperatura e, insieme al sovescio, è una tecnica utile a reintegrare sostanza organica.

L'efficienza energetica è supportata da soluzioni come fotovoltaico e agrivoltaico: restano, tuttavia, perplessità legate all'oscuramento delle colture, superabili in campo

con nuove tecnologie disponibili per la movimentazione dei tracker e la modulazione della radiazione disponibile per le piante.

Il riutilizzo di sottoprodotti come deiezioni animali e scarti vegetali è considerato nella produzione di concime, ma presenta sfide normative legate al trasporto come rifiuti e al rischio di tracce di sostanze chimiche estranee alla filiera della IV gamma. Le aziende adottano pratiche sostenibili anche per il packaging, con l'uso di cassette ripiegabili per ridurre gli impatti ambientali.

4

Futuro della IV gamma nella Piana del Sele

4.1

Valutazione delle soluzioni innovative per la sostenibilità
nel contesto della Piana del Sele

4.2

Prospettive e impegni futuri

Dopo aver introdotto nel primo capitolo il contesto generale dell'innovazione nella filiera della IV gamma, con un focus sul mercato di riferimento e sul processo produttivo, nel secondo capitolo sono state analizzate le soluzioni disponibili per la filiera per migliorare la sua sostenibilità, per poi continuare nel terzo capitolo con un approfondimento sulla situazione specifica della Piana del Sele, una regione chiave per la produzione agricola del settore, per aspetti geografici, geomorfologici e climatici della zona.

In questo capitolo, saranno evidenziati gli ambiti di miglioramento per la riduzione chimica, la gestione idrica e del suolo, le emissioni e i consumi energetici, il riutilizzo di sottoprodotti e packaging, alla luce delle soluzioni innovative disponibili sul mercato e valutando le migliori opzioni per le imprese della Piana del Sele come prospettive di sviluppo della IV gamma. Inoltre, saranno esplorate ulteriori possibilità per il settore, puntando sulle eccellenze del territorio e su partnership che possano catalizzare la transizione sostenibile.

4.1 Valutazione delle soluzioni innovative per la sostenibilità nel contesto della Piana del Sele

La Piana del Sele, con le sue peculiarità geografiche e geomorfologiche, si presenta come una regione fertile e pianeggiante a sud di Salerno, estesa su oltre 700 chilometri quadrati ed attraversata dal fiume Sele. Il suolo vulcanico-alluvionale, plasmato dall'azione del Vesuvio e del fiume, conferisce ai prodotti agricoli caratteristiche organolettiche tipiche in termini di aroma, consistenza e sapidità, grazie alla presenza di nutrienti come potassio, calcio e ferro. Il clima favorevole, influenzato dal Mar Tirreno e dalla catena montuosa degli Alburni, crea condizioni ottimali per lo sviluppo delle colture,

riducendo il rischio di stress idrico e termico.

La Piana è uno dei principali poli produttivi di IV gamma in Europa e nel mondo. Con una superficie di circa 6.000 ettari dedicata alla produzione, le aziende agricole hanno sfruttato il clima mite per garantire una produzione costante durante tutto l'anno, anche con alcuni casi di sovrapproduzione durante l'estate, che genera difficoltà nel collocamento dei prodotti.

Le colture di IV gamma predominanti nella Piana del Sele includono le baby leaf, con una particolare specializzazione nella produzione di rucola, lattughino e spinacino. Negli ultimi dieci anni, si è assistito a un'espansione della produzione che ha integrato nuove varietà, come valeriana, basilico, radicchio, bietola, carota, ravanello e diverse insalate. La produzione sotto serra si è estesa anche ad altre coltivazioni aromatiche, come prezzemolo e coriandolo.

La rucola della Piana del Sele si distingue come un'eccellenza del territorio italiano, sia in forma selvatica che coltivata. Dotata di valori nutrizionali elevati e spiccate proprietà antiossidanti, la rucola

ha ottenuto il prestigioso marchio IGP nel 2020. La creazione di un Consorzio di Tutela nel marzo 2021 evidenzia l'impegno nella valorizzazione di questo prodotto di eccellenza, rappresentando il 73% della produzione nazionale di rucola.





Le aziende agricole della Piana del Sele sono molto varie per dimensioni e specializzazione, ma condividono un comune impegno per l'adozione di soluzioni innovative e sostenibili nel settore della IV gamma. L'integrazione di tecnologie all'avanguardia dell'Industria 4.0 in diverse fasi del ciclo produttivo – dall'acquisto di macchinari, alle fasi di semina, raccolta e irrigazione – testimonia un'evoluzione tecnologica matura, orientata a scelte economicamente sostenibili.

ADOZIONE DELLE SOLUZIONI INNOVATIVE DI SOSTENIBILITÀ

L'attenzione alla sostenibilità ambientale si declina in **CINQUE DIMENSIONI AMBIENTALI**: sostituzione e riduzione chimica, gestione idrica, gestione del suolo e biodiversità, efficienza energetica e riduzione CO₂, riutilizzo sottoprodotti e packaging.

Per ciascuna delle 5 dimensioni ambientali, è stato esplorato il grado di adozione delle soluzioni innovative, consultando esperti del settore che hanno consentito di classificarle secondo le seguenti categorie:

Grado di adozione

-  **Adottata:** ampiamente diffuso nel territorio;
-  **Da diffondere:** poco diffuso;
-  **Adottabile:** applicabile, ma non presente nel territorio;
-  **Non adottabile:** non applicabile nel territorio.

²⁶¹ · Presente principalmente in aziende a conduzione biologica.

²⁶² · Utilizzate per la difesa delle colture dai coleotteri del genere *Altica*.

²⁶³ · Adottato sui capannoni.

²⁶⁴ · Non adottabile su serre invernali.

²⁶⁵ · Il recupero, riciclo o smaltimento è ad opera di ditte specializzate.



SOSTITUZIONE E RIDUZIONE CHIMICA



RICORSO ALLA FIGURA DELL'AGRONOMO DI CAMPO

L'agronomo svolge un ruolo di supporto agli agricoltori per ridurre l'uso di fitofarmaci e proporre strategie che vanno incontro alle restrizioni sui residui e alla crescente spinta verso l'agricoltura biologica, ottimizzando le operazioni grazie al monitoraggio delle colture e alla rilevazione dei criteri soglia di intervento, al fine di garantire i massimi livelli di sostenibilità agroambientale.



VARIETÀ RESISTENTI

Lo sviluppo di varietà resistenti alle malattie riduce la dipendenza dai pesticidi chimici in risposta agli agenti patogeni e fitofagi maggiormente diffusi nell'areale di produzione; le aziende sementiere si impegnano ad identificare varietà innovative in questo senso.



FITOFARMACI DI ORIGINE NATURALE

Noti come "Biosolution", sono una valida alternativa ai prodotti chimici, così come i prodotti derivanti da microrganismi o piante.



ELICITORI A BASSO RISCHIO²⁶¹

Inducono la produzione di metaboliti difensivi nelle piante, migliorando la loro resistenza alle avversità come malattie fungine e parassiti fitofagi.




FERTILIZZANTI O CORROBORANTI DI ORIGINE NATURALE


Come alghe brune, oli vegetali ozonati, scarti di nutrienti per l'allevamento dei pesci per l'agricoltura acquaponica o polvere di roccia offrono benefici alla salute delle piante.





RETI INNOVATIVE ANTINSETTO²⁶²

Oltre al vantaggio della riduzione dell'uso dei pesticidi, garantiscono una migliore ventilazione, temperature ridotte, minori malattie crittogamiche, miglior sviluppo vegetale.


 — **PACCIAMATURA SOSTENIBILE CON TELI BIODEGRADABILI**
Teli in mater-bi derivati da amido di mais o cellulosa o pacciamatura a strati di carta biodegradabile sostituiscono i tradizionali in plastica, mantenendo la funzione di contenimento delle infestanti, evitando la raccolta dei teli alla fine del ciclo, riducendo il rischio di residui plastici nel suolo e offrendo un'ampia gamma di spessori per applicazioni versatili.


 — **DISERBO SOSTENIBILE CON PIRODISERBO E MEZZI ELETTRICI**
La sterilizzazione con pirodiserbo consente una preparazione del suolo che riduce la pressione delle infestanti e dei patogeni tellurici; è una alternativa fisica al diserbo chimico, da abbinare a integrazioni microbiche per preservare la sostanza organica del terreno; sono disponibili mezzi elettrici come alternative efficienti ed ecologiche, senza uso di gas e con bassi costi operativi, e macchine con diserbo ad acqua.


 — **MACCHINE INTELLIGENTI E IOT**
Le nuove tecnologie consentono una distribuzione a dose variabile di prodotti fitosanitari; cresce il ruolo dei droni nella rilevazione di malerbe e patogeni e l'uso di tecnologie robotiche con intelligenza e visione artificiale per il riconoscimento e la rimozione automatica delle infestanti in serra. Inoltre, i sensori IOT sono utilizzati per il controllo dei parametri meteorologici in serra.


 — **SISTEMI ANTIDERIVA E POLVERIZZATORI SOSTENIBILI**
Una soluzione economica ed efficace per arginare l'effetto deriva e ridurre la contaminazione ambientale è data dagli ugelli antideriva e da innovazioni nei polverizzatori che ottimizzano la penetrazione dei prodotti fitosanitari nelle foglie, garantendo uniformità e precisione di irrorazione.


GESTIONE IDRICA


 — **IRRIGAZIONE "A GOCCIA" E "SUBIRRIGAZIONE"**
A GOCCIA
Il primo metodo, con ala gocciolante vicino alle radici, apporta benefici nello sviluppo uniforme delle colture migliorando la gestione dell'acqua e dei nutrienti, garantendo la massima efficienza irrigua; il secondo, con ali gocciolanti interrate, è altamente efficiente, offrendo un notevole risparmio idrico, riducendo l'uso di diserbanti e pesticidi e risultando durevole nel tempo; tuttavia, è necessario valutarne la fattibilità in caso di rotazioni intensive che prevedono la ripreparazione dei suoli alla superficie massima di arabilità; la subirrigazione, inoltre, non è adatta alle colture a ciclo veloce per la rilavorazione del terreno.

 — **SUBIRRIGAZIONE**

 — **IRRIGAZIONE DI PRECISIONE GRAZIE ALL'IOT**
I sensori per il monitoraggio dell'umidità consentono un'irrigazione mirata. Piattaforme dedicate integrano dati ambientali e necessità delle colture per ottimizzare l'irrigazione. Dispositivi di controllo da remoto delle valvole migliorano la gestione idrica tramite smartphone.

 — **MACCHINE DI LAVAGGIO INNOVATIVE BASATE SULL' "ECO-HYGIENIC DESIGN"**
L'approccio mira a progettare impianti di lavaggio e disinfezione con superfici levigate ed eliminazione di punti morti, promuovendo la pulizia efficiente e riducendo il tempo di fermo macchina, assicurando risparmio idrico e di detergenti, rapidità e semplicità di utilizzo e trattamento completo del prodotto processato.

 — **TECNOLOGIE CHE UTILIZZANO ACQUA OZONIZZATA**
L'ozono, generato da una scarica elettrica, è un potente ossidante con proprietà battericide e virucide. L'acqua ozonizzata può essere impiegata per irrigazione, lavaggio alimentare e trattamento delle acque, prevenendo la contaminazione da Legionella ed estendendo la *shelf-life* degli alimenti. Tali tecnologie sono in fase di prova nell'areale e necessitano di una completa emulsione dell'ozono in acqua, per ottenere risultati efficaci ed evitare potenziali dispersioni di alte dosi di ozono soprattutto in ambienti chiusi.

 — **SERRE IDROPONICHE**
Sostituiscono il suolo con soluzioni acquose, con riduzione del consumo idrico anche fino al 90%. Il *vertical farming* può essere realizzato in qualunque ambiente indoor, con produzione continua, uniforme e sostenibile, perché il controllo dei parametri ambientali consente una prevenzione fitosanitaria efficace.



GESTIONE DEL SUOLO



SOVESCIO

SOVESCIO E COVER CROPS CON GRAMINACEE

La pratica del sovescio contrasta il deterioramento della fertilità del terreno, massimizza l'accumulo di sostanza organica e migliora la biodiversità. Le graminacee riducono il rischio di condivisione di malattie e parassiti, coprono bene il terreno, soffocando le infestanti, e migliorano la struttura del terreno con le loro radici fascicolate.



COVER CROPS



TELI INNOVATIVI E TERMORIFLETTENTI PER SERRE

Sistemi di schermatura consentono di controllare le condizioni ambientali e del suolo in serra, distribuendo uniformemente la luce intorno alle piante, riducendo i danni da scottature e migliorando quantità e qualità della produzione; inoltre, la riduzione di temperatura facilita il lavoro degli operatori nella stagione primaverile-estiva.



MACCHINE SARCHIATRICI E RACCOGLITRICI DOTATE DI SENSORISTICA IOT

La riduzione del peso delle macchine minimizza il compattamento del terreno. Sarchiatrici automatiche con sensori a fibra ottica consentono il riconoscimento delle piante per non danneggiarle. Sensori a infrarossi consentono di tagliare le piante alla lunghezza desiderata per la raccolta delle baby leaf. Si tratta di macchine in fase di ottimizzazione che prevedono elevata precisione di utilizzo.



PIATTAFORME DIGITALI PER IL CONTROLLO DELLE CONDIZIONI DEL SUOLO

L'agricoltura di precisione permette una programmazione personalizzata dei cicli produttivi; piattaforme dedicate integrano dati da sensori, modelli previsionali e connessione con macchine agricole, fornendo un supporto decisionale per ottimizzare l'uso di input agronomici e ridurre gli impatti ambientali.



INTRODUZIONE NEL SUOLO DI MICORRIZE, BATTERI E MICROORGANISMI

L'agricoltura simbiotica incoraggia l'impiego di biota microbico e macroelementi per favorire la coltivazione di prodotti ad alto valore nutrizionale, incrementare la biomassa, lo sviluppo radicale e contrastare lo stress idrico, per trattenere più carbonio nel suolo con fertilizzanti di origine animale e vegetale, come torba e letame. Tale pratica è necessaria e ampiamente applicata per il popolamento dei suoli con microrganismi utili o antagonisti.



RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI CO₂ E DEI CONSUMI ENERGETICI



USO DI LAMPADE A LED

Il LED permette l'ottimizzazione dei consumi, la riduzione dei costi di manutenzione e l'eliminazione delle alte temperature prodotte dalle lampade tradizionali. Nelle aziende di lavorazione, garantisce sicurezza e produzione di cibo di alta qualità.



IMPIEGO DI MEZZI ELETTRICI

Sono un'opportunità di riduzione delle emissioni, come: falcia raccogliatrici comandate elettronicamente, dotate di guida automatica e velocità regolabile; pulitrice per rimuovere dai prodotti di IV gamma i corpi estranei; raccogliatrici progettate per ridurre al minimo l'impatto ambientale grazie alla loro leggerezza, maneggevolezza e silenziosità; flotte di carrelli elevatori elettrici e transpallet elettrici per le operazioni di movimentazione interna logistica, soluzioni ecologiche e silenziose che ben si adattano all'uso in ambienti chiusi e poco ventilati.



IMPIEGO DI MEZZI ECOSOSTENIBILI IN FASE DI TRASPORTO

I costi di trasporto refrigerato si riducono notevolmente utilizzando contenitori isotermitici portatili rispetto alla coibentazione tradizionale, con un conseguente risparmio di emissioni di CO₂ sia per prodotti freschi che surgelati. Sono disponibili sul mercato unità refrigeranti a zero emissioni, adatte a veicoli elettrici, ibridi e tradizionali.



UTILIZZO DI CASSE RICHIUDIBILI E SOSTENIBILI IN FASE DI TRASPORTO

Casse leggere, lavabili, riutilizzabili o riciclabili riducono gli spazi durante i viaggi di ritorno vuoti e tagliano costi ed emissioni, prodotte in linea con i principi di economia circolare. Progetti come il noleggio di cassoni, uso di energia rinnovabile, ottimizzazione logistica e sistemi di tracciabilità evidenziano la sostenibilità di tale soluzione.

FOTOVOLTAICO²⁶³



PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE

Le serre fotovoltaiche integrano pannelli solari nel tetto per produrre energia e ottimizzare le condizioni di coltivazione. L'agrivoltaico unisce la produzione di energia solare alle attività agricole, portando benefici come conservazione del terreno, produzione elettrica sostenibile e collaborazione tra agronomi, imprese e altri attori del settore.

AGRIVOLTAICO²⁶⁴
in campo con configurazioni che riducono l'ombreggiamento



AGRIVOLTAICO
tradizionale o su serra





RIUTILIZZO DEI SOTTOPRODOTTI E SCELTA DEL PACKAGING



scarti vegetali o deiezioni animali compostate

RICERCA DI PARTNER PER SOLUZIONI DI SIMBIOSI INDUSTRIALE

La collaborazione tra imprese per lo scambio di risorse fisiche, energetiche e servizi riduce l'impatto ambientale e i costi di produzione. Nella IV gamma, piante come rucola e cavolfiore possono fornire principi attivi per l'industria farmaceutica e cosmetica, aggiungendo un valore di mercato ai sottoprodotti. Una sinergia con le vicine aziende di allevamento di bufale per il riutilizzo di deiezioni animali per la produzione di concime è ostacolata dalla normativa, per il rischio di contaminazione del terreno.



UTILIZZO DI SEMINIERE BIODEGRADABILI

Valida alternativa alle seminiere in polistirolo, che una volta esaurite devono essere trattate come rifiuti speciali con costi di smaltimento e impatti ambientali; le seminiere biodegradabili possono essere realizzate da scarti di produzione alimentare vegetale ed essere immesse nel terreno senza dover estrarre le piantine.



RECUPERO DEGLI SCARTI TRAMITE IMPIANTI DI COMPOSTAGGIO O DIGESTIONE ANAEROBICA

La produzione di compost, biogas e digestato contribuisce alla sostenibilità delle attività agricole, trasformando gli scarti agricoli e di lavorazione di verdure e ortaggi in risorsa; il compost migliora la qualità del suolo, i prodotti della digestione anaerobica fungono da fertilizzante naturale, riducendo l'uso dei prodotti chimici.



RECUPERO DEI TELI IN POLIETILENE UTILIZZATI PER LE SERRE E PER LE ATTIVITÀ AGRICOLE²⁶⁵

Completamente riciclabile, il materiale dei teli, di colore nero una volta processato, può essere utilizzato per produrre materiali edili, geo-membrane e imballaggi. La produzione di serre nuove attraverso il riciclo è attualmente ostacolata dalla necessità di trasparenza del telo e dal costo del materiale riciclato.



SCELTA DI PACKAGING SOSTENIBILI

Il packaging garantisce la sicurezza alimentare, la visibilità del prodotto, la *shelf-life* e la comodità d'uso. Tra le soluzioni sostenibili, sono disponibili materiali biodegradabili o compostabili; la carta impermeabilizzata è un trend in crescita. L'innovazione dei QR Code consente di fornire informazioni sulla tracciabilità e sostenibilità del prodotto.

Nell'ambito della **RIDUZIONE CHIMICA**, la transizione verso pratiche agricole biologiche è fortemente incentivata, con un occhio attento alla ricerca di varietà resistenti e l'impiego di tecnologie 4.0 per il controllo delle malerbe. Le imprese stanno contribuendo attivamente a tale dimensione. Infatti, solo alcune soluzioni non hanno trovato un adeguato impiego dal momento che occorre lavorare ad un accompagnamento e un supporto nell'adozione, soprattutto nel caso delle "Macchine intelligenti e IoT".

La **GESTIONE IDRICA**, garantita principalmente dai Consorzi di Bonifica e dai pozzi aziendali, si avvale di innovazioni come lampade ultraviolette e centraline collegate alle stazioni meteorologiche per un'irrigazione ottimizzata. L'applicabilità dell'idroponica solleva ancora perplessità, considerata poco adatta al territorio.

La **GESTIONE DEL SUOLO**, fondamentale per contrastare la diminuzione della fertilità, si avvale soprattutto di tecniche come la solarizzazione e l'uso di sovescio per reintegrare sostanza organica. L'adozione delle altre misure mappate non presentano particolari criticità. Probabilmente occorre lavorare

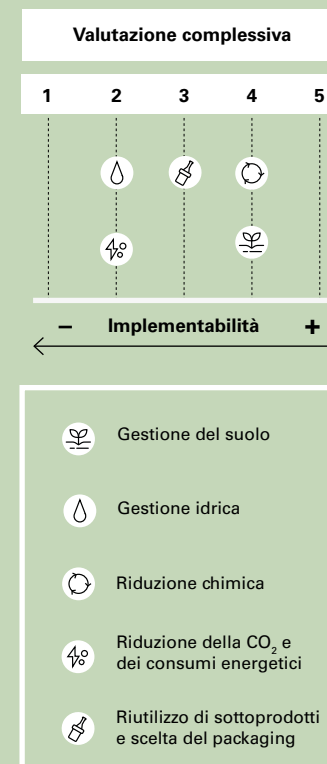
sulla conoscenza di tali soluzioni in modo che possano essere valutate al momento della definizione delle strategie agronomiche e dei relativi investimenti.

La **RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI CO₂ E DEI CONSUMI ENERGETICI** è perseguita attraverso soluzioni come il fotovoltaico. L'agrivoltaico è ostacolato da problemi di oscuramento delle colture, affrontabili in pieno campo con nuove tecnologie disponibili, mentre risulta essere problematico nel caso in cui si voglia implementare sulle serre.

Il **RIUTILIZZO DI SOTTOPRODOTTI E SCELTA DEL PACKAGING**, probabilmente è la dimensione su cui le imprese possono fare ulteriori sforzi. In particolare, il riutilizzo di sottoprodotti, come deiezioni animali, è considerato nella produzione di concime, ma non applicabile a causa di barriere normative legate al trasporto e al rischio di tracce di sostanze chimiche estranee. Altre opportunità potrebbero essere offerte dalla ricerca di opportunità di "simbiosi industriale" per gli scarti vegetali e la realizzazione di impianti di compostaggio o digestione anaerobica. Inoltre, le aziende adottano anche pratiche sostenibili per il packaging, come l'uso di materiali

biodegradabili e compostabili, e carta impermeabilizzata.

Infine, è stato assegnato un punteggio complessivo alle soluzioni innovative identificate per ciascuna delle 5 dimensioni della sostenibilità analizzate, in base al livello di implementazione nel territorio della Piana del Sele, con una scala da 1, se non applicabile, a 5, se pienamente applicabile.



4.2 Prospettive e impegni futuri

L'impegno che il settore agricolo della Piana del Sele dovrà assumersi in futuro con l'obiettivo di migliorare il profilo ambientale e la competitività può essere declinato in tre strategie fondamentali: competenze, risorse e innovazione. Questi tre elementi sono fortemente interconnessi e complementari e forniscono una base per affrontare le sfide del comparto agricolo, sempre più orientato alla sostenibilità economica, sociale e ambientale e all'adattamento al cambiamento climatico, in una prospettiva di collaborazione tra vari attori del settore.

COMPETENZE

L'acquisizione e lo sviluppo delle competenze sono essenziali per garantire una gestione efficace delle risorse e l'adozione di pratiche agricole sostenibili.

La mancanza di manodopera e la contrazione dei margini di remunerazione nel settore restano un problema critico: la carenza di personale qualificato mette a dura prova le piccole imprese, mentre l'incremento dei costi di produzione ha generato uno squilibrio tra aziende produttrici e fornitori della GDO che potrebbe ostacolare la realizzazione di investimenti nell'ambito della sostenibilità.

Pertanto, è necessario investire nella formazione del personale agricolo a tutti i livelli, dalla base agli esperti. Lo sviluppo di competenze può essere portato avanti attraverso due azioni:

- **Formazione del personale:** programmi specializzati per tecnici di campo, offrendo sia seminari durante il percorso di studi che corsi di aggiornamento per professionisti già operativi nel settore. Questi corsi dovrebbero focalizzarsi su temi chiave come la gestione sostenibile del suolo, l'uso efficiente delle risorse idriche e la tecnologia agricola avanzata.²⁶⁶ Al fine di affrontare la mancanza

di competenze nell'utilizzo di strumenti di agricoltura di precisione, come la sensoristica IoT, è essenziale promuovere una cultura di innovazione che vada oltre il semplice progresso tecnologico: un cambiamento di prospettive orientato da una formazione tecnica consente di superare la resistenza culturale e garantisce una transizione digitale significativa, un mezzo per promuovere il benessere sociale e ambientale, oltre che migliorare l'efficienza dei processi agricoli.²⁶⁷

- **Sinergie con il territorio:** collaborazione tra le imprese agricole, le istituzioni locali e le organizzazioni della società civile per creare un ambiente favorevole allo scambio di conoscenze e esperienze. Le esperienze pratiche dei coltivatori più anziani possono essere valorizzate attraverso programmi di *mentorship*, mentre i giovani agricoltori possono portare nuove idee e competenze tecnologiche. Un sistema di approfondimento condiviso in una comunità educante può nascere attraverso sinergie tra le imprese, dove i casi di successo possono diventare trainanti per la diffusione e il radicamento

delle migliori pratiche disponibili. In questo senso, è possibile disseminare il trasferimento tecnologico attraverso metodologie di cross-fertilization, momenti di incontro tra attori del settore che si confrontano sulle tecnologie esistenti per individuare opportunità di applicazione nella propria realtà d'impresa, in una logica open source del settore agroalimentare che miri a creare valore per il territorio.²⁶⁸

RISORSE

L'utilizzo efficiente delle risorse è la base per la sostenibilità economica e ambientale dell'agricoltura nella Piana del Sele. Ciò implica una gestione oculata delle risorse finanziarie e naturali disponibili, nonché una maggiore collaborazione tra attori del settore e istituzioni finanziarie, per investire capitali in tecnologie già disponibili per l'efficientamento dei macchinari e una maggiore sicurezza alimentare.

Le strategie da adottare in questa prospettiva includono:

- **Utilizzo delle risorse finanziarie:** sfruttamento delle risorse messe a disposizione dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) e dal Piano di Sviluppo Rurale (PSR) per finanziare progetti

innovativi e sostenibili. Questi fondi possono essere impiegati per sostenere investimenti in tecnologie avanzate, migliorare l'efficienza energetica e promuovere la diversificazione delle colture. Il PNRR ha svolto un ruolo fondamentale nell'aumentare le risorse disponibili per il settore agricolo, con 2,35 miliardi aggiuntivi per i contratti di filiera, che premiano la qualità e la sostenibilità lungo l'intera catena produttiva, e 850 milioni destinati al Parco agricolo.²⁶⁹ Nuovi finanziamenti sono necessari per sostenere gli investimenti per la produzione di energia solare nel settore agricolo e agroindustriale, con l'obiettivo di garantire la sostenibilità economica, senza compromettere ulteriormente il suolo agricolo.²⁷⁰

²⁶⁶ · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Marco Valerio Del Grosso, 2024.

²⁶⁷ · Intervista svolta da Fondazione Symbola ad Alex Giordano, 2023

²⁶⁸ · FoodSystem 5.0. Agritech | Dieta mediterranea | Comunità. Alex Giordano (2023) Edizioni Ambiente

²⁶⁹ · <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/17914>

²⁷⁰ · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Ettore Bellelli, 2023

- **Coinvolgimento delle banche locali:** finanziamento di progetti agricoli sostenibili, offrendo incentivi finanziari e agevolazioni per le imprese che adottano pratiche innovative. Le banche possono fornire supporto finanziario e consulenza alle aziende agricole che desiderano investire in tecnologie avanzate e pratiche sostenibili. La collaborazione tra imprese agricole e banche locali può creare un ecosistema favorevole allo sviluppo sostenibile della IV gamma nella Piana del Sele, favorendo uno scambio di conoscenze e risorse. Investire nell'innovazione e nella promozione dei prodotti locali non solo contribuisce al benessere delle imprese, ma ha un impatto positivo sull'intera comunità, favorendo la crescita economica della regione.

271 · Intervista svolta da Fondazione Symbola a Marco Valerio Del Grosso, 2024.

INNOVAZIONE

L'innovazione tecnologica è fondamentale per migliorare la competitività del settore agricolo della Piana del Sele e per sostenerla è possibile puntare su:

- **Ricerca e sperimentazione:** un'attività costante di ricerca e sviluppo, continuando ad investire nella ricerca e nello sviluppo di tecnologie agricole avanzate, come plastica di copertura innovativa per ridurre l'uso di nitrati, sensoristica per il riconoscimento e il controllo delle malerbe e miglioramento genetico per la selezione di varietà vegetali resistenti alle malattie.²⁷¹ La sperimentazione sul campo è essenziale per valutare l'efficacia e la sostenibilità di queste soluzioni e per rendere sempre più sofisticate le macchine di controllo di processo: un coordinamento con le Università consente di sviluppare sistemi sempre più performanti sul profilo della sicurezza e della produttività.
- **Diffusione delle migliori pratiche:** condivisione delle migliori pratiche all'interno della comunità agricola, facilitando lo scambio di conoscenze e esperienze tra coltivatori, ricercatori e esperti del settore. Questo processo può avvenire

attraverso workshop, conferenze e programmi di formazione mirati, nonché attraverso l'uso di piattaforme online e social media per la diffusione delle informazioni. Tra le buone pratiche, va annoverato anche lo sviluppo della comunicazione delle eccellenze del territorio, puntando, ad esempio, al potenziamento degli aspetti nutrizionali dei prodotti di IV gamma e alla valorizzazione delle proprietà nutraceutiche che le baby leaf possono esprimere nel territorio, trasformando i prodotti da commodity a prodotti a valore aggiunto, per una nuova immagine del territorio in termini di qualità e sostenibilità.

Il miglioramento del profilo ambientale e della competitività dell'agricoltura della Piana del Sele richiede un impegno collettivo e coordinato da parte di tutti gli attori interessati, compresi agricoltori, banche locali, istituzioni e istituti di ricerca. Solo attraverso una collaborazione stretta e una visione condivisa per il futuro sarà possibile affrontare con successo le sfide attuali e sfruttare appieno le opportunità offerte dalla sostenibilità e dall'innovazione nel settore agricolo.

Bibliografia

Aquaro (2022), *Agricoltura: per sostituire i fertilizzanti chimici, arrivano i pesci. Più green ed economici*, Corriere della Sera, 21 aprile 2022. https://www.corriere.it/pianeta2030/22_aprile_21/agricoltura-sostituire-fertilizzanti-chimici-arrivano-pesci-piu-green-ed-economici-223bc804-c0ef-11ec-a9eb-2524bc1194db.shtml

Baron (2018), *Sufficienza alimentare e nuove tecniche produttive: il caso delle coltivazioni idroponiche*, Università Ca' Foscari Venezia, <http://hdl.handle.net/10579/12314>.

Borrelli C. (2019), *Pirodiserbo e IV gamma*, Colture Protette, Rivista online, 29 ottobre 2019.

Brandi (2019), *L'indagine di Nomisma conferma e spiega il successo della IV Gamma*, Fresh Cut News, rivista online, 10 maggio 2019.

Carrillo R. (2016), *Elicitori per ridurre i trattamenti fitosanitari*, in Terra e Vita, rivista online.

Cassiano (2020), *Meccanizzazione in orticoltura, le ultime tendenze*, Colture Protette, 26 ottobre, rivista online.

Cassiano (2021), *Il vertical farming verso il futuro della quarta gamma*, Colture Protette, 5 giugno 2021, rivista online.

Coelho P. et al. (2022), *Downy mildew resistance and genetic variability in a wild rocket germplasm collection*, Agronomy Journal, 20 August 2022. <https://doi.org/10.1002/agj2.21190>

Colombo, (2021), *IV gamma, un 2020 da dimenticare: -7% in valore -4,5% in volume*, Fresh point Magazine, rivista online, 22 febbraio 2021.

Concari et al. (2022), *Come gestire il suolo in coltura protetta*, in Colture Protette, 21 giugno 2022, rivista online.

Consiglio dell'Unione Europea (2007) *Regolamento (CE) n. 834/2007 del Consiglio del 28 giugno 2007 relativo alla produzione biologica e all'etichettatura dei prodotti biologici e che abroga il regolamento (CEE) n. 2092/91*. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, L 189, 20 luglio 2007.

De Corato et al., (2019), *Measures, technologies, and incentives for cleaning the minimally processed fruits and vegetables supply chain in the Italian food industry*, Journal of Cleaner Production, Volume 237, 2019, 117735, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117735>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619325958>)

Del Grosso M. V. (2022), *Peronospora su rucola, tutti i metodi di controllo*, Colture Protette, rivista online.

Ferrante A. (2013), *Gli ortaggi della quarta gamma*, Capitolo 8, Manuale La concimazione azotata della quarta gamma, Progetto Interregionale AZORT.

Fusi et al. (2016), *The environmental impact of the production of fresh cut salad: a case study in Italy*, International Journal of Life Cycle Assessment Volume 21, Issue 2, Pages 162 - 1751 February 2016. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84955182796&origin=inward&txId=c8468911f696da6f7df637232457c551>

Giordano A. (2023), FoodSystem 5.0. Agritech | Dieta mediterranea | Comunità. Edizioni Ambiente

Gonzales et al. (2020), *Digestione anaerobica di prodotti ortofrutticoli di quarta gamma: confronto di tre diversi scenari per la sua valorizzazione mediante life cycle assessment e life cycle costing*. Environ Monit Valutazione 192 , 551 (2020).

Gualandi (2021), *Agricoltura conservativa, dove e come si può applicare*, Terra e Vita, 20 ottobre 2021, rivista online.

Hassoun et al, (2020), Abdo Hassoun, Senem Kamiloglu, Guillermo Garcia-Garcia, Carlos Parra-López, Hana Trollman, Sandeep Jagtap, Rana Muhammad Aadil, Tuba Esatbeyoglu, *Implementation of relevant fourth industrial revolution innovations across the supply chain of fruits and vegetables: A short update on Traceability 4.0*, Food Chemistry, Volume 409, 2023, 135303, ISSN 0308-8146, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.135303>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814622032654>

Mancino et al. 2021, *Peronospora su IV gamma: buon controllo con COS-OGA*, L'Informatore agrario, 17/2021, Rivista online.

Mandriota et al. (2023). *Plant Factory with Artificial Lighting: Innovation Technology for Sustainable Agriculture Production*. In: Ferro, V., Giordano, G., Orlando, S., Vallone, M., Cascone, G., Porto, S.M.C. (eds) AIIA 2022: Biosystems Engineering Towards the Green Deal. AIIA 2022. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 337. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30329-6_120 https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-30329-6_120#citeas

Martarello (2023), *Agricoltura rigenerativa per produrre di più e impattare di meno*, Terra e Vita, 22 maggio 2023, rivista online.

MIPAAF (2014a) *Linee guida nazionali per la produzione integrata delle colture: difesa fitosanitaria e controllo delle infestanti*. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Gruppo difesa integrata (GDI).

MIPAAF (2014b) *Principi e criteri generali per le pratiche agronomiche della produzione integrata (ex- linee guida per le pratiche agronomiche della produzione integrata – versione 1.15)*. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Gruppo Tecniche Agronomiche (GTA).

Parlamento Europeo e Consiglio (2009), *Direttiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 ottobre 2009 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi*.

Raimo et al., (2013), *Seminiere biodegradabili nel vivaismo orticolo*, Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura – Unità di ricerca per le Colture alternative al tabacco, Scafati (Sa).

Regione Campania (2020), *Rapporto Ambientale sui possibili impatti ambientali significativi derivanti dall'attuazione del PdA ZVNOA*, Sintesi non tecnica, Settembre 2020.

Regione Campania (2023), *Norme Tecniche Generali per la produzione Integrata - sezione tecniche agronomiche*.

Rossi et al. (2007), *Sottoprodotti agroindustriali, un potenziale da sfruttare*, L'Informatore Agrario 34/2007.

Sigillo Loredana, et al. *Interventi di ricerca per l'innovazione della filiera della rucola nella Piana del Sele*.

Spadaro et al. (2022), *Geografia e cibo: ricerche, riflessioni e discipline a confronto*, Società di Studi Geografici, Firenze, 2022.

Sportelli (2022), *Lattughe e scarole, la difesa ottimale è integrata*, Terra e Vita, 25 maggio 2022, rivista online.

Villanova B., Busillo V. (2019), *Eruca/Rucola nella Piana del Sele*, Consorzio di Bonifica in Destra del fiume Sele.

Xuwei et al. (2022), Xuwei Liu, Carine Le Bourvellec, Jiahao Yu, Lei Zhao, Kai Wang, Yang Tao, Catherine M.G.C. Renard, Zhuoyan Hu, *Trends and challenges on fruit and vegetable processing: Insights into sustainable, traceable, precise, healthy, intelligent, personalized and local innovative food products*, Trends in Food Science & Technology, Volume 125, 2022, Pages 12-25, ISSN 0924-2244, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.04.016>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224422001467>

Sitografia

IV GAMMA (2023): <http://www.ivgamma.it/risorse-idriche/>

AECILLUMINAZIONE: <https://www.aecilluminazione.it/led-grow-light-lampade-per-serre-a-risparmio-energetico/>

AHT (2023): https://www.aht.at/wp-content/uploads/2023/06/TREF_ECPIT22-884_IT_FA_REV1-Catalogo.pdf

AGRARIA (2023): <http://www.agraria.org/coltivazionierba-cee/varie/irrigazione.php>

AGRARIA 2: <http://www.agraria.org/viticultura-enologia/irrigazione.html>

AGRARIA COMAND (2023): <https://www.agraria-comand.it/pirodiserbo-elettrico-600.html>

AGRICOLT BRANDONI (2018): <https://agricoltbrandoni.it/vivaismo-industria-alimentare/#ortaggi>

AGRICOLTURA (2020): <https://www.agricultura.it/2020/03/04/quarta-gamma-e-altri-ortaggi-le-soluzioni-tecniche-arrigoni-per-produzioni-di-qualita/>

AGRICOLTURA (2020B): <https://www.agricultura.it/2020/03/04/quarta-gamma-e-altri-ortaggi-le-soluzioni-tecniche-arrigoni-per-produzioni-di-qualita/>

AGRICOLTURA REGIONE CAMPANIA (2023): http://www.agricultura.regione.campania.it/disciplinari/disciplinari_produzione.html#:~:text=I%20Disciplinari%20di%20Produzione%20Integrata%20sono%20costituiti%20dalle%20Norme%20tecniche,il%20diserbo%20integrato%20delle%20colture%22

AGRONOTIZIE (2019): <https://agronotizie.imageline-network.com/agrimeccanica/2019/12/02/ugelli-anti-deriva-cosa-sono-e-come-funzionano-spiegato-bene/64845>

AGRONOTIZIE (2019): <https://agronotizie.imageline-network.com/difesa-e-diserbo/2019/12/12/ibisco-estensione-temporanea-su-insalate-spinacio-e-rucola/65257>

AGRONOTIZIE (2021): <https://agronotizie.imageline-network.com/agrimeccanica/2021/05/07/diserbo-di-precisione-le-soluzioni-ci-sono/70243>

AIIPA (2023): [http://www.aiipa.it/prodotti-vegetali/prodotti-ortofruttili-di-iv-gamma/info-documenti/item/201-cosa-e-la-iv-gamma\)#:~:text=Sono%20prodotti%20di%20IV%20gamma,le%20buone%20pratiche%20di%20lavorazione](http://www.aiipa.it/prodotti-vegetali/prodotti-ortofruttili-di-iv-gamma/info-documenti/item/201-cosa-e-la-iv-gamma)#:~:text=Sono%20prodotti%20di%20IV%20gamma,le%20buone%20pratiche%20di%20lavorazione)

AMIRANTE (2023): https://www.researchgate.net/profile/Paolo-Amirante-2/publication/334645606_MACCHINE_ED_IMPIANTI_PER_LA_TECNICA_DI_COLTIVAZIONE_IN_IDROPONICA/links/5e3be06992851c7f7f201f5b/MACCHINE-ED-IMPIANTI-PER-LA-TECNICA-DI-COLTIVAZIONE-IN-IDROPONICA.pdf

BBPLUG.UNIMI (2023): <https://bbplug.unimi.it/il-progetto/>

BENETTI (2023): https://www.confagricolturapadova.it/wp-content/uploads/2023/03/Confagricoltura-15-marzo_compressed.pdf

BONIFICA DESTRA SELE (2023): <https://www.bonificadestra-sele.it/il-consorzio/>

CAFFINI (2023): <https://www.caffini.com/it/blog/post/agricoltura-40-verso-un-futuro-digitale-con-le-soluzioni-caffini.html#>

CASATI (2023): https://air.unimi.it/retrieve/dfa8b9a2-0158-748b-e053-3a05fe0a3a96/BOZZAdiSTAMPAimportanza_quarta_gamma.pdf

CAVALLITO (2023): <https://resoilfoundation.org/filiera-agricola/teli-pacciamatura-polietilene-danni#:~:text=Un%20fenomeno%20pi%C3%B9%20grave%20di,particelle%20per%20chilo%20di%20suolo&text=L'uso%20dei%20teli%20da,a%20lungo%20danneggiane%20la%20salute>

CENTROVERDE ROVIGO (2016): <https://www.centroverderovigo.com/it/blog/diserbante-elettrico-berthoud-green-power-111>

COLDTRAINER (2023): <https://www.coldtainer.it/ecosostenibilita-trasporto-refrigerato/>

COLTIVOBIO (2017): <https://www.coltivobio.com/marciumi-da-sclerotinia-sclerotiorum-cura-su-lattuga-e-prato/>

COMIECO (2020): https://www.comieco.org/downloads/14319/8348/Comieco_SantAnna_completo_LR.pdf

CONSORZIOBIA (2021): <https://www.consorziobia.eu/constituito-il-consorzio-di-tutela-della-rucola-della-piana-del-sele-igp/>

CONVERTING MAGAZINE (2020): <https://www.converting-magazine.it/con-novamont-linsalata-dimmidisi-diventa-un-sacco-green/>

CORA SEEDS (2023): <https://www.coraseeds.com/ricerca/>

CULTIVA.GLOBA (2023): <https://cultiva.global/wp-content/uploads/2023/05/CARTA.pdf>

DE PIETRI (2023): <https://dpdepetri.it/raccoglitrice-elettriche-ortaggi-piante-officinali/ts-eco-cleaner/>

DI BENEDETTO (2023): <https://www.pietrodibenedetto.com/batteriosi-della-rucola-perche-e-importante-prevenire/>

ECOPOLIETILENE (2023): <https://ecopolietilene.it/>

ENEL GREEN POWER (2023): <https://www.enelgreenpower.com/it/storie/benefici-agrivoltaico>

FERTENIA: https://www.fertenia.it/download/Protocollo_Fertenia_IV_Gamma.pdf

FOOD AND DRINK TECHNOLOGY: <https://www.foodanddrinks.com/feature/6368/hygienic-eco-design/>

FORIGO: <https://www.forigo.it/news/sovescio-in-orticoltura-come-quando-e-perche>

FORIGO (2023B): <https://www.forigo.it/news/pacciamatura-scopri-7-vantaggi-di-questa-tecnica>

FRESH CUT NEWS (2021): <https://www.freshcutnews.it/2021/10/11/barcellona-la-confezione-iv-gamma-senza-uso-plastica/>

FRESH CUT NEWS (2022): <https://www.freshcutnews.it/2022/09/06/sostenibilita-turatti-opportunita-ma-anche-rischi-per-la-iv-gamma/>

FRESH CUT NEWS (2022B): <https://www.freshcutnews.it/2022/01/10/primafior-lancia-sacchetti-compostabili-plastic-free-insalate-iv-gamma/>

FRESH CUT NEWS (2022C): <https://www.freshcutnews.it/2022/09/30/de-ponti-la-iv-gamma-si-salva-punta-anche-sul-no-food-progetto-luniversita/>

FRESH CUT NEWS (2023): <https://www.freshcutnews.it/2023/10/10/sensoristica-digitale-agromotica-lagricoltura-precisione-ai-raggi-x-al-crea/>

FRESH POINT MAGAZINE (2023): <https://www.freshpoint-magazine.it/vocidellortofrutta/vocidellortofrutta-guidi-agribologna-lavoriamo-per-un-modello-di-irrigazione-4-0/>

FRESHPLAZA.IT: <https://www.freshplaza.it/articolo/9520098/nuove-proposte-nel-segmento-delle-baby-leaf-per-la-iv-gamma/>

FRUITBOOK MAGAZINE (2022): <https://www.fruitbookmagazine.it/la-sostenibilita-nel-fresh-cut-turatti-ecco-le-sfide-per-un-comparto-4-0/>

GUERRA (2023): https://bari.repubblica.it/cronaca/2023/05/05/news/sorgenia_impianto_biogas_economia_puglia-398775629/

IDROMECCANICA LUCCHINI (2023): <https://www.lucchiniidromeccanica.it/prodotti/serra-fotovoltaica-solar.php>

IFN - ITALIA FRUIT NEWS (2020): <https://italiafruit.net/con-lidroponica-risparmiamo-acqua-e-produciamo-di-piu>

INFORMA CIBO, 2020): <https://www.informacibo.it/rucola-piana-del-sele-igp/>

IRRITEC.ACADEMY (2023): <https://www.irritec.it/academy/>

ISTITUTO SUPERIORE SANITÀ (2023): <https://cnsc.iss.it/?p=898>

ITALIAFRUIT: <https://www.italiafruit.net/la-iv-gamma-di-venta-grande-sotto-il-prisma>

ITALIAFRUIT (2020): <https://www.italiafruit.net/quarta-gamma-stop-alle-malerbe-col-robot>

ITALIA IMBALLAGGIO (2022): <https://italiaimballaggio.it/materiali/ima-ilapak-con-planet-farms-best-packaging-2022>

ISSUU (2022): https://issuu.com/quinebusinesspublisher/docs/ia_4_2022_settembrepdf/s/16498628

LICCI (2013): <http://www.pianetapsr.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/1048>

LIGHTING.PHILIPS (2023): https://www.lighting.philips.it/aree-applicative/specialist-applications/orticoltura#-grow_lights

MARALDI (2023): <https://www.maraldisementi.it/ricerca-sviluppo/>

MATER-BI: <https://materbi.com/solutions/agricoltura/te-lo-per-la-pacciamatura/>

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA, DELLA SOVRANITA' ALIMENTARE E DELLE FORESTE: <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/17914>

MULTIOSSIGEN: <https://www.multioxygen.com/backoffice/Multimedia/Content/Brochure%20digital.pdf>

MY FRUIT (2023): <https://www.myfruit.it/trend-mercato/2023/02/quarta-gamma-il-2022-chiude-982-milioni.html>

MUFITNESSMAGAZINE (2021): <https://www.myfitnessmagazine.it/la-rucola-della-piana-del-sele-igp-un-boost-di-gusto-e-benessere/>

OPI (2021): <https://www.ortiprontiitaliani.it/2021/11/25/limpianto-di-biogas/>

ORANGEFIBER (2023): <https://orangefiber.it/it/>

ORTOMEC: <https://www.ortomec.com/accessori/foglia/magic-dimension/>

OSSERVATORI.NET (2023): https://blog.osservatori.net/it_it/blockchain-spiegazione-significato-applicazioni

PASSIONE IN VERDE (2018): <https://passioneinverde.edagricole.it/scerbatatura-come-eliminare-le-piante-infestanti-a-mano/>

PIANETA PSR (2020): [http://www.pianetapsr.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2774#:~:text=A%20oggi%20il%20mercato%20dei,e%20Olanda%20\(Euro-monitor%202021\)](http://www.pianetapsr.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2774#:~:text=A%20oggi%20il%20mercato%20dei,e%20Olanda%20(Euro-monitor%202021))

PLANET FARMS: <https://www.planetfarms.ag/it/il-nostro-campo>

RETERURALE NAZIONALE 2014-2020: https://www.reterurale.it/pan_fitosanitari

RUCOLA DELLA PIANA DEL SELE (2023): <https://www.rucola-dellapianadelsele.com/>

SFERA AGRICOLA: <https://www.sferaagricola.it/perche-scegliere-noi/>

SORGENIA (2023): <https://www.sorgenia.it/impianto-biogas-di-terlizzi>

SOVESCIO SEMENTI (2022): <https://sovesciosementi.it/sovescio/>

SYNGENTA (2023): <https://www.syngenta.it/biologics-syngenta-cala-il-poker>

TEATRO NATURALE (2015): <https://www.teatronaturale.it/strettamente-tecnico/bio-e-natura/21555-irrigazione-a-goccia-microsplinkler-o-subirrigazione-quali-scegliere.htm>

TURATTI (2023): <https://turatti.com/news/nuovo-sistema-combinato-di-lavaggio-trattamento-mod-posedon/>

UNIONE ITALIANA FOOD (2023): <https://www.unioneitalianafood.it/prodotti-ortofruttili-quarta-gamma/#:~:text=Sono%20prodotti%20di%20IV%20gamma,le%20buone%20pratiche%20di%20lavorazione>

VEGEA: <https://www.vegeacompany.com/>

XFARM (2022): <https://xFarm.ag/2022/07/20/come-migliorare-la-gestione-dellacqua-allinterno-della-tua-azienda-con-il-modulo-irrigazione-di-xFarm/>

XFARM (2023): <https://xFarm.ag/2023/05/15/ortomad-sceglie-xFarm-technologies-per-la-digitalizzazione-della-quarta-gamma/>

Finito di stampare nel mese di aprile 2024

