

## 1.c DIFESA DELLE PIANTE

Scheda realizzata da Luca Lazzeri e Roberto Matteo (CREA CI) e Lorenzo D'Avino (CREA AA)

### Biopesticidi – Corroboranti – Biostimolanti – Microrganismi utili Attivatori biologici – Insetti antagonisti

#### 1. Premessa

Nei terreni coltivati con turni intensivi, come nel caso dell'ortofrutticoltura, spesso si assiste ad una diminuzione della biodiversità e delle condizioni di fertilità o "stanchezza del terreno" per l'insorgere di uno squilibrio nel sistema suolo-pianta. Questo determina, da un lato una maggiore esposizione agli attacchi di patogeni e dall'altro una minore disponibilità di nutrienti, per un conseguente lento declino della produzione vegetale.

Per fronteggiare tali fenomeni, è prassi comune il ricorso massiccio agli input chimici che tamponano - senza risolvere - il problema minando la sostenibilità del sistema.

La preoccupazione di un accumulo dei residui chimici negli alimenti, sentita molto anche dai consumatori, ha fatto sì che la stessa GDO abbia imposto al riguardo limiti sempre più stringenti a tutela della salute dell'uomo e dell'ambiente

#### 2. Molecole vegetali e organismi utili

Un approccio alternativo ed efficace per la difesa delle piante è dato dall'applicazione di molecole vegetali a elevata attività biologica, soprattutto se associata ad apporti significativi di sostanza organica. Di seguito alcune soluzioni individuate tra i mezzi tecnici più innovativi oggi disponibili (32; 33).

##### 2.1. Biopesticidi

I prodotti fitosanitari sono pesticidi che vengono utilizzati principalmente per mantenere in buona salute le colture e impedire loro di essere distrutte da malattie e infestazioni. Comprendono erbicidi, fungicidi, insetticidi, acaricidi, fitoregolatori e repellenti. I prodotti fitosanitari contengono almeno una sostanza attiva. Tali sostanze possono essere sostanze chimiche oppure microrganismi, inclusi i virus, che permettono al prodotto di svolgere la sua azione.

I biopesticidi sono fitofarmaci definiti dall'EPA (*Environmental Protection Agency* - USA) come composti di sintesi derivati - o ispirati - da molecole naturali (vegetali, animali, batteri e alcuni minerali).

Comprendono erbicidi, fungicidi, insetticidi, acaricidi, fitoregolatori e repellenti, classificazione analoga a quella dei prodotti convenzionali. Sono prodotti generalmente biodegradabili, con tempi di carenza nulli o molto ridotti, e con un ridotto impatto ambientale. Sono pertanto impiegati nella lotta integrata e alcuni di essi sono ammessi in agricoltura biologica. Nella maggior parte degli Stati

membri dell'Ocse, la definizione di biopesticida non comprende l'utilizzo di organismi derivati da tecnologie transgeniche, come avviene negli Usa. L'EPA infatti riconosce tre classi di biopesticidi: biochimici, *plant-incorporated protectants* (derivati da tecnologia transgenica) e microbici (es. tossine Bt - *Bacillus thuringiensis*).

Nonostante la definizione di biopesticida sia piuttosto ampia, facendo così riferimento ad un alto numero di prodotti/ingredienti con caratteristiche anche molto diverse, i biopesticidi sono accomunati dai seguenti vantaggi:

- ridotta tossicità nei confronti degli organismi che non rappresentano il *target* di azione (elevata selettività);
- ridotta persistenza nell'ambiente;
- tossicità bassa o nulla per i mammiferi (assente in molti casi);
- minori rischi per gli operatori legati al loro utilizzo;
- minor rischio di sviluppo di resistenze (34).

## 2.2. Corroboranti

I corroboranti sono prodotti naturali in grado di attivare o potenziare la naturale resistenza delle piante nei confronti degli organismi nocivi, attivando specifici meccanismi fisiologici, fisici e meccanici con cui limitare o riparare, se presenti, i danni provocati dai menzionati fattori di stress. Dal punto di vista normativo sono inquadrati dal D.P.R. n. 55 del 28/02/2012 - Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 23 aprile 2001, n. 290, per la semplificazione dei procedimenti di autorizzazione alla produzione, alla immissione in commercio e alla vendita di prodotti fitosanitari e relativi coadiuvanti.

I Corroboranti si intendono, ai sensi del decreto del Ministro delle politiche agricole alimentari e forestali 27 novembre 2009, n. 18354, e successive modificazioni, "potenziatori delle difese delle piante" sostanze di origine naturale, diverse dai fertilizzanti, che: 1) migliorano la resistenza delle piante nei confronti degli organismi nocivi; 2) proteggono le piante da danni non provocati da parassiti.

Le sostanze, che includono anche quelle agenti per via fisica o meccanica, non sono immesse sul mercato come prodotti fitosanitari e non sono utilizzate per scopi fitosanitari, ma sono nondimeno utili in funzione delle proprietà di cui ai punti soprariportati.

L'attività dei corroboranti avviene sia per attivazione di geni, i cui prodotti inibiscono lo sviluppo di parassiti, sia per attivazione di specifici metaboliti volatili attrattivi per i nemici naturali del fitofago. Inoltre proteggono le piante da danni abiotici, innescando meccanismi a livello molecolare finalizzati alla resistenza e all'adattamento agli stress abiotici (35).

Si tratta di sostanze comuni utilizzate storicamente anche in campo agricolo quali ad esempio olio, propoli, aceto, ecc. I corroboranti differiscono quindi dai prodotti fitosanitari in quanto agiscono solamente sulla risposta della pianta senza esplicare effetti diretti nei confronti di patogeni e parassiti e differiscono dai fertilizzanti perché non svolgono principalmente funzione nutrizionale (36). Sono compatibili e ammessi nei disciplinari di agricoltura biologica ed in tutti quei metodi di gestione colturale che non prevedano alcuna sintesi chimica né la presenza di OGM. Non possono essere commercializzati con nomi di fantasia, come specificato nel DM ministeriale n. 4416 del 22 aprile 2013 (37) che istituisce la Commissione tecnica, con l'incarico di garantire l'aggiornamento dell'elenco dei "Prodotti impiegati come corroboranti, potenziatori delle difese naturali dei vegetali" di cui all'Allegato 1 del Decreto del Ministro delle politiche agricole alimentari e forestali n. 18354 del 27 novembre 2009.

Il Ministero si avvale della stessa Commissione per questioni di particolare rilevanza a livello nazionale ed europeo attinenti ai “Prodotti impiegati come corroboranti, potenziatori delle difese delle piante” e ad altri mezzi tecnici per i quali occorra valutare, sotto il profilo tecnico e normativo, caratteristiche ed ammissibilità in agricoltura biologica.

## 2.3. Biostimolanti

Con il termine biostimolante si definiscono i “materiali diversi dai fertilizzanti che promuovono la crescita applicati a basse dosi”. L'introduzione della categoria dei biostimolanti tra i fertilizzanti Ue è una delle maggiori novità della normativa che modifica, il regolamento comunitario sui fitosanitari escludendo, appunto, i biostimolanti dai prodotti per la protezione delle piante.

Il regolamento, approvato il 27 marzo 2019, non è stato ancora pubblicato sulla gazzetta Europea, alla data in cui viene scritto questo lavoro. La definizione di biostimolante dovrebbe essere: "Biostimolante delle piante: qualunque prodotto che contiene qualsiasi sostanza o microrganismo destinato a stimolare i processi nutrizionali delle piante indipendentemente dal suo tenore di nutrienti, o qualsiasi combinazione di tali sostanze e/o microrganismi, con l'unica finalità di migliorare una o più delle seguenti caratteristiche della pianta o della rizosfera della pianta: efficienza dell'uso dei nutrienti; tolleranza allo stress abiotico; qualità delle colture; disponibilità di nutrienti confinati nel suolo o nella rizosfera; degradazione dei composti organici nel suolo; umificazione".

Attualmente, prima dell'approvazione del regolamento sopracitato, una prima classificazione dei biostimolanti li divide in tre gruppi:

- acidi umici;
- prodotti contenenti ormoni (es. estratti di alghe);
- prodotti contenenti amminoacidi.

La legge italiana definisce “Prodotti ad azione specifica sulla pianta – Biostimolanti”, come prodotti che apportano un altro fertilizzante o al suolo o alla pianta, sostanze che favoriscono o regolano l'assorbimento degli elementi nutritivi o correggono determinate anomalie di tipo fisiologico (38).

I biostimolanti in agricoltura includono svariate formulazioni di materiali organici quali sostanze umiche, proteine idrolizzate, estratti di alghe, microrganismi che, applicati alle piante o al terreno, sono in grado di regolare e/o incrementare i processi fisiologici delle colture, migliorando l'efficienza del sistema nel suo insieme.

## 2.4. Microrganismi

I microrganismi del suolo sono componenti chiave di ogni sistema agricolo esercitando molteplici funzioni che spaziano da quelle dannose (agenti patogeni) a quelle benefiche (ad esempio *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*, PGPR, e antagonisti di patogeni), con un impatto sensibile sulla resa e sulla qualità delle produzioni. Si tratta di microrganismi che vivono nella rizosfera, ossia in quella porzione di suolo che subisce gli effetti della radice della pianta. L'impiego di tali microrganismi in agricoltura comporta, considerando l'azione che svolgono nel terreno, un netto miglioramento in favore della salute del consumatore e dell'ambiente (39).

L'impiego dei microrganismi utili per migliorare l'attività microbica del terreno può giocare un ruolo importante nei processi di produzione, anche per le colture in fuori suolo, e permettere una buona interazione tra tutti i fattori coinvolti nella produzione (40).

## 2.5. Attivatori biologici

Si tratta di prodotti in grado di proteggere le piante attivandone i meccanismi naturali di difesa che non sono Corroboranti. Usualmente innescano i processi naturali di autodifesa delle piante promuovendo al loro interno le modificazioni biochimiche tipiche dell'attivazione biologica naturale. Solitamente si tratta di miscele complesse di microrganismi selezionati in natura, enzimi e speciali biocatalizzatori che, una volta rilasciati nell'ecosistema, svolgono il duplice ruolo di inoculi di microrganismi utili e modulatori dell'attività microbiologica del substrato. Si differenziano dai semplici inoculi di microrganismi perché, oltre ad apportare flora microbica utile, svolgono un'efficacissima attività di stimolo e modulazione di tutta la popolazione microbica utile.

Altri attivatori biologici sono i microrganismi utili del suolo, come i già citati *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*, (PGPR) che sono promotori dello sviluppo e della crescita delle piante, vivono e si sviluppano attorno alle radici delle piante colonizzandole, e rilasciano sostanze utili come i fitormoni responsabili della divisione e distensione cellulare che stimolano la crescita delle radici e quindi dell'apparato aereo.

Le micorrize infine forniscono alla pianta un importante aiuto nell'assorbimento di acqua e di alcuni elementi nutritivi altrimenti difficilmente utilizzabili, che prelevano dal terreno con il loro micelio. Nel complesso questi microrganismi promuovono il rilascio di fitormoni nella rizosfera, e stimolano la moltiplicazione, la distensione cellulare e lo sviluppo radicale.

Inoltre aumentano la disponibilità di nutrienti nel terreno, in particolare di fosforo e microelementi (ferro, manganese, zinco, ecc.). Dagli studi di Campanella et al. (41) su uno degli attivatori biologici utilizzati su ..... è emerso che il prodotto testato (AXS M31) agisce non attraverso un meccanismo chimico diretto, ma a seguito di interazione biologica, fungendo da attivatore del sistema microbico naturalmente presente nel terreno trattato.

## 2.6. Insetti antagonisti

Con lo sviluppo di resistenze da parte di insetti fitofagi ai tradizionali insetticidi e con la diffusione di specie invasive aliene, negli ultimi anni è tornata l'attenzione ai metodi di lotta biologica, già sviluppati nei secoli passati e in particolare nella prima metà del Novecento.

Il metodo di controllo biologico si basa sul principio che ogni organismo vivente instaura rapporti di antagonismo con altri, come la predazione, il parassitismo o la competizione interspecifica. Di norma in un ecosistema naturale questo tipo di relazioni genera un andamento ciclico delle popolazioni col recupero nel tempo di una situazione di equilibrio (capacità di reazione omeostatica).

Ma soprattutto con l'ingresso di specie aliene dannose, i fattori di squilibrio nell'ecosistema tendono a produrre effetti devastanti per le colture e assai prolungati negli anni. Si cerca pertanto con la lotta biologica di individuare gli antagonisti naturali di tali specie e di diffonderne la presenza nell'agroecosistema target.

Di norma, a differenza dei mezzi chimici convenzionali, la lotta biologica non abbatte la popolazione di un organismo dannoso, ma aiuta a contenerla entro livelli tali da non costituire un danno. In vari casi, senza altri ausili, la lotta biologica non è di per sé sufficiente a contrastare il danno, ma in alcune esperienze recenti (es. Cinipide del Castagno) si è rivelata il rimedio più efficace.

### 3. Contesto di applicazione per tipologia

#### 3.1. Biopesticidi

In questo paragrafo consideriamo unicamente prodotti di sintesi derivati da sostanze naturali, per via biochimica o per via biotecnologica, distinguendo le 3 categorie che seguono.

- **Prodotti derivati da principi attivi estratti da piante**

È stato dimostrato come la combinazione di coltivazione di piante da sovescio intercalari e l'uso di bioproducti solidi e liquidi derivanti da filiere di chimica verde sia in grado di contenere lo sviluppo di numerosi patogeni tellurici, quali funghi patogeni e nematodi galligeni o cisticoli. La tecnica della biofumigazione è un sistema di coltivazione finalizzato alla gestione e alla difesa naturale delle colture agrarie attraverso l'uso di sovesci innovativi e di bioproducti da chimica verde ad azione biofumigante. L'apporto singolo o sinergico delle diverse opzioni consente, oltre al contenimento di patologie ipogee ed epigee, un significativo miglioramento nel tempo della fertilità chimica e biologica del terreno. È noto da tempo che le piante della famiglia delle brassicaceae contengono un tipico sistema endogeno di difesa, il sistema glucosinolato-mirosinasi in grado di rilasciare, in seguito ad un'idrolisi enzimatica, composti naturali ad azione allelopatica caratterizzati da elevate concentrazioni di composti biologicamente attivi. L'applicazione sinergica di questi prodotti a partire dalla coltivazione di alcuni sovesci innovativi e da bioproducti solidi e liquidi ad azione biofumigante, ammendante e fertilizzante consente una corretta gestione della coltivazione. Non sono noti limiti all'applicazione della biofumigazione che può essere adottata in tutti i contesti produttivi e territoriali dell'agricoltura di numerosi paesi europei ed internazionali senza mostrare particolari difficoltà agronomiche. Si sconsigliano tuttavia ritorni della stessa coltura da sovescio sugli stessi appezzamenti (42; 43; 44; 45; 46; 47).

L'olio di neem è un esempio di insetticida a base vegetale estratto dalla pianta asiatica *Azadirachta indica*. Gli esiti della ricerca su tale prodotto (48) dimostrano che i prodotti a base di neem hanno efficacia nei confronti di più di 100 specie di artropodi nocivi, con meccanismi multipli di azione insetticida che rendono poco probabile l'insorgenza di resistenza nelle specie trattate. Sono inoltre a basso costo e presentano caratteristiche di ridotta tossicità verso i mammiferi.

L'acido pelargonico è un esempio di erbicida a base vegetale derivabile da oli vegetali o grassi animali, che dissolve rapidamente la cera protettiva sulle foglie di molte specie.

In tabella 1 presentiamo un elenco di alcuni principi attivi utilizzabili e della loro relativa funzione.

CLASSE	PRINCIPI ATTIVI	EFFETTO	EFFICIACIA (min 1-max 5)
Alcaloidi	Caffeina Piperina Solanina Chinino	Molecole complesse a volatilità molto ridotta ad azione fagoinibente con effetti secondari anche nei confronti dei funghi. Inibitore delle proteine	3

<b>Terpeni e terpenoidi</b>	Geraniolo Mentolo Limonene Squalene Oli essenziali	Idrocarburi a lunga catena e ad azione nematocida e battericida su Gram-positivi. Antisettici.	2
<b>Glucosidi</b>	Sulfossidi glucosilati Diurina Linamarina Saponine Capsicina	Molecole composte da un glucide e un aglicone, genericamente dotate di proprietà biologiche di elevato interesse applicativo in quanto presenti in abbondanti quantità nelle cellule. Volatili. Agiscono per Contatto e per Ingestione	4
<b>Tannini</b>	Acido clorogenico Acido gallico	Fagoibente	2

Tab.1 - Esempi di principi attivi di origine vegetale

• **Prodotti derivati da microrganismi**

L'esempio più noto è l'impiego del *Bacillus Thuringiensis*, già noto dal 1901 per le proprietà insetticide nei confronti dei lepidotteri. Il progetto europeo *INNOVA (Innovative bio-based pesticides to minimise chemical residue risk on food, 2013-2016)* coordinato dalla Fondazione Edmund Mach, ha consentito l'individuazione e l'approvazione della sostanza attiva *Trichoderma atroviride SC1*, che si è dimostrato efficace come fungicida su uva, pomodori e fragole. Di seguito si riportano alcuni esempi di microrganismi impiegati come fitofarmaci:

- **Insetticidi:** *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Baculovirus*.
- **Fungicidi:** *Ampelomyces quisqualis*, *Trichoderma harzianum*, *T. atroviride*, *Trichoderma spp.*, *Bacillus subtilis*, *B. pumilus*, *Aureobasidium pullulans*, *Streptomyces griseoviridis*, *Gliocladium virens*, *Agrobacterium radiobacter*, *Coniothyrium minitans*, ecc.

• **Mediatori chimici (es. feromoni)**

I mediatori chimici sono delle molecole (neurotrasmettitori, ormoni ecc) contenute in vescicole sinaptiche e rilasciate in seguito a un opportuno stimolo.

I feromoni degli insetti hanno rivoluzionato da circa quarant'anni l'approccio al monitoraggio, grazie alla specificità di attrazione e all'elevata attività biologica e sono stati studiati per poter essere applicati con successo anche come mezzo diretto di difesa (49).

Sono nate così le trappole entomologica o trappole a feromoni che sono specifici dispositivi in grado di attirare e catturare gli insetti adulti. La cattura avviene con una barriera che impedisce l'allontanamento dell'insetto oppure, più frequentemente, con l'impiego di sostanze che lo trattengono oppure lo uccidono.

### 3.2. Corroboranti

I prodotti attualmente riconosciuti come corroboranti e utilizzabili in agricoltura biologica, convenzionale e biodinamica sono indicati nell'Elenco di Tipologie di "Corroboranti potenziatori delle difese delle piante" di cui al Decreto del Presidente della Repubblica n. 290/01 e s.m.i. e del relativo Decreto Ministeriale n. 4416 del 22 aprile 2013. Il singolo prodotto commerciale non può contenere alcun componente non esplicitamente autorizzato per la tipologia cui appartiene. Un recente decreto del Mipaaf (6 settembre 2018) introduce alcune semplificazioni dei procedimenti inerenti all'esame delle istanze di inserimento di nuove tipologie di corroboranti (36; 50).

La tabella seguente riporta l'elenco 14 tipologie di corroboranti e le rispettive composizioni e funzioni.

Denominazione della tipologia di prodotto	Descrizione, composizione qualitativa e/o formulazione commerciale	Meccanismo di azione
<b>1. Propolis</b>	È il prodotto costituito dalla raccolta, elaborazione e modificazione, da parte delle api, di sostanze prodotte dalle piante. Si prevede l'estrazione in soluzione acquosa od idroalcolica od oleosa (in tal caso emulsionata esclusivamente con prodotti presenti in questa tabella). L'etichetta deve indicare il contenuto in flavonoidi, espressi in galangine, al momento del confezionamento.	Le componenti di natura fenolica (flavoni, flavonoidi e flavononi) esplicano proprietà fitostimolanti, favoriscono l'autodifesa della pianta e potenziano l'azione di alcuni antiparassitari.
<b>2. Polvere di Pietra o di Roccia</b>	Prodotto ottenuto tal quale dalla macinazione meccanica di vari tipi di rocce, la cui composizione originaria deve essere specificata.	L'acido silicico favorisce l'irrobustimento delle foglie e degli steli, inoltre la sua composizione, comprendente elementi minerali e microelementi, contribuisce a rinforzare la pianta. La polvere di roccia esplica, inoltre, azione meccanica (barriera fisica) e, grazie alle sue caratteristiche igroscopiche, può agire come disidratante asciugando la parte esterna dei vegetali e riducendo, in tal modo, i rischi di proliferazione e sviluppo dei parassiti.
<b>3. Bicarbonato di Sodio</b>	Il prodotto deve presentare un titolo minimo del 99,5% di principio attivo.	Il meccanismo di azione non è del tutto chiaro, ma sembra che i sali di bicarbonato modifichino il pH della superficie fogliare sfavorendo lo sviluppo dei patogeni.
<b>4. Gel di Silice</b>	Prodotto ottenuto dal trattamento di silicati amorfi, sabbia di quarzo, terre diatomacee e similari.	Attività disidratante e adsorbente.



<b>5. Preparati Biodinamici</b>	Preparazioni previste dal regolamento CEE n. 834/07, art. 12 lettera c.	Stimolano e migliorano l'attività biologica del suolo e delle piante
<b>6. Oli Vegetali Alimentari (Arachide, Cartamo, Cotone, Girasole, Lino, Mais, Olivo, Palma da cocco, Senape, Sesamo, Soia, Vinacciolo, Argan, Avocado, semi di Canapa (1), Borragine, Cumino nero, Enotera, Mandorlo, Macadamia, Nocciolo, Papavero, Noce, Riso, Zucca.)</b>	Prodotti ottenuti per spremitura meccanica e successiva filtrazione e diluizione in acqua con eventuale aggiunta di co-formulante alimentare di origine naturale. Nel processo produttivo non intervengono processi di sintesi chimica e non devono essere utilizzati OGM. L'etichetta deve indicare la percentuale di olio in acqua.  È ammesso l'impiego del Polisorbato 80 (Tween 80) come emulsionante.  (1) L'olio di canapa deve derivare esclusivamente dai semi e rispettare quanto stabilito dal Reg. (CE) 1122/2009 e dalla Circolare del Ministero della Salute n 15314 del 22/05/2009.	Gli oli vegetali risultano interferire sulla fisiologia delle interazioni patogeno-pianta
<b>7. Lecitina</b>	Il prodotto commerciale per uso agricolo deve presentare un contenuto in fosfolipidi totali non inferiore al 95% ed in fosfatidilcolina non inferiore al 15%.	I fosfolipidi esplicano un effetto positivo sulla salute della pianta in quanto potenziano i meccanismi di difesa dei tessuti vegetali.
<b>8. Aceto</b>	Di vino e frutta.	Esplica azione caustica.
<b>9. Sapone Molle e/o di Marsiglia</b>	Utilizzabile unicamente tal quale.	Esplica azione indiretta nei confronti delle fumaggini, poiché favorisce lo scioglimento della melata prodotta dagli insetti.
<b>10. Calce Viva</b>	Utilizzabile unicamente tal quale.	Svolge azione caustica [11]
<b>11. Estratto integrale di castagno a base di tannino</b>	Prodotto derivante da estrazione acquosa di legno di castagno ottenuto esclusivamente con procedimenti fisici.  L'etichetta deve indicare il contenuto percentuale in tannini.	I tannini favoriscono l'aumento della resistenza della pianta a stress biotici e abiotici, poiché repellenti nei confronti di predatori, parassiti e contrastano marciumi di origine fungina.
<b>12. Soluzione acquosa di acido ascorbico</b>	Prodotto derivante da idrolisi enzimatica di amidi vegetali e successiva fermentazione. Il processo produttivo non prevede processi di sintesi chimica e nella fermentazione non devono essere utilizzati OGM. Il prodotto deve presentare un contenuto di acido ascorbico non inferiore al 2%.	Il prodotto è impiegato esclusivamente in post-raccolta su frutta e ortaggi per ridurre e ritardare l'imbrunimento dovuto ai danni meccanici.



<p><b>13. Olio vegetale trattato con ozono</b></p>	<p>Prodotto derivato dal trattamento per insufflazione con ozono di olio alimentare (olio di oliva e/o olio di girasole).</p>	<p>Potenziatore delle difese delle piante verso attacchi fungini e batterici e con azione protettiva e cicatrizzante. Trattamento ammesso sulla coltura in campo.</p>
<p><b>14. Estratto glicolico a base di Flavonoidi</b></p>	<p>Prodotto derivato dalla estrazione di legname non trattato chimicamente con acqua e glicerina di origine naturale. Il prodotto può contenere lecitina (max 3%) non derivata da OGM quale emulsionante.</p>	<p>Potenziatore delle difese delle piante verso attacchi fungini e batterici e con azione protettiva e cicatrizzante. Trattamento ammesso sulla coltura in campo.</p>

Tab. 2 – Corroboranti - Denominazioni, formulazione commerciale e meccanismo d'azione

### 3.3. Biostimolanti

**Estratti di alghe.** Agiscono come biostimolanti migliorando la velocità di germinazione, la crescita, l'allegagione, la produzione, la qualità del prodotto e la resistenza a stress ambientali. Inoltre, incrementano l'assorbimento dei macro e micronutrienti in diverse colture. Da un punto di vista applicativo, gli effetti positivi degli estratti di alghe sono più marcati in colture su suoli poco fertili e con applicazioni ripetute durante il ciclo colturale. Applicazioni fogliari sono in genere preferite per i ridotti dosaggi richiesti e la rapidità di azione.

**Sostanze umiche.** Sono macromolecole complesse che provengono dalla decomposizione della sostanza organica e dall'attività metabolica dei microrganismi. Le sostanze umiche esplicano un'azione di stimolo della crescita delle piante per via diretta e indiretta. L'effetto diretto sulla pianta stimola la rizogenesi mentre l'azione indiretta si esplica nel suolo attraverso un miglioramento della fertilità. Da un punto di vista applicativo, gli effetti benefici delle sostanze umiche sulle colture sono più evidenti nei suoli poco fertili caratterizzati da un basso tenore di sostanza organica e con applicazioni radicali ripetute durante il ciclo colturale.

**Idrolizzati proteici.** Derivano da residui della lavorazione del cuoio (es. collagene), dell'industria ittica, della lavorazione della carne o da biomasse vegetali. Gli idrolizzati proteici presentano proprietà biostimolanti, migliorando l'assorbimento e l'assimilazione dei nutrienti (es. azoto nitrico e ferro), la tolleranza a stress ambientali (salinità, siccità, temperature estreme) e la qualità del prodotto. È stato anche evidenziato che gli idrolizzati proteici possono stimolare le risposte di difesa della pianta agli stress. Da un punto di vista applicativo, l'effetto biostimolante degli idrolizzati proteici si evidenzia soprattutto in colture coltivate in suoli poco fertili e con applicazioni ripetute durante il ciclo colturale. Applicazioni radicali sono utili per stimolare la rizogenesi e la microflora tellurica, mentre trattamenti fogliari sostengono la crescita soprattutto in condizioni di intenso sforzo metabolico (es. elevati ritmi di crescita, elevata allegagione) e migliorano la tolleranza a stress ambientali (38; 51; 52).

### 3.4. Microrganismi utili

I microrganismi in agricoltura trovano applicazione sul campo come:

- biofertilizzanti (prodotti contenenti microrganismi vivi che, quando applicati a sementi, superfici vegetali o suolo, colonizzano la rizosfera o i tessuti vegetali e ne promuovono la crescita e la radicazione nel terreno aumentando la disponibilità e l'assorbimento dei nutrienti da parte della pianta);

- biostimolatori;
- nella bioprotezione (per stress biotici e abiotici);
- nel compostaggio.

Questi prodotti devono essere distribuiti direttamente vicino al seme o alla radice della piantina alla messa a dimora, oppure tramite confettatura o impolveratura del seme o, ancora, distribuiti alla semina con microgranulatori (seminativi) (53).

### 3.5. Attivatori biologici

Per quanto riguarda le caratteristiche che vengono conferite al terreno dal trattamento con gli attivatori biologici, sono emersi i seguenti dati:

- aumenta l'attività respiratoria, indice dello stato di salute del terreno, delle sue capacità metaboliche e dell'attività biologica;
- aumentano nel tempo il contenuto nel terreno di carbonio organico totale ed il potenziale di ossido riduzione;
- diminuisce il coefficiente di ossidabilità di un'erba prodotta su terreno trattato, il che sta ad indicare che il prodotto vegetale è più resistente agli attacchi chimici;
- si allunga il ciclo delle colture con conseguenti maggiori rese e prodotti che si conservano più a lungo;
- il contenuto in acqua del terreno trattato si conserva per tempi maggiori con specifiche prospettive per le colture in zone desertiche, minore spreco di acqua e maggiori rese produttive;
- la presenza di eventuali inquinanti è meno persistente nel caso di terreni trattati;
- nel caso dell'erba da terreno trattato si osserva una ripresa della capacità di respirazione a seguito di trattamento.

L'impiego dell'antagonista naturale sarebbe la soluzione più semplice ed efficace sul piano tecnico, ma nel caso di specie aliene, questa soluzione si scontra col divieto di impiego di specie alloctone. È successo col Cinipide del Castagno (*Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu*), che dopo anni di devastazione dei castagneti italiani era stato contenuto con successo dall'inserimento del suo parassitoide naturale (*Totymus sinensis*) prima che venisse proibito il suo uso, in quanto specie alloctona. Lo stesso problema si configura oggi anche per misure di confusione sessuale per combattere la mosca della frutta attraverso l'introduzione di maschi sterili, rimedio molto utilizzato in Spagna (biofabbrica di Valencia) e incentivato dalle norme europee, ma proibito nel nostro paese per disposizioni stringenti.

Un caso particolarmente grave per l'ortofrutta italiana è quello della cimice asiatica o marmorata (*Halyomorpha halys*), insetto polifago che da alcuni anni sta provocando notevoli danni a molte colture frutticole e orticole soprattutto nel Nord Italia. Antagonista naturale, noto da tempo, è un imenottero (*Ooencyrtus telenomicida*) parassita delle uova della cimice marmorata e facilmente allevabile in biofabbrica, il cui impiego in campo è oggi impedito in quanto specie alloctona. Esistono tuttavia altre specie antagoniste autoctone della cimice marmorata, sebbene giudicate finora di minore efficacia. In particolare, sembra siano stati ottenuti risultati molto soddisfacenti con un parassitoide autoctono, *Anastatus bifasciatus*, il cui impiego potrebbe già essere autorizzato nel corso del 2019 (54).

Oltre gli insetti, da tempo si usano anche altri organismi antagonisti, come acari predatori (fitoseidi) o nematodi. Nella lotta contro gli insetti, il *Phytoseiulus persimilis* (55) è un acaro fitoseide predatore del ragnetto rosso *Tetranychus urticae* e viene utilizzato in tutto il mondo per combattere il fitofago su diverse colture orticole e ornamentali. È maggiormente impiegato sulle colture ortive in serra e in pieno campo (cetriolo, cocomero, fragola, melanzana, melone, peperone, zucca,

zucchino). Il *P. persimilis* è fornito in flaconi contenenti gli stadi mobili, soprattutto gli adulti, mescolati a materiale disperdente per una più facile distribuzione in campo. I quantitativi totali di lancio possono variare da un minimo di 5-6 individui fino anche a 20-25 per m<sup>2</sup> a seconda delle diverse situazioni. E' opportuno instaurare un rapporto preda-predatore tra 15:1 e 30:1 a seconda del periodo vegetativo e della coltura. La scelta del dosaggio deve tener conto dei seguenti parametri:

- intensità dell'attacco: numero medio di acari/foglia e focolai di infestazione;
- sensibilità della coltura: le cucurbitacee, ad esempio, sono più danneggiate a parità di numero di ragnetti per foglia;
- condizioni ambientali: in estate è necessario intervenire con quantitativi più elevati e a livelli di attacco più bassi perché il ragnetto è favorito dalle temperature più elevate e dalla bassa umidità;
- stadio vegetativo della coltura: se le piante non si toccano lungo la fila e tra le file è necessaria una distribuzione su tutte le piante;
- è consigliabile suddividere il numero di predatori da lanciare: andrebbero ripartiti in più introduzioni, a distanza di una settimana l'una dall'altra.

*L'Amblyseius andersoni* (56) è un acaro fitoseide molto comune sui fruttiferi e sulla vite, ma si trova facilmente anche su piante erbacee ed arbustive. Il suo regime dietetico è di tipo generalista: è in grado di sopravvivere e riprodursi su substrati di origine diversa (acari tetranichidi, eriofidi, piccoli insetti, polline, funghi, melata, essudati vegetali).

In Italia settentrionale *A. andersoni* è la specie più diffusa su melo ed è in grado di controllare efficacemente le popolazioni di *Panonychus ulmi*. Più in generale, gli organismi bersaglio sono acari tetranichidi ed eriofidi (*Tetranychus urticae*, *Panonychus ulmi*, *Aculops lycopersici*) e il settore di impiego è rappresentato dalle colture ortive in serra (melanzana, peperone, pomodoro, zucchino), dalle frutticole e vite e dalle colture floricole. Grazie alla sua capacità di sopravvivere anche in assenza di preda, *A. andersoni* può essere impiegato anche in lanci preventivi. In linea di massima per i trattamenti preventivi si considerano sufficienti 6 individui/m<sup>2</sup>. In presenza di prede vengono consigliati da un minimo di 20 ad oltre 100 individui/pianta.

I nematodi sono piccoli vermi cilindrici non visibili a occhio nudo (hanno dimensioni di circa 880 µm); quelli entomopatogeni sono utilizzati per la lotta agli insetti. Alcune specie appartenenti ai generi *Steinernema* ed *Heterorhabditis*, in particolare *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae*, *S. kraussei*, *Heterorhabditis bacteriophora* e *H. megidis*, sono utilizzate in lotta biologica: si tratta di parassiti obbligati di larve di coleotteri, lepidotteri, ditteri e imenotteri, che vivono nel terreno o in luoghi ad alto contenuto di umidità (gallerie o ripari nel legno, lamina fogliare, radici).

La loro azione si esplica in seguito alla simbiosi mutualistica con batteri dei generi *Xenorhabdus* e *Photorhabdus* provocando in pochi giorni la morte dell'insetto.

I nematodi entomopatogeni sono macrorganismi, pertanto i prodotti in commercio in Italia non necessitano di registrazione.

Nel comparto ortofrutticolo il settore di riferimento è rappresentato da:

- vivai di piante ornamentali e in allevamenti di funghi: ditteri sciaridi;
- pomodoro: *Tuta absoluta*;
- coltura protetta: *Frankliniella occidentalis*;
- carciofi: larve di lepidotteri notturni.

L'attività insetticida viene svolta perché sono essenzialmente larvicidi; le crisalidi di lepidotteri e gli adulti non vengono in genere significativamente parassitizzati. L'unico stadio del nematode libero

nel terreno è la larva di terza età, detta larva infettiva, che ospita i batteri simbiotici nel proprio intestino. La larva penetra nell'insetto ospite attraverso le aperture naturali (cuticola, ano, bocca, spiracoli), dove rilascia i batteri che rapidamente si moltiplicano e uccidono l'ospite; a sua volta il nematode continua il suo ciclo di sviluppo alimentandosi di cellule batteriche e dei tessuti dell'ospite, dove completa 1-3 generazioni a seconda delle dimensioni dell'insetto. La morte dell'insetto avviene entro 24-72 ore dalla penetrazione, per l'azione congiunta di nematodi e batteri. Per quanto riguarda la modalità di applicazione possono essere distribuiti direttamente al terreno, dove possono

- raggiungere le larve di insetti che passano qualche stadio del loro sviluppo libere nel terreno oppure a contatto con le radici;
- penetrare negli organi sotterranei della pianta attraverso le gallerie scavate da larve di insetti appartenenti soprattutto all'ordine dei coleotteri;
- penetrare nei frutti caduti sul terreno per raggiungere le eventuali larve nel loro interno.

Possono anche essere distribuiti sul tronco di alberi da frutta, dove raggiungono le larve di lepidotteri (*Carpocapsa*, *Cydia molesta*, *Sesia*, *Euzofera* ecc.) svernanti nelle screpolature della corteccia. Infine, possono essere iniettati nei fori di penetrazione di insetti xilofagi: raggiungono le larve nelle gallerie (*Saperda* del pioppo, *Cossus*, *Zeuzera*, *Paysandisia* e *Rincoforo* delle palme, ecc.) o distribuiti sulla parte aerea di piante ortive dalle quali, attraverso la cuticola delle foglie, raggiungono gli insetti minatori (es: *Frankliniella*) oppure penetrano nelle gallerie scavate nei fusti e nei frutti da *Tuta* del pomodoro, nottue fogliari, ecc.

## 4. Prodotti disponibili sul mercato

### 4.1. Biopesticidi

Il mercato dei biopesticidi è in forte e costante crescita secondo uno studio recente della *Global Industry Analysts* (57) "Biopesticides: A Global Strategic Business Report". A livello nazionale, non sono disponibili molti dati. È noto tuttavia che, per il solo settore degli agrofarmaci per sementi, nel 2013 i biopesticidi rappresentavano in Italia il 14% di un fatturato mondiale stimato sui 1.800 milioni di dollari (stime *MicroMarket Monitor*) e si prevede una crescita di oltre 600 milioni di dollari entro il 2019 (57).

Tra i protagonisti principali a livello internazionale, troviamo: *AG Biotech Australia, Pty Ltd*, *AgraQuest*, *Bion Tech*, *Certis USA*, *Greeneem*, *Isagro Biochem*, *Syngenta International*, *Troy Bioscience* e *Valent Biosciences*, mentre sul territorio nazionale opera la *Nutrien Ltd.*, che ha una sede di produzione a Livorno.

### 4.2. Biostimolanti

Il valore del mercato dei biostimolanti in Europa è stimato fra i 200 e i 400 milioni di euro, in Italia di 40 milioni di euro, con una crescita annua superiore al 10% e investimenti annui in ricerca e sviluppo fra il 3 e il 10% del fatturato (58). Molte sono le aziende in Europa produttrici di biostimolanti. Al link di seguito è possibile individuare le aziende associate alla *European Biostimulants Industry Council* (EBIC): <http://www.biostimulants.eu/about/members/>.

### 4.3. Microrganismi utili

Le aziende nazionali ed internazionali che producono questi microrganismi sono moltissime. In commercio sono disponibili prodotti a base di:

- microrganismi utili (batteri PGPR), di solito miscelati in concimi organico-minerali;

- ectomicorrize, per la produzione di piantine di essenze forestali o ornamentali e di corpi fruttiferi (Tuber, Boletus...);
- endomicorrize per ortive, fruttiferi, seminativi, nonché per applicazioni agronomiche/ambientali (colonizzazione suoli aridi; phytoremediation...).

#### 4.4. Organismi antagonisti

Diverse aziende commercializzano organismi antagonisti. Tra queste segnaliamo:

- L'azienda *Koppert* ([www.koppert.com](http://www.koppert.com));
- BIOGARD®, Divisione di *CBC (Europe) S.r.l.*, si occupa dello sviluppo e della commercializzazione di prodotti fitosanitari biologici per tutta l'agricoltura ([www.biogard.it](http://www.biogard.it));
- *Bioplanet* - <https://bioplanet.eu/it/>

#### 5. Limiti dell'applicazione

Uno dei principali rischi nell'uso di microrganismi è una minore o nulla efficacia connessa all'ancor insufficiente utilizzazione in campo; maggiori studi sono necessari per valutarne l'efficacia e gli impatti.

Per i corroboranti, c'è il problema della definizione dell'aliquota fiscale da applicare (Iva). Attualmente tali prodotti vengono venduti con l'Iva al 22%, tuttavia più volte è stato rimarcato presso le sedi competenti che essi trovano applicazione in agricoltura e che pertanto, in analogia con altri mezzi tecnici, dovrebbero beneficiare di un'aliquota più favorevole. I prodotti fitosanitari ad esempio godono di un'Iva al 10% e i fertilizzanti al 4%. Purtroppo, ad oggi, nonostante un'interpellanza all'Agenzia delle Entrate, un quesito posto all'Ufficio delle Dogane e, da ultimo, un'interrogazione parlamentare, non si è giunti ad alcuna definizione della questione (42).

---

#### Bibliografia

- 32) Stanchezza del terreno e malattie da reimpianto, dalle cause ai rimedi. A cura di Cosimo Chiantese. [agronotizie.imaginenetwork.com/difesa-e-diserbo/](http://agronotizie.imaginenetwork.com/difesa-e-diserbo/)
- 33) DISCIPLINARE PER LA PRODUZIONE INTEGRATA Settore ortofrutticolo. FRAGOLA - PARTE AGRONOMICA. Edizione 2018
- 34) Minarelli F., Raggi M., Viaggi D. (2015), Il mercato dei biopesticidi: stato dell'arte e prospettive di studio, *Agriregionieuropa*, anno 11, 42.
- 35) <https://agronotizie.imaginenetwork.com/fertilizzanti/2016/09/15/corroborenti-la-situazione-in-italia/50126>
- 36) 10.2 Prodotti corroboranti, potenziatori della resistenza delle piante. Anna La Torre (Centro di ricerca per la patologia vegetale – Roma), Rossana Rossi e Floriano Mazzini (Servizio Fitosanitario Regione Emilia-Romagna)
- 37) <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/6474>
- 38) <http://www.fritegotto.it/FERTIRRIGO-FACILE-Biostimolanti-in-agricoltura-cosa-sono-e-come-agiscono/>
- 39) CARATTERIZZAZIONE DEL MICROBIOTA DI ALCUNI SUOLI DELL'ALTOPIANO DEL FUCINO IN RELAZIONE AL TIPO DI COLTURA E ALLA STAGIONALITÀ. Domenico Fantozzi, Federica Matteucci, Emanuela Di Salvatore, Marisa Terreri, Emanuela Servo, Daniela Spera, Maddalena Del Gallo. Soc Italiana della Scienza del suolo - 40° Congresso. Roma dic 2015 - Libro dei riassunti
- 40) Corso di formazione sui microrganismi utili in agricoltura. 27 settembre 2016: una giornata formativa sui microrganismi utili per contenere fitopatogeni e nematode; <http://www.fritegotto.it/>

- 41) Amperometric Enzyme Sensor to Check the Total Antioxidant Capacity of Several Mixed Berries. Comparison with Two Other Spectrophotometric and Fluorimetric Methods Mauro Tomassetti\*, Maruschka Serone, Riccardo Angeloni\*, Luigi Campanella and Elisa Mazzone Department of Chemistry, "Sapienza" University of Rome, p.le A. Moro 5, 00185 Rome, Italy; E-Mails: m.serone@live.it (M.S.); luigi.campanella@uniroma1.it (L.C.); mazzone.elisa@libero.it (E.M.)
- 42) <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/fertilizzanti/2016/09/15/corrobtoranti-la-situazione-in-italia/50126>
- 43) Lazzeri L. (2013). Dalle piante per le piante, l'uso della biofumigazione. Terra e Vita, 29-30, luglio 2013, 53-55.
- 44) G. Curto, Lazzeri L., Dallavalle E., Santi R.. 2009 Nematodi galligeni sotto controllo anche in agricoltura biologica. L'Inf. Agr. n° 4 23/29 gennaio 2009, 65-67.
- 45) Lazzeri L., Errani M., Leoni O., Venturi G. (2004). Eruca sativa spp. Oleifera: a new non food crop. Ind crops and prod, 20, 67-73. IF 2,47.
- 46) Curto G., Dallavalle E., Santi R., Casadei N., D'Avino L., Lazzeri L. (2015). The potential of Crotalaria juncea L. as a summer green manure crop in comparison to Brassicaceae catch crops for management of Meloidogyne incognita in the Mediterranean area. Eur J Plant Pathol, 42, pp. 829-841, IF1, 490.
- 47) Lazzeri L., Leoni O., Manici L.M., Palmieri S., Patalano G. (2010). Use of Seed Flour as Soil Pesticide. Patent n° US 7, 749,549, July 6, 2010.
- 48) <https://www.intoscana.it/it/articolo/insetticidi-naturali-dalluniversita-di-pisa-arriva-lolio-di-neem/>
- 49) I FEROMONI NELLA DIFESA INTEGRATA DELLE COLTURE IN ITALIA (PICCOLA STORIA E ATTUALITÀ) F. MOLINARI 1, A. SCHIAPARELLI 2 1 Istituto di Entomologia e Patologia Vegetale - Facoltà di Agraria Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza - fabio.molinari@unicatt.it 2 Dottore Agronomo, Torino - alberto.schiaparelli@alice.it Giornate Fitopatologiche. Milano Marittima - maggio 2012.
- 50) Disposizioni per l'attuazione dei regolamenti (CE) n. 834/2007 e n. 889/2008 e loro successive modifiche e integrazioni, relativi alla produzione biologica e all'etichettatura dei prodotti biologici. Abrogazione e sostituzione del decreto n. 18354 del 27 novembre 2009. (Decreto n. 6793). GAZZETTA UFFICIALE DELLA REPUBBLICA ITALIANA Serie generale - n. 206 del 5/9/2018
- 51) <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.11.026>
- 52) Production of an enzymatic protein hydrolyzate from defatted sunflower seed meal for potential application as a plant biostimulant Author links open overlay panel. Industrial Crops and Products - Volume 75, Part A, 30 November 2015, Pages 15-23. Luisa Ugolini Susanna Cintia Laura Righettia Alessandra Stefan Roberto Matteo Lorenzo D'Avino Luca Lazzeri
- 53) I microrganismi e il suolo. Seminario Dott.sa Anna Benedetti (CRA). <http://www.scienzaegoverno.org/content/i-3-3-applicazioni-dei-microrganismi-agricoltura>
- 54) <https://www.nocciolare.it/difesa/anastatus-bifasciatus-potenziale-agente-di-controllo-biologico-della-cimice-asiatica-in-europa>
- 55) 13.2.3 Phytoseiulus persimilis Tiso Rocchina (Servizio Fitosanitario Regione Emilia-Romagna) [https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/fitosanitario/doc/prodotti-fitosanitari/Manuale-basso-impatto/documenti/parte-3/13-insetti-acari-e-nematodi-utili-in-commercio/13-2-3-phytoseiulus-persimilis/at\\_download/file/13.2.3%20Phytoseiulus%20persimilis.pdf](https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/fitosanitario/doc/prodotti-fitosanitari/Manuale-basso-impatto/documenti/parte-3/13-insetti-acari-e-nematodi-utili-in-commercio/13-2-3-phytoseiulus-persimilis/at_download/file/13.2.3%20Phytoseiulus%20persimilis.pdf)
- 56) 13.2.4 Amblyseius andersoni Tiso Rocchina (Servizio Fitosanitario Regione Emilia-Romagna) [https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/fitosanitario/doc/prodotti-fitosanitari/Manuale-basso-impatto/documenti/parte-3/13-insetti-acari-e-nematodi-utili-in-commercio/13-2-4-amblyseiusandersoni/at\\_download/file/13.2.4%20AmblyseiusAndersoni.pdf](https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/fitosanitario/doc/prodotti-fitosanitari/Manuale-basso-impatto/documenti/parte-3/13-insetti-acari-e-nematodi-utili-in-commercio/13-2-4-amblyseiusandersoni/at_download/file/13.2.4%20AmblyseiusAndersoni.pdf)
- 57) [https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-biopesticides-market-industry?gclid=CjwKCAjwzPXIBRAjEiwAj\\_XTEVxNx\\_b9hF1MiLcPE8G6HsK3iVU5-V1Z7iVL7\\_I4JVdFYJZtTVaboBoCOGEQAvD\\_BwE](https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-biopesticides-market-industry?gclid=CjwKCAjwzPXIBRAjEiwAj_XTEVxNx_b9hF1MiLcPE8G6HsK3iVU5-V1Z7iVL7_I4JVdFYJZtTVaboBoCOGEQAvD_BwE)
- 58) Comunicazione Convegno Ortofrutta: le opportunità della Chimica verde. Luca Lazzeri. Bologna Fiera EIMA International 2018