



wba project



***BIODIVERSITÀ E VALORIZZAZIONE DELL'ORTOFRUTTA E
DEGLI ECOSISTEMI NELLE AREE TIPICHE DI PRODUZIONE***



***STRATEGIE PER INCREMENTARE LA BIODIVERITA'
DEL SUOLO E DELL'AMBIENTE***

Indice

Premessa	pag.4
<i>Capitolo 1 Importanza della biodiversità e obiettivi del progetto BIOFUTURE</i>	
Importanza della biodiversità	pag.5
Maggior sensibilità del consumatore	pag.5
Influenza delle tecniche colturali sulla biodiversità	pag.6
Obiettivi del progetto Biofuture	pag.7
<i>Capitolo 2 La biodiversità del suolo</i>	
L'importanza di salvaguardare la biodiversità del suolo	pag.8
La biodiversità della microflora e microfauna come elementi della fertilità	pag.10
Ruolo della sostanza organica nel suolo	pag.13
<i>Capitolo 3 La biodiversità ambientale nell'ambito del progetto BIOFUTURE</i>	
Gestione delle infrastrutture ecologiche	pag.15
Definizione degli indici di biodiversità	pag.19
Esecuzione rilievi di biodiversità e relativi Indici di biodiversità	pag.21
<i>Capitolo 4 Tecniche per incrementare la biodiversità</i>	
Agricoltura conservativa	pag.27
Agricoltura conservativa principali tecniche	pag.28
Coperture vegetali intercalari	pag.33
Apporti di micorrize nelle specie orticole	pag.36
Consigli di linee di difesa a basso impatto ambientale	pag.40
Spazi incolti e corridoio ecologico	pag.45
<i>Capitolo 5 Principali risultati ottenuti dal progetto BIOFUTURE</i>	
Impiego delle micorrize	pag.47
Effetti e risultati delle diverse tipologie di coperture vegetali intercalari	pag.50
Parametri della biodiversità	pag.91

Unità Operative coinvolte

Università Padova – DAFNAE - Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente

WBA – Project S.R.L.

Ri.Nova Soc. Coop.

OPO Veneto

Autori che hanno collaborato alla stesura del testo

Professore Giuseppe Concheri - DAFNAE – Università di Padova

Ricercatore Andrea Fasolo DAFNAE- Università di Padova

Ricercatore Federico Gavinelli DAFNAE Università di Padova

Stefania Delvecchio – Ri.NOVA

Andrea Soli – Astra Innovazione e Sviluppo

Nicola Tormen – WBA Projet srl

E' possibile scaricare il documento dal sito web dedicato al progetto Biofuture al link: <https://biofuture.it/>

Premessa

Il suolo è un ecosistema complesso che ha subito grandi cambiamenti con l'avvento dell'agricoltura moderna. Quest'ultima, se da un lato ha aumentato le produzioni, dall'altro ha incrementato i consumi di risorse naturali e ha interferito con gli equilibri del sistema, riducendo l'autonomia dei processi produttivi e la loro sostenibilità. Tra le conseguenze più gravi oggi si assiste ad un incremento del disordine biologico, che si evidenzia in un'espansione anomala di organismi patogeni e parassiti con un parallelo impoverimento dell'humus nei suoli. Ciò porta, tra l'altro, ad una recrudescenza dei problemi connessi con patologie e anomalie che si ritenevano superate o facilmente controllabili mentre l'adozione di tecniche di coltivazione troppo intensive ha, invece, amplificato. In questo contesto, si manifesta anche la stanchezza del terreno, che testimonia l'impoverimento dei suoli che oggi causa danni considerevoli e l'aumento dei costi produttivi.

L'obiettivo di conservare la fertilità dei nostri terreni è fondamentale; ne consegue che occorre operare quotidianamente nella scelta di tecniche colturali meno impattanti, per il recupero della biodiversità e per il miglioramento della qualità del prodotto aspetto fondamentale nella storia del territorio.

La sostenibilità ambientale è considerata una prerogativa essenziale per garantire la produttività di un ecosistema agricolo, come testimoniano anche gli obiettivi prioritari della nuova Politica Agricola Comunitaria. Per attuare corrette scelte imprenditoriali, è doverosa una migliore conoscenza degli ecosistemi attraverso cui impostare la programmazione di un'agricoltura sostenibile. La ricerca deve portare allo sviluppo di nuove tecniche di lavorazione dei terreni, di gestione degli spazi incolti, di fertilizzazione, di gestione delle linee di difesa, attraverso le quali garantire una maggiore biodiversità nel suolo, nelle acque e nell'ambiente in generale.

Nel Progetto BIOFUTURE sono state proposte e applicate pratiche agronomiche a basso impatto ambientale che possono contribuire alla messa a punto di modelli agricoli orientati all'incremento della biodiversità in generale. Il prontuario è stato pensato nell'ottica di suggerire queste strategie che ogni agricoltore può applicare nella gestione agronomica della propria azienda.

Tutto questo contribuirà a custodire maggiormente l'ambiente, a scegliere tecniche di coltivazione che forniscano un prodotto più sano, tutelando la salute dell'agricoltore e del consumatore.

Capitolo 1 Importanza della biodiversità e obiettivi del progetto BIOFUTURE

Il termine “biodiversità” è ormai utilizzato a livello mondiale sia in ambito scientifico che culturale. Secondo il Glossario Dinamico ISPRA-CATAP, per biodiversità entro un determinato ambiente si intende la varietà di organismi viventi in esso presenti. La biodiversità, in parole semplici, indica la ricchezza della vita sulla Terra, che comprende essere umani, animali, vegetali, microrganismi e tutto il materiale genetico immaginabile; inoltre, tiene conto del modo in cui questa ricchezza è distribuita sul Pianeta e come i vari organismi interagiscono tra loro. Ciascuna specie, poco importa se piccola o grande, riveste e svolge un ruolo specifico nell’ecosistema in cui vive e proprio in virtù del suo ruolo aiuta l’ecosistema a mantenere i suoi equilibri vitali.

Importanza della biodiversità

La biodiversità è importante perché rafforza la produttività di un qualsiasi ecosistema (di un suolo agricolo, di una foresta, di un lago, ecc.) e impatta sulla qualità del suolo, dell’acqua, sul clima: se un habitat è in equilibrio, risulta essere anche più resistente nei confronti delle catastrofi naturali. E’ stato, infatti, dimostrato che la perdita di biodiversità contribuisce all’insicurezza alimentare ed energetica, aumenta la vulnerabilità ai disastri naturali, come inondazioni o tempeste tropicali, diminuisce il livello della salute all’interno della società, riduce la disponibilità e la qualità delle risorse idriche

La perdita e l’impoverimento della biodiversità ha impatti pesanti sull’economia e sulle società, riducendo la disponibilità di risorse alimentari, energetiche e medicinali. perché Questo è uno dei motivi per cui i governi, le istituzioni e i cittadini si impegnano in ricerche, studi e azioni volti alla tutela della biodiversità.

Maggiore sensibilità del consumatore

Da alcuni anni si registra una maggiore sensibilità del consumatore verso argomenti quali la difesa dell’ambiente, la biodiversità, i cambiamenti climatici; un aspetto, questo, che tende a creare nuove esigenze che finiscono per impattare anche sull’acquisto di prodotti alimentari ed in particolare sugli ortofrutticoli.

Oggi il consumatore si sta accorgendo dei cambiamenti radicali a provocati dalla globalizzazione dei mercati con un peggioramento in generale della qualità e appare sempre più orientato verso i prodotti del territorio, considerati più affidabili in termini di freschezza, salubrità e

rispetto per l'ambiente. Questa tendenza è confermata dalla notevole crescita della vendita diretta, dei mercati regionali e di nicchia; ma anche la GDO ha registrato questo cambiamento, tanto che in tutto il mondo sono nate all'interno dei centri commerciali, linee dedicate agli ortofruttili biologici (coltivati in modo più naturale) e ai prodotti locali, che vengono ben distinti da quelli provenienti da altre regioni o da altri paesi.

Attraverso l'acquisto di determinati prodotti, il consumatore può quindi incentivare quelle pratiche agronomiche a basso impatto ambientale favorendo in tal modo anche il miglioramento della biodiversità. Questa è una scelta consapevole a cui guardano con interesse sempre più consumatori.

Influenza delle tecniche colturali sulla biodiversità

La biodiversità vegetale, sia nelle piante coltivate che in quelle selvatiche, costituisce la base dell'agricoltura, consentendo la produzione di cibo e contribuendo alla salute e alla nutrizione di tutta la popolazione mondiale. La biodiversità e l'agricoltura sono quindi fortemente interdipendenti, e la biodiversità è un principio base dell'agricoltura.

L'attività agricola intensiva, l'uso di mono-varietà, l'utilizzo di fertilizzanti e diserbanti ha avuto un impatto tutt'altro che positivo sui vari ecosistemi e quindi sulla biodiversità.

Per cercare di mitigare gli effetti negativi dell'agricoltura intensiva sulla biodiversità vegetale, è possibile fare ricorso a tecniche agronomiche definite sostenibili. Tra le più diffuse ci sono: la rotazione delle colture, che punta a migliorare o mantenere la fertilità dei terreni e a ridurre il cosiddetto fenomeno della "stanchezza dei terreni"; il controllo biologico, che consiste nel combattere i parassiti agricoli e gli insetti che trasmettono malattie usando i loro nemici naturali, che possono essere altri insetti benefici, predatori, parassitoidi e microrganismi come funghi, virus e batteri.

Un'altra tecnica molto efficace e ad impatto zero è sicuramente la pratica del sovescio; molto utilizzata in passato ma abbandonata nei decenni recenti ritenendola poco pratica. Questa tecnica non solo riequilibra la sostanza organica e migliora la struttura del terreno, ma grazie al potere biocida di alcune specie, funge anche da mezzo di lotta contro alcuni nemici terricoli come gli elateridi e non solo. Altra pratica eco-compatibile per favorire la biodiversità è l'applicazione delle micorrize; che, grazie alla simbiosi mutualistica tra la radice delle piante e i funghi applicati su di esse portano ad un miglioramento sostenibile della produzione agricola.

Obiettivi del progetto BIOFUTURE

L'obiettivo principale del progetto BIOFUTURE è quello di valorizzare alcune produzioni ortofrutticole del territorio veneto prese come modello (Radicchio di Chioggia, Radicchio di Treviso, Lattuga, Asparago e Kiwi), attraverso la individuazione di tecniche di gestione colturale che applicate alle diverse specie siano in grado di assicurare il mantenimento o meglio l'incremento della biodiversità del territorio con particolare risalto a quella del suolo.

Un ulteriore obiettivo è anche quello di soddisfare le esigenze del consumatore, al giorno d'oggi particolarmente interessato al prodotto locale. Molti consumatori, infatti, sono attenti non solo agli aspetti della sicurezza alimentare e alla qualità intrinseca del prodotto, ma anche alla provenienza e sono disposti a spendere di più per un prodotto italiano, meglio se locale, meglio se identificato come un prodotto ottenuto nel rispetto dell'ambiente e della biodiversità.

Ad un obiettivo prettamente competitivo per le aziende agricole, si associa quello della difesa dell'ambiente e della salvaguardia della sostenibilità come modello di sviluppo per il settore ortofrutticolo; capace, nel suo fine ultimo, di rendere più resilienti i territori agricoli, perché è assodato che buone pratiche agricole permettono agli agroecosistemi di mantenersi fertili nel tempo, da un lato, e di rispondere maggiormente agli stress ambientali dall'altro.

Capitolo 2 La biodiversità del suolo

L'importanza di salvaguardare la biodiversità del suolo

Il suolo è una delle ultime grandi frontiere scientifiche e la rizosfera è la parte più attiva di questa frontiera dove i processi biogeochimici influenzano una folta serie di processi a scala sia di paesaggio che globale. Una migliore comprensione di questi processi è fondamentale per mantenere la salute del pianeta e nutrire gli organismi che ci vivono (Science, 2004; Morrissey et al., 2004 citati in David H. McNear Jr., 2013). Il suolo rappresenta il supporto alla vita e agli ecosistemi, è riserva di patrimonio genetico e di materie prime, custode della memoria storica, nonché elemento essenziale del paesaggio (Commissione Europea, 2002). Ne discende che il suolo è al centro degli equilibri, riserva di acqua, elementi nutritivi e biodiversità, elemento da cui dipendono le catene alimentari, è parte integrante del paesaggio e custode della nostra evoluzione culturale. In sintesi, è il supporto di tutte le attività umane (Vieri, 2012). Tuttavia, il suolo sembra essere sempre più fragile, povero di sostanza organica e vitalità, in sintesi meno fertile: dal 1944 al 2009 i danni da dissesto idrogeologico ammontano a 52 miliardi di euro, con ingenti spese annue di rimborsi, ricostruzioni e messa in sicurezza, senza contare i danni alle persone causate da eventi climatici estremi (Vieri, 2012). Il 2015 è stato l'Anno Internazionale del suolo, in chiusura del quale si è tenuta la conferenza COP21: che eredità rimane da tutto ciò? Il suolo sostiene la quasi totalità delle produzioni agricole e alimentari – si stima che il 95% del nostro cibo sia direttamente o indirettamente prodotto a partire dal suolo (FAO, 2015) – permette la produzione di legno e fibre, filtra l'acqua e ci permette di berla o di crescervi pesci o irrigare le piante, ma assicura anche la vivibilità di un territorio, con i suoi corsi d'acqua, i versanti, le strade.

La FAO, promotrice dell'iniziativa IYS2015, ha riassunto in 6 punti chiave l'importanza del suolo e della sua gestione virtuosa.

- 1. I suoli sono il fondamento per la vegetazione, sia essa coltivata o gestita per ricavarne mangimi, fibre, carburanti o prodotti medicinali*
- 2. Un suolo sano è un suolo vivente. I suoli ospitano un quarto della biodiversità del nostro pianeta*
- 3. Suoli sani sono alla base della produzione di cibi sani*
- 4. I suoli filtrano e conservano l'acqua, aumentando la sicurezza alimentare*
- 5. I suoli contribuiscono a contrastare e adattarsi ai cambiamenti climatici giocando un ruolo primario nel ciclo del carbonio*
- 6. Il suolo è una risorsa non rinnovabile e la sua preservazione è essenziale per la sicurezza alimentare*

La sostenibilità deve essere il carattere fondante dell'agricoltura che ci prospettiamo a praticare nel prossimo futuro. Sostenibilità economica, con produzioni sufficienti e soddisfacenti, ma anche sostenibilità ambientale, per limitare gli effetti negativi dell'agricoltura sulla salute dell'agroecosistema (di cui il suolo è pilastro essenziale) e su quella dell'uomo stesso, agricoltore e consumatore. Non va infatti dimenticata la crescente domanda di cibo da parte della popolazione mondiale in aumento, ma nemmeno la qualità del cibo di cui ci nutriamo che non deve solo fornire calorie ma anche importanti nutrienti necessari per la salute e il benessere, e che deve essere al contempo sicuro grazie all'assenza di contaminazioni biologiche e chimiche: micotossine, patogeni, residui di prodotti fitosanitari o di altre sostanze impiegate nella trasformazione alimentare. In questo contesto si assiste come al crescere della domanda di produzione, diminuiscano le terre coltivate, a causa della persa capacità di sostenere la produzione agricola o della destinazione ad altri usi (energetici, o impermeabilizzate sotto infrastrutture pubbliche e private).

È, quindi, prioritario mantenere o ripristinare la fertilità dei suoli proprio per garantirne la produttività. La fertilità può essere definita come «la capacità di un suolo di essere funzionale nell'ecosistema per sostenere la produttività biologica, mantenere la qualità ambientale e promuovere il benessere degli animali e dei vegetali. Lo stato di qualità dei suoli va monitorato per: saggiare la produttività agronomica, verificarne lo stato di fertilità a livello locale per lo sviluppo di progetti specifici, controllare l'impatto dell'attività agricola e dei sistemi di gestione a livello aziendale e territoriale, regionale o nazionale» (Pisante, 2012).

Quando è stata creata la Soil Science Society of America, gli USA stavano subendo violente tempeste di sabbia che causavano l'erosione di enormi quantità di suolo, minacciando la popolazione di interi territori e ricordarlo a molti anni di distanza serve a sottolineare la centralità del suolo nel benessere di una società. Alla nascita di quell'istituzione gli agricoltori vennero incoraggiati ad adottare pratiche che limitassero l'erosione, ma ancor oggi molti processi tipici del suolo rimangono poco conosciuti. Tempeste di sabbia, le cosiddette *dust bowl*, accadono ancor oggi assieme a eventi di degradazione del suolo su larga scala in vaste regioni. Forse addirittura più che nel passato, il suolo ha una grande potenziale influenza sul territorio e la sua popolazione, e sebbene le nostre conoscenze sui processi in seno al suolo siano aumentate dagli anni '30, molte questioni rimangono irrisolte: il passaggio all'agricoltura conservativa promuove il sequestro di carbonio nel suolo? E come spiegare l'eterogeneità a livello di microscala nella trasformazione della sostanza organica?

Data la dimensione delle sfide rappresentate dai nostri (ab)usati suoli, si potrebbe considerare che se non interverremo rapidamente l'umanità potrebbe non avere la possibilità di esplorare nuove frontiere in futuro. Questa prospettiva, che considera quanto il suolo sia cruciale per la vita sulla terra, potrebbe stimolare nuovo interesse della collettività per il suolo, supportando la ricerca e attirando nuove attenzioni (Baveye et al., 2011).

Il suolo contiene $\frac{1}{4}$ della biodiversità mondiale, con una percentuale stimata del 33% di suoli mondiali moderatamente o fortemente degradati: non c'è tempo da perdere. Ci possono volere fino a 1000 anni per produrre pochi centimetri di suolo, e intanto ogni anno ne vengono persi 50mila km² per deforestazione, uso insostenibile del territorio e pratiche di gestione, pascolamento eccessivo e cambiamenti climatici. Il suolo è «una risorsa vitale sottoposta a crescenti pressioni, che deve essere protetta per assicurare lo sviluppo sostenibile» (Commissione Europea, 2002). Conoscere quindi a fondo il suolo e la sua fertilità, e come l'uomo con la sua presenza agricola agisca su di questi elementi è di primaria importanza, in particolare nell'ottica dei cambiamenti climatici e della necessità di preservare la fertilità e la produttività dei nostri suoli.

La biodiversità della microflora e microfauna come elemento della fertilità

In merito alla conoscenza del suolo e in particolare della sua potenzialità agronomica, il concetto di fertilità del suolo sembra essere antico quanto l'agricoltura, talmente acquisito e consolidato che Sébillotte (1989) lo considerava più una conoscenza condivisa che un sapere scientifico consolidato (Marandola, 2012). L'interesse della scienza per i meccanismi alla base della fertilità dei suoli prende forma agli inizi del 1900, con le grandi scoperte sulla nutrizione delle piante e sugli apparati radicali, ma è in tempi relativamente recenti che la scienza si è dedicata a indagare i meccanismi biologici, chimici e fisici che sono alla base della loro attitudine a ospitare i processi produttivi dell'agricoltura (Marandola, 2012). Gran parte delle definizioni sembrano esaltare la componente biologica della fertilità del suolo, una componente cui contribuiscono diversi organismi che lo abitano, attraverso le relazioni reciproche che possono instaurare fra di loro e con le colture (presenza/assenza di microrganismi utili; accumulo di microrganismi patogeni; presenza di parassiti vegetali) ma che sono influenzati loro stessi dalle tecniche di gestione agronomica, tra cui incidono in modo considerevole le modalità di lavorazione dei suoli, la gestione della sostanza organica e gli avvicendamenti colturali (Marandola, 2012). Pur essendo il microbiota al centro di questi approcci, non è semplice gestire direttamente i microrganismi e la loro attività, anche a causa di conoscenze ancora limitate. Il maggiore strumento di controllo rimane quindi la tecnica agronomica, in particolare (l'assenza di)

disturbo meccanico del suolo e la diversità di piante che vi cresce. Il 90% delle attività svolte dal (nel) suolo è operata da microrganismi (Coleman and Crossley, 1996) ma il 90% dei microrganismi del suolo è ancora oggi sconosciuto (Marandola, 2012): miliardi di cellule batteriche e funghi, di diverse migliaia di specie diverse di cui, talvolta, non si conosce ancora il nome. Oltre ai batteri, i funghi svolgono un ruolo fondamentale nelle dinamiche di fertilità biologica e fisica dei suoli. L'intreccio ifale che attraversa i suoli può sollecitare nelle piante tolleranze a patologie, alla siccità e migliorare la struttura del suolo. Radici e ife stabilizzano i macroaggregati (aventi diametro superiore a 250 μm); la macroaggregazione è controllata quindi primariamente dalla gestione agronomica, che influisce anche sullo sviluppo radicale e l'ossidazione del carbonio organico (Tisdall e Oades, 1982). Lo sviluppo delle micorrize (simbiosi fra alcuni generi particolari di funghi e le radici delle piante) è incoraggiato dalla non lavorazione del suolo e dalle rotazioni diversificate, specialmente quelle che comprendono le leguminose (Maché et al., 2012).

«I microrganismi giocano un ruolo fondamentale all'interno dell'ecosistema tellurico. Possono, ad esempio, controllare alcuni fitopatogeni (Friberg et al., 2005), migliorare le caratteristiche fisiche dei suoli (Logsdon e Linden, 1992; Deneff et al., 2001) e fornire nutrienti alle colture (Bonkowski et al., 2000; Wardle et al., 2001). La valorizzazione degli organismi utili del terreno ha la potenzialità di offrire effetti molto durevoli che si basano sul mantenimento e sul sostegno dell'equilibrio naturale dell'ecosistema "terreno" (Wurst, 2012). I microrganismi presenti nel suolo (numero e tipologia) risentono rapidamente dei cambiamenti delle modalità di gestione agronomica (sistemi di coltivazione, fertilizzazione, controllo di patogeni e infestanti) (Lupwayi et al., 1998; Coleman et al., 2002; Miyazawa et al., 2002) e il tasso di decomposizione dei residui vegetali può essere considerato un buon indicatore della loro attività (Fließbach et al., 1995; Bradford et al., 2002). In generale la quantità di batteri, funghi e lombrichi presenti in un suolo è positivamente associata al contenuto di carbonio e di azoto perché è anche da questi elementi che dipende la loro attività alimentare (Frey et al., 1999; Clarholm, 1994; Vreeken-Buijs et al., 1998; Villenave et al., 2004; Nakamoto e Tsukamoto, 2006)» (Marandola, 2012).

Dopo sedici anni di coltivazione, in un suolo precedentemente a prateria nativa in Nebraska convertito a seminativo, l'azoto totale nel topsoil (10 cm superficiali di terreno) è diminuito del 27% quando gestito con semina su sodo, ma del 50% quando sottoposto ad aratura, e lo stesso vale per la biomassa microbica, che è calata del 43 e 36% rispettivamente (Follet e Schimel, 1989). Il tasso di respirazione (CO_2) era proporzionale alla biomassa, ma non la mineralizzazione dell'azoto, molto più

bassa nel trattamento a sodo. Questo potrebbe suggerire che la disponibilità in C per la crescita microbica sia inversamente correlata con l'intensità delle lavorazioni: incrementare l'intensità delle lavorazioni fa decrescere l'abilità del suolo a immobilizzare e conservare l'azoto (Follet e Schimel, 1989). Zuber e Villamil (2016) hanno comparato 62 studi da tutto il mondo sulla fertilità in agricoltura conservativa, in particolare nei confronti di sette parametri microbiologici che vengono considerati buoni indicatori della fertilità. Come visto, la misurazione della fertilità biologica del suolo è una valutazione fondamentale della qualità del suolo e può essere rivelatrice di differenti gestioni agrarie, in particolare le lavorazioni del terreno. Modificando il microclima del suolo, le lavorazioni (in particolare l'aratura) esercitano il più importante fattore di pressione sulle comunità microbiche. L'obiettivo del lavoro è quindi quello di valutare la risposta globale di biomassa microbica e attività enzimatiche. I fattori analizzati infatti sono il carbonio della biomassa microbica (MBC), e il rispettivo azoto (MBN), il quoziente metabolico (qCO_2), la fluoresceinadiacetato (FDA), deidrogenasi (DHA), b-glucosidasi e ureasi. Biomassa microbica, quoziente metabolico e attività enzimatiche sono state impiegate per il loro largo uso nel valutare la qualità del suolo.

I microrganismi, sia batteri ma anche funghi, "mangiando" molecole organiche derivanti dalla demolizione dei residui vegetali o rielaborando quanto assorbito dagli essudati radicali, costruiscono più biomassa, cellule e strutture, che andranno a "incrostare" sabbie, cementare particelle di limo o infilarsi perfino tra i microscopici foglietti di argilla. Una volta morte, quelle cellule lasceranno le loro vestigia conservate in quegli spazi, venendo prima svuotate di contenuti cellulari e sostanze più labili, e poi progressivamente consumate e riciclate anche le componenti più resistenti come pareti e membrane cellulari che però intanto avranno continuato a mantenere legati e coesi gli aggregati minerali di suolo, costruendo quindi una struttura stabile. Una parte però di quelle "sostanze organiche" non saranno facilmente accessibili, e quindi rimarranno come sostanza organica fissata stabilmente nel suolo. Almeno fino a quando qualcuno non andrà a liberarla, esponendola all'ossidazione e all'attività da parte di altri microrganismi.

Questa potrebbe essere, in maniera molto semplificata e veloce, una delle dinamiche di stoccaggio del carbonio, che quindi necessita di un aumento importante e continuo delle entrate di carbonio nel sistema grazie alla fotosintesi continua per non affamare il suolo. Ma bisogna anche e soprattutto rispettarne l'ambiente e i suoi equilibri molto fragili per conservare tutto quanto è stato faticosamente prodotto.

Ruolo della sostanza organica

La sostanza organica, il carbonio e i nutrienti in essa contenuti condizionano i processi biogeochimici dalla scala di microporo fino a quella globale e può influenzare le dinamiche climatiche legate al carbonio. Si è ormai concordi sull'emergente idea che i materiali microbici sono un'importante componente della sostanza organica stabile, e nuovi modelli concettuali e quantitativi stanno rapidamente rafforzando questa visione (Kallenbach et al., 2016). Tuttavia, evidenze dirette che dimostrino che i residui microbici concorrono nella chimica, nella stabilità e accumulo della sostanza organica, ancora sono scarsi. La stabilizzazione della sostanza organica di origine microbica per mezzo di meccanismi abiotici viene enfatizzata da alcuni lavori, mentre gli effetti della fisiologia microbica rimangono ancora oscuri. Kallenbach et al. (2016) fornisce la prima evidenza diretta che i microrganismi producono sostanze, chimicamente diverse, che rientrano nella frazione stabile.

L'accumulo è guidato da comunità microbiche distinte, più della mineralogia delle argille; l'accumulo di sostanza organica di origine microbica è maggiore dove sono maggiori i funghi e maggiore l'efficienza della produzione di biomassa microbica. Queste componenti polimeriche di origine microbica potrebbero entrare fortemente in gioco nella stabilità degli aggregati del terreno. Questa dipende infatti dalla quantità e dalla natura dei materiali organici presenti, che possono essere classificati in: transienti (polisaccaridi soprattutto); temporanei, (radici e ife fungine) e persistenti (componenti aromatiche persistenti associate a cationi metallici polivalenti e fortemente adsorbiti ai polimeri). La rilevante quantità di materiali rizodeposti sotto forma di essudati radicali, in larga parte zuccheri semplici e altri substrati carboniosi a basso peso molecolare (Waligora, 2014), possono essere impiegati dai microrganismi per costruire polimeri più complessi di natura lipidica e con effetti importanti sulla fertilità (Kallenbach, 2016).

Ruolo primario nel concetto di fertilità e i suoi tre livelli – biologico, chimico e fisico – ha la sostanza organica: esiste una forte relazione che lega l'abbondanza delle forme di vita presenti in un terreno con il contenuto in sostanza organica dato che rappresenta la principale risorsa vitale per gli organismi tellurici; costituisce una riserva di elementi nutritivi che vengono conservati nel profilo esplorabile dalle radici; è un attore fondamentale nella stabilizzazione degli aggregati e quindi la protezione della struttura del terreno e la lotta all'erosione (Marandola, 2012; Tisdall e Oades, 1982). La sostanza organica, e in particolare il suo costituente principale ovvero il carbonio organico, è considerata un indicatore chiave della fertilità, della qualità dei suoli e della sostenibilità dei

processi produttivi quindi tutte le pratiche che vanno nella direzione di un suo incremento e protezione sono importanti strategie da diffondere (Reeves, 1997).

Studi di lungo corso hanno evidenziato come in sistemi colturali intensivi, pur in presenza di buone rotazioni e letamazioni, vi sia un declino quasi inesorabile del C organico, ma che questo sia strettamente dipendente dalle lavorazioni meccaniche dei terreni, dal clima e dal tipo di suolo (Reeves, 1997). In questa prospettiva, un significato particolarmente strategico viene assunto dai sistemi di agricoltura conservativa e, in particolare, dalla semina su sodo, in quanto può sostenere o aumentare il C organico quando abbinata a sistemi di agricoltura conservativa, con rotazioni adeguate (Reeves, 1997).

L'ultima sfida a cui è di fronte l'agricoltura è complessa: produrre meglio, produrre di più – soprattutto nelle aree degradate e marginali, recuperando stabilità e fertilità. Non dovrebbero essere in antitesi questi due obiettivi: in alcune aree del pianeta non è possibile produrre di più, almeno non senza l'introduzione di grandi innovazioni in campo genetico, mentre si possono fare senz'altro miglioramenti nella qualità della produzione. Questo assume un ruolo importante in particolare in un contesto di cambiamento climatico che si traduce in maggiore instabilità e alternanza di situazioni estreme. Aumentare quindi la capacità dei suoli e delle colture a rispondere a queste situazioni è fondamentale. L'agricoltura del "secolo breve" ha dato risposte troppo semplici, perdendo di vista il contesto agronomico ed ecologico, lo scambio interdisciplinare e rincorrendo soltanto la produttività: «l'attenzione è stata posta sul prodotto, non sul processo produttivo, tantomeno sul sistema» (Bocchi, 2015).

Capitolo 3- La biodiversità ambientale nell'ambito del progetto BIOFUTURE

Sono stati definiti i parametri che riguardano la misura della conservazione della biodiversità ambientale. Eseguiti i rilievi delle infrastrutture ecologiche, degli Indici di Biodiversità del Protocollo Biodiversity Friend® di WBA relativi a suolo (IBS-bf), acqua (IBA-bf) ed aria (IBL-bf) della lombricofauna e, nelle diverse aree eseguiti anche i monitoraggi degli insetti impollinatori apoidei.

Gestione delle Infrastrutture ecologiche

Durante i monitoraggi in campo, all'interno delle aziende partner del progetto, sono stati effettuati i rilievi e svolte indagini naturalistiche.

Queste indagini hanno permesso di evidenziare la presenza di fossi (figura 1), siepi (figura 2), capezzagne, valutando la necessità di allestire delle bordure con semina di miscugli di specie a fiore che rappresentano un rifugio per gli insetti utili e attirano i pronubi (Figure 3, 4, 5), nonché aree di rifugio supplementari, quali gli insecten hotel per impollinatori

In alcuni casi, in tali aree, alcune superfici sono state arricchite in biodiversità, implementando direttamente una semina di miscugli fioriti specifici per apoidei (attività in sinergia con Università degli Studi di Padova) ad esempio nell'azienda Basso. Successivamente, tali aree sono state monitorate nel tempo.

In tutte le aree campione sono stati eseguiti, inoltre, i monitoraggi specifici per gli insetti impollinatori, con analisi della componente data dagli apoidei. In ciascuna area, su porzioni saggio, si è provveduto ad utilizzare transetti giornalieri con "pan traps" che consiste in un monitoraggio diurno ripetuto due volte, ponendo 3 serie di 5 trappole fotocromatiche gialle a terra per area saggio, corrispondente ad aree a sovescio o a fiore, o sfalci selettivi con monitoraggio tramite cattura con retino entomologico.



Fig. 1 – Fosso o capezzagna, a valenza di area umida permanente (zona Lusìa, RO)



Fig. 2 – Ruolo ecologico delle siepi come corridoi ecologici (zona Zero Branco, TV)



Fig. 3 –Attività di monitoraggio in campo degli impollinatori (cattura e monitoraggio con retino)



Fig. 4 –Attività di monitoraggio in campo degli impollinatori (monitoraggio con “pan traps”)



Fig. 5 –Attività di monitoraggio in campo degli impollinatori (monitoraggio con pan traps)



Fig. 6 –Attività di monitoraggio in campo degli impollinatori (fasce tampone fiorite)

Definizione degli indici di biodiversità

L'attività ha permesso di provvedere ad ampliare ed ottimizzare, in sinergia con i partner la valutazione della biodiversità all'interno delle aziende ortofrutticole selezionate. In particolare, si sono valutate le modifiche evidenziabili sulla composizione della mesofauna del terreno, con particolare riguardo all'indice IBS-bf ed alla lombricofauna in generale (indice QBS-e), in termini sia di composizione che di comunità e ruolo ecologico (figure 7 e 8).

Data un'innovativa visione del monitoraggio dell'agroecosistema negli ultimi anni si è voluto inserire il lombrico come indicatore aggiuntivo, giungendo alla finalità del progetto con maggiore efficacia. Oltre al monitoraggio degli appezzamenti, si è voluto monitorare anche l'ambiente esterno costituito da capezzagne, margini fiorati, siepi e aree boscate per monitorare la possibile interazione e comportamento di questo indicatore con le componenti naturali circostanti all'ambiente coltivo. Come da indicazioni dei referenti dell'Università degli Studi di Padova, gli ambienti sono stati caratterizzati mediante lombricofauna utilizzando informazioni generali che a livello faunistico si possono rilevare in un agroecosistema: come la composizione della comunità di lombrichi (lista delle specie), e delle popolazioni (abbondanza in esemplari per ogni specie rilevata), rilevazione del rapporto tra stadi di crescita degli esemplari (rapporto giovani e adulti) e combinazione nella complessità delle diverse categorie ecologiche per osservazione della stabilità delle popolazioni all'interno di un agroecosistema analisi della qualità biologica del suolo mediante l'utilizzo dell'indice QBS-e (Indice di Qualità Biologica del Suolo basato sui lombrichi) mediante l'utilizzo del protocollo di estrazione previsto per la valutazione dell'Indice QBS-e.

Indice di Biodiversità del Suolo BF

Rispetto al metodo convenzionale agli Artropodi sono stati aggiunti **Molluschi** e **Anellidi**, gruppi che svolgono un ruolo fondamentale nelle dinamiche dell'ecosistema edafico. Un suolo con un soddisfacente Indice di Biodiversità edafica deve raggiungere un **punteggio minimo di 100**.

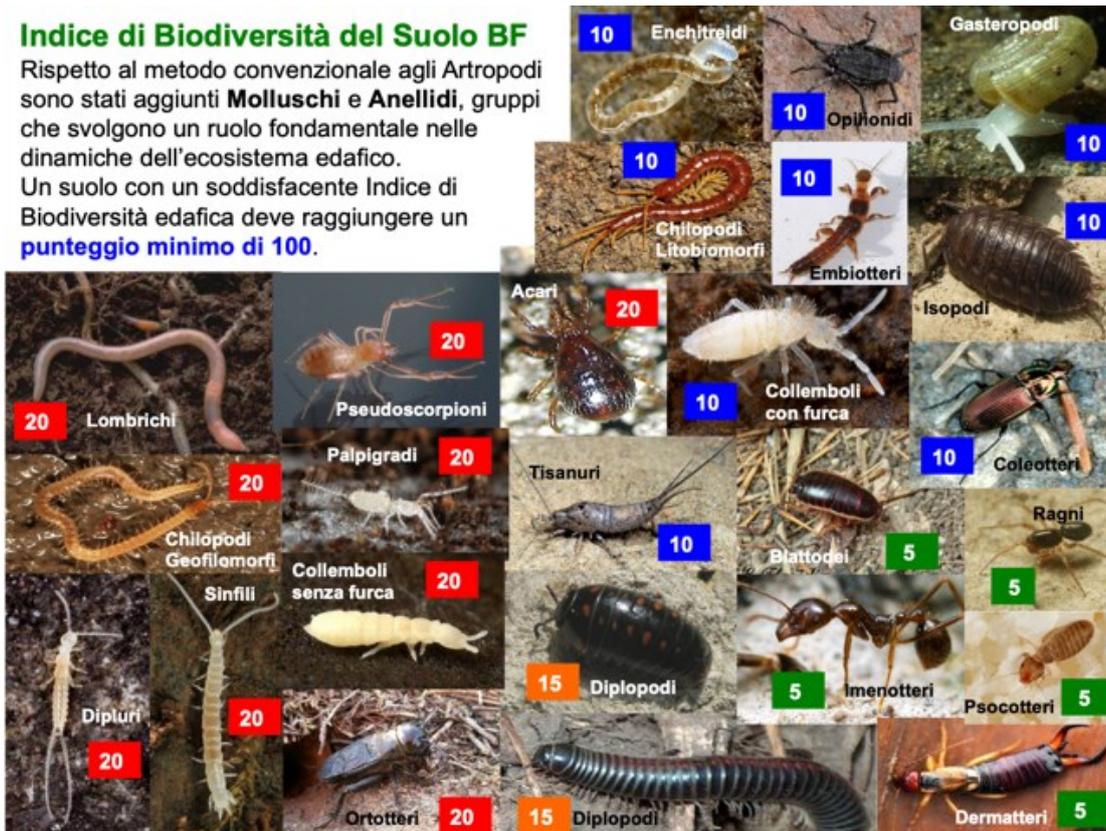


Fig. 7- Esempio di mesofauna del suolo con indicazione della suscettibilità agli squilibri ambientali (Indice di Biodiversità del Protocollo Biodiversity Friend®): più il valore è alto maggiore è la sensibilità agli impatti ambientali.



Fig.8 – La lombricofauna come bioindicatore modello

Esecuzione rilievi di biodiversità e relativi Indici di biodiversità

Indice IBS-bf

Il rilievo ha interessato gli Indici di biodiversità del protocollo Biodiversity Friend®, in particolare dell'indice IBS-bf relativo al suolo (figura 9) nelle 9 aziende agricole aderenti al progetto.

Le applicazioni in campo dell'indice IBS-bf di qualità del suolo e risultati ottenuti in aree marginali ed ecotonali rilevati zona di Zero Branco in provincia di Treviso sono indicati nella figura 10.



Fig. 9 - Rilievo degli Indici di biodiversità del Protocollo Biodiversity Friend

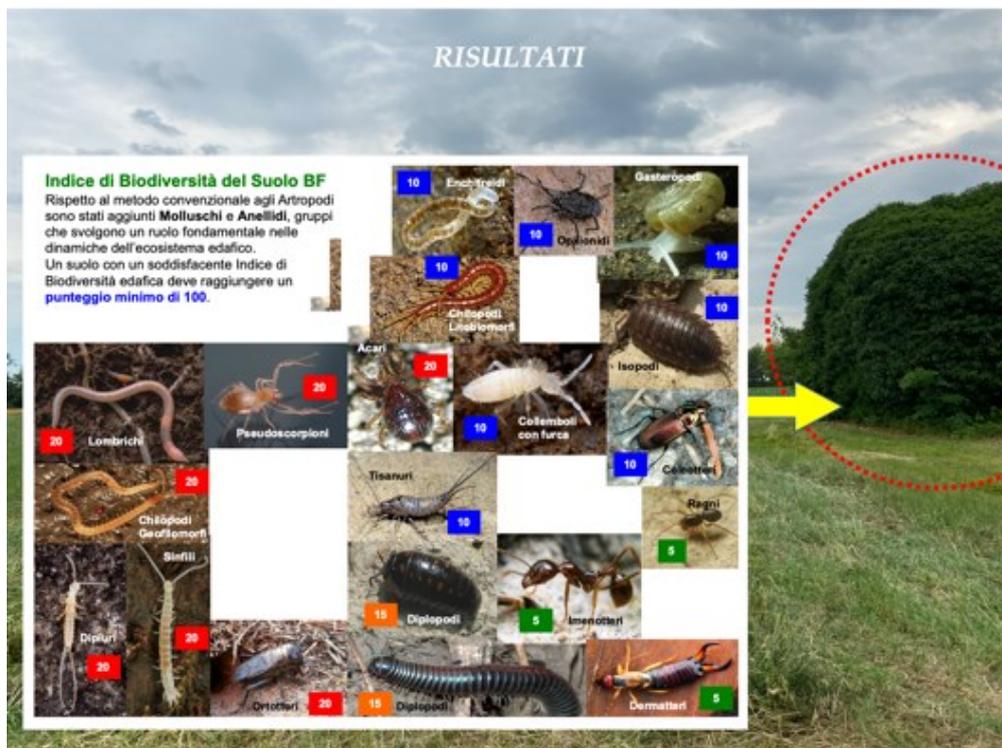


Fig. 10 – Applicazione in campo dell'indice IBS-bf di qualità del suolo e risultati ottenuti in aree marginali ed ecotonali (zona Zero Branco, TV)

Di seguito si riportano, suddivise per azienda, i risultati dell'applicazione dell'Indice di Biodiversità IBS-bf (suolo) del Protocollo Biodiversity Friend® (figure dalla 11).

I risultati complessivi individuano che i terreni con copertura vegetale permanente (siepi, boschi, elementi di discontinuità territoriale non coltivati, bordi delle capezzagne ed i fossi inerbiti, oppure colture arboree con copertura del suolo erbacea permanente e minime lavorazioni, presentano i valori maggiori di *chances* di conservazione della biodiversità rilevati (impatti mitigati). In generale, terreni sciolti e con basse coperture vegetali o dotazioni organiche presentano bassi valori di biodiversità rilevata con l'Indice IBS-bf.

La sintesi di quanto appena espresso viene riportata nell'infografica di figura 11.

Si notano gli effetti positivi della copertura permanente del suolo sulle *chances* di conservazione della biodiversità, data quale espressione correlata direttamente alla complessità delle comunità di mesoinvertebrati rilevati con l'indice IBS-bf (bioindicatori).

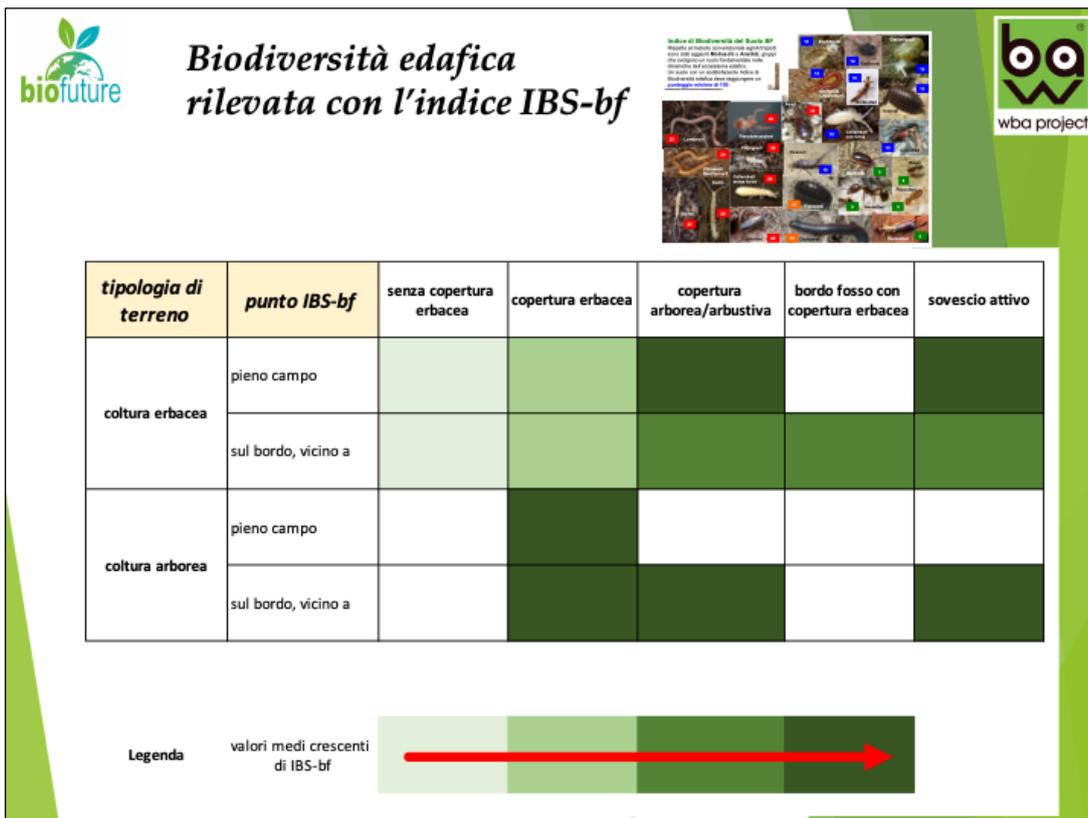


Fig.11 Biodiversità edafica rilevata con l'indice IBS-bf.

Indice IBA-bf (acqua)

Per le cinque aziende in cui si è scelto di effettuare il rilievo dell'Indice di Biodiversità IBA-bf (acqua) del Protocollo Biodiversity Friend®, dai loro campionamenti puntuali di un'ipotetica ricchezza territoriale che va al di là del singolo rilievo effettuato, si sono caratterizzate da un valore ritenuto buono. Questo valore ha un alto valore in sé, in quanto va inquadrato in un contesto che tenga conto dell'analisi complessiva biennale, in cui i territori sono stati soggetti a pressioni forti quali i periodi siccitosi del 2021.

I corsi d'acqua a portanza maggiore (fiume Sile) o derivanti da risorgiva hanno, come si poteva aspettare, ottenuti i valori più elevati. tale valore implica, di conseguenza, un impegno importante a carico delle aziende, che, attraverso una gestione programmatica dei fossi può contribuire a mantenere tale livello alto. Le 5 aziende coinvolte sono state: Tenuta al Parco-San Giorgio- Insalata Plus- Pavarin -Gatto.

Indice IBL-bf (aria)

Per le tre aziende in cui si è scelto di effettuare il rilievo dell'Indice di Biodiversità IBL-bf (aria) del Protocollo Biodiversity Friend® sono state: Daminato- Tenuta al Parco – San Giorgio. I risultati ottenuti sono nel complesso sufficienti. La scelta dei rilievi eseguiti è stata dettata dalla conformazione dell'area d'indagine, in relazione alla presenza di forofiti (alberi) idonei al rilievo dell'indice IBL-bf. Vista la scarsità di quest'ultimi, si è potuto campionare solo le aree relative alle aziende Daminato (DAM), Tenuta al Parco (TEN) e San Giorgio (SAN), le quali, nel loro insieme, possono essere rappresentative dei rispettivi territori limitrofi.

**TABELLA RIASSUNTIVA DEI VALORI DELL'INDICE DI BIODIVERSITÀ IBL-bf
RILEVATI PER L'AZIENDA DAMINATO**

Campione IBL-bf	DAM			valore medio
n. specie rilevate	3	4	5	4
valore IBL-bf	46	62	69	59

VALORE FINALE IBL-bf (media)	59
DS	12

LEGENDA

	valore IBL-bf insufficiente (se considerato singolarmente)
	valore IBL-bf quasi sufficiente (se considerato singolarmente)
	valore IBL-bf sufficiente (≥ 45)

Tab 1 – Risultati dell'indice IBL-bf rilevato presso l'azienda Daminato (DAM)

**TABELLA RIASSUNTIVA DEI VALORI DELL'INDICE DI BIODIVERSITÀ IBL-bf
RILEVATI PER L'AZIENDA TENUTA AL PARCO**

Campione IBL-bf	TEN			valore medio
n. specie rilevate	4	4	5	4
valore IBL-bf	41	43	73	52

VALORE FINALE IBL-bf (media)	52
DS	18

LEGENDA

	valore IBL-bf insufficiente (se considerato singolarmente)
	valore IBL-bf quasi sufficiente (se considerato singolarmente)
	valore IBL-bf sufficiente (≥ 45)

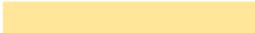
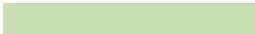
Tab 2 – Risultati dell'indice IBL-bf rilevato presso l'azienda Tenuta al Parco (TEN)

TABELLA RIASSUNTIVA DEI VALORI DELL'INDICE DI BIODIVERSITÀ IBL-bf RILEVATI PER L'AZIENDA SAN GIORGIO

Campione IBL-bf	SAN			valore medio
n. specie rilevate	7	5	5	6
valore IBL-bf	79	67	71	72

VALORE FINALE IBL-bf (media)	72
DS	6

LEGENDA

	valore IBL-bf insufficiente (se considerato singolarmente)
	valore IBL-bf quasi sufficiente (se considerato singolarmente)
	valore IBL-bf sufficiente (≥ 45)

Tab. 3 – Risultati dell'indice IBL-bf rilevato presso l'azienda San Giorgio (SAN)

Componente impollinatori apoidei

A seguito del monitoraggio tramite “pan traps” e del campionamento puntuale eseguito mediante raccolte entomologiche in campo con l'utilizzo del retino entomologico con sfalci successivi su transetti linear di almeno 50 metri continui, è stato possibile raccogliere molto materiale biologico. Gli esemplari raccolti, conservati in alcool al 70%, sono stati successivamente smistati, estrapolando i soggetti appartenenti al gruppo tassonomico degli apoidei.

Tali soggetti sono stati poi analizzati dal punto di vista tassonomico ed i risultati ottenuti sono di seguito riportati nelle figure 12 e 13. Nel complesso la fauna data dagli impollinatori apoidei si è rilevata varia e ben distribuita, con 6 famiglie e 30 specie; sicuramente le comunità sono maggiori in termini di numerosità campionaria (sia in numero di specie che di esemplari rilevati) in concomitanza di fasce fiorite, essenze a fiore erbacee ed arboree, siepi, prati stabili con fioriture progressive.

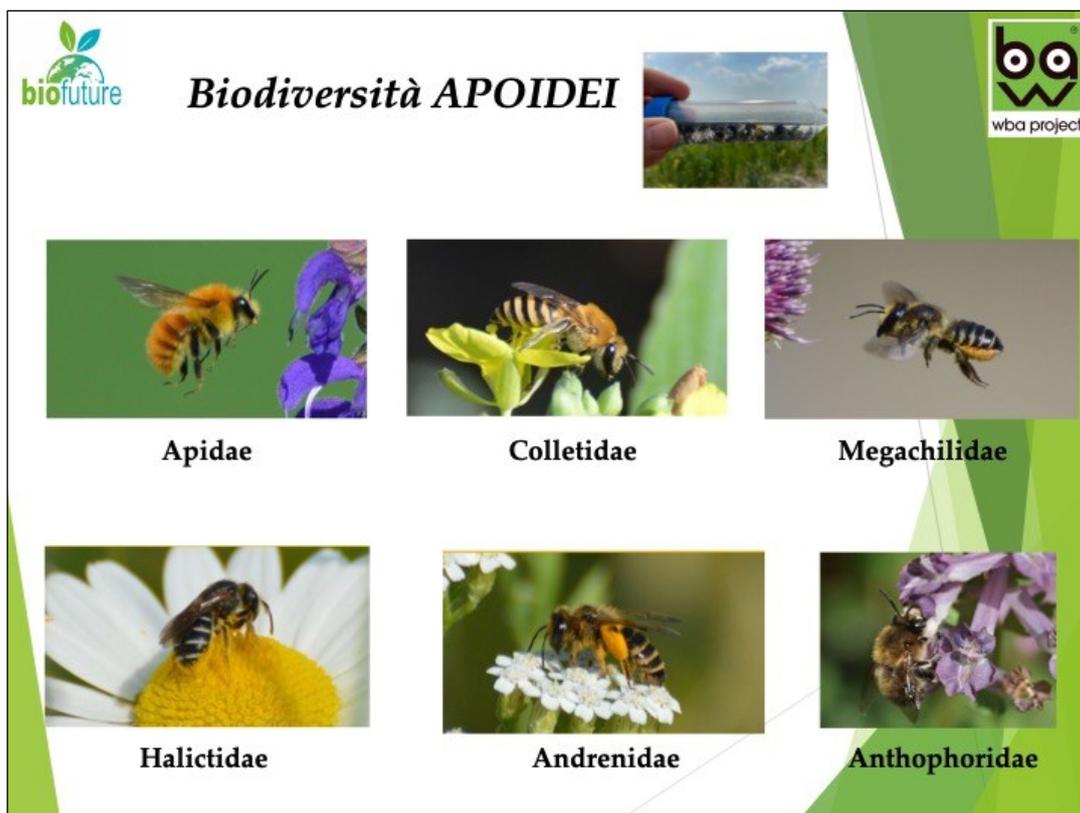


Fig. 12 – Analisi della componente impollinatori (gruppo apoidei) – 6 famiglie rilevate complessivamente

	Area 1 (rif. Loria - TV)	Area 2 (rif. Zero Branco - TV)	Area 3 (rif. Chioggia - VE)	Area 4 (rif. Lusia - RO)
Andrenidae	<i>Andrena bicolor</i> Fabricius, 1775	*	*	*
	<i>Andrena flavipes</i> Panzer, 1799	*	*	*
	<i>Andrena minutula</i> (Kirby, 1802)	*	*	*
	<i>Andrena ovatula</i> (Kirby, 1802)	*	*	*
	<i>Andrena pilipes</i> Fabricius, 1781	*	*	*
<i>Andrena thoracica</i> (Fabricius, 1775)	*	*	*	*
Anthophoridae	<i>Eucera nigrifacies</i> Lepeletier, 1841	*	*	*
	<i>Tetralonia macroglossa</i> (Illiger, 1806)	*	*	*
Apidae	<i>Apis mellifera ligustica</i> Spinola, 1806	*	*	*
	<i>Bombus pascuorum</i> (Scopoli, 1763)	*	*	*
	<i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*
	<i>Ceratina cucurbitina</i> (Rossi, 1792)	*	*	*
	<i>Ceratina chalybea</i> Chevrier, 1872	*	*	*
	<i>Xylocopa violacea</i> Linnaeus, 1758	*	*	*
Halictidae	<i>Lasioglossum discum</i> (Smith, 1853)	*	*	*
	<i>Lasioglossum calceatum</i> (Scopoli, 1763)	*	*	*
	<i>Halictus maculatus</i> Smith, 1848	*	*	*
	<i>Halictus scabiosae</i> (Rossi, 1790)	*	*	*
	<i>Halictus simplex</i> Blüthgen, 1923	*	*	*
<i>Nomiapis diversipes</i> (Latreille, 1806)	*	*	*	*
Colletidae	<i>Hyleus annularis</i> (Kirby, 1802)	*	*	*
	<i>Hyleus communis</i> Nylander, 1852	*	*	*
	<i>Hyleus confusus</i> Nylander, 1852	*	*	*
	<i>Hyleus gibbus</i> Saunders, 1850	*	*	*
	<i>Hyleus leptocephalus</i> (Morawitz, 1871)	*	*	*
Megachilidae	<i>Anthidium manicatum</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*
	<i>Heriades crenulata</i> Nylander, 1856	*	*	*
	<i>Heriades truncorum</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*
	<i>Megachile centuncularis</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*
	<i>Megachile rotundata</i> (Fabricius, 1787)	*	*	*

Fig. 13 – Analisi della componente impollinatori (gruppo apoidei) – 30 specie rilevate, suddivise per macroaree di monitoraggio.

Capitolo 4 Tecniche per incrementare la biodiversità

Agricoltura conservativa

«L'agricoltura conservativa (AC) mira a ottenere dei sistemi agricoli sostenibili e redditizi e tende a migliorare le condizioni di vita degli agricoltori attraverso la messa in opera simultanea di tre principi a livello di campo: la lavorazione minima del suolo; le consociazioni e le rotazioni culturali, la copertura permanente del suolo. L'AC presenta un grande potenziale per tutti i tipi di azienda agricola e di ambiente agro-ecologico. È di grande interesse per le piccole aziende; ma forse è di urgente adozione in quelle dove i mezzi di produzione limitati non permettono di superare la forte carenza di tempo e manodopera qualificata. È uno strumento di conciliazione della produzione agricola, miglioramento delle condizioni di vita e protezione dell'ambiente. L'AC è applicata con successo in differenti tipologie di sistemi di produzione e in una diversità di zone agroecologiche. È percepita dagli agricoltori come uno strumento valido per la gestione sostenibile del territorio.» (FAO, 2015). In Italia è conosciuta anche come "Agricoltura Blu" e costituisce un approccio agrario sostenibile nel quale gli aspetti agronomici, ambientali, sociali ed economici che caratterizzano l'agrosistema sono ripensati in maniera integrata, avendo ben chiare nelle scelte produttive la protezione delle risorse naturali: acqua, aria e suolo agrario. Lo conferma in una recente dichiarazione il Parlamento Europeo, nella quale si riconosce che «l'agricoltura conservativa porta a un aumento della fertilità e della produttività, a un uso più efficiente dell'acqua e a una migliore capacità di adattamento e mitigazione ai cambiamenti climatici, nonché a una significativa riduzione dell'erosione, delle emissioni di gas serra e a uso ottimale di prodotti fitosanitari» (Tabaglio, 2016).

L'agricoltura conservativa (AC), nell'ambito delle tecniche e delle attrezzature, mira alla riduzione delle lavorazioni del terreno, all'esclusione dell'inversione degli strati, fino ad arrivare alla totale eliminazione delle lavorazioni (no-tillage, semina diretta o su sodo) (Tabaglio, 2016). Rispetto ai due estremi – sistema arativo/convenzionale e sodo, tuttavia, esistono diverse tecniche e forme intermedie e miste che da alcuni anni stanno contaminando anche aziende agricole biologiche, nel tentativo di ibridare i sistemi in uno nuovo: l'ABC, agricoltura biologica conservativa (Fleury et al., 2011). I tre pilastri fondamentali dell'agricoltura conservativa e le promesse di maggiore fertilità e resilienza dei sistemi agricoli che passano a questo approccio, verranno approfonditi singolarmente, portando i risultati di alcuni studi.

Agricoltura conservativa: principali tecniche agronomiche

Copertura continua del suolo. In agricoltura conservativa deve essere assicurata la copertura tramite i residui colturali almeno del 30% della superficie dell'appezzamento, per proteggere e dare i benefici agronomici che sono in proporzione alla loro quantità, essendo una delle maggiori fonti di sostanza organica, anche se non la sola (Kallenbach et al., 2016). In agricoltura conservativa vi sono due vie per coprire il terreno: lasciare i residui colturali della coltura dopo il raccolto (copertura morta), oppure seminare specifiche colture definite, appunto, colture di copertura (copertura vegetale o cover crop) nel periodo intercolturale in cui il terreno rimarrebbe scoperto (Brugnoli, 2017). Alle coperture vegetali verrà riservato un approfondimento dedicato. Assicurare la copertura permanente del suolo permette l'alimentazione della componente biologica del terreno che produce e trasforma i residui vegetali in sostanza organica. In particolare, si tratta di lombrichi e microrganismi, i quali sono considerati i maggiori attori della fertilità del suolo. Inoltre, si aumenta e stabilizza la porosità del terreno, sia grazie al mantenimento di importanti biopolimeri ad azione strutturante di origine microbica (Kallenbach et al., 2016) sia per l'azione fisica di attenuazione dell'azione battente delle piogge, limitando la formazione di croste superficiali e riducendo i fenomeni erosivi (erosione eolica e idrica). Inoltre, viene anche mantenuta più costante la temperatura, riducendo il riscaldamento durante i giorni estivi e l'evaporazione "inutile" dell'acqua, ovvero quella che non passa attraverso una pianta per la costruzione della sua biomassa.

La presenza del residuo o di una copertura vegetale assieme all'accumulo superficiale di sostanza organica assorbe l'energia che ha la pioggia all'impatto col suolo, limitando la formazione di crosta e quindi di asfissia per le piante che vi crescono (con problemi spesso di emergenza, colture stentate e non competitive con le malerbe), e diminuisce la velocità di ruscellamento dell'acqua, rallentandola e quindi dandole il tempo di infiltrarsi e impedendole di erodere lo strato fertile superficiale ma che in genere è anche quello più inquinato dai prodotti fitosanitari appena distribuiti, con il conseguente inquinamento dei corsi d'acqua. I vantaggi, quindi, non sono solo per la collina, dove le erosioni sono decisamente più evidenti, ma anche in condizioni pianeggianti, dove i fenomeni erosivi possono comunque assumere valori importanti. Grazie quindi alla presenza di una pacciamatura protettiva, unitamente a una maggiore biomassa microbica e alla conseguente maggiore bioporosità, che ha come caratteristica distintiva quella di una forte continuità e interconnessione, si può avere una conducibilità del suolo saturo (K-sat) fino a 123 volte maggiore rispetto a un suolo gestito con tecniche convenzionali (Blanco-Canqui e Lal, 2007). Tuttavia, se ci si

ferma al solo aspetto meccanico dell'agricoltura conservativa e quindi nessun residuo e copertura sono presenti sul suolo, questo parametro può essere simile o addirittura inferiore per un suolo non lavorato (Horne et al, 1992, Chang and Lindwall, 1992).

Gestione dell'acqua - La gestione dell'acqua in agricoltura è sempre più critica: il clima ci espone a lunghi periodi di siccità da un lato (novembre – dicembre 2016, dicembre 2016 – gennaio 2017; marzo-aprile 2020; marzo 2021; inverno ed estate 2022) e dall'altro a periodi di piogge intense e abbondanti (maggio 2013, maggio – giugno 2016, novembre 2016, maggio e novembre 2019, maggio 2021); a cui si aggiunge l'aumento dei costi per l'irrigazione, soprattutto nelle zone più difficili e meno fornite e infine un'opinione pubblica sempre più allarmata per l'inquinamento delle acque e per il suo consumo in agricoltura. Si intuisce che il problema sono gli eccessi, gli eventi estremi che si alternano in un'oscillazione ingestibile. Le azioni di mitigazione devono quindi portare a un sistema che assorba questi picchi e riesca a rispondere adattandosi. Molto si sta facendo sul piano del miglioramento varietale delle colture ma non bisogna dimenticare che c'è uno strumento che ogni agricoltore possiede già: il suolo. Oltre al sequestro di carbonio, si pensa che l'agricoltura conservativa possa giocare un ruolo importante nel mitigare i cambiamenti climatici agendo anche sulla temperatura. Le previsioni parlano infatti di stress termici sempre più frequenti, e ormai ci stiamo abituando a cambiamenti meteorologici repentini e intensi. Nell'agricoltura convenzionale solitamente, dopo il raccolto, i residui colturali che restano sul terreno vengono interrati e rimescolati con il suolo (con lavorazioni profonde anche in piena estate), utilizzati in zootecnia oppure bruciati. La bruciatura delle stoppie, ancora molto diffusa nel sud Italia ma ormai vietata dalla condizionalità rafforzata della nuova PAC 2023-2027, è dannosa perché oltre a lasciare il terreno scoperto, aggrava il fenomeno dell'erosione del suolo (Pisante, 2007 citato in Brugnoli, 2017). Il mantenimento di una copertura del suolo nel periodo estivo è in grado di ridurre fortemente la quantità di acqua persa per evaporazione portando il suolo erpicato e scoperto, in un solo giorno, ai livelli di perdita vissuti in una settimana dal suolo coperto invece coi residui colturali (Hartfield et al., 2001). Conseguentemente alla perdita di umidità, il suolo perde anche la capacità di mantenere una certa omeostasi termica, rischiando di vivere in piena estate temperature molto elevate con un notevole impatto sulla vita presente in quel suolo.

Davin et al. (2014) hanno messo in luce un altro meccanismo con cui semina su sodo e minima lavorazione possono mitigare gli eccessi termici. Non si tratta solo di sequestrare carbonio grazie alla sostanza organica, ma di ridurre direttamente gli effetti dell'irraggiamento solare estivo. I residui colturali hanno infatti la capacità di aumentare l'albedo e quindi la quantità di raggi riflessa

dal suolo. A questo si aggiunge la limitazione della perdita di acqua per evaporazione – che tuttavia attenua l'effetto dei residui superficiali in quanto può dissipare un'elevata quantità di calore. Nei giorni delle ondate di calore estivo, l'effetto locale di attenuazione delle temperature dato dalla presenza di copertura del suolo è dell'ordine di 2 °C. Le misurazioni sono state effettuate in un sito sperimentale nel sud della Francia, i cui campi sono stati lasciati senza aratura dopo la raccolta del frumento e in cui i residui hanno aumentato il tasso di riflessione della radiazione solare del 50%.

Rotazioni colturali -La presenza di un ampio numero di specie e ancor più di famiglie botaniche delle piante coltivate grazie all'allungamento e alla diversificazione degli avvicendamenti/rotazioni colturali, evitando il ripetersi delle stesse colture con frequenze troppo strette, permette di conservare e aumentare la fertilità biologica, chimica e fisica del suolo, stabilizzare e migliorare le rese, ridurre i problemi fitosanitari e legati alle malerbe e, di conseguenza, l'impiego di fertilizzanti, agrofarmaci ed energia, in particolare se presenti leguminose (Marandola, 2012).

L'adozione di "rotazioni colturali diversificate, nel caso di colture annuali, o consociazioni, se si tratta di colture perenni" (Pisante e Stagnari, 2013 citati in Brugnoli, 2017), permette infatti di sfalsare e interrompere in momenti diversi dell'anno il ciclo delle erbe infestanti affinché non diventino mai dominanti e non si diffondano (tramite disseminazione o diffusione di organi vegetativi), ma anche di evitare il proliferare di malattie e di insetti che condividono varie piante ospiti, agendo sia per via diretta (periodi di assenza di piante ospiti) sia indiretta (favorendo predatori e parassitoidi). «Tale pratica dell'attività agricola, fin dall'antichità, è stata conseguenza della constatazione di come il mancato avvicendamento di colture differenti sul medesimo campo causasse grave impoverimento di fattori nutritivi, diminuzione della fertilità, e aumentasse il verificarsi di fitopatologie ricorrenti e di crescente intensità» (Brugnoli, 2017). La rotazione delle colture è una tecnica la cui importanza è conosciuta sin dai tempi antichi: dalle opere di argomento georgico di epoca romana che trattavano di avvicendamenti colturali ai capitolari di Carlo Magno che prescrivevano la rotazione triennale (Brugnoli, 2017), passando per Columella che segnalava come la medica "ingrassasse la terra" (e parla anche di una prima intercalare di veccia) mentre invece parlava meno positivamente di molte leguminose da granella. Si può ritenere quindi che, adattandosi a climi e terreni diversi, l'avvicendamento delle colture è comunque sempre stato praticato nei secoli. Nell'agricoltura convenzionale moderna la successione delle colture ha perso di importanza, semplificandosi sempre più fino a scomparire del tutto, come nell'omosuccessione di mais o riso in molte aree della pianura padana o di frumento duro al sud Italia. Avendo a disposizione macchinari, fertilizzanti, cultivar

migliorate, agrofarmaci, la maggior parte degli agricoltori contemporanei è portata a non ritenere più necessaria la prosecuzione della pratica degli avvicendamenti colturali, confidando di poter ottenere risultati premianti e costanti con l'uso di queste moderne tecnologie.

Nell'agricoltura conservativa, invece, in un'ottica di prevenzione data la limitatezza di mezzi a disposizione e la ricerca di migliori risultati in termini di efficienza, tornano a essere considerati i suoi innegabili vantaggi agronomici che riescono a essere valorizzati anche economicamente, in questo sistema di gestione del suolo (Tabaglio, 2013 in Brugnoli, 2017). Questa strategia di gestione integrata tramite la rotazione, agisce non solo direttamente sulle malerbe sfalsandone il ciclo, ma anche aumentando la capacità competitiva delle colture che sottraggono risorse alle malerbe: notevole importanza ha precessione colturale (Anderson, 2008), sia direttamente grazie al maggior vigore della coltura sia indirettamente, grazie a una banca del seme ridotta (Anderson, 2006). Inoltre, permettono una rotazione anche degli eventuali mezzi chimici impiegati, prevenendo l'insorgere di resistenze agli erbicidi (Anderson, 2014a e 2016a). Una rotazione ampia e complessa permette di gestire con maggiore efficienza le malerbe, con un risparmio dal 50 al 70% di erbicidi (Anderson, 2016a).

Riduzione delle lavorazioni del terreno - Minimizzare il disturbo del suolo ed evitare l'inversione degli strati, diminuire intensità e profondità delle lavorazioni fino alla non lavorazione integrale, assieme a un minor numero di passaggi sui terreni, promuove la fertilità biologica e fisica e consente il mantenimento di quella chimica. Si verifica un aumento dell'attività dei lombrichi e della fauna edafica, dell'attività microbica e l'equilibrio tra i diversi gruppi funzionali; importanti gli effetti sulla strutturazione degli aggregati e la loro stabilità con conseguente aumento dell'infiltrazione (quindi un aumento dell'acqua stoccata a ogni pioggia) e diminuzione dell'erosione.

Per essere sostenibile a lungo termine, il bilancio tra sostanza organica consumata (uscite) e costruita (entrata) dovrebbe quantomeno essere in pareggio: nella maggior parte degli agroecosistemi questo non è possibile se il suolo è disturbato dalle lavorazioni. Per questo motivo uno dei dogmi dell'agricoltura conservativa è la limitazione del disturbo meccanico dei suoli: minimizzando l'esposizione del suolo all'aria, in particolare degli aggregati più protetti, si riduce la perdita di sostanza organica per ossidazione e degradazione e si contribuisce alla mitigazione delle emissioni di gas serra, ottenendo al contempo il miglioramento della fertilità dei terreni. A seguito di una lavorazione del suolo, si possono arrivare a perdere diverse decine di grammi di CO₂ per ogni metro quadro, e si ricorda che in ciascun ettaro delle nostre campagne i metri quadri sono diecimila, portando a un valore cumulato dopo 5 ore dalla lavorazione anche a 600 kg di CO₂ persa per ettaro,

con un incremento di oltre 42 volte rispetto a un suolo non lavorato (Reicosky, 2019) e questo solo nelle ore successive, ma si mantiene una condizione ossidativa molto a lungo nel tempo. Tra l'altro, l'esperienza di Reicosky è stata condotta con un'aratura a 25 cm, qualcosa che nella mente di molti agricoltori italiani è già una minima lavorazione. Quindi è meglio non pensare a cosa accade con arature che partono da 30 cm e sfiorano ancora, spesso, i 45. Le arature espongono la sostanza organica del suolo a forte areazione, accrescendo tutti i processi ossidativi e di mineralizzazione di cui beneficiano anche i microrganismi del suolo, grazie alla rapida (ma transitoria) areazione prodotta dall'aratura degradando rapidamente la materia organica e liberando i minerali e la CO₂ contenuta: «questo processo porta, per un verso, alla riduzione della potenziale attività biologica e biochimica del suolo (Doran et al., 1998; Riffaldi et al., 2002) e, per un altro, alla distruzione degli aggregati strutturali (Golchin et al., 1994; Bossuyt et al., 2002; Plante e McGill, 2002; Achmed et al., 2003)» (Marandola, 2012).

Le lavorazioni meccaniche e la continua asportazione dei residui colturali rappresentano i principali fattori che causano il declino della sostanza organica e questo si traduce inevitabilmente in una diminuzione della porosità e nell'aumento della densità apparente del terreno (Marandola, 2012). La riduzione della sostanza organica può diminuire l'efficienza d'uso dell'acqua influenzando in modo determinante sulla capacità di infiltrazione e sulla conducibilità idraulica del suolo: fattori che in ambienti collinari si traducono inevitabilmente in un aumento dei fenomeni di ruscellamento superficiale e di erosione (Marandola, 2012). Secondo Heard et al. (1988) il no-till non influisce tanto sulla porosità, che è uguale o inferiore rispetto alle tesi gestite con tecniche convenzionali, ma ad aumentare significativamente è la continuità della porosità tra i 10 cm di suolo superficiale e gli strati appena sottostanti, costituendo una grande riserva utile per le radici delle colture, che non devono spendere troppa energia per approfondirsi.

L'agricoltura conservativa permette di risparmiare molto in termini di emissioni di carbonio. Smith et al. (1998) stimano che le emissioni agricole potrebbero essere compensate dal passaggio alla semina su sodo. L'impegno dell'agricoltura nel ridurre l'impatto delle lavorazioni del suolo è quindi essenziale, ma potrebbe non essere sufficiente: si riducono del 60% le emissioni legate ai combustibili (SoCo 2009) e quelle legate alla mineralizzazione del carbonio organico, ma è necessario aumentare la quantità di carbonio organico entrante nel suolo. Si è visto infatti come non sia sufficiente la sola sospensione delle lavorazioni abbinata alla copertura del suolo con i residui, pur con tutti i benefici visti, per un incremento reale della quantità totale di sostanza

organica (Mary et al., 2013). Non si tratta di niente di nuovo: non è pensabile accumulare più di tanto il carbonio (C) semplicemente minimizzando il disturbo del terreno (anche se per molti rimane il primo e più importante comandamento dell'Agricoltura Conservativa).

Sono le piante le uniche in grado di fissare il C, per cui ogni altra attività non può che trasformarlo o consumarlo, però con diversa efficienza. È necessario quindi introdurre le colture di copertura e ottimizzare le colture da reddito: produrre biomassa per rivitalizzare la fertilità del suolo, con un processo che richiede tempo (l'ormai nota fase di transizione), tenendo presente che ogni motore ha dei consumi propri, nessun movimento è a costo zero o a credito di energia. Diventa utopico, quindi, pensare di eliminare qualsiasi emissione di carbonio, con tutta l'attività biologica risvegliata e nutrita, ma cambia drasticamente l'efficienza di questo sistema.

Un suolo sano e fertile, quindi, è in grado di accogliere un'elevata quantità di acqua, opponendosi al contempo all'erosione sia laminare che incanalata, ed è in grado di restituire l'acqua nel tempo alle piante. È in grado di assorbire grandi quantità di carbonio, di occuparsi della gestione dei cicli degli elementi ed energetici, legati all'agricoltura ma non solo – e soprattutto l'agricoltura non è la sola a beneficiarne. Il ruolo della sostanza organica nel miglioramento della struttura verso una situazione di aggregati stabili è innegabile e cruciale, ma una grande risorsa sono ancora una volta microrganismi e lombrichi, preziosi alleati e lavoratori generosi.

Coperture vegetali intercalari

Si può impiegare un altro strumento, oltre a mantenere i residui colturali, che assicuri la copertura, aumenti la sostanza organica e inoltre aiuti la diversificazione vegetale già vista nella rotazione, proteggendo il suolo sia durante la crescita che al suo termine, producendo un'elevata quantità di biomassa: si tratta delle cover crop, o coperture vegetali.

Le coperture vegetali sono colture intercalari – specie singole o miscugli, annuali o poliennali, aventi funzione di mantenere una copertura vegetale durante i periodi improduttivi tra due colture principali in rotazione (Brugnoli, 2017). Da queste colture non si trae un reddito diretto ma dei servizi agroambientali o ecosistemici; per questa ragione sono ricercate piante vigorose e rustiche, produttrici di biomassa ma dai costi gestionali più bassi possibile (Brugnoli 2017). Possono essere utilizzare specie appartenenti a numerose famiglie botaniche, sia in monocoltura che in miscuglio in base a diverse esigenze ed effetti ricercati. Le specie da copertura più frequentemente appartengono quindi alle Fabacee (leguminose – pisello, favino, trifogli, ginestrino, medica, lupinella, vecce, lenticchia, cicerchia, fienogreco, vigna, crotalaria); Poacee (graminacee – loietto,

orzo, avena, segale, triticale, sorgo, miglio); Brassicacee (crucifere – rafano, senape, colza, camelina) a cui si possono affiancare Poligonacee (grano saraceno), Linacee (*Linum usatissimum*), e altre minori. La scelta tra queste può riguardare specie foraggere, minori, o semplicemente assenti dalla rotazione colturale, in cui entreranno come colture di copertura.

Le *cover crop* possono espletare diversi ruoli agronomici (rielaborato da Brugnoli, 2017 e Fasolo e Chiarini 2022):

- azoto-fissazione e aumento della disponibilità di azoto nel terreno;
- fissazione del carbonio e apporto di sostanza organica;
- cattura dei nutrienti e riduzione dei rischi di percolazione in falda;
- decompattazione del terreno con l'azione degli apparati radicali;
- promozione e mantenimento della stabilità strutturale, della porosità e contrasto dell'erosione;
- controllo delle infestanti e dei patogeni tramite interventi diretti o indiretti;
- stimolo della fertilità e dell'attività biologica;
- promozione della biodiversità entomologica, soprattutto quando sono scarsi i pascoli fioriti;
- contenimento della temperatura e migliore efficienza d'uso dell'acqua del terreno.

Soffermandosi brevemente sulla scelta delle colture da adottare per una *cover crop*, si deve tenere prima di tutto conto del proprio contesto pedoclimatico, a cui seguono le esigenze ricercate dalla specifica *cover crop*. Qualora non vi fossero particolari esigenze richieste alla *cover crop*, si dovrebbe sfruttare la sua semina come un'occasione per massimizzare la produzione di biomassa e promuovere la biodiversità sopra e sotto il suolo dentro al campo e non soltanto ai suoi margini.

Le leguminose sono un elemento fondante nella costruzione della fertilità del terreno: esse, infatti, svolgono un ruolo virtuoso nell'accrescere la vitalità biologica complessiva del suolo (Marandola, 2012) grazie agli apporti di azoto proveniente dall'azotofissazione, ovvero dalla capacità fissare azoto atmosferico che poi possono cedere alla coltura da reddito successiva (Tabaglio, 2011) o rilasciare nel pool organico.

Un efficace controllo delle infestanti può essere ricercato nelle leguminose da foraggio, in particolare le vecce (Brugnoli, 2017) e data l'elevata biodiversità intraspecifica è possibile selezionare la specie più adatta alle diverse semine nel corso della stagione.

Per quanto riguarda le graminacee, sia microterme che macroterme (estive), oltre a produrre un'elevata quantità di biomassa, esercitano un'azione meccanica molto fine sugli strati superficiali del terreno grazie agli apparati radicali fascicolati, stimolando la strutturazione del terreno e combattendo l'erosione. Alcune di esse producono sostanze allelopatiche.

Le brassicacee sono famose per le capacità allelopatiche e biocide, grazie alla produzione sostanze utili a contrastare organismi patogeni (funghi e nematodi) e la germinazione di altre piante. Le loro radici fittonanti, perforando il terreno, favoriscono un importante interscambio di acqua e gas, riescono a decompattare il terreno in profondità in presenza di suole di lavorazione con efficienza superiore ad altre specie – caratteristica soprattutto di alcune varietà di rafano dette Daikon (Chen e Weil, 2009), e recuperano grandi quantità di nitrati e altri nutrienti a rischio di lisciviazione (Miravalle, 2007 citato in Brugnoli, 2017)

Con una coltura intermedia è possibile produrre elevate quantità di biomassa, fino a 20 t/ha, con notevoli apporti di C organico. Ma non si tratta solo di somministrare C al suolo: si tratta di rilanciare, mantenere, favorire la vitalità del suolo, microrganismi, insetti, animali, lombrichi; favorire la strutturazione, la conservazione dell'acqua; recuperare, riciclare e rendere biodisponibili i nutrienti per la successiva coltura da reddito. Il bilancio della sostanza organica alla fine di questo ciclo annuale potrebbe non essere notevolmente positivo soprattutto nei primi anni, a causa anche del "*priming effect*" indotto dalle cover crop, che potrebbero indurre una mineralizzazione della sostanza organica, ma questo permette di esplorare maggiormente le riserve di nutrienti contenuti nel terreno, con enormi vantaggi sul lungo periodo (Waligora, 2014, Camarotto et al., 2020).

«Nel moderno concetto di agricoltura sostenibile le colture di copertura rappresentano lo strumento migliore per gestire e preservare la fertilità dei suoli, la loro qualità, la qualità delle acque superficiali e di falda. L'impiego di colture specifiche, intercalari alle colture agrarie facilita la gestione delle erbe infestanti, dei parassiti e delle malattie delle colture. Migliorano l'ambiente agrario in tema di biodiversità e ospitalità per la fauna» (Miravalle, 2007 citato in Brugnoli, 2017).

Molto interessante, nell'ambito delle cover crop, la possibilità di operare miscugli di specie, con l'obiettivo di massimizzare i benefici della coltura di copertura e sfruttare un'occasione per introdurre biodiversità. Lavoro su più livelli radicali, su più livelli dello spazio aereo, biomassa con caratteristiche nutrizionali più equilibrata, oltre a una più elevata adattabilità ambientale: i miscugli, quando ben progettati, possono offrire al meglio i vantaggi delle cover crop. Tuttavia, non tutti sono d'accordo, alcuni sostengono che per ottenere il massimo da ciascuna specie (sopprimere le malerbe, o fissare azoto), si debba lasciar loro campo libero, mentre altri sostengono che sia la biodiversità la strada migliore per ottenere il massimo dei servizi ecosistemici ricercati. Finney e Kaye (2016) confermano questa convinzione ovvero che esiste una relazione positiva tra biodiversità e servizi ecosistemici e quindi aumentare quella fa crescere questi. Seminare una copertura vegetale multi-essenza invece che una monocoltura provvede una maggiore multifunzionalità: questo il

risultato di due anni di studio su 18 specie, combinate in diverso modo in miscugli da una a otto specie, sulle quali sono stati misurati cinque servizi ecosistemici. McGurr et al. (2016) hanno rilevato come la presenza di fasce seminate con essenze floreali (Fabacee e Asteracee) attorno a delle camere di risaia abbia permesso di ridurre l'incidenza di alcuni fitofagi nella coltura di riso, generando un risparmio per l'agricoltore ed evitando l'utilizzo di prodotti fitosanitari. La biodiversità extraparcellare è un importante elemento di gestione agroecologica, e le cover crop possono rappresentare la controparte intra-parcellare.

I vantaggi apportati da questo strumento sono quindi numerosi e dovrebbero diventare fondamento di un'agricoltura nuova. Tuttavia, non è facile tradurre in un vantaggio economico preciso questi servizi, a fronte di una spesa ben identificabile: dall'acquisto del seme alla semina e poi devitalizzazione. Stimare la biomassa e i nutrienti messi in gioco dalla copertura vegetale (elementi riciclati o introdotti ex-novo) può diventare quindi uno strumento di valutazione utile. Per farlo, è stato messo a punto dalla Chambre d'Agriculture Poitou-Charentes e quella del Basso Reno un modello chiamato MERCI (Méthode d'Estimation des Restitutions par les Cultures Intermédiaires). Questo permette di calcolare la quantità di nutrienti sulla base di alcuni valori della propria copertura come la quantità di sostanza secca o sostanza fresca o l'altezza delle piante del miscuglio – in un decrescendo di precisione (Archambeaud, 2010). A partire da questi valori e sulla base della composizione relativa è possibile stimare la quantità di azoto, fosforo e potassio e la dinamica di cessione, con una ipotesi di biodisponibilità per la coltura seguente. I valori di biomassa e nutrienti riportati nei casi studio che sono riportati di seguito sono stati ottenuti con questo modello.

Apporto di micorrize nelle specie orticole

Attualmente, con l'orientamento verso un'agricoltura eco-compatibile, sta crescendo l'attenzione nei confronti di questa simbiosi funghi-microrganismi pianta e del suo utilizzo.

Micorrize: cosa sono

Il termine micorriza deriva dal greco *mycos* che significa fungo e *rhiza* radice, e indica un particolare sistema di nutrizione dei funghi cosiddetti simbionti, che si realizza attraverso un'associazione simbiotica-mutualistica tra un fungo (endofita) che riceve sostegno trofico da una pianta. La pianta ospite attraverso le radici cede al fungo materiale elaborato (zuccheri, proteine, vitamine), la quale a sua volta si avvantaggia di un migliorato assorbimento di elementi minerali e acqua, assicurandosi

vigore vegetativo e resistenza ai parassiti. Entrambi gli organismi simbiotici ricevono benefici fisiologici, nutrizionali ed ecologici.

In natura le *micorrize* sono classificate in due grandi gruppi:

- **Ectomicorrize**, sono funghi (specie *Basidiomiceti* e *Ascomiceti*) che colonizzano soltanto alcune specie di piante. Non sono in grado di penetrare l'interno delle cellule della pianta ospite ma formano uno strato fungineo esterno (mantello) alle radici della pianta Fig.1. Successivamente da questa dipartono delle ife che si insinuano tra le cellule del parenchima corticale della radice, che rimanendo sempre all'esterno delle pareti cellulari formano quello che viene definito reticolo di Harting, dove avvengono gli scambi di fotosintetati ed elementi minerali tra pianta e fungo.

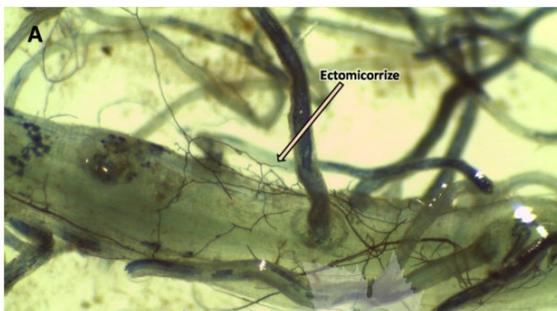
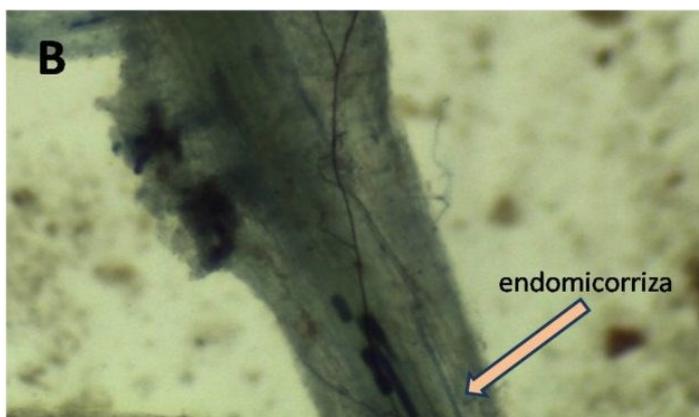


Immagine 1-Ectomicorrize che avvolgono la radice di pianta micorrizata

- **Endomicorrize**, sono simbiotici obbligati che a differenza delle ectomicorrize penetrano all'interno dei tessuti e delle cellule dell'ospite senza mai romperle, formando una struttura ifale ramificata detta arbuscolo. È attraverso quest'ultima struttura che avvengono gli scambi di nutrienti tra pianta e fungo. Queste sono di interesse diretto e specifico per le colture agrarie.



Micorrize: vantaggi e benefici

Le piante micorrizzate si avvantaggiano di un miglior regime nutrizionale in quanto la rete di ife extraradicali permette una più ampia capacità di colonizzazione del suolo, cui consegue anche un maggior apporto idrico per la pianta. Tutte le sostanze nutritive che sono prodotte dalle piante e secrete dalle radici servono per nutrire la flora microbiologica della rizosfera.

Le ife hanno un diametro minore delle radici fini e di conseguenza riescono a penetrare nei pori del terreno di più piccola dimensione, riuscendo ad assorbire nutrienti lì dove la pianta non può. Questo sistema permette alle piante micorrizzate di tollerare maggiormente anche gli stress salini.

Le micorrize influenzano indirettamente la crescita della pianta favorendo la strutturazione del suolo e migliorando la stabilità degli aggregati attraverso l'aumento del livello di carbonio nel suolo (i funghi micorrizici arbuscolari possono rappresentare oltre il 50% della biomassa totale microbica del suolo) e il rilascio di sostanze cementanti gli aggregati del terreno (ad esempio la glomalina).

Fattori che influenzano la micorrizzazione

La micorrizzazione è svantaggiata se nel suolo sono presenti elementi nutritivi in elevata disponibilità, specialmente se di fosforo solubile. Elementi non prontamente disponibili come nel caso dei fertilizzanti organici hanno un effetto negativo molto meno drastico nei confronti della micorrizzazione; per cui vale la regola di limitare le concimazioni nei primi 3-4 giorni dopo l'inoculo del fungo. Il pH del terreno condiziona lo sviluppo delle micorrize: per quanto riguarda le micorrize arbuscolari, il migliore sviluppo si ha in un intervallo di pH da 6 a 7,5.

Anche i fungicidi possono inibire lo sviluppo delle micorrize se la simbiosi non è ancora avvenuta, specialmente se usati come concianti delle sementi.

Il trattamento con alcuni fumiganti e fungicidi al terreno nelle prime fasi di sviluppo può inibire o uccidere i funghi micorrizici arbuscolari; mentre dopo la simbiosi molti principi attivi fungicidi sembra non abbiano influenze negative.

Le frequenti lavorazioni del terreno comportano danni alle ife con conseguente riduzione dell'attività dei funghi micorrizici e minore colonizzazione degli apparati radicali, anche il set aside (la non lavorazione del terreno per diversi anni) determina una riduzione dell'attività delle micorrize.

La monosuccessione, gli avvicendamenti che prevedono un ripetuto ritorno di colture che non istaurano rapporti di simbiosi con i funghi micorrizici arbuscolari, piante appartenenti alle famiglie delle *Chenopodiaceae* (Spinacio) e *Brassicaceae* rappresentano altrettanti fattori che possono condizionare la capacità di colonizzazione degli apparati radicali delle piante da parte dei funghi micorrizici arbuscolari. Al contrario, l'avvicendamento con leguminose molto recettive alla micorrizzazione (*Trifolium* spp., *Medicago* spp., *Vici* spp.) favorisce l'istaurarsi di un inoculo potenziale di funghi micorrizici nel suolo, che può essere vantaggiosamente sfruttato da una coltura in successione particolarmente dipendente dalla micorrizzazione (patata, cipolla, ecc.).

Come e quando effettuare la micorrizzazione

La micorrizzazione viene attuata attraverso l'inoculo dei funghi *micorrizici arbuscolari (AM)* sulle radici delle piantine coltivate

Nelle colture orticole si consiglia la somministrazione di inoculi fungini alla semina o al trapianto, per favorire l'istaurarsi del rapporto di simbiosi nelle prime fasi del ciclo.

- Semina: in questo caso si consiglia di mescolare l'inoculo al substrato prima della semina in vivaio, oppure, nel caso della semina diretta, l'inoculo va distribuito con il seme.
- Trapianto: l'inoculo va posizionato vicino all'apparato radicale per favorire la rapida micorrizzazione.

Il trattamento può essere fatto dall'agricoltore oppure dal vivaista, in questo caso la micorrizzazione effettuata in vivaio permette di avere una pianta competitiva che resiste meglio allo stress nella fase successiva del trapianto.

Si sconsiglia di distribuire le micorrize nei casi in cui sono stati utilizzati i fumiganti e i fungicidi per i trattamenti al terreno perché danneggiano il simbionte fungino (micorrize). Nel caso di coltivazioni a più cicli successivi sullo stesso terreno, va tenuto conto che la micorriza rimane nel suolo (se non viene fumigato) e l'effetto di micorrizzazione diviene più rapido e massiccio di ciclo in ciclo.

Per favorire il legame simbiotico si consiglia di posticipare la somministrazione di fosforo di 5-7 giorni dall'inoculo.

In commercio esistono diverse formulazioni (granulari, liquido, polvere) studiate per poter semplificare l'utilizzo e adattarsi alle varie esigenze colturali, questi inoculi sono composti da una matrice organica e/o inorganica, da funghi simbiotici (micorrize) e da saprofiti.

Consigli di linee di difesa a basso impatto ambientale.

Tra le tecniche per incrementare la biodiversità bisogna prendere in considerazione anche la difesa delle colture, privilegiando quelle strategie che abbiano il minore impatto possibile, e in particolare la “difesa integrata” che consiste nell’impiego congiunto di alcune tecniche agronomiche, fisiche, biologiche adeguate a mantenere i parassiti al di sotto della soglia di tolleranza.

La difesa a calendario aveva come obiettivo quello di eliminare l’agente di danno, la difesa integrata mira a perseguire un equilibrio dell’intero sistema, nel lungo periodo, realizzando vantaggi non solo economici ma anche ambientali, cercando di utilizzare metodi con minori effetti indesiderati sia sulle specie che sulle superfici non bersaglio dell’intervento, preservando antagonisti naturali, impollinatori e la micro/macro fauna del terreno. La difesa integrata, pertanto, è una strategia di protezione delle colture che unisce efficacia con la convenienza, il rispetto dell’ambiente con la qualità del prodotto ed è attuabile su larga scala.

La strategia di difesa integrata deve essere impostata in modo da consentire una corretta gestione fitoiatrica che si basi su due specifici momenti decisionali.

1) Necessità o meno di intervenire e scelta del momento ottimale

Gli interventi devono essere giustificati in funzione della stima del rischio di danno. La valutazione del rischio avviene attraverso sistemi di accertamento. L’individuazione dei momenti e delle strategie di intervento più opportune variano in relazione alla natura ed alle caratteristiche delle avversità. La giustificazione degli interventi deve essere conseguente ad osservazioni aziendali o a valutazioni di carattere zonale per aree omogenee. Vengono individuati per ciascuna coltura i vari patogeni. Successivamente viene valutata la presenza degli stadi dannosi, e il relativo livello di densità attraverso specifici metodi di campionamento.

Questo criterio si traduce nell’applicazione del concetto di “**soglia economica di intervento**”: l’intervento chimico, o di altro tipo (es. il lancio di insetti utili), è giustificato soltanto quando il costo del trattamento è pari o inferiore alla perdita di produzione causata dall’insetto o dal patogeno. Per definire la soglia di intervento è necessario quindi effettuare il monitoraggio della popolazione dei fitofagi (insetti e acari) o calcolare l’incidenza dei patogeni (funghi e batteri), nonché valutare il danno riscontrato su un campione rappresentativo delle piante coltivate.

Tali soglie si dovranno riferire a condizioni “normali” delle colture (intendendo così una condizione di ordinarietà a livello di vigore, produzione, ecc.). Viene poi verificata la presenza di eventuali

antagonisti naturali. Questo aspetto va enfatizzato e sviluppato anche in relazione alla scelta di principi attivi selettivi.

Infine viene individuato il **momento ottimale** di intervento in relazione all'andamento delle infestazioni, allo stadio di sviluppo della specie dannosa al suo grado di pericolosità, alla presenza contemporanea di più specie dannose, alle caratteristiche dei principi attivi, alla loro efficacia e meccanismo d'azione in relazione ai diversi stadi di sviluppo dei patogeni, e infine all'andamento meteorologico.

Se risulta impossibile subordinare i trattamenti all'accertamento dei sintomi macroscopici dell'avversità e si rende necessario mettere in atto valutazioni previsionali, si possono utilizzare diversi approcci sulla base dei quali si devono impostare i conseguenti programmi di difesa:

- Modelli previsionali
- Valutazioni previsionali empiriche
- Accertamento dei sintomi delle malattie
- Privilegiare l'utilizzazione di varietà resistenti o tolleranti alle malattie.

2) Individuazione dei mezzi di difesa

La scelta e l'applicazione dei mezzi di intervento non devono tenere conto solo degli aspetti fitoiatrici ed economici, ma devono essere subordinati ai possibili effetti negativi sull'uomo e sugli ecosistemi.

Tecniche di prevenzione degli organismi nocivi basate sulle pratiche colturali

Le misure preventive hanno una basilare importanza nella realizzazione di una strategia di difesa integrata. L'obiettivo principale è quello di intervenire, sulle condizioni che favoriscono lo sviluppo e la diffusione degli organismi dannosi. Tra le varie pratiche colturali troviamo:

- Utilizzo di **varietà tolleranti/resistenti** alle principali avversità specifiche per ogni coltura
- Variazione dell'epoca e delle strategie di **semina/trapianto**. L'anticipo o il ritardo dell'epoca di semina o trapianto consente di "sfuggire" ai parassiti quando la loro presenza è legata a specifiche condizioni atmosferiche.
- **Adozione di consociazioni**. Specifiche combinazioni di piante diverse nello stesso appezzamento determinano un ambiente sfavorevole allo sviluppo dei parassiti delle piante. In effetti il principio di base è che aumentando la biodiversità aumenta l'equilibrio. Studi recenti hanno

messo in evidenza che soprattutto per le piante erbacee, le consociazioni riducono l'attacco di insetti alterando la loro capacità di ritrovare la pianta da attaccare.

- **Gestione di rotazioni colturali.** Il principio dell'alternanza è alla base di un piano di rotazione, in particolare si consiglia di alternare sempre: piante a radici profonde (es. pomodoro) con piante a radici superficiali (es. lattuga); colture la cui parte commestibile, è data da radici e/o tuberi (es. patata, carota) con specie di cui si utilizzano i frutti o la parte fogliare (es. peperone, cavolo, broccolo, lattuga); piante a portamento vigoroso (es. melanzana) con piante a portamento ridotto (lattuga, cipolla, aglio); piante che richiedono cure colturali più accurate e più intense (es. pomodoro) con altre che richiedono solo lavorazioni superficiali (es. zucchina, cereali); piante azotofissatrici (es. leguminose) con piante particolarmente sfruttatrici di azoto (es. patata).
- **Fertilizzazione.** Una corretta fertilizzazione della coltura unita alle tecniche agronomiche, può influire sulla resistenza e suscettibilità delle piante alle avversità.
- **Irrigazione e drenaggio.** La razionalizzazione delle pratiche irrigue favorisce la prevenzione da malattie fungine delle piante. L'eccesso di umidità determina un incremento nello sviluppo di malattie sia sulle radici (marciumi) che sulla parte aerea delle piante; inoltre, il terreno saturo di acqua e con poca aria impedisce il corretto assorbimento degli elementi nutritivi da parte delle piante. Si consiglia di adottare sistemi d'irrigazione localizzati o interventi a pioggia in orari della giornata quando la vegetazione si asciuga più velocemente. Evitare di creare ristagni idrici.
- **Lavorazioni del terreno.** I lavori di sistemazione e preparazione del suolo devono essere effettuati con il fine di: ridurre i fenomeni di compattamento, consentire l'allontanamento delle acque meteoriche in eccesso, salvaguardare e migliorare la fertilità del suolo, contribuire a mantenerne la struttura e favorire un corretto incorporamento e degradazione della sostanza organica.
- **Infrastrutture ecologiche** (Bordure e siepi.) Da alcuni anni è stato messo in evidenza come l'allestimento di bordure e siepi utilizzando piante nettariifere (es. borragine) determinino un incremento significativo di organismi utili quali impollinatori, antagonisti degli insetti dannosi alle colture (vedi immagine), micro e macrofauna del terreno. Essi infatti svolgono un ruolo importante nel controllo della diffusione degli organismi nocivi e/o nella limitazione dei danni da essi provocato in quanto contribuiscono direttamente o indirettamente a mantenere le colture in buono stato vegeto-produttivo e garantiscono l'equilibrio dell'agroecosistema.



Metodi di lotta alternativi al controllo chimico delle avversità

Nell'applicazione della difesa integrata un ruolo importante per il contenimento dei parassiti è svolto dai metodi non chimici. Si tratta spesso di metodi tradizionali conosciuti da tempo e che vanno rivalutati in un'ottica di sostenibilità ambientale.

Mezzi biologici. Si mira a favorire lo sviluppo degli organismi utili presenti naturalmente nelle colture ma anche all'utilizzo di antagonisti biologici introdotti dall'uomo.

- Antagonisti di insetti dannosi.
- Antagonisti di funghi. Tra questi vi sono soprattutto altri funghi tra cui quelli micorrizici (es.: *Glomus*) e quelli non micorrizici del genere *Trichoderma*. Le micorrize che sono punto cardine del progetto "BIOFUTURE"
- Piante resistenti/tolleranti.

Mezzi fisici e meccanici.

- **Calore.** Il risanamento dei terreni da attacchi di microrganismi è infatti realizzato con una tecnica nota come solarizzazione. Tale tecnica si realizza coprendo il terreno con film plastici che, al sole, determinano un forte innalzamento della temperatura nei primi strati superficiali del terreno inattivando una notevole percentuale di semi di piante infestanti, stadi di insetti in quiescenza, nematodi e spore di funghi fitopatogeni.
- **Vapore.**
- **Reti anti-insetto.**

Metodi di controllo chimico delle avversità

Si devono seguire dei criteri di scelta dei prodotti fitosanitari da utilizzare nelle strategie di difesa integrata. In questo caso la scelta nella sostanza attiva da utilizzare dovrà essere indirizzata verso

quelle che, oltre ad essere dotate di un'adeguata efficacia nel contenimento dell'avversità, siano quanto più possibile selettive verso gli organismi utili e abbiano effetti minimi sulla salute umana e sull'ambiente.

Si ricorre all'uso del mezzo chimico di sintesi per mantenere le popolazioni degli agenti di danno al di sotto delle soglie di intervento. Diventa così cruciale la scelta del prodotto da utilizzare poiché sarà importante ridurre al minimo gli effetti indesiderati relativi alle specie ed alle superfici non bersaglio dell'intervento, inclusi gli antagonisti delle specie dannose, gli impollinatori e la complessa micro/macro fauna del terreno.

Ci sono vari tipi di mezzi chimici:

- a) mezzi chimici biotecnici;
- b) mezzi chimici propriamente detti.

a) I mezzi chimici biotecnici sono molecole derivate da organismi biologici e pertanto sono dotate di elevata specificità di azione e basso impatto ambientale. Tra i mezzi biotecnici vanno ricordati i feromoni sessuali che vengono largamente impiegati nel metodo della confusione sessuale. Tra i mezzi chimici biotecnici vengono spesso considerati anche gli insetticidi ed i fungicidi derivati direttamente da organismi viventi quali le tossine di batteri (es.: *Bacillus thuringiensis*), le tossine fungine (es.: *Trichoderma spp*).

b) I mezzi chimici propriamente detti sono invece i prodotti fitosanitari di sintesi in cui la cui sostanza attiva è costituita da molecole di sintesi o naturali.

Particolare importanza nell'adozione dei principi della difesa integrata viene attribuita ai criteri di scelta dei prodotti fitosanitari da utilizzare per il controllo degli organismi nocivi. Tale scelta deve privilegiare quei prodotti caratterizzati da minor impatto verso l'uomo e l'ambiente (inteso come complesso di organismi non bersaglio) pur nel mantenimento di livelli di efficacia sufficienti a garantire produzioni di qualità. Da quanto premesso emerge che nella difesa integrata si dovrebbe contenere al massimo l'uso di prodotti fitosanitari ad ampio spettro in quanto caratterizzati da effetti collaterali molto pesanti che allontanano la nostra coltivazione dalla situazione di equilibrio a cui noi tendiamo. Andranno perciò preferiti quelli selettivi che riducono la popolazione dell'agente di danno senza danneggiare quella del nemico naturale che può così controllarlo più agevolmente. Le modalità di applicazione di un mezzo chimico possono aumentare di molto la sua selettività nei confronti degli organismi utili e dell'ambiente. In quest'ottica, oltre ad essere fondamentale la scelta del prodotto più specifico ed il suo uso solo quando si supera la soglia di intervento, diventa

strategico valutare la possibilità di effettuare interventi localizzati. La localizzazione degli interventi ha effetti molto positivi anche sugli antagonisti dei parassiti delle piante riducendo i rischi di una loro eliminazione dal nostro campo.

Quando per il controllo di un organismo nocivo sono necessari trattamenti chimici ripetuti sulla coltura è necessario adottare adeguate strategie per evitare l'insorgere di fenomeni di resistenza negli organismi bersaglio. Tali strategie sono note come strategie antiresistenza. In particolare quando un prodotto si dimostra estremamente efficace va utilizzato con molta attenzione in quanto un uso smodato può compromettere parzialmente o totalmente la sua efficacia.

Contro alcune avversità fungine è buona norma l'uso di miscele di prodotti caratterizzati da meccanismi di azione diversi. L'uso di una singola sostanza va limitato quantitativamente nel corso di un ciclo produttivo ricorrendo ad una alternanza di prodotti, meglio se caratterizzati da meccanismi di azione differenti.

Spazi incolti e corridoio ecologico

Spazi incolti

La superficie aziendale totale è costituita dai campi coltivati, dalle aree boscate e da alcune zone non coltivate. Gli spazi incolti sono solitamente piccole superfici rispetto a quella totale dell'azienda, e sono costituiti da strade di collegamento in terra, rive dei fossi irrigui, argini dei campi, aree di manovra in piccoli appezzamenti difficili da coltivare.

Fino ad oggi sono state chiamate incolte perché non destinabili alla produzione, ma in molti casi possono contribuire direttamente o indirettamente a produrre reddito.

Intorno ai campi coltivati e lungo i fossi, vi sono fasce non coltivate di larghezza variabile che possono rappresentare delle importanti zone di rifugio per insetti utili all'agricoltura.

Corridoio ecologico

Il corridoio ecologico è quell'elemento del paesaggio che connette due o più macchie di habitat naturale. Esso funge da habitat, da canale per lo spostamento di animali e di spore e da zona attraverso la quale avviene lo scambio genetico tra le popolazioni. Sono esempi di corridoi ecologici le fasce arboree e arbustive che circondano i margini dei terreni coltivati, i sistemi ripari cioè la vegetazione delle fasce di pertinenza fluviale, le fasce arboree e arbustive legate a infrastrutture lineari (strade, ferrovie, canali artificiali) e i corridoi lineari di vegetazione erbacea entro matrici boscate.

Un corridoio ecologico è quindi una particolare area verde, studiata ad-hoc per preservare specie animali e piante che vivono in quel tipo di habitat; esso possiede più funzioni, dalla ripopolazione di determinate specie alla preservazione di piante ed elementi territoriali, altrimenti a rischio nella normale situazione urbana.

Un'altra funzione eccezionale svolta dai corridoi ecologici, è quella di rivalutare aree pesantemente inquinate, ripopolandole di vegetazione e fauna. Questa operazione viene svolta da professionisti del settore, aziende ed enti capaci di bonificare un'area e trasformare una zona abbandonata all'inquinamento in un paradiso naturale, dove l'ossigeno si reintegra attraverso le piante e la vegetazione cresce rigogliosa, popolandosi poi di animali e specie magari in via di estinzione e protette.

La diffusione dei corridoi ecologici nel nostro paese e nel mondo, è estremamente importante per la preservazione della ricchezza naturale del territorio, oltre che per la salute della popolazione, vista la necessità di aree verdi e zone protette. Solitamente i corridoi ecologici sono legati a specchi d'acqua o fiumi, caratterizzati da vegetazione e dalla possibilità di delineare nettamente diverse aree relativamente a flora e fauna.

Nei campi degli agricoltori coinvolti all'interno del progetto sono state scelte e coltivate numerose specie erbacee che, portate a fiore, hanno favorito l'azione delle api e degli altri insetti impollinatori, fondamentali in agricoltura. Una volta raggiunto tale scopo sono state interrare e mescolate nel terreno utilizzando quindi la tecnica agronomica del sovescio.

Capitolo 5 Principali risultati ottenuti dal progetto BIOFUTURE

Durante il ciclo di vita del progetto BIOFUTURE i Partner – Università Pd (DAFNAE) -Ri.NOVA- WBA- grazie al lavoro di squadra hanno potuto sviluppare e realizzare le azioni di progetto e di seguito si riportano alcuni dei principali risultati.

Impiego di micorrize.

Per quanto riguarda le specie orticole oggetto delle prove, su ogni ciclo colturale è stato effettuato un solo inoculo per via radicale mettendo a bagno i contenitori con le piantine in acqua contenente le micorrize. Il trattamento è stato in fase di pre-trapianto. La dose utilizzata è stata quella riportata nell' etichetta delle diverse formulazioni utilizzate.

In sintesi i principali effetti delle micorrize su lattuga e su alcune tipologie di radicchio, sono di seguito elencati:

- Effetto starter delle piante nella fase iniziale di crescita;
- Produzioni più elevate ed uniformi su lattuga;
- Cespi e grumi più compatti e di colore più intenso;
- Maggiore qualità e shelf-life nel radicchio tardivo di Treviso.

Sulla base delle attività sperimentali realizzate, si possono trarre anche le seguenti considerazioni:

- Non effettuare lavorazioni in profondità in quanto portano ad una rottura della rete ifale creata dalle micorrize, preferire lavorazioni minime che impattano meno sul suolo.
- L'elevata disponibilità nel suolo di elementi nutritivi, soprattutto fosforo, peggiora l'attività dei funghi micorrizici arbuscolari, in modo particolare nelle fasi iniziali in cui si instaura il rapporto di simbiosi tra pianta e fungo micorrizico.
- Il trattamento con alcuni fumiganti e fungicidi al terreno nelle prime fasi di sviluppo può inibire o uccidere i funghi micorrizici arbuscolari.
- La mono successione, gli avvicendamenti che prevedono un ripetuto ritorno di colture che non istaurano rapporti di simbiosi con i funghi micorrizici arbuscolari, la coltivazione di specie appartenenti alle famiglie delle *Chenopodiaceae* (Spinacio) e *Brassicaceae* e il set-aside, deprimono notevolmente le popolazioni indigene di funghi micorrizici arbuscolari; mentre,

l'avvicendamento con leguminose che risultano molto recettive alla micorrizzazione (*Trifolium* spp., *Medicago* spp., *Vicia* spp.) favorisce l'istaurarsi di un inoculo potenziale di funghi micorrizici nel suolo che può essere vantaggiosamente sfruttato da una coltura in successione particolarmente dipendente dalla micorrizzazione (patata, cipolla, ecc.).

Grazie alla collaborazione dei tecnici di OPO Veneto, è stato anche possibile verificare il comportamento di piante di radicchio micorrizzate e non micorrizzate, in magazzino dopo la conservazione in cella frigo. Dalla valutazione è stato riscontrato che la pianta micorrizzata ha una minor percentuale di "scarto" rispetto alla pianta non micorrizzata.

Fig.14 -Apparato radicale: Cespo 1 lattuga micorrizzata Cespo 2 lattuga non micorrizzata



Fig.15 : Panoramica campo prova: tesi 1 lattuga micorrizzata - tesi 2 lattuga non micorrizzata



Fig.16- Confronto Piante di radicchio micorrizzate e non micorrizzate



Piante non micorrizzate



Piante micorrizzate

Effetti e risultati delle coperture vegetali Biofuture

Coperture vegetali intercalari “cattura nitrati” CIPAN

Benvenuti nel mondo delle più classiche delle colture di copertura: le CIPAN!

Un cambio di approccio profondo è nato anche grazie ai CIPAN, oltre 20 anni fa, nel nordovest della Francia, un territorio molto piovoso e con terreni drenanti proprio di fronte all’Atlantico. In quei territori la vocazione è fortemente zootecnica, con prati e pascoli molto diffusi e la coltivazione di colture quasi esclusivamente foraggere, tra cui regna il mais. Questo comporta dei carichi di azoto per ettaro, sia dovuto ai reflui zootecnici sia alle concimazioni del mais, molto elevati e con lunghi mesi a rischio di lisciviazione. Ecco che è nato l’obbligo delle CIPAN – Cultures Intermédiares Piège À Nitrates, le colture intercalari cattura-nitrati. Per questo viaggio nelle coperture vegetali, partiamo dalle terre attorno alle sorgenti del Sile, a metà settembre 2020.

Queste colture intercalari sono “nate” come coperture vegetali mono-specifiche, spesso senape, altre volte facelia, o loietto, o ancora colza, il più delle volte a semina autunnale (inizio settembre)

e con distruzione/devitalizzazione a inizio inverno (mantenimento della vegetazione almeno fino a dicembre) per un effetto sensibile sulla conservazione dell'azoto.

“Eccola qui la senape bianca, a un mese dalla semina, lungo le rive del Sile. Questa scelta nella copertura vegetale è stata proposta perché molto semplice da realizzare, poco costosa e geliva, per lasciare posto a del radicchio primaverile, con una pacciamatura che contenga le infestanti, sempre grande problema delle colture orticole.”



Foto 1

L'approccio "*moutarde blanche*" (senape bianca) si è diffuso moltissimo, e ha preso piede persino in Italia, in Lombardia in particolare, zona simile per molti aspetti all'area in cui è nato questo approccio.

Seme piccolo, poco costoso, estrema versatilità nella tecnica di semina, devitalizzazione precoce con il freddo e quindi terreno libero e agibile già molto presto in primavera: sono vantaggi non indifferenti per cover che devono costare poco perché su sistemi con lavorazioni del suolo e in cui i benefici sulle infestanti si limitano alla competizione durante il periodo intercolturale, mentre poi si perdono. Sono importanti invece gli effetti sulla fertilità: si comincia col recuperare la fertilità residuale a rischio lisciviazione, con un recupero dal 50 all'80% dell'azoto perso dal testimone nudo (Briffaux, 2009, la sperimentazione AREP a Thibie, nella Marna francese), per poi lavorare eventualmente anche su altri aspetti grazie ai potenti fittoni radicali.

Proteggere i suoli con una copertura verde così potente anche nei mesi autunnali, solitamente quelli più piovosi, è vitale, soprattutto dove i suoli o l'ecosistema che ne è composto è più fragile, come quello dei fiumi dell'alta pianura. Quell'anno ha piovuto poco a novembre, quasi troppo poco rispetto all'anno precedente: 23 mm del 2020 contro i 220 mm del 2019. Qualcosa ha recuperato a ottobre, in anticipo, con due eventi molto intensi, e poi di nuovo a dicembre, in maniera simile. In compenso novembre è stato molto caldo, che significa quindi mineralizzazione della sostanza organica e quindi azoto liberato. Pensiamo a cosa può accadere dopo un mais ad alta produttività, con un'efficienza di utilizzo dell'azoto che non è mai totale e quindi una fertilità residua importante. Ecco che con l'acqua e le temperature miti, le piante presenti nelle coperture vegetali sono esplose, producendo buona biomassa e coprendo bene il suolo ma soprattutto recuperando molta fertilità.



In questa occasione finalmente siamo riusciti a mantenere un testimone scoperto. Ne valuteremo gli effetti sulla fertilità e poi sulla coltura successiva. Non ci aspettiamo niente di nuovo, ma è sempre utile avere conferme e (ri)fare nuove esperienze! Soprattutto poter fare toccare con mano agli agricoltori la differenza tra questi due mondi: suolo coperto o suolo nudo.

Foto 2



Intanto nella foto sopra si vede in primo piano lo sviluppo delle infestanti nel testimone (ben inquadrato anche in quella precedente) e a fianco le infestanti sotto la senape. Soprattutto in questi sistemi e soprattutto con queste infestanti, è impensabile che una singola copertura risolva questo problema, e soprattutto che eviti l'emergenza di qualsiasi infestante. Ma il gioco si vince sulla biomassa: maggiore è quella della copertura vegetale, minore sarà quella delle infestanti.



Impressionante l'effetto della prima gelata, invece (anzi, meglio: brinata) verso il 20 novembre nei confronti delle infestanti (vedi il riquadro centrale nella foto lasciato al testimone). Nei giorni

successivi ce ne sono state diverse, con temperature per bene sottozero all'alba quasi fino a dicembre, quando il maltempo ha riportato temperature miti quasi per tutto questo mese. La senape più sviluppata era già ben stesa e devitalizzata, le altre zone con piante più piccole e quindi resistenti, seguiranno a giorni. Ormai il suo dovere è fatto: suolo coperto, nutrienti catturati, lavoro radicale compiuto. E, soprattutto, fornisce questi servizi comunque qualche giorno più a lungo delle infestanti, facendo quindi un lavoro più efficiente e pulito nonostante la biomassa prodotta anche da loro. Uno dei principali effetti, come anticipato sopra, è quello di un forte recupero dell'azoto, in particolare il nitrato che è la forma a rischio lisciviazione. Nel concreto, si può arrivare a recuperare diverse decine di unità di azoto, equivalenti a un paio di quintali di nitrato ammonico, almeno, per ettaro. Tutta fertilità e valore economico che rimane nelle disponibilità dell'agricoltore invece che abbandonare il campo (e inquinare l'ambiente). Certo, sarà resa disponibile rateizzata su diversi anni, quindi è un investimento sul medio termine, in un certo senso. Tuttavia, purtroppo, c'è ben poco altro. Le Brassicacee, infatti, tessono ben poche relazioni con il mondo che le circonda: ovviamente non con gli azotofissatori simbiotici, ma nemmeno con le micorrize, e sembra che anche i lombrichi le apprezzino poco. Insomma, il loro è più un effetto fisico di protezione del suolo e lavoro delle radici, con un importante effetto sull'azoto data la loro voracità.

In una recente e corposa metanalisi di un paio di anni fa, Hallama e suoi colleghi (2019) hanno valutato una lunga serie di studi che raccontavano numerose prove di campo con altrettante specie di cover crop, con l'intento di comprendere meglio le dinamiche del fosforo nel suolo, grazie ai suoi *hidden miners* (minatori nascosti). Ebbene le Brassicacee svettavano solo per la concentrazione di fosforo nella biomassa epigea, con buoni risultati in termini assoluti – anche se ben superati dalle Poacee. Per tutto quello che riguarda il complesso e affascinante mondo microbico e le intense relazioni a livello della rizosfera, la famiglia più “odorosa” delle coperture vegetali ha ricevuto una severa bocciatura: peggior risultato per abbondanza di micorrize, attività della fosfatasi e piuttosto male anche per la disponibilità del prezioso nutriente fosforico. Insomma, una discreta delusione? No, ma non si tratta neanche il sacro Graal che qualcuno vorrebbe far passare e in cui troppi credono. Hanno indubbi vantaggi: seme piccolo e talvolta economico, grande versatilità in tecnica ed epoca di semina, facile devitalizzazione e ottima competizione con le infestanti, ma soprattutto rapidità di crescita anche in stagioni marginali, come spesso è l'autunno nei nostri climi. In effetti la creatività francese nasce proprio dal desiderio di superare il “CIPAN regolamentare” – la senape cresciuta tra settembre e dicembre – visto come un costo, e far diventare invece la copertura vegetale un alleato in cui investire perché fornisce molti servizi agro-ecosistemici, lavora in maniera

instancabile e con risultati importanti sulla fertilità e salute del suolo, al solo costo di una passata di seminatrice e di qualche kg di seme ben più variegato rispetto alla sola senape. E anche il colza consociato nasce – in parte – da questa esigenza e considerazione.

Circa 3,5 tonnellate di sostanza secca sono state prodotte da questa copertura vegetale, di cui si possono apprezzare i campioni di biomassa. Era partita un po' a fatica causa siccità, e sono mancate parecchie piante. 90 unità di azoto recuperate, di cui 25 disponibili per il prossimo radicchio assieme a 15 unità di fosforo e 125 di potassio, 25 di zolfo e 10 di magnesio. Non male, per coperture vegetali semplici e veloci, e soprattutto facili da gestire.

Coperture vegetali intercalari microterme

La cosiddetta “Linea delle risorgive” si identifica con territori al centro della pianura veneta, con caratteristiche davvero uniche: con i loro suoli così particolari, zona di transizione tra i suoli ghiaiosi dell’Alta pianura (e spesso con argille decarbonate che hanno quel meraviglioso colore rossastro) e quelli più fini e pesanti della Bassa pianura; così ricchi di acque, con numerosi fiumi di risorgiva che ivi sgorgano e che rendono l’atmosfera brumosa e affascinante; così ricchi di storia, adesso irregolare commistione delle province di Padova, Treviso e Venezia ma un tempo zona di importante attività economica della Serenissima; questi territori insomma sono la patria del Radicchio rosso di Treviso e del Variegato di Castelfranco, sono la terra d’elezione di questi particolarissimi tipi di cicoria, che assume molteplici forme e colori (a dire il vero quasi tutte sfumature di un bel rosso vinoso) in base ai territori: da Treviso, a Chioggia, a Verona, passando per Castelfranco.



Ecco la storia di una classica copertura vegetale vernina dalla semina, il 19 ottobre 2019, rievocato in queste foto, alle prime fasi in entrata dell'inverno. Il miscuglio qui pensato era una miscela di avena brasiliana, segale, veccia e facelia, classica combinazione per fare biomassa, ma equilibrata, e con un occhio di riguardo per gli insetti utili.



Foto 3

"A un mese dalla semina, verso la fine di novembre, questa la situazione in campo con il classico arricchimento di copertura dato dalle foglie delle rive e alberature varie che arricchiscono in maniera

distintiva questo territorio della pianura, con un dinamismo dell'agroecosistema che molte regioni invidiano".

E questa diversificazione e dinamismo sono una peculiarità anche di questa coltura orticola di pieno campo. Le aziende orticole, infatti, sono spesso estremamente specializzate sulle colture di questo genere, alternando sì famiglie botaniche e specie di ortaggi e verdure, tra pieno campo e serre, ma con una pressione e un ritmo che il suolo spesso fatica a sopportare. Per alcune problematiche fitosanitarie come nematodi o marciumi di origine sia fungina che batterica, il passaggio da una *Solanacea* a una *Cucurbitacea*, o ancora una *Asteracea* com'è il radicchio, non genera particolari difficoltà di adattamento, per cui se anche non manifesta malattia e genera quindi danno perché la specie non è sensibile, può comunque mantenersi e conservarsi nel suolo.

Quindi, pur di fronte a una (spesso) buona diversificazione, manca in realtà una (bio)diversità funzionale (vegetale) che alimenti e stimoli un'elevata biodiversità funzionale microbica nel suolo. E come ricordato più volte, negli approcci agrari più sostenibili o che ricercano la sostenibilità, la rotazione come applicazione dell'impiego della diversità vegetale è un importante pilastro.

Questo non è un problema al momento pressante, soprattutto per alcune aziende che in questo territorio mettono in rotazione il radicchio con mais, soia, frumento, medica. La scarsità di specie vegetali diverse in successione è un problema che riguarda, però, moltissime aziende, sia cerealicole che orticole, e se la contaminazione tra questi due sistemi spesso è un espediente intelligente, purtroppo per qualcuno non è più sostenibile economicamente. Qualche agricoltore, infatti, spinto a specializzarsi sempre più, tende a semplificare sempre più le colture avvicendate, come cereali e leguminose da granella tra queste rive alberate, in attesa del verde intenso macchiato di fiammate violacee del radicchio di Treviso.

La diversificazione vegetale rimane fondamentale per un'agricoltura migliore e sostenibile, assieme alla riduzione importante delle lavorazioni del suolo. Se questa seconda azione serve a mantenere "la casa", anzi, le case – interi paesi abitati da microrganismi utili (e non solo... in ogni città e territorio esiste un po' di criminalità, ma se tenuta a bada e sotto controllo, ci si può convivere) per l'agricoltore – è la presenza di piante diverse che nutre e stimola una moltitudine di microrganismi così complessa e articolata che in prima istanza significa una ottimale copertura di tutte le attività e cicli del suolo, dall'azotofissazione alla nitrificazione, dalla mobilizzazione del fosforo a quella del manganese; ma complessità e diversità, assieme all'elevata attività significano anche poco spazio per quella criminalità costituita dai microrganismi cattivi, quelli patogeni per le nostre colture.

Molto recentemente è stata pubblicata una approfondita analisi su Science Advances che ha preso in esame 98 metanalisi e circa 5000 studi, per un totale di oltre 40mila comparazioni tra sistemi agronomici semplificati e sistemi molto più diversificati. Tamburini e i colleghi di tutto il mondo che vi hanno collaborato (Germania, Svezia, Stati Uniti con California e Iowa, Canada, Italia con l'università di Bari) hanno realizzato un lavoro davvero impressionante di cui riporto qualche sintesi.

Foto 4-5



Nel frattempo, con le due foto qui intorno, siamo passati al nuovo anno, a inizio febbraio 2020, quando tutto procedeva ancora più o meno normalmente. E queste sono le prime foto disponibili di un altro appezzamento, seminato lo stesso giorno e nelle stesse condizioni ma che ospiterà radicchio precoce, sempre di Treviso, e una prova di concimazione.



Un'area verso una capezzagna, dove la sovrapposizione delle passate ha portato a un sovradosaggio del seme. Non si notano particolari carenze, ma anzi invece un potente contenimento delle infestanti, a ennesima dimostrazione della capacità rinettante delle coperture vegetali, ma anche segno di una buona fertilità presente nel periodo autunnale, che non va assolutamente sprecata lasciando il terreno nudo! Queste zone, talvolta involontarie, sono fondamentali e devono invece diventare di pratica comune. Lasciare zone "scoperte", sia di seme di una copertura vegetale, sia di un trattamento fitosanitario, o creare zone doppiate, sia di concime, che di seme, è uno strumento fondamentale per leggere la risposta del suolo e delle colture, negli anni, alle pratiche adottate.

Nel lavoro sopra citato è stato osservato che stimolare la biodiversità nei sistemi agrari potrebbe promuovere i servizi ecosistemici, riducendo così la dipendenza da input esterni, mantenendo però inalterata l'elevata produttività. Si è analizzato l'impatto di diverse pratiche di diversificazione sulla biodiversità sotterranea e quella sopra il suolo e i servizi ecosistemici su un numero elevato di studi, comprendendo in ultima analisi 41.946 confronti binari tra pratiche di diversificazione o meno. Nel complesso, la diversificazione migliora la biodiversità, l'impollinazione, il controllo delle malattie, i cicli dei nutrienti, la fertilità del suolo, il sequestro di carbonio e la regolazione dell'umidità e in generale del clima, senza compromettere la produttività delle colture. Fertilità del suolo, ciclo dei nutrienti e regolazione dell'umidità del suolo sono fattori stimolati da pratiche che hanno come oggetto la biodiversità ipogea mentre le pratiche che si preoccupano più di ciò che sta sopra al suolo influiscono sui restanti. Il più delle volte, l'impatto di queste pratiche sfocia in un cosiddetto "win-

win”, un risultato doppiamente vincente sia per i servizi erogati che per la resa delle colture. La variabilità delle risposte e l’occorrenza di compromessi mettono in risalto il forte legame dei risultati con il contesto pedoclimatico e agrario.

Una maggiore diffusione delle pratiche di diversificazione mostra la promessa di contribuire alla conservazione della biodiversità e la sicurezza alimentare dalla scala locale a quella globale.



E proprio parlando di pratiche e tornando alla diversificazione, sono la riduzione delle lavorazioni del suolo, la diversificazione colturale e l’utilizzo di ammendanti organici le tre pratiche che hanno evidenziato maggiore impatto sulla biodiversità. Ovviamente la seconda ha impatto maggiore su ciò che accade sopra il suolo, rispetto alle altre che invece interessano direttamente il suolo e ne influenzano quindi le caratteristiche. In particolare, la creazione di quella struttura e stabilità ambientale che permettono l’insediarsi di comunità microbiche complesse, diversificate, efficienti. Nell’articolo, i ricercatori hanno valutato anche – come aventi limitato impatto – l’agricoltura biologica e l’assenza di diversificazione, o ancora l’inoculo di microrganismi: per quest’ultimo l’unico parametro influenzato è stata la resa delle colture. Effetto noto, ma che non deve dare false speranze: non è pensabile di ripopolare un territorio bombardato e soggetto a continue esplosioni e catastrofi di ogni natura (lavorazioni del suolo intense e invasive), introducendo piccoli gruppi di colonizzatori pensando che questi possano sviluppare importanti e stabili comunità. Quel territorio resterà facile preda di saccheggiatori e criminali in grado di vivere bene in quelle condizioni.

Ecco cosa succede in un suolo costantemente sconvolto dalle lavorazioni, per molti mesi spesso “abbandonato” alle intemperie tra una coltura e la successiva.



Ecco invece cosa può succedere a un terreno che, appena liberato dalla coltura da reddito (in questo caso era soia) viene subito seminato con altre colture diversificate, utilizzando magari specie poco presenti in rotazione, dalle fioriture generose come veccia e facelia, e dalla discreta aggressività sui nutrienti lisciviabili come i due cereali.

Parlando dei risultati della biomassa vegetale ottenuti con il metodo **MERCI**, la copertura vegetale è stata campionata a inizio maggio 2020 risultando in 7,1 t/ha di sostanza secca, 195 unità di azoto catturate e prodotte, di cui 75 disponibili per la coltura successiva, assieme a 35 unità di fosforo e 235 di potassio. Come sempre quando le coperture vegetali riescono bene, i numeri della fertilità messa in gioco sono considerevoli. Le coperture vegetali, quindi, sono un ottimo alleato nella diversificazione colturale degli avvicendamenti anche nelle aziende orticole, soprattutto in quelle che per motivi gestionali o economici faticano a coltivare (molte) altre colture in rotazione. E ovviamente sono il motore per rigenerare la fertilità del suolo, in particolare unite a una progressiva riduzione delle lavorazioni del terreno.

Proprio a questo riguardo è partita l'idea di una sorta di combinazione tra una cover *relay* (definizione che solitamente si riferisce a una vernina che si innesta su una estiva, mentre in questo caso è stato il contrario) e una sorta di “*green tillage*”, con la semina del favino sulle future linee di trapianto del radicchio. Questa seconda semina è stata effettuata il 29 maggio 2020, su sodo. Purtroppo, visto il periodo che, fatta eccezione la forte piovosità proprio nei giorni successivi, è stato caldo e poi abbastanza asciutto tra metà giugno e inizio luglio hanno compromesso un ottimale sviluppo del favino, che ha comunque raggiunto uno sviluppo di circa 40 cm al momento della preparazione del trapianto del radicchio: non molto ma qualche unità aggiuntiva di azoto è arrivata senz'altro.



Di seguito alcune foto del terreno preparato (sulla sinistra) mentre in fondo ancora il favino presente (in grande sulla destra), su cui verrà fatta una passata solo con erpice rotante. A seguire, le piantine da trapiantare e lo sviluppo finale, a novembre 2020, quando finalmente sono stati raccolti i risultati di questo primo anno di lavoro. Al momento la forte riduzione delle lavorazioni per una pianta che ha necessità di un flusso di fertilità importante e che ha bisogno di una buona struttura del suolo per sviluppare la propria radice, fattore chiave per il successivo processo di imbianchimento in acqua di risorgiva, non sembra aver dato impatti particolari, anzi, le piante cresciute su minima lavorazione risultano aver prodotto ugualmente (o addirittura qualche grammo in più, ma senza significatività statistica). Ulteriori analisi e prove confermeranno questo primo bel risultato!

Lasciamo in chiusura un po' di spunti di riflessione tra consociazioni, coperture e lavorazioni. Perché tutto avviene là sotto, attorno alle radici delle piante, e chissà quale complessità ancora poco chiara esiste attorno agli scambi tra le radici del radicchio e quelle delle poche piante di vecchia rinata. Per ora queste cover sono state condotte su minima lavorazione, magari un po' intensa ma comunque senza aratura e con profondità ridotta. Il percorso da fare per ottimizzare queste tecniche resta ancora lungo ma le premesse di queste prime esperienze danno fiducia.

Coperture vegetali intercalari: miscugli complessi e C/N

Era marzo 2020, a circa una settimana dalla chiusura quasi totale delle attività. Girare per le strade di campagna semi-deserte, ma brulicanti di attività agricola faceva un certo effetto. L'agricoltura,

infatti, non si è mai fermata, anche se ha sofferto molto il blocco o forte rallentamento delle attività annesse: da quelle di assistenza e fornitura per l'azienda agricola e la sua operatività, a quelle commerciali dove il prodotto agricolo viene portato al cliente finale.

Ma la sensazione particolare era anche legata all'esplosione delle fioriture che contrastavano con il clima generale che si viveva in quel momento, e che almeno, grazie all'attività in campo, potevamo continuare a goderci. Era il momento, insomma, per seminare le coperture vegetali. I campi liberati dal radicchio, fiore d'inverno, reclamavano un altro tipo di fioritura, e che per qualche tempo facesse anche una bella copertura, magari fino a un successivo radicchio.

Questo appezzamento è chiamato "Valle del radicchio", una bellissima campagna a qualche centinaio di metri dal fiume Zero, e a qualche km dal fiume Sile, nel cuore della linea delle Risorgive e dell'area produttiva del Radicchio di Treviso IGP (anzi, dei Radicchi). Suoli generati da limi e sabbie calcaree portate un tempo da Piave e altri fiumi e che separano in maniera netta l'Alta Pianura dei ferretti, le terre rosse e ghiaiose dell'antico Piave dalla Bassa pianura, con le sue terre chiare e spesso più fini e pesanti. La linea delle risorgive è un confine e una cerniera, con un paesaggio davvero unico, che in estate è un'oasi verde, ma anche un crocevia di provincie e molte storie.

Questo è l'ultimo campo sperimentale del progetto Biofuture presentato, relativo al primo anno. Ed è stato sicuramente il più articolato, complesso, ma anche il più bello e fiorito, e in cui per fortuna siamo riusciti a organizzare la prima giornata dimostrativa del progetto, proprio in occasione della sua conclusione.



Grazie alla disponibilità di questo agricoltore abbiamo avuto l'opportunità di provare diversi miscugli o specie pure, e anche da qui il desiderio di far conoscere a quanti più agricoltori possibile questo bel campo vetrina ma anche alcuni aspetti particolari delle coperture vegetali, anche e non solo in orticoltura. Preparazione del terreno semplice e veloce. La copertura vegetale vive sempre tra la necessità di dover costare poco, dal seme alla devitalizzazione passando per le lavorazioni, e l'esigenza però di trarne il massimo profitto, dando seguito al mantra che la cover deve essere trattata come una coltura da reddito. Qualche ceppo di radicchio sopravvive alle lavorazioni, e magari darà un'insolita fioritura primaverile, da buona pianta biennale.

Sono molto affascinanti i miscugli complessi da 10 o più specie, fino a 15-20 proposti da alcuni sementieri! In particolare, uno dei due miscugli pronti acquistati – entrambi, comunque, adatti per l'orticoltura e per la semina primaverile – era composto da 10 specie mentre l'altro appunto 15.

Vengono presentati subito i dati del MERCI, per poi passare a qualche riflessione sulle coperture vegetali, tra gli insegnamenti tratti da questo primo anno di esperienze e nuovi stimoli internazionali sul tema, davvero centrale.

Partendo dal miscuglio detto Ecopro03, 10 specie rappresentate da Triticale, Pisello proteico, Veccia comune, Favino, Trifoglio alessandrino, Trifoglio squarroso, Senape bianca, Rafano, Facelia, Cartamo, i risultati in termini di biomassa riportano 4 tonnellate di sostanza secca per ettaro, 120 unità di azoto organico prodotte (recupero + fissazione) di cui 35 unità messe a disposizione in maniera decrescente su 6 mesi (da 15 kg a 1 kg). 25 unità di fosforo, 155 di potassio, 20 di zolfo e 10 di magnesio. Il carbonio stabile a cui contribuisce questa copertura è intorno alle 0,6 t/ha.

L'ultima versione del Metodo MERCI è stata presentata proprio a inizio 2021 quando sono stati elaborati questi dati, e ha visto l'introduzione di nuove interessanti informazioni. C'è stata una lievissima rivisitazione dei contenuti medi di nutrienti di ogni specie, un piccolo ridimensionamento dell'azoto prodotto ma anche una diversa considerazione del coefficiente radicale. La vera novità è la dinamica di cessione di quella quota di azoto che, in base al C/N, viene stimata come disponibile per il ciclo colturale seguente alla coltura. A questo è stato aggiunto un interessante complemento con due "mesonutrienti" come zolfo e magnesio, molto importanti nella nutrizione delle piante, e infine un focus sul destino della sostanza organica, con tutta una serie di opzioni per rendere questa stima più verosimile possibile: si può indicare, infatti, il tipo di suolo, la riserva utile in mm, la gestione della copertura vegetale (asportata o restituita, e quindi interrata o rullata) e valori delle eventuali valorizzazioni secondarie della copertura vegetale, all'interno di un'attività zootecnica o

di una metanizzazione. Un sistema complesso e dettagliato, che bisogna imparare a leggere nella sua relativa incertezza, ma che può essere davvero utile nella gestione dei processi per poter intuire meglio che strada sta intraprendendo il proprio “sistema suolo” e poterne vedere l’evoluzione nel tempo.

Qualche sottostima sulla densità di semina ha portato a seminare meno superficie del previsto, e così è stata accolta volentieri la proposta di chiudere il campo con della senape bruna per un ulteriore confronto con una specie che sta cominciando a essere diffusa sul territorio per le sue capacità biofumiganti e la sua versatilità come epoca di semina. Sotto, invece, le varie strisciate con i diversi miscugli, separati da fasce testimone senza copertura.



Ecopro04 è l’altro miscuglio pronto, sempre per l’orticoltura e sempre a semina primaverile. La sua composizione, di ben 14 specie, è: Triticale, Avena comune, Pisello proteico, Lupino blu, Vigna, Veccia comune, Trifoglio alessandrino, Trifoglio squaroso, Senape bianca, Rafano, Ravizzone, Facelia, Grano saraceno, Cartamo. In questo caso produzione leggermente superiore di sostanza secca, 4,3 t/ha, ma leggermente inferiore di azoto, 110 unità, con una quantità simile al precedente, di 31 unità ripartite però su 5 mesi. 30 unità di fosforo, 160 di potassio con 20 unità di zolfo e 15 di magnesio. Valori di carbonio organico invece uguali alla precedente copertura, nonostante qualche kg di biomassa supplementare. Le differenze tra i due mix sono davvero lievi, ma è interessante vedere come il cambio di miscuglio, a parità di condizioni, abbia dato una risposta diversa. In effetti

in questo secondo miscuglio sono state soprattutto la senape e la facelia a svettare per produttività e a portare quindi in alto i valori di biomassa ma senza elevati contenuti di azoto, anzi più bassi.

In effetti qui si apre una profonda riflessione che genera da tempo un certo dibattito sull'efficacia o, meglio, sul maggiore interesse a coltivare miscugli (molto) complessi rispetto a mix più semplici o addirittura specie singole.

Questa riflessione è alla base anche di due recenti lavori pubblicati da Stéphane Cordeau assieme ai colleghi dell'INRAE. Per non lasciare il campo libero alle malerbe, la strategia è ben nota: bisogna occupare lo spazio. Seminare una cover vi contribuisce ma la sua gestione e i suoi benefici continuano a far discutere. Che specie scegliere/quante e con quale percorso agronomico? Qualche risposta è nei lavori recenti pubblicati dall'INRAE di Digione assieme al conterraneo GIEE Magellan, una sorta di gruppo operativo di agricoltori, tra i riferimenti nell'uso delle CDI (coperture a durata indeterminata, dette anche cover permanenti) e grandissimi ispiratori per quanto riguarda la semina diretta sotto copertura vegetale, con la creazione di guide e strumenti spettacolari nella costruzione di un miscuglio come il foglio di calcolo ACACIA.

«La natura ha paura del vuoto: lasciare un posto vuoto, significa favorire lo sviluppo delle infestanti» così dice Jérôme Séguinier, presidente del GIEE Magellan.

L'introduzione nella rotazione delle coperture, che siano temporanee o poliennali, può soddisfare numerose necessità e rispondere a diversi obiettivi, quelli che chiamiamo servizi ecosistemici: apportare sostanza organica, catturare azoto, limitare l'erosione, produrre del foraggio, favorire la biodiversità, ma non va dimenticato anche l'effetto, spesso desiderato, di ridurre le infestanti.

Un'idea che ormai si è fatta largo presso molti agricoltori, soprattutto interessati alle tecniche conservative e rigenerative, è quella di aumentare il numero di specie affinché ognuna possa contribuire ai servizi ecosistemici elencati prima, e quindi che un miscuglio molto complesso sia in grado di rispondere a queste necessità in maniera efficace. Ma non sempre diversità ed efficacia vanno insieme.



Intanto con queste foto abbiamo lasciato la fine di aprile, in cui faticosamente le piante avevano coperto il terreno, rimanendo in attesa di un po' di pioggia. Intanto il loro lavoro si intensifica sotto, quindi anche se le condizioni sembrano avverse, vale sempre la pena seminare. Ed entriamo in maggio, dove di acqua ne è venuta fin troppa, ma anche il caldo non è mancato a far lavorare intensamente le piante.

In *Are cover crop mixtures better at suppressing weeds than cover crop monocultures?* pubblicato dalla Cambridge University Press a gennaio 2020, Cordeau e i suoi colleghi hanno studiato diversi miscugli da 5-6 specie, altri molto complessi che arrivavano fino a 14 o alcune monoculture, in tre epoche di crescita: estiva, autunnale e invernale. Le tre monoculture – grano saraceno, rafano e triticale – sono state le migliori, con risultati discreti anche dei miscugli più semplici rispetto a quelli più complessi, con oscillazioni tra il 66-70% e il 90-99% del risultato ottenuto dalle rispettive (per stagione di sviluppo) specie singole.

In effetti, è prima di tutto la copertura rapida e la biomassa elevata ad essere efficace per soffocare la flora infestante. Se le specie che vengono mescolate entrano in competizione tra di loro per le risorse, e le più aggressive e performanti in termini di copertura, biomassa o capacità di procurarsi le risorse, vincono sulle compagne di miscuglio, potrebbero crearsi dei punti deboli nella copertura: portando alcune piante in competizione con altre specie nel miscuglio il rischio è di venire sopraffatti dalle infestanti. In tutto questo, per evitare che la guerra alle infestanti possa essere persa, bisogna trattenersi nella tentazione di esagerare, inutilmente, col numero di specie mescolate, più facili da

incrementare nei biomax estivi, dove l'occasione è ghiotta per introdurre biodiversità vegetali poco esplorate come grano saraceno, lino, girasole.



Un venerdì pomeriggio di fine maggio, giusto prima della giornata dimostrativa. Nella quiete del tramonto, tanta bellezza da godersi quasi in silenzio, perché api, bombi e altri impollinatori stavano facendo una rumorosa confusione in una fioritura così bella, che aveva invaso la campagna.

Ritornando sul tema di quale sia la soluzione migliore, miscugli o specie singole, è bene sottolineare che, al contempo, non esiste (quasi mai) la pianta miracolosa, ma costruire correttamente un miscuglio giocando anche con le proporzioni, con 4-5 o 6 specie molto performanti come quelle mostrate anche in altri miscugli in queste pagine, può costituire una strategia vincente per sopprimere in maniera importante la flora infestante. E ormai sempre più esperienze lo dimostrano. E proprio il campo, con le sue eterogeneità e la difficoltà di vivere sotto il cielo, con la pioggia, il caldo, il sole o il freddo che non si è mai certi di quanto e quando arrivino, e magari sbagliano completamente le tempistiche, arrivando quando non dovrebbero (vorremmo) e mancando quando dovrebbero (vorremmo!), proprio l'esperienza di campo insegna che è importante puntare sui miscugli: per intercettare l'eterogeneità di un campo – zone più fertili e altre meno, zone più compatte e altre più strutturate, zone più umide o in ombra rispetto ad altre più asciutte – ma anche per mettersi al riparo dall'incertezza o, in un certo senso, dall'eterogeneità delle stagioni. La siccità

2020 che ha interessato tutta la seconda metà di marzo e quasi tutto il mese di aprile, ha visto esplodere le Brassicacee, con fioriture anticipate anche con poca biomassa, e chissà quest'anno cosa ci riserveranno le prossime stagioni sempre più "insolite".



Ovviamente interviene anche la gestione agraria: epoca e tecnica di semina sia della copertura vegetale che poi della coltura da reddito e la costruzione della rotazione, una successione di piante nel tempo che abbia un'architettura ragionata ed equilibrata. Senza negarsi quelle piccole astuzie come una leggera irrigazione, o una concimazione, magari organica, o infine qualche leggera lavorazione del suolo, come una decompattazione per agevolare le radici a creare e consolidare una buona struttura del suolo. Insomma, la copertura deve fare rapidamente e tanta biomassa, e allora la partita con le infestanti può dirsi vinta. O forse no?

E arriva quindi il secondo lavoro pubblicato da Cordeau e i suoi colleghi dell'INRAE, assieme anche ad alcuni ricercatori pisani. *Cover crops promote crop productivity but do not enhance weed management in tillage-based cropping systems* – le coperture vegetali promuovono la produttività ma non migliorano la gestione delle infestanti in un sistema colturale basato sulle lavorazioni: merita sempre un momento di ammirazione quando si dà per scontato il miglioramento della fertilità e della salute del suolo, come visto spesso in ambito statunitense. In realtà il titolo del lavoro racconta anche davvero molto altro.

In effetti questi risultati si riferiscono alle infestanti che nascono nella copertura vegetale, quindi durante lo stesso periodo vegetativo. Ma l'effetto ricercato è invece legato al successivo periodo

colturale, quello della coltura da reddito. Le infestanti sono un aspetto, come la fertilità, che va gestito e pianificato nel tempo, durante tutta la rotazione agronomica, ma non si può partire col piede giusto e cadere in fallo già dal secondo.

Il lavoro è stato condotto utilizzando 3 specie da copertura – *Brassica juncea*, veccia villosa e trifoglio squaroso – in un sistema agronomico che prevedeva, a seguito della copertura, girasole e frumento duro e poi mais e frumento duro, ha impiegato due tecniche di lavorazione: quella convenzionale e una “ridotta”. Purtroppo, è noto che ogni intervento meccanico al suolo rimette in movimento semi di infestanti che si attivano e riprendono a germinare. E allora anche in questo caso, va cercato un equilibrio, o un compromesso, tra diversi fattori, tra cui anche le lavorazioni. In un altro lavoro il ricercatore francese ha riportato che in assenza di lavorazioni, la germinazione dei semi delle infestanti rimasti in superficie è ridotta del 26% a causa del mancato interrimento, del 17% per l’oscuramento della copertura e del 19% per lo stress idrico, sperando siano numeri cumulabili!



Qui sopra ecco il risultato delle fasce testimone tra un miscuglio e l’altro. Non serve commentarle molto se non portare un’ultima riflessione: meglio doversi occupare di una biomassa oppure di un’altra? Quale delle due è preferibile avere in campo, ed eventualmente di quale è preferibile lasciarsi scappare qualche seme, un po’ di senape o pisello o chenopodio o cencio molle? Considerando che comunque si trattava di circa 1 t/ha di sostanza secca da queste infestanti, capaci di indicare più il sistema agronomico in cui si sviluppano piuttosto che particolari condizioni pedologiche.

Questo spiega come, con una corretta costruzione della rotazione colturale in cui occuparsi anche, in anticipo, delle infestanti future, rotazioni in cui introdurre intelligentemente le coperture vegetali e posizionare in maniera accurata anche gli interventi diretti (meccanici o chimici), sia possibile portare i livelli di infestazione a un punto tanto basso che esistono diversi esempi di semine dirette sotto copertura vegetale senza alcun tipo di intervento di diserbo (chimico, fisico o meccanico). Il problema rimane poi la tenuta del sistema nel tempo, ma è un capitolo molto lungo e ancora aperto.

Rimane un'ultima considerazione, prima di passare all'ultimo miscuglio presente in campo. Ovvero ciò che Anderson, negli Stati Uniti, ha scoperto ormai 20 anni fa: un suolo vivo e fertile dà colture così robuste che possono tollerare senza alcuna conseguenza un livello moderato di infestazione. Che, a quel punto, si mette in conto dovrà essere preso in carico in futuro, ma anche questo rientra nell'arte di saper gestire al meglio un sistema così complesso come un campo ben coltivato!

Ultimo miscuglio, quello che ha dato più soddisfazione e si mantiene una garanzia. Miscuglio fatto comprando sempre tutto il seme (separato) e mescolandolo. Il costo viene come minimo dimezzato, e magari rimane un po' di budget per aggiungere qualcosa di più costoso tipo la facelia. Il mix era composto da avena, facelia, pisello foraggero, senape bianca, senape bruna e rafano (tre brassicacee acquistate in un miscuglio già pronto, per comodità, visto il poco quantitativo), veccia e infine trifoglio incarnato per raggiungere una buona densità di semina.

I risultati: 4,7 t/ha di s.s., 130 unità di azoto, di cui 40 di ritorno per la coltura seguente, e ancora 30 unità di fosforo, 170 di potassio, 20 di zolfo e 15 di magnesio. L'incremento di sostanza organica, in questo caso, raggiunge le 1,1 t/ha. Qualche volta vale la pena spendere qualcosa per imparare a costruirsi i miscugli adatti, risparmiando qualcosa sul seme, ma imparando molto sul ruolo delle varie piante, del variare le proporzioni delle singole specie, del ruolo di alcune piante minori o della complementarità tra specie con morfologia diversa.

L'importante, come dice sempre Steve Groff (Cover Crop Coach), è chiedersi cosa si vuole ottenere dalla propria coltura, quale servizio/i ecosistemico/i si desidera(no). Appunto anche più di uno, combinando le specie più indicate, a volte con qualche piccola rinuncia o compromesso, più spesso con qualche piacevole sorpresa.

Come insegnano, per esempio, le consociazioni tra brassicacee e leguminose, di cui abbiamo lo spettacolare esempio del colza consociato. Molti insetti sono attratti dagli odori emessi dalle piante ospiti, talvolta poi si muovono di pianta in pianta aiutati anche visivamente. Il concetto quindi si potrebbe spiegare in una frase: il campo di colza non deve sembrare un campo di colza. La presenza di piante vigorose, fiorite, che possono anche sovrastare la colza, le tiene a riparo dall'attacco soprattutto autunnale di altica e attrae invece insetti utili.

La biomassa prodotta inoltre tiene a bada le infestanti in un periodo in cui la colza è poco competitivo e potrebbe venire infestato. Utilizzando piante gelive – alcune leguminose da granella, Asteracee o ancora il grano saraceno – questa biomassa verrà distrutta ai primi geli e degradata lentamente, rilasciando i nutrienti catturati o apportati come il caso delle leguminose: questo apporto può aggirarsi sulle 30-40 unità di azoto per ettaro, con piante di buone dimensioni. Gli

attacchi di altica tardo autunnali e invernali portano ad avere piante mal sviluppate, con il caratteristico portamento cespuglioso, con conseguenze sulla resa. I risultati di molte campagne di sperimentazione, come quella del 2020 di GIEE Magellan in collaborazione con Terres Inovia, conferma l'efficacia della tecnica del "colza associé".

È, infatti, nella gestione dei parassiti fitofagi, che sembrano davvero adorare questa odorosa famiglia botanica, che la consociazione mostra i risultati più impressionanti: la presenza di favino e lenticchie nel colza ha mantenuto la stessa quantità di punteruolo *Ceutorhynchus picitarsis* di un colza non consociato ma trattato (in sintesi la consociazione vale quanto un insetticida, circa 10-15% in entrambi i casi), e a livelli non molto lontani dal trattato anche consociato (mentre assenza sia di trattamento che di concimazione ha dato risultati nefasti, circa 70-80% di danno).

Dinamica simile è stata riscontrata anche nella consociazione tra trifoglio alessandrino e cavolfiore, con effetti positivi notevoli sia su altica che sulla tignola del cavolfiore sostanzialmente dimezzate, con qualche altro effetto collaterale interessante su infestanti e azoto.

Davvero buona la biomassa prodotta anche dalla senape, con circa 4,4 t/ha di sostanza secca, e valori di nutrienti considerevoli con 100 unità di azoto, 25 di fosforo, 180 di potassio e 35 di zolfo e 15 di magnesio, grazie a un piccolo contributo di alcuni semi che hanno "sporcato" la cover.

Merita una piccola considerazione questa cover: le 18 unità di azoto disponibili sono spalmate su 6 mesi, o meglio: su 5. Questo perché il primo mese addirittura il risultato dà un -1, significa che il sistema suolo cede dell'azoto all'attività biologica perché questa si occupa della digestione della biomassa. Il ritorno comunque è lento e limitato. A fronte quindi di una biomassa simile ai miscugli (4 e 4,3 t/ha e poi 4,7 t/ha), e anche un valore simile di azoto totale (rispettivamente 120, 110 e 130 a fronte di 100 della senape), solo 18 tornano disponibili, metà se non di più dei miscugli. Tuttavia, se lasciassimo in superficie la biomassa, semplicemente rullata, le unità di azoto cedute sarebbero ben 25 con cessione costante dal primo al quinto mese successivo alla conclusione della sua attività. Si riportano i risultati della simulazione col Metodo MERCI, evidenziando la disponibilità di azoto nel caso di rullatura della biomassa vegetale (a sinistra – la biomassa è lasciata in superficie) a confronto con la pratica del sovescio. Tuttavia, come si vedrà successivamente parlando di biofumigazione, se questo l'obiettivo per cui si impiega la senape indiana, il sovescio ha una sua ragione d'essere.



Qualche foto della prima giornata dimostrativa Biofuture, un sabato mattina a fine maggio. Finalmente tutti a godere dello spettacolo di questa fioritura immensa e di tanta biomassa prodotta: all'opera cantieri di trinciatura, crimpatura, interrimento o gestione diretta con la seminatrice. La successione di piante, e la loro eventuale compresenza, è un sistema complesso da costruire ma ovviamente non impossibile. Lascia spazio a una certa creatività e a una certa elasticità, negli abbinamenti. Ancora molto è da scoprire e sperimentare, ma possono essere proprio le aziende agricole che, con poco sforzo concreto ma molto impegno mentale, possono produrre delle esperienze scientifiche molto ben fatte anche se magari non con tutto il rigore statistico di certe aziende sperimentali. Ma a differenza di queste, la dedizione nella ricerca di soluzioni pratiche, la capacità di osservare oltre alla conoscenza delle proprie colture nei propri campi e infine la cosa più importante: l'impegno nel voler portare a casa risultati concreti, permettono alla ricerca partecipativa, in campo, di procedere a volte più veloce e più validata su scala aziendale della ricerca condotta in aziende sperimentali. Soprattutto, ovviamente, se accompagnata dalle basi del metodo scientifico come qualche replica, i fondamentali testimoni non trattati e un po' di organizzazione delle prove e delle tesi. Fare in modo che le cose funzionino invece che dare alle prove una semplice possibilità.



Che bellezza rotolare in una massa del genere! In qualche punto la seminatrice sembrava aggrapparsi alla biomassa e frenarsi, ma è una meraviglia trovarsi il muso e la zavorra tutti sporchi di petali colorati! Ci siamo divertiti, ma ovviamente c'è stato anche un reale lavoro da parte dell'agricoltore che si è occupato di gestire questa biomassa e di tutto il G.O. per l'organizzazione. Insomma, il mondo delle coperture vegetali è tanto ricco di sfide quanto di insegnamenti. Possiamo scegliere quale specie coltivare in base a quale servizio ecosistemico vogliamo ottenere: recupero di azoto? Produzione di azoto? Copertura contro le infestanti, magari con qualche effetto allelopatico? Biomassa? Basso C/N per un rapido ritorno di fertilità? Azioni biocide? E ancora molto altro. Il più delle volte sono i miscugli a poter coprire una buona parte di queste azioni, a cui si aggiunge il sequestro del carbonio, che è il carburante di tutta l'attività biologica dei nostri suoli, quell'energia solare resa energia biochimica grazie alla fotosintesi degli esseri viventi verdi. È un tema di cui si è presa consapevolezza di recente, ma che rischia di essere pericoloso, come tutti gli altri servizi accennati sopra. Non sempre si esplicano, non sempre si capiscono: non sempre tutto funziona come vorremmo o dovrebbe.

L'obiettivo per l'agricoltore dev'essere quello di produrre biomassa, biodiversità e copertura. In un certo senso, alcuni dei servizi ecosistemici sono stati scoperti come inaspettati effetti collaterali, ma, come abbiamo visto per la gestione presente e futura delle infestanti, spesso è tutto il sistema che dev'essere gestito in maniera coerente, secondo un nuovo paradigma agronomico. Chissà, magari

le prossime generazioni faranno un'agricoltura totalmente diversa dalla nostra, o forse solo una forma più evoluta ed ecologica, nel senso più nobile del termine.

E proprio come per la gestione delle infestanti, non nutriamo grandissime speranze di aumentare di molto la sostanza organica in un sistema con lavorazioni sistematiche. Vedremo più avanti come possa anzi essere deleterio, lavorando il suolo per ciascuna semina, sia della copertura vegetale che della coltura da reddito, nonostante molti finanziamenti per seminare coperture vegetali su sistemi (doppiamente) arati, e doppiamente inefficaci.

Coperture vegetali intercalari e lavorazioni conservative

Riprendendo il filo cronologico della seconda copertura vegetale presentata (Coperture vegetali intercalari microterme), ecco la situazione del campo a Quinto di Treviso a metà aprile 2021, circa un mese dopo la semina.



Sembrano esserci delle difficoltà di emergenza, mancano diverse piante. Stesso miscuglio di base seminato pochi giorni dopo in un'altra azienda del progetto - avena, veccia, pisello, favino, facelia - ma con seme aziendale e a confronto una zona di senape bruna e una fascia di sovrapposizione delle due cover. Oltre alla siccità del periodo (marzo-aprile), anche due grosse gelate come spesso aprile ci porta, attorno a Pasqua, non aiutano le piante della copertura partita con una certa difficoltà. Qui il suolo era nudo da molto prima rispetto al campo prova dell'altra azienda, qualche mese ormai e la terra lavorata in anticipo forse si è seccata troppo. Finalmente però si riesce ad avere nei campi sperimentali i testimoni nudi. Avere dei testimoni non trattati è fondamentale per capire e «pesare» gli effetti delle pratiche introdotte come, in questo caso, la copertura del suolo con delle colture intercalari.

Anche un'altra ricorrenza delle ultime primavere si conferma: arriva la pioggia ma arriva tutta in un colpo. Dal 25 aprile al 10 giugno si contano al massimo 2 giorni e mezzo di intervallo senza una pioggia. Quando finalmente ha asciugato, dopo quasi 45 giorni, il caldo arriva improvviso. Stress che non fanno bene alle colture, e ormai quelle del campo a Quinto hanno preso una certa strada e non arriveranno a produrre grandi biomasse.

Il suolo è comunque coperto, i nutrienti potenzialmente lisciviabili rimangono trattenuti nel suolo e si esercita una certa competizione verso le infestanti.

Il 15 giugno, dopo che una prima parte delle coperture era già stata trinciata, sono stati fatti i campioni di biomassa. La senape bruna in purezza ha prodotto 4,3 t/ha di s.s. con una quantità di azoto totale di circa 95 unità, tuttavia molto poco disponibili – solamente il 17% con una fase iniziale di «fame di azoto» a seguito dell'interramento.

Il miscuglio autoprodotta si è fermato a 3,4 t/ha di s.s. con una quantità di azoto totale però pari alla precedente senape, 95 unità: pari quantità in minore biomassa significa un rapporto C/N più basso, e infatti la quota di fertilità di ritorno sale al 28% con una maggiore disponibilità già dalla fase iniziale.

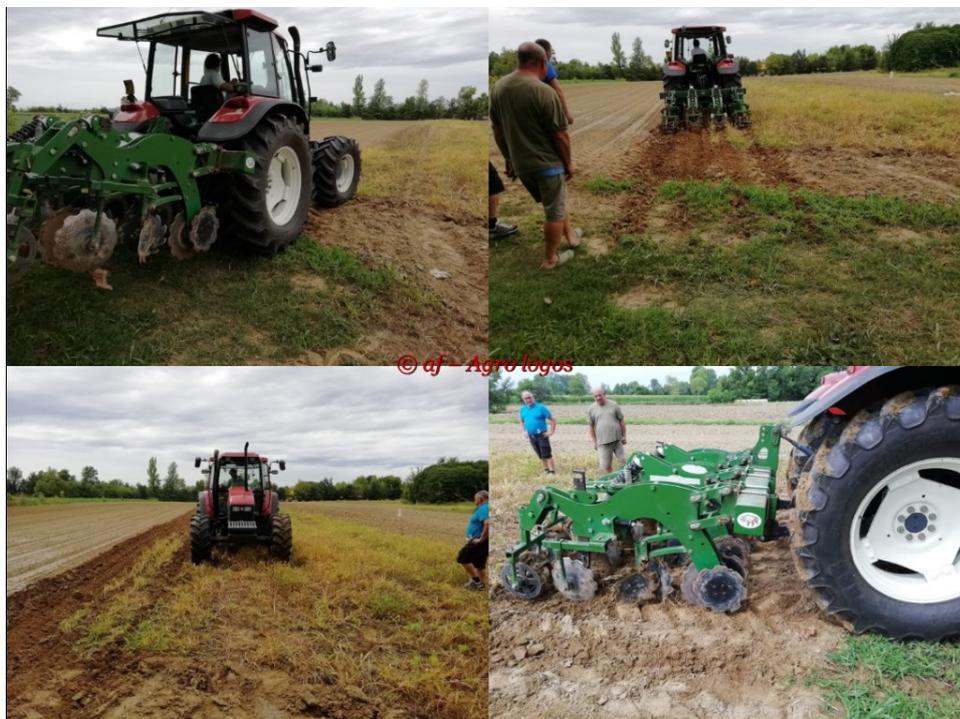
La sovrapposizione delle due coperture è probabilmente «caduta» in un'area del campo particolarmente fertile, dato che risulta anomalo un incremento di biomassa del genere, che tuttavia si riporta per completezza. 8,1 t/ha di s.s. con una quantità di azoto di 195 unità, con una situazione intermedia rispetto alle precedenti, sia per quota di ritorno che C/N.

Governare correttamente questi parametri «costitutivi» dei miscugli è fondamentale per massimizzare i benefici delle coperture vegetali in termini non solo di recupero e trattenimento della fertilità (azotata) ma anche di riciclo ed elaborazione degli altri nutrienti e stimolo dell'attività biologica.

Pianificare correttamente epoca e tecnica di semina può permettere altrettanto di massimizzare la biomassa prodotta e quindi la fertilità messa in gioco. Ma questo riguarda anche le lavorazioni successive, come si potrà vedere nelle foto seguenti, riguardanti un'esperienza unica.

In questo appezzamento, infatti, oltre alle diverse coperture del suolo sono state provate anche diverse tecniche di lavorazione del suolo conservative. Assieme alla copertura continua del suolo, la riduzione o eliminazione delle lavorazioni rimane una delle poche tecniche efficaci nel rigenerare la fertilità del suolo, sotto il profilo fisico (struttura), chimico (sostanza organica) e biologico (lombrichi e microrganismi).

Oltre a una lavorazione molto superficiale con il solo erpice rotante, nell'estate 2021 è stato usato in una delle prime esperienze italiane uno strip-tiller per la preparazione delle strisce del futuro trapianto.



Come si può vedere, il terreno viene lavorato solo in alcune fasce larghe circa 15 cm e profonde circa 25 da una serie di organi lavoranti folli – spartiresiduo, disco pretaglio, ancora coltivatrice e dischi di contenimento, rullo di finitura.

La lavorazione è stata effettuata il 17 luglio, su terreno in tempera e copertura vegetale trinciata. Trasversalmente sono stati effettuati dei passaggi di erpice rotante per avere la sovrapposizione di strip-tiller ed erpice rotante per gestire le diverse porzioni di suolo (interfila, intrafila), a confronto con le singole lavorazioni, sulle diverse fasce di copertura del suolo (senape, miscuglio, senape+miscuglio, testimone non coperto).

Il radicchio è stato trapianto a fine luglio e sono stati effettuati alcuni rilievi e monitoraggi nel corso dell'autunno, sia del suolo che della coltura. La coltura, come già dalle prime esperienze dell'anno precedente, non ha manifestato problematiche a fronte di una forte riduzione delle lavorazioni, e vista la natura del suolo e la produzione di biomassa delle coperture vegetali, gli interventi colturali (concimazioni, diserbi, sarchiature) non si sono rilevati più difficoltosi in presenza di suolo sodo nelle interfila. Tuttavia, in presenza di coperture più performanti, in particolare come visto durante la giornata dimostrativa 2021 su miscugli simili ma biomasse minori, la macchina può trovarsi in difficoltà nella gestione del residuo.

A metà dicembre sono stati raccolti i campioni di radicchio, in totale su 8 tesi diverse per tecnica di lavorazione del suolo e copertura nel periodo intercolturale. L'imbianchimento è iniziato il 17 dicembre 2021 ed è finito con la toelettatura e il peso dei campioni il 17 gennaio 2022. Non sono emerse differenze statisticamente significative nel peso medio dei 12 cespi raccolti nelle diverse aree, in cui era presente anche il confronto con la gestione aziendale (coltivatore pesante e affinamento con fresa o erpice rotante).



Il 28 marzo 2022, sempre nello stesso appezzamento, è stata seminata una nuova copertura vegetale, dopo che tra gennaio e febbraio era stato raccolto tutto il radicchio. Il miscuglio è frutto dell'esperienza dei due anni precedenti: avena, pisello foraggero, veccia, favino, senape bruna, triticale, trifoglio incarnato e facelia. L'innovazione introdotta è stata la semina su sodo del miscuglio. Nella parte più a est dell'appezzamento, la precoce raccolta del radicchio ha favorito un certo sviluppo di infestanti (centocchio e veronica) pur senza una forte biomassa prodotta e con una certa stasi vegetativa dovuta alla siccità. Due fasce dell'appezzamento, oltre alle testate, erano state da poco erpicate per sistemare alcune carreggiate prodotte durante la raccolta, e sono servite così da confronto "lavorato" rispetto alla semina su sodo.

È stato particolarmente utile, anche se ha rappresentato una forzatura agronomica, mantenere nei 3 anni lo stesso appezzamento fisso, riuscendo in qualche occasione a consolidare il lavoro svolto l'anno precedente.

Purtroppo, aver sottovalutato invece la presenza di quella infestazione si è rivelato deleterio e ha compromesso il buon decorso della copertura vegetale. Queste, in effetti, e spesso soprattutto i miscugli, sono efficaci strumenti nella gestione delle piante infestanti ma la condizione essenziale è che riescano a insediarsi senza competizione e poter prendere un certo margine di vantaggio.

Oltretutto, con l'ennesima primavera critica, essere partiti con un certo svantaggio non ha certo premiato, e la differenza in termini di biomassa è stata di circa 2 t/ha di sostanza secca (5,6 contro 7,6 t/ha), a vantaggio soprattutto delle graminacee nella cover più produttiva. Correlata alla biomassa c'è quindi la quantità totale di azoto (circa 30 unità di azoto di differenza) ma non quella restituita (sostanzialmente identica tra le due coperture), essendo cambiata la composizione della biomassa stessa. Dopo 3 anni di radicchio, la produzione si è mantenuta, senza che siano state necessarie concimazioni pesanti né siano sorte particolari problematiche fitosanitarie. Permane qualche difficoltà nella gestione delle infestanti tipiche delle orticole, ma per risolvere questo sarà necessario tornare a fare rotazione colturale, magari sfruttando anche qualche tecnica conservativa, in particolare la semina diretta sotto copertura vegetale ben consolidata nelle colture erbacee, per gestire al meglio banca semi e infestanti presenti. Il radicchio si è rivelato essere una coltura con un apparato radicale molto aggressivo e rustico, capace di ben sopportare la riduzione delle lavorazioni del suolo, necessarie per ritrovare una fertilità duratura.

Coperture vegetali intercalari nematocide

Ci spostiamo a Lusia, una delle capitali dell'orticoltura veneta, sulle sabbie portate e bagnate dall'Adige. Le aziende qui sono molto specializzate, molte superfici interessate da serre, e purtroppo rotazioni spesso molto strette, diversi cicli delle stesse colture ripetuti e, anche se interrotti con altre colture, spesso persiste una similarità tra le specie da un punto di vista fitopatologico. Purtroppo, in questo modo i problemi fitosanitari non possono che aumentare nel tempo e diventare veramente pesanti. Un tempo si poteva ricorrere più facilmente alla fumigazione, ma in seguito alla rimozione dei prodotti chimici riservati a tal uso, è emerso con forza la capacità bio-fumigante di alcune coperture vegetali, in particolare alcune specie.

Ma che cos'è la biofumigazione? Perché si fa e con quali piante? Già dalle foto si capisce di quali siano le piante principe di questa tecnica: le Brassicacee. In questa azienda è stato usato per tutti e tre gli anni un miscuglio commerciale di senape bianca, senape bruna e rafano antinematode, seminato a 15 kg/ha, in appezzamenti diversi.

Riprendiamo, a tal scopo e data la loro chiarezza le parole di Giovanna Curto, Loredana Antoniaci (del Servizio fitosanitario della Regione Emilia Romagna) e Luca Lazzeri (del CREA-CIN).



Piante biocide e biofumigazione

Le specie vegetali ad azione soppressiva sono generalmente definite piante biocide e sviluppano l'effetto tossico con diversi meccanismi a seconda dei composti contenuti nei loro tessuti (glucosinolati, terpenoidi, alcaloidi, glucosidi, fenoli, tannini, ecc.). Tali composti, tal quali o in seguito a reazione biochimiche, liberano sostanze bioattive ad azione nematocida o nematostatica in grado di interrompere l'alimentazione del parassita, indurre la schiusa delle uova anche in assenza della pianta ospite o avere semplicemente un effetto repellente.

Come agiscono

Le piante biocide si distinguono in piante trappola e piante ad azione biofumigante; esse sono coltivate e trinciate oppure distribuite e interrate sotto forma di farine o pellet nella loro matrice organica senza essere sottoposte a procedimenti di separazione delle sostanze attive, come è invece previsto per gli estratti di piante e oli essenziali.

Piante trappola o catch crop

Sono piante ad alto contenuto di composti tossici nelle radici. Le larve di nematodi endoparassiti sono attratte dagli essudati radicali e dopo essere penetrate nelle radici, iniziano ad alimentarsi di un substrato avvelenato dai prodotti di idrolisi o da metaboliti tossici, e conseguentemente non riescono a completare il proprio ciclo di sviluppo. Tale azione determina una significativa riduzione della popolazione del nematode nel terreno. Il successivo interrimento delle piante ha in questo

caso un effetto [...] solo secondariamente biofumigante. Inoltre, svolgono anche un effetto su alcune erbe infestanti che vengono soffocate dalla crescita veloce e vigorosa di queste piante.

Piante ad azione biofumigante

Sono piante che contengono elevate concentrazioni di composti tossici soprattutto nella parte epigea; la loro azione biocida si manifesta prevalentemente in seguito al sovescio. I prodotti di idrolisi svolgono in questo caso un'azione principalmente biofumigante e ammendante. Hanno un'azione per certi versi analoga a quella di un fumigante chimico, nei confronti dei nematodi, di larve delle prime età di Coleotteri elateridi, dei funghi responsabili della "stanchezza del terreno" e nella devitalizzazione dei semi di infestanti.

Efficacia nel contenimento di organismi nocivi

Le piante biocide possono essere efficacemente impiegate per il contenimento dei nematodi galligeni (*Meloidogyne* spp.), cisticoli (*Heterodera* spp. e *Globodera* spp.) e longidoridi (*Xiphinema index*). La biofumigazione è attiva anche nel contenimento di larve delle prime età di Coleotteri elateridi e soprattutto nel medio periodo dei funghi del terreno come *Gaeumannomyces*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Pythium* anche considerando il contemporaneo aumento di alcuni funghi antagonisti in seguito a interventi di biofumigazione.



Per quanto riguarda la produzione stimata con il modello MERCI, si tratta di poco più di 5 t/ha di sostanza secca hanno organicato 140 unità di azoto, di cui si ipotizzano 29 disponibili per la coltura successiva, con una dinamica di cessione su circa 5 mesi. 30 unità di fosforo, 215 di potassio, 40 di

zolfo e 15 di magnesio sono poi entrate attraverso le radici e rese fertilità organica per i futuri raccolti. In questo caso, in particolare, ci si è concentrati su lattuga.

Impressionante era il ronzio di api e bombi che animavano quella copertura vegetale. E là vicino non trovano bellezza solo gli imenotteri, ma anche uccelli e coleotteri, che intanto vivono a terra protetti dalla foresta rappresentata da tutta questa biomassa. Le infestanti, invece, si trovano ben soffocate: continuano a emergere alcuni semi, ma le piante rimangono davvero stentate.



Purtroppo, come si è visto, e anche per le esigenze operative di molte colture orticole, a prescindere dalle specie utilizzate e dalle finalità la tecnica preferita è quella del classico sovescio con trinciatura e interrimento a stretto giro, sia che si tratti di un rafano che di una *Brassica juncea* sotto. Purtroppo, poi questa famiglia botanica è nota per essere poco amichevole nei confronti degli altri organismi viventi, come descritto con la prima copertura vegetale raccontata di questo progetto. Insomma, una tecnica utile e valida, ma che presenta molti limiti, tra cui anche la necessità di lasciar trascorrere diversi giorni, fino a due settimane, prima del trapianto successivo, o i fenomeni di fame di azoto.

Coperture vegetali intercalari: produrre biomassa per produrre fertilità. Sovescio? No, grazie.

“Continua la serie dedicata alle coperture vegetali, ci spostiamo più a nord, lungo la linea delle risorgive, zona di terre fertili e acque pulite, che tra le tante colture nutrono anche il radicchio tardivo di Treviso e l’asparago di Badoere. E proprio su queste due colture IGP – assieme a lattuga

e kiwi – si basa l'attività del gruppo operativo Biofuture - Biodiversità e valorizzazione dell'ortofrutta e degli ecosistemi nelle aree tipiche di produzione, condotto da OPO Veneto assieme a 9 aziende agricole sparse in tutta la Regione, ma con una forte rappresentanza di aziende che coltivano proprio quel territorio. Tra le altre, ce n'è una dedicata interamente all'asparago, sia bianco che verde.”

Iniziava così il primo degli articoli dedicati a ciascuna delle coperture vegetali del progetto Biofuture, di cui qui si sono riportate solo le più significative. Si parlava di una copertura vegetale geliva di sorgo-rafano-favino seminata in previsione dell'impianto dell'asparago a fine inverno. Un asparago di cui avremmo visto i risultati forse nel 2021, più probabilmente nel 2022, a fine progetto. Sembravano tempi lunghi, ma i mesi in realtà sono volati, percorrendo circa 10mila km tra le aziende e i campi sperimentali in decine di sopralluoghi, visite, incontri e campionamenti nelle 4 province coinvolte.



Le aziende coinvolte nel progetto Biofuture non si sono limitate, però, in diverse occasioni, a introdurre tecniche innovative solamente nei campi inizialmente designati per le sperimentazioni, ma hanno aggiunto anche altri appezzamenti, prove e idee, «sfruttando» la presenza di esperti e ricercatori nella loro azienda, con l'intento di poter ampliare le proprie conoscenze.

Durante le ultime due stagioni invernali che il progetto ha attraversato, proprio in quest'azienda sono state introdotte, sia nell'autunno 2020 che 2021, alcune coperture vegetali anche in altri appezzamenti rispetto a quello individuato nel 2019. In questi appezzamenti l'asparago era stato

espantato e ritornerà solo dopo alcuni anni ma soprattutto alcune operazioni atte a rigenerare il suolo e creare un'interruzione, anche sanitaria, nella monocoltura dell'asparago.



Quelle che vedete sin qui, sono le foto delle semine 2021, sia autunnali (2020) che estive. Qui siamo a luglio 2021, di ritorno dalla prova di strip tillage per radicchio, per portare indietro lo strip tiller a chi ce lo aveva gentilmente prestato.

Le coperture utilizzate erano in tutti i casi dei miscugli complessi (6-8 specie) ma equilibrati per famiglie botaniche presenti, senza particolari finalità oltre a quella più semplice e importante di produrre biomassa aerea e radicale, e quindi apportare dei notevoli input di carbonio e sostanza organica, oltre ovviamente all'azoto.

La presenza abbondante di leguminose, infatti, garantisce un'importante fissazione di azoto grazie alla loro simbiosi radicale. I miscugli hanno quindi sempre visto la compresenza di graminacee, leguminose, brassicacee e anche altre famiglie botaniche (Hydrophyllaceae, Polygonaceae, Asteraceae).

Infatti, oltre alle semine invernali, nell'estate 2021 e poi anche nell'estate 2022 (e vedrete in tal senso una cosa molto particolare), sono state effettuate delle semine a seguire le coperture invernali, ed in queste erano appunto presenti anche le ultime due famiglie botaniche citate, con comportamento appunto estivo.

Tornando alle coperture invernali, in questa azienda è stata seminata una miscela piuttosto classica di avena, veccia, pisello foraggero e proteico, orzo, e facelia, con qualche aggiunta di trifoglio incarnato o favino in base alla disponibilità dell'annata. Il miscuglio estivo era invece basato su

sorgo, girasole, grano saraceno e vigna cinese, specie macroterme a rapido sviluppo, come si può notare nelle foto seguenti che si distanziano solamente di 11 giorni.



I biomax estivi del 2021 sono stati davvero uno spettacolo! Qui siamo con una semina della seconda metà di giugno. Lo stesso miscuglio l'abbiamo seminato anche tra le file di asparago verde però nell'alta Marca, nelle argille ghiaiose della Pedemontana.



Queste coperture vegetali sono quasi sempre state seminate su suolo lavorato, in particolare per gestire la vecchia asparagiaia, a volte ancora presente nella copertura estiva oppure originata da parti di apparati radicali sopravvissuti. Talvolta, per un buon insediamento di una copertura vegetale su un terreno mal strutturato, una leggera lavorazione prima della semina può essere efficace.

Ma ha davvero senso lavorare il suolo per seminare le coperture vegetali, ma soprattutto per devitalizzarle e concluderne l'attività?

In particolare, nell'appezzamento vicino all'ingresso del corpo aziendale ritratto nelle precedenti foto, sono state seminate tre coperture vegetali consecutive: due estive e una invernale (2021), e proprio su questa invernale si è adottata una tecnica particolare. L'occasione è stata quella giornata dimostrativa 2022, che aveva come tema proprio la presentazione dei risultati della prova di micorrizzazione e copertura del suolo prima dell'impianto dell'asparago avvenuto a primavera 2020 su quella copertura del 2019.



È stata una vera soddisfazione vedere l'entusiasmo di alcune delle aziende coinvolte, tra cui proprio questa nonostante le piccole superfici, nel voler aggiungere altre superfici da seminare ogni anno di più. Ed è stata una soddisfazione ancora più grande vederli accettare (dopo delle normali forti titubanze) di applicare tecniche innovative come lo strip-tillage per il radicchio o appunto la semina diretta sotto copertura vegetale per la copertura estiva, direttamente seminata in quella invernale.

La proposta innovativa è stata infatti di non trinciare e interrare la biomassa della copertura invernale, effettuando il classico sovescio, ma seminare direttamente la copertura estiva senza lavorazioni e interventi né al suolo né sulla biomassa verde e viva ancora in piedi.

La produzione di biomassa di questa copertura vegetale è stata davvero notevole, e in una gestione convenzionale di trinciatura e interrimento, questo sarebbe costato molto all'agricoltore, in termini di tempo ed energia (gasolio).



Circa 13 t/ha di sostanza secca, con oltre 300 unità di azoto contenute e ad elevata disponibilità dato il C/N non eccessivamente alto: sono i risultati straordinari di questo miscuglio invernale. Valori di fertilità e biomassa elevati significano elevata copertura del suolo, elevata quantità di radici e facilità di devitalizzazione della cover spesso anche già con un solo passaggio meccanico.

Ma si parlava di evitare il sovescio (anche terminologicamente!) e mantenere invece la copertura in superficie: un tema che esce in ogni occasione in cui si parla di coperture vegetali e intercalari. Abbiamo visto bene nei capitoli introduttivi come l'aratura (e in misura minore tutte le altre lavorazioni, in proporzione alla loro intensità) distrugga i nostri suoli. Ossida la sostanza organica, rompe la struttura e la porosità, espone gli organismi che vivevano comodamente al fresco e al buio, con la giusta umidità e grado di ossigeno a condizioni calde, secche e visibili ai predatori, per parlare degli effetti sulle infestanti che si trovano improvvisamente un suolo pulito e scoperto, con fertilità disponibile nella mineralizzazione e magari i semi riportati in superficie proprio grazie alla lavorazione.



Non serve ribadire quindi che la strategia fondamentale è far produrre bene sia le colture da reddito – per la produzione vendibile e quindi il reddito e per la biomassa rilasciata come residuo – che le coperture vegetali, sia in termini di biomassa prodotta che di complessità nei miscugli – spesso troppo scarsa, sole graminacee e quindi molto lontano dai “biomax” presentati anche in queste pagine. Oltretutto, grazie al Methode MERCI ampiamente usato nella 30ina di campi sperimentali di questo progetto, c’è stata più volte occasione di mostrare come si comporta diversamente anche in merito all’azoto la biomassa lasciata in superficie piuttosto che interrata.

Ritornando però al 25 maggio 2022, e alla semina della cover estiva, l’operazione è stata efficace sia nell’abbattimento e devitalizzazione della copertura vegetale in essere, sia nella semina della copertura vegetale estiva: per chi non ha mai visto queste cose, soprattutto nei propri campi, non è per niente scontato!

Questa copertura vegetale estiva, tuttavia, ha avuto una partenza molto stentata e non è più riuscita a svilupparsi correttamente, alla luce dell’estate estremamente calda ma soprattutto eccezionalmente siccitosa che abbiamo vissuto anche nella nostra Regione durante il 2022: questa problematica è sempre più attuale e la questione della migliore strategia delle coperture estive è ancora aperta.

In ogni caso il suolo è rimasto protetto e coperto dal residuo della copertura vegetale invernale, e qualche pianta è riuscita a svilupparsi lo stesso. Ritornando alla sperimentazione descritta, invece: la media delle emissioni del campo gestito con il sovescio era circa di 3116 kg CO₂ equivalente per

ettaro, 4,14 volte in più della convenzionale e 6,6 volte più della conservativa. ulteriori evidenze che dovrebbe spingere a vietare anziché obbligare gli agricoltori a interrare le coperture vegetali, a prescindere dal tipo di miscuglio, epoca di semina, gelività o qualsiasi altro aspetto



Sopra, la situazione a inizio giugno, con già temperature da luglio e ormai un mese senza piogge serie.

Sotto, lo sviluppo inizio luglio nel campo che era stato coltivato a radicchio nell'inverno 2021-2022 (la foto della semina è poco indietro)



Come si poteva vedere più indietro, infatti, lo stesso miscuglio estivo è stato seminato in due appezzamenti: il primo, dove era stato coltivato radicchio, in previsione di una ulteriore copertura invernale e successivamente di nuovo un'altra coltura (da reddito o di copertura in base alle esigenze dell'agricoltore), mentre il secondo dove era presente la copertura invernale, in previsione di impiantare asparago nella primavera 2023.

A metà agosto, a seguito di una leggera irrigazione e dell'arrivo delle prime – di una lunga serie di – piogge, nel campo che ha seguito il radicchio finalmente le piante crescono e producono biomassa, oltre alle fioriture dei primi girasoli. Questo tipo di coperture tipicamente estive risulta sempre più difficile da realizzare nei nostri contesti. Risultano molto più efficaci semine più tardive, verso la fine dell'estate come in altri più validati “biomax” estivi, anche se questo ovviamente va contestualizzato per ogni singola azienda, appezzamento, rotazione colturale ed esigenza.



Mantenere il suolo fertile e produttivo, e la propria attività redditizia è il vero obiettivo di ogni agricoltore: al di là delle colture, delle macchine, dei contesti, la scienza del suolo vivo e fertile rimane sempre la stessa, la difficoltà a conoscere tutta la complessità che abbiamo sotto i nostri piedi, nel suolo agrario, rimane sempre la stessa, ma più insistiamo, proviamo e sperimentiamo, più continuiamo a costruire una costellazione di conoscenze che ci guida, facendo luce su cosa è giusto per la fertilità del suolo e la sua vita, e cosa no.

Il suolo è vivo, il suolo è vita. La sottile pelle di terra della nostra Terra è quella che ci sostiene, ci nutre. Teniamo coperta di verde, per ora: si macchierà di fioriture in primavera! E cerchiamo di essere gentili quanto entriamo in un campo coltivato.



Parametri della biodiversità

Grazie alla sinergia di attività creata con i partner tecnici e scientifici quali WBA e Università degli Studi di Padova, è stato possibile realizzare una importante attività di rilievo della biodiversità data dalla componentistica formata dalla lombricofauna, rilievo e determinazione tassonomica dei lombrichi, monitoraggio tramite l'indice QBS-e, analisi del paesaggio su base ecologica.

In relazione alla lombricofauna ed all'uso del territorio, svolte in sinergia con l'Università Uni Pd, hanno permesso di restituire, insieme con l'analisi degli Indici di Biodiversità del protocollo Biodiversity Friend® e degli elementi di biodiversità specifici (fossi, siepi, prati stabili margini dei campi, dei fossi, alberi isolati, ecc.), un'analisi ecologica e paesaggistica dei territori molto efficace.

Nel complesso è emerso che i territori agricoli interessati nelle nove aziende dal progetto Biofuture (zone alta padovana-trevigiano, zona di Zero Branco, Codevigo e parte di Chioggia, Lusia), siano caratterizzate da un'agricoltura che cerca di mantenere, gli equilibri ecologici. Rimane la necessità di ridurre notevolmente da un lato la pressione antropica, dall'altro alcuni impatti agronomici.

In relazione alle tipologie di colture realizzate, correlate naturalmente alla tipologia strutturale dei suoli investigati, è emerso come solo un'agricoltura che si ponga nell'ottica di implementare in

modo efficace le rotazioni agricole e che persegua tecniche di minime lavorazioni e di copertura permanente del suolo possa garantire livelli di biodiversità elevati.

L'alternanza di colture produttive erbacee con colture a sovescio, insieme a tecniche innovative per l'area del Veneto (ma in verità già da molti anni utilizzate in gran parte nel resto del mondo, quale ad esempio negli Stati Uniti ed in Francia) come il non interrimento della massa vegetale ma il semplice appiattimento per rullatura o la minima lavorazione del suolo, hanno dimostrato che è possibile mantenere una biodiversità di base dei suoli e dei soprasuoli.

Tale biodiversità, espressione data della mesofauna del suolo rilevato, svolge con le proprie comunità dei ruoli ecologici che si esplicano in funzioni di miglioramento della vitalità e produttività (nel medio e lungo periodo, come da letteratura) dei suoli agrari.

Tale biodiversità è ben presente nelle aree marginali, nei prati stabili, nelle siepi, intorno ad elementi di biodiversità quali elementi di discontinuità all'interno degli agroecosistemi (isole biogeografiche), nei bordi dei fossi con copertura erbacea, in buona parte delle acque superficiali investigate e nelle comunità di licheni presenti nelle scorze degli alberi utilizzati quali forofiti analizzati per l'indice di biodiversità lichenico IBL-bf di WBA.

Il rafforzamento di tecniche agronomiche produttive, rispettose della tradizione territoriale e conservative della salubrità ed integrità dei suoli in particolare:

- minima lavorazione;
- copertura permanente del suolo;
- uso minimale della chimica di sintesi;
- riduzione dell'uso massivo di diserbanti e dissecanti;
- applicazione di micorrize.

L'adozione di queste pratiche potrà permettere una progressiva ricolonizzazione della biodiversità ospitata presso questi elementi già presenti nel territorio, garantendo corridoi ecologici e reti trofiche vere per fauna e flora autoctone.

Questa analisi si ricollega in modo forte alla necessità di preservare ed incentivare l'estensione di tali nicchie ecologiche, tramite il rafforzamento degli elementi di discontinuità (positiva) territoriale che arricchiscono il quadro degli agroecosistemi rappresentati da:

- siepi campestri;
- piccoli boschetti di pianura
- fossi gestiti con un minimo di deflusso vitale;

- pulizia e sfalcio alternato dei fossi;
- mantenimento delle essenze a fiore (erbacee, arbustive ed arboree, naturali o coltivate) per gli impollinatori;
- conservazione dell'integrità del cotico erboso (evitare le trinciature a filo terra, ma garantire un'altezza di lavoro minima di 10 cm ed operare nel rispetto delle esigenze della fauna superiore presente).

Con la sinergia della messa in pratica di tali azioni anche la vera biodiversità funzionale, quella microbiologica, non potrà che trarne un vantaggio reale, garantendo il mantenimento dei servizi ecosistemici e determinando, quindi veramente la definizione di *“Agricoltori Custodi del Territorio”*.



FEASR



REGIONE DEL VENETO



Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

PARTENARIATO EUROPEO DELL'INNOVAZIONE (PEI) IN MATERIA DI PRODUTTIVITA' E SOSTENIBILITA' DELL'AGRICOLTURA.

REG. (CE) n. 1305/2013 – D.G.R. n. 2175 del 23/12/2016 Misura: 16 COOPERAZIONE - Domanda CAPPELLO n. 4114758 “BIOFUTURE – Biodiversità e valorizzazione dell’ortofrutta e degli ecosistemi nelle aree tipiche di produzione”

Misura 16 -Cooperazione – Focus area 3A -DGR n.736 del 28 maggio 2018

TIPO DI INTERVENTO MISURA 16.1.1 - 16.2.1

