



Buone pratiche per l'Agricoltura Biologica e criteri di auto-valutazione dell'impronta carbonica

di Vincenzo Vizioli¹, Massimo Chiorri², Lucio Cecchini² e Adriano D'Urso²

Manuale elaborato nell'ambito delle attività progettuali di "AppEcoBIO ovvero un'applicazione per l'auto-certificazione ambientale per l'agricoltura biologica" - Programma di sviluppo rurale per l'Umbria 2014/2020 Misura 16 "Cooperazione" - sottomisura 16.2 - Tipologia d'intervento 16.2.2 "Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie realizzati da altri partenariati diversi dai Gruppi Operativi e dalle Reti o Poli di nuova costituzione" Focus area 3B -

¹ Vincenzo Vizioli è Presidente Firab

² Massimo Chiorri, Lucio Cecchini e Adriano D'Urso sono rispettivamente Ricercatore, Dottorando di ricerca e Assegnista presso il Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali dell'Università degli Studi di Perugia.

Premessa	3
A – I principi del metodo di Agricoltura biologica per pratiche eco compatibili	5
1. Introduzione	5
2. Buone pratiche del metodo biologico per ridurre le emissioni	7
2.1 Un esempio di complessità	8
2.2 Fertilità del suolo	8
2.2.1 – La sostanza organica regolatore del metabolismo del suolo	11
2.3 metodi per una valutazione visiva della fertilità	12
3 – Lavorazioni	14
4 - Rotazione o avvicendamento delle colture	15
4.1 Allora come deve essere un avvicendamento?	16
4.1.1 Il Sovescio	18
4.1.2 La consociazione	19
4.2 - Valutazione dell'avvicendamento colturale	20
4.2.1 Valutazione degli avvicendamenti:	20
4.2.2 avvicendamenti di seminativi	21
4.2.3 - Avvicendamenti orticoli	23
B - L'impronta carbonica degli avvicendamenti praticati in AppEcoBio e di quelli proposti per il contenimento delle emissioni carboniche	25
5 - Introduzione	25
6 - Metodologia	26
7 - Alcune considerazioni	28
8 - Le emissioni aziendali e gli avvicendamenti	29
9 - Commenti alle tabelle presentate	31
10 - Considerazioni di sintesi	33

Premessa

L'idea del presente Manuale nasce qualche anno fa da varie discussioni ed incontri tra gli Autori e alcuni Esponenti del mondo dell'Agricoltura Biologica, sia regionali che nazionali. La convinzione comune a tutti era - ed è - la necessità di avere delle informazioni, indicazioni, riflessioni complete ed articolate con le quali affrontare al meglio la gestione della "produzione biologica" a tutto tondo.

Ognuno degli autori è convinto della complessità d'approccio che necessita l'Agricoltura Biologica, soprattutto inerente alla forte valenza della connotazione ambientale oltreché produttiva della stessa, senza dimenticare quella sociale che è pienamente coinvolta anch'essa nel processo produttivo.

Alla luce di ciò si è pensato di produrre un Manuale che possa, dove possibile, fornire degli spunti di riflessione per la corretta gestione della produzione biologica alla luce dei diversi aspetti coinvolti. Il Manuale, per alcune motivazioni che saranno approfondite successivamente, non dà risultati certi, univoci ed universalmente applicabili, ma offre degli spunti di riflessione messi a fuoco dall'esperienza di AppEcoBio³ e dall'esperienza maturata dagli Autori: su queste indicazioni, con ragionevolezza, possono essere tratte delle linee ragionate e personali di comportamento nella produzione al fine di coniugare le necessità di

³ AppEcoBio, assieme al presente Manuale, rappresenta l'obiettivo principale del Progetto omonimo, finanziato con la misura 16.2.2 del PSR Umbria 2014-20.

contenimento delle emissioni in GHG con altri parametri di natura ambientale, tenendo d'occhio la redditività aziendale.

Vista la complessità delle argomentazioni, l'eterogeneità degli ambienti produttivi ed il livello di conoscenza diffuso tra gli operatori, il Manuale funge da "suggeritore" delle Buone Pratiche, che ogni operatore adatterà al proprio ambiente ed alla propria dotazione di macchine e ne trarrà le soluzioni migliori; il Manuale non è inteso come uno strumento statico ed immutabile, bensì come uno "*strumento in divenire*", periodicamente aggiornato, cercando di inglobare nelle soluzioni proposte ogni aspetto tecnico che possa venir incontro alla sostenibilità ambientale, sociale ed economica.

Alla luce di ciò è necessario, tuttavia, fornire alcune chiavi di lettura per comprenderne al meglio il significato; il Manuale è suddiviso in due sezioni: la prima intende ragionare sugli aspetti agronomici ed ambientali, fornendo, dopo una serie di riflessioni di natura generale, una serie di avvicendamenti praticabili nell'ambiente regionale; una seconda, invece, attraverso l'applicativo messo a punto con il progetto in oggetto, valuta in diverse simulazioni, i risultati dell'emissione carbonica degli avvicendamenti, delle colture e delle operazioni praticate e praticabili.

Sulla base dell'analisi critica dei risultati proposti, il singolo operatore potrà avere delle indicazioni di massima sulle migliori pratiche da adottare nella propria azienda contenendo emissioni di GHG e rispettando i principi della produzione biologica.

A – I principi del metodo di Agricoltura biologica per pratiche eco compatibili

di Vincenzo Vizioli, Presidente FIRAB⁴

1. Introduzione

Il cambiamento climatico rappresenta una vera sfida per l'agricoltura essendo, allo stesso tempo: uno dei settori più vulnerabili, per i danni che subisce e sistema produttivo che contribuisce in modo significativo all'emissione di gas serra (Greenhouse gases - GHGs). In Europa la produzione agricola è attualmente responsabile di circa il 10-12% delle emissioni totali di CHG.

Dopo diversi anni in cui si sono negati dati scientifici e soprattutto l'evidenza dei fatti, oggi, nonostante resistano ancora anacronistiche e speculative posizioni negazioniste, dei paesi maggiormente responsabili delle emissioni, con gli accordi sul clima, la maggioranza dei Paesi ha finalmente riconosciuto almeno il problema, dandosi degli obiettivi di contenimento delle emissioni, che devono ancora vedere concrete e vincolanti applicazioni.

⁴ Fondazione Italiana per la Ricerca in Agricoltura Biologica e Biodinamica (FIRAB)

Alle parole seguono con difficoltà fatti concreti e gli interessi particolari condizionano le scelte generali come ha dimostrato il disastroso accordo sulla PAC

Nonostante questo passo avanti è dato accertato che il contributo dell'agricoltura alla produzione dei gas serra è aumentato anche nel corso degli ultimi anni. Questo incremento è imputabile al modello agricolo dipendente dall'uso di concimi chimici e pesticidi, allo sviluppo della zootecnia intensiva scollegata dalla terra e dalle produzioni del territorio alla gestione dei reflui, nonché alla combustione di biomasse altrimenti destinate all'alimentazione umana per la produzione di energia.

Abbattere significativamente le emissioni è comunque una necessità inderogabile e, nel campo agricolo, l'agricoltura biologica e biodinamica sono in grado di indicare la strada da intraprendere. L'agricoltura, soprattutto quella intensiva, è vista come parte del problema, può essere invece parte della soluzione, per quanti più agricoltori adotteranno il metodo biologico e, all'interno di questo, pratiche sempre più "amiche del clima". Azioni che si rivelano utili al contenimento delle emissioni e al contempo, migliorare la tecnica di produzione, quindi mantenere se non addirittura migliorare il reddito aziendale.

Sicuramente il concetto centrale da sviluppare è la cura della "Biodiversità" dell'intero sistema produttivo, quindi dell'ambiente, delle coltivazioni e nel suolo, coscienti che ci sono interazioni complesse tra: agricoltura, cambiamenti climatici e biodiversità che è sia soggetto passivo dei danni prodotti da modelli agricoli sbagliati, sia strumento di resilienza.

Gli ecosistemi in equilibrio, per l'alto livello di biodiversità, svolgono un ruolo fondamentale per la regolazione del clima. Il metodo biologico, che ha nell'equilibrio dell'ecosistema aziendale inteso come suolo e soprassuolo, il suo principio cardine, può svolgere un ruolo essenziale nell'assorbire e immagazzinare carbonio; infatti uno degli obiettivi di chi pratica l'agricoltura biologica è l'incremento quantitativo e, soprattutto, qualitativo della sostanza organica del suolo, che ha tra i suoi risvolti, anche quello di contribuire a fissare il carbonio diminuendo le emissioni di CO₂.

Uno studio, diretto da Andreas Gattinger - FiBL (Istituto di ricerca della Svizzera per l'agricoltura biologica) con un gruppo di ricercatori internazionali e pubblicato nel 2013, ha esaminato i risultati di 74 studi internazionali che hanno paragonato gli effetti sul terreno delle coltivazioni biologiche e di quelle convenzionali, evidenziando come l'agricoltura biologica permette di fissare nel terreno quantità di carbonio significativamente superiori all'agricoltura convenzionale, dal 2014 chiamata integrata nell'UE, offrendo un importante contributo al contrasto al riscaldamento globale.

Gli autori hanno inoltre calcolato che ciò corrisponderebbe a circa il 13% della riduzione complessiva necessaria per raggiungere gli obiettivi climatici fissati dalla COP 21 di Parigi per il 2030.

Anche i risultati dello studio "Environmental Impact of different agricultural management practices: conventional versus organic agriculture", apparso sulla rivista *Critical reviews in plant sciences*, realizzato da ricercatori, coordinati dal prof. Maurizio Paoletti del Dipartimento di Biologia dell'Università di Padova e realizzato in collaborazione con l'Università di Cornell (USA), arrivano allo stesso risultato, affermando che: "i terreni gestiti con il metodo biologico

hanno una maggiore capacità di sequestrare CO₂ e di trattenere acqua, con conseguente miglior rendimento in condizioni climatiche di scarsità di precipitazioni".

Difendere la biodiversità è azione fondamentale per garantire la vita del pianeta in quanto sono innumerevoli gli studi che evidenziano l'impatto negativo dei cambiamenti climatici sulla biodiversità degli ecosistemi e, anche per questo l'agricoltura deve fare la sua parte.

Le soluzioni di gestione aziendale e tecnica colturale, capaci di ridurre l'impatto ambientale attraverso il contenimento delle emissioni, contribuiscono pertanto in via indiretta al miglioramento della biodiversità vegetale ed animale dei sistemi produttivi biologici.

Questa affermazione è sostenuta oltre che dall'esperienza di bravi produttori biologici, anche dai risultati di diversi progetti di ricerca focalizzati sulla tecnica biologica e la diversificazione colturale, che vedono AIAB e Firab collaborare con partenariati internazionali. Tra questi SOLMACC (Strategy for Organic and Low input farming to Mitigate and Adapt to Climate Change - www.solmacc.eu) Diver IMPACTS (Diversification through Rotations, Intercropping, Multiple cropping, Promoted with Actors and value – Chains towards Sustainability – www.diverimpact.net) in corso di realizzazione; OK NET Arable (Organic Knowledge Network Arable – www.organic-farmknowledge.org); OK NET Feed (Knowledge Network on Monogastric Animal Feed)

Questo manuale realizzato nell'ambito del progetto AppEcoBIO "Implementazione e messa a punto di un'applicazione per l'auto-valutazione ambientale ed economica ad uso delle aziende agricole biologiche", intende fornire elementi oggettivi a supporto delle scelte tecniche, partendo dalla consapevolezza che il metodo biologico e biodinamico, all'interno delle regole normative e dei principi agronomici su cui fondano, permettono soluzioni che ogni azienda sceglie di adattare alle proprie condizioni pedoclimatiche, sociali e commerciali, prendendo coscienza di quanto ogni scelta possa avere impatto sull'ambiente, quindi, sul clima.

Il manuale evita deliberatamente di dare "ricette" universali, poiché le soluzioni standard mal si adattano al metodo biologico ma piuttosto, cerca di fornire informazioni, ricordare principi e valori, consigliare tecniche agronomiche, sulle quali organizzare una relazione sostenibile con il suolo e l'ambiente.

In ultimo come chiarimento per chi legge, non sempre si troverà la parola Biologico affiancata a Biodinamico, non per differenziare ma solo per semplificare; infatti sia l'analisi, sia le soluzioni tecniche, valgono per entrambi i metodi agricoli e, facendo salve alcune peculiarità dell'agricoltura biodinamica come ad esempio i preparati, quando si parla di metodo bio si comprende, sia l'agricoltura biologica, sia quella biodinamica, ritenendo largamente equivalenti gli effetti sul clima e comuni i principi fondanti.

2. Buone pratiche del metodo biologico per ridurre le emissioni

Gli elementi su cui si basa il presente manuale e conseguentemente il calcolo delle emissioni sono, con tutte le loro implicazioni, fondamentalmente due

- ✓ fertilità del suolo;
- ✓ avvicendamenti e rotazioni;

ma perché l'operatore comprenda bene il senso delle informazioni che qui si forniscono e di come metterle in pratica, è utile ribadire che in agricoltura biologica difficilmente esistono interventi finalizzati ad un unico obiettivo ma interventi che, scelti per affrontare un problema contingente, propongono molteplici interazioni con l'ecosistema azienda, su cui è necessario ragionare e scegliere.

Intorno ai due temi proposti ruotano principi complessi che hanno richiesto e richiederanno continui aggiornamenti e, necessariamente, ulteriori studi di perfezionamento dell'APP oggetto del progetto, poiché è difficile schematizzare e trasformare in numeri tutte le implicazioni di scelta legate al tema della biodiversità e tutela ambientale.

2.1 Un esempio di complessità

Per capire meglio l'importanza e la complessità di questo approccio al metodo di agricoltura biologica, si può analizzare l'inserimento di una coltura da sovescio nel piano di coltivazione. Una scelta che generalmente privilegia l'azione fertilizzante sulla coltura successiva ma che ha conseguenze su un insieme di fattori agronomici importanti. Per esempio, coprire il suolo nel periodo che sarebbe stato di non coltivazione, significa accumulare sostanza organica ma anche proteggere i terreni dall'erosione e proteggere la falda dalla lisciviazione in annate piovose. La scelta delle essenze che compongono singolarmente o in consociazione il sovescio può esaltare la biodiversità coltivata; allo stesso tempo anche la mobilitazione attiva degli elementi nutritivi grazie ai differenti apparati radicali delle diverse specie utilizzate, oltre al controllo delle infestanti per competizione e terminazione della coltura. Se non bastasse poi, la scelta dell'impianto di un sovescio si incontra con la decisione di come lavorare il terreno, con il piano di fertilizzazione e per finire, il tempo di intervento e le modalità di soppressione della biomassa, influenzano il rapporto C/N della SO che sarà interrata e la disponibilità per la coltura che segue.

Quanto detto fornisce la misura della complessità degli agro-cosistemi oggetto di analisi e del numero di variabili che esercitano un'influenza su di essi, e di quanto queste possano risultare di difficile quantificazione: a questo proposito, gli effetti della biodiversità coltivata risultano sempre difficilmente misurabili dal punto di vista quantitativo, nonostante sia acclarato il valore positivo che questa ha nel contrasto ai cambiamenti climatici.

2.2 Fertilità del suolo

Sulla pubblicazione "Fondamenti della fertilità del terreno" curata da Cristina Micheloni, all'interno del progetto "OK net arable" viene definito chiaramente cosa si intende per fertilità in agricoltura biologica:

“Con l’emergere delle scienze agricole applicate, la produttività del terreno è divenuta misura della sua fertilità. Il contenuto di sostanze nutritive del terreno (soprattutto azoto, fosforo e potassio) veniva interpretato come un indicatore di fertilità, fino a quando non si sono resi disponibili i fertilizzanti di sintesi ed hanno sostituito la fertilità del terreno agli occhi di molti. Ma con il diminuire delle risorse, la discussione sul termine si sta spostando di nuovo e torna in primo piano l’efficienza con cui le sostanze nutritive vengono riciclate e messe a disposizione delle piante coltivate.

La fertilità del terreno è un processo ecologico Il terreno è habitat di un’immensa varietà di microrganismi, animali e radici. Un terreno fertile genera colture sane per generazioni, con una limitata richiesta di apporti esterni. In un suolo fertile gli organismi trasformano con efficienza le sostanze nutritive e la sostanza organica in cibo per le piante, sviluppano la sostanza organica, proteggono le piante dalle malattie e danno struttura al terreno.

Un terreno fertile può essere coltivato facilmente, assorbe meglio la pioggia, preserva la porosità riducendo la migrazione delle particelle fini e resiste all’erosione.

Un terreno fertile “produce” acqua di falda pulita e neutralizza gli acidi derivanti dall’inquinamento atmosferico. Un terreno fertile degrada rapidamente le sostanze dannose, i pesticidi, ed è un efficiente serbatoio di sostanze nutritive e anidride carbonica, impedendo l’eutrofizzazione di fiumi, laghi e mari, e contribuendo a contenere il riscaldamento globale.

La fertilità del terreno è prevalentemente il risultato di processi biologici, non di sostanze nutritive apportate. Un terreno fertile interagisce con le piante, si struttura da sé ed è capace di rigenerarsi”.

La fertilità si guarda sotto tre aspetti, neanche a dirlo, tutti connessi e dipendenti tra loro:

fertilità fisica riguarda la struttura, le particelle che compongono il suolo e la loro aggregazione in zolle di piccole dimensioni, stabili e resistenti, che permettono alle radici di svilupparsi e all’acqua e all’aria di circolare.

fertilità biologica è la quantità e varietà di organismi e microrganismi che il suolo è in grado di ospitare permettendone lo sviluppo e l’efficacia delle loro azioni, strettamente dipendente dalla presenza di acqua e aria e assenza di sostanze nocive.

fertilità chimica che è la presenza di principi nutritivi che le radici possono mobilitare e assorbire. La possibilità di utilizzo da parte delle piante dipende da diversi fattori e tra i principali, l’attività dei microrganismi viventi.

Insomma considerare un terreno fertile solo per la sua dotazione di elementi nutritivi apportati è per il metodo biologico una visione molto parziale e insoddisfacente. Un terreno è veramente fertile quando ha una buona struttura, una microflora e una microfauna diversificata e biologicamente attiva capace di trasformare rapidamente la materia organica restituita al terreno.

Considerare un terreno fertile solo per la sua dotazione di elementi nutritivi è per il metodo biologico una visione molto parziale e insoddisfacente;

Un terreno è veramente fertile quando ha una buona struttura, una microflora e una microfauna diversificata e biologicamente attiva, capace di trasformare rapidamente la materia organica restituita al terreno.



Questo sostanzia una differenza fondamentale tra agricoltura convenzionale, che nutre le piante considerando il terreno un substrato di appoggio a cui fornire i fabbisogni stimati per la riuscita della coltura e l'agricoltura biologica, che nutre il terreno per nutrire le piante curando l'incremento quantitativo e qualitativo della sostanza organica.

Anche in agricoltura biologica si utilizzano apporti esterni come i fertilizzanti organici, per integrare necessità colturali e situazioni ancora in disequilibrio, come è logico accada frequentemente nelle prime fasi di conversione. Sempre più necessari per ottenere risultati, quando si interpreta il metodo con approssimazione, praticando rotazioni strette.

A proposito della microbiologia del suolo, bisogna dire che è un mondo dove ancora c'è da scoprire tanto ma è ormai più che certo che i microrganismi nel terreno danno un inestimabile contributo

Sempre dal lavoro "Fondamenti della fertilità del terreno" apprendiamo che: "Un terreno fertile ospita una ricca varietà di organismi che partecipano a importanti processi. I lombrichi e le larve scavano attraverso gli strati superiori del terreno alla ricerca di piante morte. Il loro passaggio favorisce l'aerazione e i pori sono in grado di assorbire acqua. I collemboli, gli acari e i millepiedi disgregano i residui vegetali. I microrganismi trasformano i residui degli animali e delle piante in sostanza organica ed i batteri trasformano i residui organici nei loro componenti mentre gli acari predatori, i centopiedi, i funghi e i batteri, regolano gli organismi in modo che non divengano pericolosi.

Poi ci sono i lombrichi da considerare come maestri costruttori di terreni fertili

Una sola generazione ed un massimo di otto bozzoli l'anno: i lombrichi si riproducono ad un tasso piuttosto lento. Vivono da cinque a otto anni, essi sono tuttavia gli animali del suolo più longevi e giocano un ruolo fondamentale nel terreno.

I lombrichi producono da 40 a 100 ton di vermi-compost per ettaro e per anno nei terreni dell'Europa centrale. Ciò equivale a una crescita del terreno di 0,5 cm per la terra coltivabile,

e di 1,5 cm per i pascoli. Il prezioso materiale contiene in media cinque volte più azoto, sette volte più fosforo e undici volte più potassio rispetto al terreno circostante.

La miscela di sostanza organica con particelle minerali, microrganismi e secrezioni mucose dei lombrichi porta a stabili strutture glomerulari che impediscono che il suolo si degradi e promuovono la sua coltivabilità, le sue capacità nutritive e di trattenere l'acqua. In questo modo, i lombrichi decompattano i terreni pesanti e rendono i terreni sabbiosi più coesi.

2.2.1 – La sostanza organica regolatore del metabolismo del suolo

L'attenzione sulla SO è perché questa pur rappresentando solo una piccola parte del complesso suolo è l'indicatore della qualità, perché ha un ruolo trasversale nel determinare le proprietà fisiche, chimiche e biologiche, l'insieme delle quali definisce il livello di fertilità.

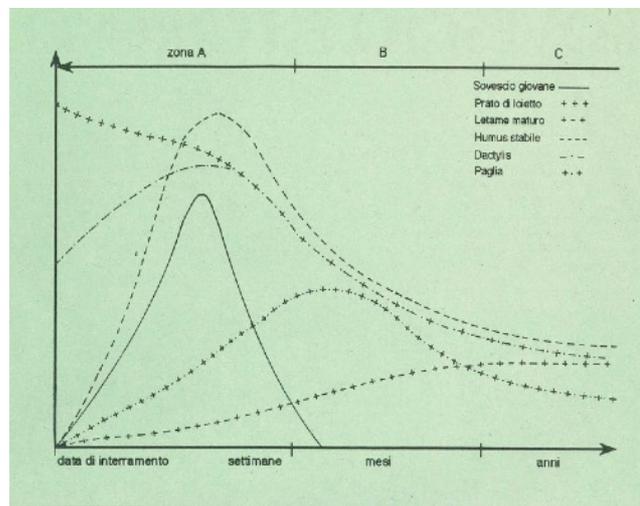
Nel terreno si caratterizza quindi per l'influenza che ha su tutti gli aspetti della vita del suolo, della sua evoluzione e degli organismi che nel terreno vivono e per esso lavorano.

La sola analisi del Carbonio presente, cioè la percentuale di SO rilevata dalle analisi del terreno, pur essendo un elemento fondamentale per calcolare il bilancio unico e indirizzare l'attività agronomica, è una visione statica, in quanto i cambiamenti quantitativi sono di lungo periodo, mentre quelli qualitativi no. Questi sono determinati dalla varietà dei microrganismi presenti e la relativa attività microbica che a sua volta, come detto, è fortemente influenzata dalla struttura (porosità) del suolo e dalla sostanza organica stessa.

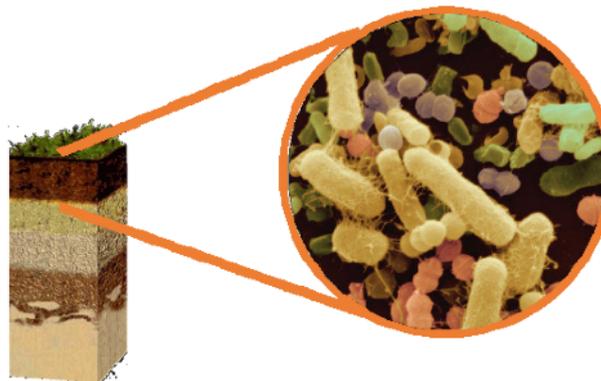
Quindi il calcolo del bilancio unico cioè il bilancio tra sostanza organica consumata (mineralizzata) e quella restituita all'interno di un ciclo di avvicendamento a partire dall'interramento dei residui e dalle tecniche colturali adottate, ivi compresa la somministrazione di ammendanti e fertilizzanti organici, serve per tracciare un percorso e dare un indirizzo alle scelte agronomiche. Sono queste però quelle in grado di determinarne la sua evoluzione e quindi il risultato tecnico dell'azienda.

La SO è il cuore che determina il metabolismo del suolo che dobbiamo considerare e trattare da organismo vivente, perché le sue funzioni sono fondamentali per la riuscita del metodo che, non va mai dimenticato, dipende dalla fertilità del suolo.

- A. Azione conservativa - Alla sostanza organica si deve, innanzi tutto, la conservazione dell'energia vitale prodotta dalle piante attraverso la fotosintesi che, solo parzialmente utilizzata da queste e dagli altri viventi, uomo compreso, resta a disposizione degli ecosistemi naturali ed agricoli.
- B. Azioni sulla struttura: L'unica proprietà fisica del suolo non modificabile è la tessitura, mentre temperatura, stabilità, capacità di ritenzione idrica, colore e struttura, sono in relazione alla quantità e qualità della SO presente. Qualsiasi tipo di sostanza organica immessa nel suolo ha influenza sulla struttura. Da quella di lungo periodo del letame o quella accumulata e liberata della rottura di un prato poliennale, a quella mordi e fuggi di un sovescio in pre fioritura.



- C. Azione sulla disponibilità dei nutrienti: svolge azione di nutrizione diretta, come riserva di elementi, e indiretta con azioni sulla solubilità degli elementi avendo anche un effetto tampone;
- D. Azione sull'attività microbiologica: è la fonte di energia per tutti i microrganismi del suolo per l'azione di demolizione e trasformazione dei materiali organici



interrati e già presenti nel suolo;

- E. Attività enzimatiche e fisiologiche: molte macromolecole non potrebbero essere assimilate se non fossero rapidamente idrolizzate; gli acidi umici della S.O. matura hanno azione biostimolante.

2.3 metodi per una valutazione visiva della fertilità

Le analisi del terreno che possono essere anche molto approfondite relativamente alla qualità della sostanza organica, alla sua composizione e attività microbiologica ma alcune evidenze si possono vedere anche direttamente in campo, con l'osservazione e semplici test..

Innanzitutto l'osservazione diretta sulla salute, lo sviluppo e il vigore delle piante. Poi l'evidenza sul miglioramento strutturale del suolo è data dalla risposta al passaggio degli attrezzi, dai consumi e dalla portanza del terreno.

Un'altra chiave di lettura interessante è l'osservazione della flora spontanea che è composta da piante indicatrici, quando presenti in modo significativo. L'elenco è lungo ma si

possono fare alcuni esempi esplicativi con le piante più conosciute. Camomilla e Cardo sono il segnale di un terreno eccessivamente calpestato e con Poligonio e Gramigna indicano compattezza; l'Amaranto da l'assenza di ristagni; viceversa Equiseto, Ranuncolo e Menta sono indicatrici di terreni umidi tendenti al ristagno; Cicoria, Lupinella e Calendula segnalano presenza di calcare; infine Ortica e Stramonio si sviluppano in terreni con disponibilità di azoto.

Ci sono poi semplici test che è possibile fare in casa, e danno una risposta immediata e visibile sulla situazione della struttura e vitalità del suolo

a. Il test della vanga

Il test della vanga è un metodo manuale per valutare la struttura del terreno. Prima della coltivazione, permette di verificare la profondità del terreno coltivabile o meglio, facilmente esplorabile dalle radici. Spesso si considera che la causa dello scarso sviluppo sia il tempo, ma più facilmente lo sviluppo della radice è stato limitato anche da altri fattori legati alla compattezza del suolo e alla presenza di sole di lavorazione.

L'estrazione della zolla da analizzare viene fatta in quattro passaggi. L'attrezzatura per eseguirlo è semplice. Una vanga preferibilmente con estremità quadrata o una forca a denti piatti, e un attrezzo tipo raschietto per scoprire le radici.

Fase 1: Scegliere un punto rappresentativo del suolo che si va a testare. Sono utili 2 o 3 campioni.

Fase 2: Scegliere il taglio della vanga in modo tale da poter estrarre la pianta coltivata per una profondità di 20/30 centimetri. Per facilitare l'estrazione della zolla, scavare un buco laterale per tutta la lunghezza della lama della vanga.

Fase 3: sempre utilizzando la vanga fare dei tagli laterali del campione per facilitarne l'estrazione

Fase 4: portare fuori la zolla sollevandola con cura e posare il campione su un foglio o un telo per effettuare le valutazioni⁵. E' possibile così odorare il terreno, osservare la struttura, la sua compattezza, lo stato delle radici. Già la resistenza alla penetrazione della vanga è un primo segnale di compattezza o sofficià.

Cercando di sbriciolare la zolla di terra con le dita si testa lo stato dell'umidità. Con un terreno compatto e secco lo sbriciolamento risulta difficile ed il terreno non è lavorabile; se il terreno si sbriciola facilmente si può considerare in tempra, quindi pronto per le lavorazioni; se invece ha una risposta plastica tra le dita è troppo umido e quindi non lavorabile. Importante l'osservazione dello sviluppo delle radici; se fini e deboli o con evidenti piegature, strozzature e rigonfiamenti, significa che ci sono strati impenetrabili



⁵ da fondamentali della fertilità del suolo ??????

In presenza di Leguminose vanno guardati i tubercoli, la loro vicinanza al fittone principale ed il colore all'interno, aprendoli con una lametta. Se rosso vuol dire che stanno avendo azione azoto-fissatrice.

Si può stimare la qualità della sostanza organica con la vista, con il tatto e con l'olfatto. La decomposizione delle materie interrate ha tempi diversi ma si ha una evidenza dell'attività di "compostaggio" quando il colore dei residui è scuro, l'odore è gradevole e simile a quello di un terriccio di bosco e i materiali non sono più distinguibili. Odori sgradevoli di marciumi sono il segnale di eccessivo compattamento e cattiva circolazione di ossigeno. L'assenza di odore va interpretata come la necessità di lavorare sul miglioramento della qualità del suolo

Gallerie e presenza di organismi viventi non nocivi, in particolare lombrichi, sono un segnale di situazione positiva.

b. Il test della mutanda

Serve per verificare la vitalità microbiologica del suolo. Si interra una "mutanda" o uno straccetto al 100% di cotone, lasciando fuori un piccolo pezzo e segnalando con un bastone il unto. Dopo 3/4 mesi si tira fuori e si guarda quanto tessuto è rimasto. Più il cotone è disgregato più c'è vitalità nel suolo. Nelle diapositive quello che è restato della pezzetta interrata a fine primavera e dissotterrata a settembre e il risultato dell'interramento di una mutanda



3 – Lavorazioni

Le lavorazioni hanno notevole rilevanza nel calcolo delle emissioni. Non solo per i consumi di carburante correlati ma proprio per la tutela della fertilità del suolo.

Vanno evitati rivoltamenti profondi, sostituendoli con lavorazioni superficiali limitando al minimo i rivoltamenti in particolare quando utili per le sistemazioni idrauliche. Interventi in profondità si effettuano con discissori che tagliano il suolo, rompono le sole di aratura ma non rivoltano il terreno. Il rivoltamento sarà fatto con erpici nei primi strati e comunque cercando di non superare i 25/30 cm.

In alcuni terreni tenaci come quelli di matrice argillosa l'eliminazione dell'aratura non è possibile anche perché servono per costruire la regimazione idraulica dei campi che spesso è oltremodo trascurata. Ciò non toglie che le attenzioni sulla profondità vanno mantenute sempre cercando di entrare in campo solo con terreno asciutto e in tempra.

Ci sono alcune accortezze che aiutano a migliorare l'obiettivo dell'incremento di fertilità. Nei periodi di attività dei lombrichi, marzo-aprile e settembre-ottobre, l'aratura dovrebbe essere evitata. L'aratura con clima secco o freddo è molto meno dannosa per i lombrichi, perché rimangono negli strati più profondi.

4 - Rotazione o avvicendamento delle colture

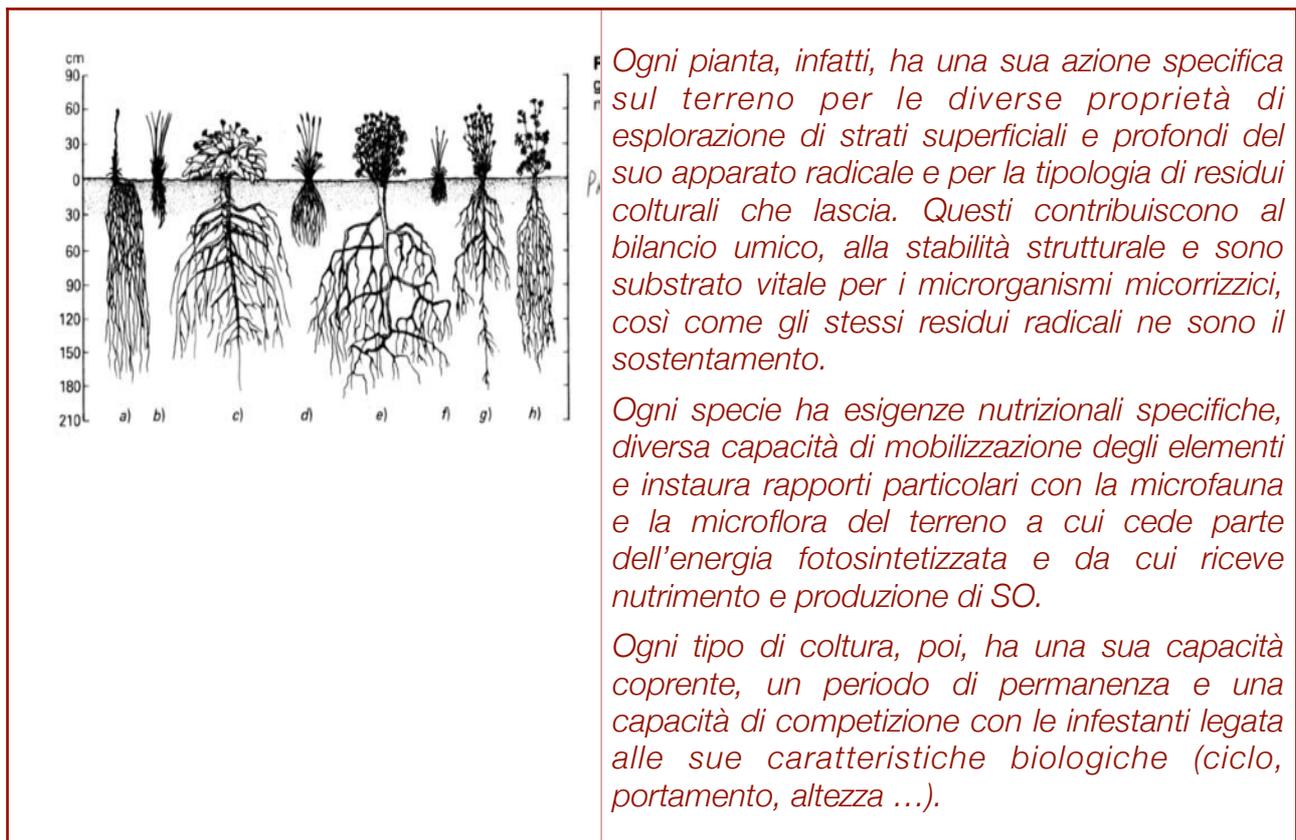
Si parla più spesso di avvicendamenti e non di rotazioni per la minore rigidità delle soluzioni proposte da uno schema libero. Qualunque sia la scelta l'alternanza tra colture appartenenti a specie e famiglie botaniche diverse è un fondamento inderogabile del metodo biologico.

Come detto non ci sono ricette ma ciò non toglie però che l'importanza strategica dell'avvicendamento per la pratica biologica, e la sua capacità di contenere le emissioni porta a dire con assoluta certezza, che: non è possibile praticare correttamente e convenientemente il metodo di agricoltura biologica se non si praticano avvicendamenti agronomicamente efficienti. Si potrebbe dire che l'avvicendamento è, per le coltivazioni erbacee, il primo e più determinante indicatore di buona pratica, perché alla rotazione sono strettamente collegate molte implicazioni, per altro correlate al contributo che l'agricoltura biologica può dare al contrasto ai cambiamenti climatici.

Fare o non fare avvicendamenti
agronomicamente efficienti
significa fare o non fare
Agricoltura Biologica

E' importante ricordare che l'avvicendamento influenza:

- ✓ gestione del suolo - nel senso più ampio del termine e cioè: stabilità, copertura e fertilità, collegate agli apparati radicali, alle esigenze nutrizionali e alla tecnica colturale delle diverse colture;
- ✓ controllo delle infestanti – l'efficacia di qualsiasi intervento diretto, è in rapporto all'azione rinettante dell'avvicendamento; più alta è la diversificazione e minore è la specializzazione delle piante spontanee;
- ✓ biodiversità – intesa come diversificazione delle essenze presenti nell'ambiente in termini di famiglie e specie per rendere un ambiente resiliente. Biodiversità inoltre del sottosuolo tramite apparati radicali diversi per espansione, portamento, simbiosi e micorrizze.
- ✓ produzione e mercato – inteso come caratteristiche tecniche e commerciali dei prodotti



Nella scelta della successione delle colture ci sono, quindi, tutte le premesse per fare bene o non fare agricoltura biologica e essere protagonisti nel contenimento delle emissioni.

Come già detto, non è certamente facile misurare alcuni degli effetti indotti sulle emissioni dalle scelte agronomiche, come per esempio la biodiversità o la copertura del suolo o le micorrizze prodotte dagli apparati radicali. In tal senso potrebbe risultare che le lavorazioni per inserire un sovescio, facciano rilevare un aumento di emissioni rispetto ad un terreno scoperto per otto, nove mesi; cioè il tempo dalla trebbiatura di un cereale autunno vernino e la successiva semina di una coltura primaverile, poiché è difficile rilevare tutti gli effetti di un sovescio.

Siccome sappiamo che copertura del suolo, biodiversità coltivata, aumento della fertilità contribuiscono al non è così e in questo senso l'esperienza maturata nel progetto porta già ad indicare i miglioramenti dell'AP prodotta, da realizzare in futuro.

4.1 Allora come deve essere un avvicendamento?

Ampio. Diversificato e coprente.

Ampio - cioè allungando il periodo in termini di tempo e cicli colturali, in cui una stessa specie e quelle a lei equiparabili (ex: frumento tenero e frumento duro) tornano sullo stesso appezzamento;

diversificato - composto possibilmente da piante di specie e famiglie diverse;

coprente – limitando i periodi lunghi di terreno incolto.

L'inserimento di Leguminose annuali, quando i prati poliennali sono fuori rotazione o, non sono proprio previsti, va curato con molta attenzione poiché, in una rotazione ampia, alcuni appezzamenti rischiano di essere investiti a Leguminose solo dopo anni, rendendo difficilmente sostenibile la gestione della fertilità di quell'appezzamento.

In questa situazione e per le aziende senza zootecnica, sono di grande aiuto gli erbai da sovescio e le colture di copertura, quando prevedono Leguminose in purezza o consociate. Questi consentono, tra l'altro, di abbreviare, fino a dimezzarlo, il tempo necessario al passaggio di almeno una leguminosa su tutti gli appezzamenti dell'azienda biologica.

La diversificazione delle specie che si avvicendano sul terreno, è come detto, di importanza strategica; con l'inserimento in rotazione di erbai da sovescio, si ha ulteriore occasione di esaltarla ma si può addirittura rischiare di deprimerla, pur restando il valore agronomico di questa tecnica. Ciò può accadere quando le essenze seminate per sovescio, sono le stesse inserite in rotazione per la produzione di granella o altri usi economici. Nelle prime fasi di conversione è una condizione giustificabile, per ridurre i tempi di passaggio delle Leguminose e contenere i costi ma, una volta raggiunto l'obiettivo, sarà importante prestare attenzione ad utilizzare nel sovescio, anche specie completamente diverse, sia in purezza, sia in consociazione.

Questa attenzione è molto importante anche per il controllo delle infestanti che si avvantaggiano della specializzazione o di rotazioni troppo semplificate, instaurate sull'alternanza di poche specie, appartenenti alla stessa famiglia botanica, con esigenze, caratteristiche e ciclo colturale simile.

Diversificare specie e famiglie coltivate significa poi lavorare sulla biodiversità che è indiscutibilmente un elemento di equilibrio.

Esiste un Decreto Ministeriale sulla rotazione in agricoltura biologica. Questo è stato ed è tutt'ora fonte di grosse critiche ma fatta salva la norma che consente anche avvicendamenti decisamente sconsigliabili, siamo certi che seguendo i criteri sopra citati si può e si deve fare meglio

L'efficienza agronomica di una rotazione è completa se si ha capacità di protezione del suolo e competizione per il controllo delle infestanti.

Diminuire il periodo in cui il terreno resta scoperto, soprattutto quando si opera in terreni scoscesi, è un altro obiettivo tecnico che l'azienda biologica si deve dare per proteggere il terreno dai fenomeni erosivi, al fine di non dilapidare, in poche ore di pioggia battente, il patrimonio di sostanza organica faticosamente accumulato in anni di lavoro. Inoltre la presenza di piante assorbe il carbonio mentre il terreno scoperto e magari lavorato facilita la mineralizzazione e la conseguente emissione di gas serra.

Inoltre, l'attività svolta dagli apparati radicali delle colture, ivi comprese quelle di copertura ha un'importantissima funzione di protezione delle falde, limitando i fenomeni di lisciviazione dei nitrati che possono invece rimanere disponibili per la coltura successiva.

Da sottolineare l'importantissima ed insostituibile azione della rotazione nel contenimento delle essenze infestanti, ancora una volta intimamente legata alle caratteristiche

4.1.1 Il Sovescio

Inteso come l'impianto di una coltura in purezza o meglio se composta da più specie, nel tempo che intercorre tra la raccolta di una coltura e la semina o il trapianto della successiva. Una scelta semplice che però può svolgere numerose azioni positive, per le quali, orientare la scelta delle essenze utilizzate, in ogni caso migliorando l'efficienza agronomica della rotazione

Principali azioni del sovescio

- azione fertilizzante – a seconda della biomassa interrata e delle specie utilizzate, il contributo diretto in azoto può raggiungere livelli molto consistenti;
- protezione del suolo – offre copertura del terreno in periodi in cui rimarrebbe scoperto con relativa protezione della falda idrica, poiché i nutrienti vengono trattiene dalle radici delle piante del sovescio e poi messi a disposizione della coltura successiva;
- contributo alla stabilità strutturale – come ogni tipo di materia organica interrata il sovescio contribuisce, anche se con effetto breve, a stabilizzare la struttura;
- controllo delle infestanti – per competizione diretta, soprattutto quando si inseriscono specie della stessa famiglia di infestanti presenti come per esempio il colza rispetto alla senape selvatica (rapastella); inoltre la trinciatura o la terminazione con rullo hanno effetto rinettante
- aumento della biodiversità coltivata – se per diversi motivi, soprattutto commerciali risulta difficile diversificare le colture, il sovescio offre la possibilità di inserire specie e famiglie, altrimenti non coltivate
- contributo al bilancio umico – una parte della biomassa interrata contribuisce alla formazione di humus stabile
- azione biocida – diverse piante, soprattutto appartenenti alle crucifere, alcune delle quali anche appositamente selezionate, tramite gli essudati radicali o con gli effetti della degradazione della pianta terminata risultano repellenti a patogeni dannosi, quali i nematodi.



4.1.2 La consociazione



Trasemina di loietto su mais



Consociazione di cereale con favino

E' la tecnica che cerca di valorizzare le possibili sinergie tra piante con caratteristiche diverse esaltando la biodiversità coltivata. E' tipica dei prati pascolo, delle coltivazioni orticole ma le consociazioni temporanee contribuiscono all'efficienza agronomica dell'avvicendamento colturale, anche in questo caso con molteplici funzioni particolari quali:

- Fertilizzante – quando si consociano leguminose e graminacee come per esempio la semina alternata di un cereale che si porta a maturazione e una leguminosa, interrata alla levata del suo coinquilino. (ex. trasemina di leguminosa su cereale)
- qualitativa – è quella dei foraggi coltura per avere fieni ricchi e bilanciati
- protettiva – seminando nell'interfila colture aggressive (senape) verso parassiti (nematodi) di colture di pregio (fragola) a cui sono sensibili; anche della falda quando la semina serve a contenere la lisciviazione di nutrienti presenti in eccesso come quando la fertilizzazione è fatta con liquami, anche se non è il caso dell'agricoltura biologica esaltazione della biodiversità coltivata – permettendo la presenza contemporanea di più specie nello stesso appezzamento
- strumentale – nel caso della consociazione tipica di veccia e avena, il cereale aiuta la leguminosa ad avere un portamento eretto o nei piccoli orti familiari dove il fagiolino usa il mais come tutore
- funzionale alla rotazione – la trasemina dell'erba medica sull'ultimo cereale in rotazione evita periodi di terreno scoperto e anticipa la messa a dimora del prato
- inerbimento dei frutteti – è ormai classico nella gestione di colture arboree come vite e olivo

4.2 - Valutazione dell'avvicendamento colturale

il primo elemento di efficienza di un avvicendamento è ovviamente il risultato tecnico economico delle colture che lo compongono. Tenendo conto di quanto detto precedentemente e assumendo l'obiettivo del contrasto ai cambiamenti climatici, con il contenimento delle emissioni di CO₂, è possibile ragionare su avvicendamenti realizzabili nel nostro areale, valutando la loro efficienza rispetto a

1. copertura del suolo - numero di mesi in cui il terreno resta scoperto
2. biodiversità – numero di specie e famiglie presenti
3. alternanza colture invernali e primaverili
4. inserimento di colture da sovescio e/o copertura
5. utilizzo consociazioni temporanee
6. incidenza delle leguminose

Le rotazioni in biologico sono attualmente normate dal D.M. 3757 del 09/04/2020 che, fatte salve le numerose e poco comprensibili deroghe particolari, prevede che una coltura non possa succedere a se stessa e non debba tornare sullo stesso terreno prima di almeno due cicli di altre specie, di cui almeno una appartenente alla Famiglia botanica delle leguminose, equiparando a queste il sovescio e il maggese.

Fatta salva la norma possiamo affermare con certezza che si può e si deve fare meglio e per comprenderlo utilizziamo alcuni parametri di valutazione sopra citati, a cui si può attribuire una votazione per dare una prima valutazione sommaria.

4.2.1 Valutazione degli avvicendamenti:

- | | |
|---|-------|
| ▸ copertura del suolo - numero di mesi in cui il terreno resta scoperto | 0 - 5 |
| ▸ biodiversità – numero di specie e famiglie presenti | 0 - 5 |
| ▸ alternanza colture invernali e primaverili | 0 - 3 |
| ▸ inserimento di colture da sovescio e/o copertura | 0 - 5 |
| ▸ utilizzo consociazioni temporanee | 0 - 5 |
| ▸ incidenza delle leguminose | 0 - 5 |

La fertilizzazione in bio più che dalle colture dipende dalla fertilità del suolo (SO) e dagli obiettivi tecnici, mentre per le lavorazioni ci si orienta verso il minimum tillage con arature a 30/35 cm per rottura prati e sistemazioni idrauliche periodiche.

4.2.2 avvicendamenti di seminativi

A – valutazione complessiva (8)

favino/pisello p.	Frumento	Frumento Orzo Farro
-------------------	----------	---------------------------

- ✓ Copertura del suolo 66% (24 mesi su 36) - 4
- ✓ 2 Famiglie botaniche 2/3 specie - 2
- ✓ una leguminosa in 3 anni - 2

B – valutazione complessiva (9.5)

favino/pisello p.	Frumento	Girasole
-------------------	----------	----------

- ✓ Copertura del suolo 55.5% (20 mesi su 36) – 2.5
- ✓ 3 Famiglie botaniche 3 specie - 3
- ✓ una leguminosa in 3 anni - 2
- ✓ alternanza colture invernali e estive - 2

C – valutazione complessiva (18 / 19)

favino/pisello p.	Frumento	Sovescio (A) Orzo Favino (B) Crucifera Favino Girasole	Frumento	Orzo/farro
-------------------	----------	--	----------	------------

- ✓ Copertura del suolo 70% (42 mesi su 60) - 5
- ✓ (A) 2 Famiglie botaniche 5 specie - 3 (B) 4 Famiglie botaniche 5/6 specie - 5
- ✓ Sovescio - 3
- ✓ alternanza colture invernali e primaverili - 2
- ✓ 2 leguminose in 4 anni - 5

D - valutazione complessiva (20/21)

favino / pisello p	Frumento	Sov. (A) orzo/favino Sov. (B) Crucifera favino Girasole	Frumento	Lenticchia Cece in consociazione con orzo	Farro
--------------------	----------	---	----------	---	-------

- ✓ Copertura del suolo 72% (52 mesi su 72) - 5
- ✓ (A) 2 Famiglie botaniche 6 specie – 4 (B) 4 Famiglie botaniche 7 specie - 5
- ✓ Sovescio- 3
- ✓ Consociazione - 1
- ✓ alternanza colture invernali e primaverili - 2
- ✓ 3 leguminose in 6 anni - 5

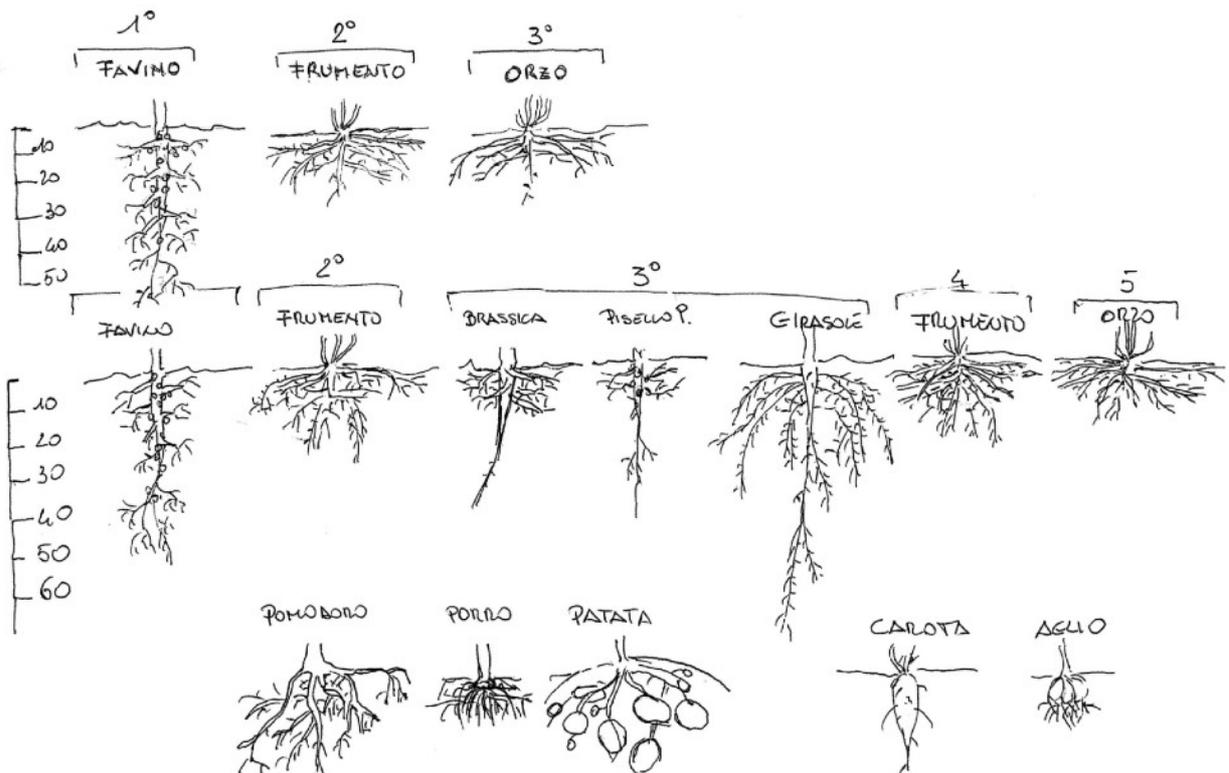
E - valutazione complessiva (21 / 22)

Medica fuori rotazione 3 anni	Frumento / orzo/ farro/ Kamut	Frumento / orzo/ farro/ Kamut	sovescio A orzo Favino B crucifera favino Girasole / Miglio/ grano saraceno	Frumento / orzo/ farro/ Kamut	lenticchia / cece in consociazione con orzo	Favino / pisello p
-------------------------------------	--	--	---	--	---	--------------------

- ✓ Copertura del suolo 77.7 % (56 mesi su 72) - 5
- ✓ (A) 3 Famiglie botaniche 6 specie – 4 (B) 4 Famiglie botaniche 7/8 specie - 5
- ✓ 1 sovescio - 2
- ✓ 2 consociazioni temporanee - 3
- ✓ alternanza colture invernali e primaverili - 2
- ✓ 5 leguminose in 8 anni - 5

E' evidente che si tratta di esempi e molte colture possono variare ma la valutazione numerica da il senso di quanto sia importante riportare sul campo i concetti generali riportati in questo manuale.

Si può anche ulteriormente implementare la valutazione guardando ogni rotazione sotto altri aspetti che ne esplicitano le differenze come per esempio: la differente azione svolta dagli apparati radicali. Di seguito tra l'avvicendamento Ai;



o anche verificare in campo l'azione di contenimento delle essenze infestanti; l'aspetto paesaggistico e, non ultimo la potenziale redditività.

4.2.3 - Avvicendamenti orticoli

Per l'indirizzo orticolo i criteri sono gli stessi e qualora non ci sia un indirizzo specialistico mono-culturale, la biodiversità coltivata è assicurata dalla varietà di specie e di famiglie che caratterizzano l'orto. La difficoltà sta nel riuscire a "incastrare" i cicli colturali delle diverse

specie, nell'alternanza orto invernale, sovesci e orto estivo, sempre con l'attenzione ad allontanare nel tempo colture simili e con malattie comuni sul terreno.

Per un'azienda con superfici ampie, che dedica all'orto una parte di questa, è interessante inserire, anche in rotazione, una coltura estensiva, come nello schema che segue.

In particolare una cereale tipo farro o orzo con effetto di contrasto alle erbe infestanti. Queste propongono apparato radicale, portamento e tecnica colturale completamente diversi da qualsiasi ortiva, favorendo così il principio di complicando dell'ecosistema, insito nei principi del bio.

Meno importante ma sempre utile, una leguminosa come il favino, sia per il ruolo fertilizzante sia per la produzione di seme per i sovesci autunno vernini nell'orto.

Per un'azienda di limitate dimensioni questa pratica è impossibile da realizzare quindi assume ancora più importanza l'alternanza di famiglie e specie diverse e l'inserimento di sovesci diversificati.

B - L'impronta carbonica degli avvicendamenti praticati in AppEcoBio e di quelli proposti per il contenimento delle emissioni carboniche

di Massimo Chiorri, Lucio Cecchini ed Adriano D'Urso, DSA3 - UNIPG⁶

5 - Introduzione

Per la lettura e la comprensione dei risultati proposti, è necessario fare alcune precisazioni al fine di darne la giusta valenza interpretativa.

In primo luogo essi derivano dall'adozione dell'applicativo AppEcoBio messo a punto dal progetto finanziatore. Gli Autori, adottando metodi ufficiali di valutazione delle emissioni carboniche, hanno elaborato un programma utilizzabile via web per la determinazione dell'impronta carbonica, fatto che ha consentito sia di valutare quanto praticato dagli agricoltori biologici partner del progetto, sia di applicare in fase preventiva quanto proposto ed elaborato nella precedente sezione.

Ciò ha consentito di definire sia le emissioni per azienda, che per coltura ed operazione rispetto a quanto effettivamente attuato dai partner; successivamente è stata condotta un'analisi di scenario tesa a simulare gli effetti in termini di impatti ambientali associati all'adozione di tecniche colturali e avvicendamenti migliorativi rispetto ai parametri di valutazione mostrati nella sezione precedente.

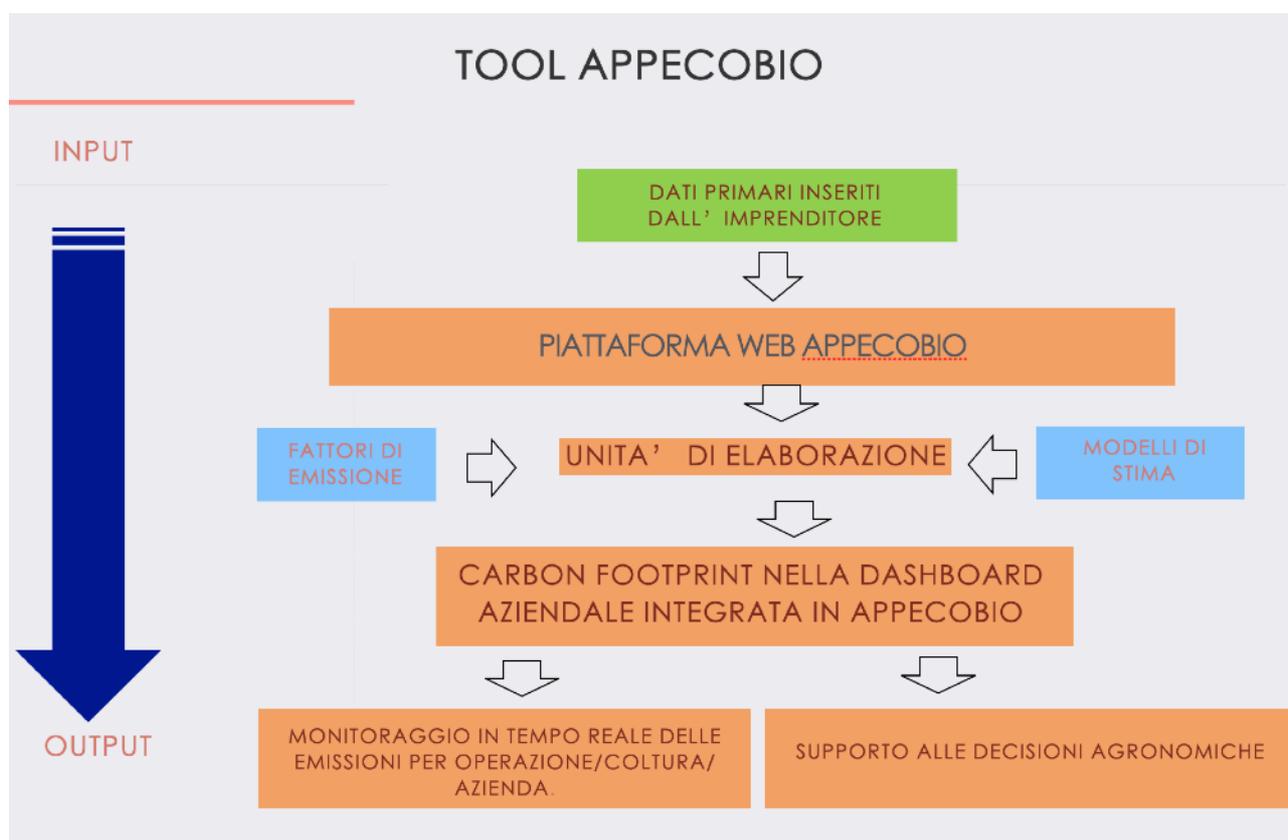
⁶ Rispettivamente Ricercatore, Dottorando e Contrattista presso il Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università degli Studi di Perugia

Il sito progettuale in cui è localizzato il software e dal quale, previa autorizzazione, è possibile effettuare delle valutazioni è <http://www.appecobio.it>.

6 - Metodologia

Il programma AppEcoBio non effettua una completa valutazione ambientale, poiché non è stato possibile per motivazioni diverse⁷ inglobare in esso i numerosi tool di valutazione esistenti, tuttavia fornisce con buona accuratezza le emissioni dirette ed indirette in kg di CO₂ eq. relativamente alle singole colture ed operazioni colturali praticate.

Lo schema procedurale è riportato nel seguente grafico:



Un'attività progettuale ha misurato la distanza delle valutazioni effettuate con AppEcoBio ed un software professionale che funge da riferimento: i risultati ottenuti da AppEcoBio non si discostano significativamente da quanto elaborato con tale software e consentono all'agricoltore un'auto valutazione veloce semplice ed economica delle emissioni generate dal proprio processo produttivo.

⁷ Ciò soprattutto per gli obiettivi specifici del progetto PSR 16.2.2 e per la necessità di implementare misurazioni particolari non previste in fase di elaborazione progettuale, misurazioni non perfettamente attinenti con la valutazione delle emissioni GHG. Tuttavia questi tool saranno inseriti nel prossimo sviluppo progettuale.

Il software dovrà/sarà implementato anche dei moduli di altre valutazione ambientale che non rappresentavano l'obiettivo specifico del progetto (emissioni di GHG), ma risultano comunque importanti nella definizione della sostenibilità ambientale in senso lato.

Nel software è prevista anche una sezione di natura economica che valuta i valori economici della produzione, evidenziando costi e margini economici sia livello aziendale che di coltura e di operazione e fornendo indicazioni di massima circa il livello di costo/ricavo generabile nelle diverse configurazioni.

La piattaforma software online in oggetto include, quindi, tre moduli principali interconnessi:

1. Data entry - Interfacce data entry, dove l'agricoltore inserisce direttamente le informazioni tecniche primarie riferite alle operazioni colturali, all'utilizzo dei macchinari (tipologia e potenza), i tempi di lavoro, le quantità e i prezzi degli input e output del processo produttivo.
2. MODULO AMBIENTALE - Modulo di calcolo della Carbon footprint in accordo a un «Cradle to gate» Life Cycle Assessment (LCA) framework secondo gli standard internazionali ISO 14040-14044. Categoria di impatto Global Warming Potential IPCC 2013 a 100 anni utilizzata per la determinazione della Carbon Footprint;
3. MODULO ECONOMICO «Cradle to gate» Life Cycle Costing framework che considera gli stessi confini del sistema e la stessa unità funzionale della LCA, ma relativamente ai valori di costo e di ricavo.

La valutazione dell'impronta, gli avvicendamenti e le simulazioni



Ai fine dell'analisi d'inventario si sono seguite le PCR for Arable crops (ISO, 2013), mentre i processi sono stati simulati attraverso il database Ecoinvent database v3.0 opportunamente modificati in base ai dati primari. Le emissioni di gas serra (CO₂, CH₄ e N₂O) sono state espresse come potenziale di riscaldamento globale (GWP), in termini di Carbon Footprint (kg di CO₂ eq.) con un periodo di ritorno di 100 anni (IPCC, 2013).

FASE CONSUNTIVA DI VALUTAZIONE (1° elaborazione)

Con queste procedure sono quantificate le performance ambientali ed economiche dei partner del Progetto, i cui operatori hanno direttamente inserito i dati aziendali (strutture, macchinari, riparto colturale, produzioni etc) ed i dati specifici per ogni singola lavorazione (uso delle macchine, lavoro, tipologia e quantità di input utilizzati) definendone il livello.

FASE PREVENTIVA DI VALUTAZIONE (2° e 3° elaborazione)

(A) - Dalle proposte di avvicendamento elaborate e proposte da Firab nella precedente sezione, sono state prima scelte quelle più idonee ai diversi partner al fine di non snaturarne l'indirizzo produttivo, mantenendo la tecnica colturale originale (sequenza delle operazioni colturali) dei diversi partner.

(B) - A partire dalla precedente simulazione sono state invece adottate le operazioni colturali individuate e proposte da Firab.

Per non stravolgere completamente la gestione aziendale, la scelta degli avvicendamenti adottati per le 6 aziende partner è stata funzione:

- a. dell'ambiente di riferimento;
- b. caratteristiche generali dell'azienda;
- c. ordinamento produttivo già adottato;
- d. dotazione strumentale dell'azienda;
- e. orientamento commerciale

7 - Alcune considerazioni

Al fine di ben interpretare le indicazioni fornite ed i risultati occorre tener presente che:

- a. le aziende Partner non rappresentano un campione né rappresentativo né ragionato delle aziende biologiche regionali, ma soltanto un gruppo di aziende

che si sono prestate a cooperare per le finalità progettuali e pertanto le risultanze sono ad esse commisurate;

- b. sono in numero limitato, largamente insufficiente per determinare un DataBase di dati ed informazioni esaustivo ed applicabile all'ambiente di riferimento; per il limitato numero e per la loro scelta non sono un campione rappresentativo, tuttavia mostrano risultati coerenti ed apprezzabili. La necessità primaria, alla luce di quest'osservazione, risiede nella collezione di un alto numero di aziende, sufficiente a poter esprimere risultati ottimali ed adattabili ad ogni azienda del territorio in oggetto;
- c. queste aziende praticano l'AB da lungo tempo ed i relativi imprenditori hanno un know-how ampio ed approfondito, che li pone, in termini di scelta colturale e tecnica di produzione, ai vertici della categoria; rappresentano un set molto esperto di agricoltori, che praticano da lungo tempo professionalmente l'Agricoltura Biologica: di conseguenza i miglioramenti osservati con l'adozione degli avvicendamenti sono con ogni probabilità inferiori a quelli mediamente ottenibili;
- d. non rappresentano un confronto con l'agricoltura convenzionale, che resta una realtà produttiva a se stante;
- e. l'applicativo messo a punto, sulla base di un Data Base sufficientemente ampio di aziende, non solo può essere un efficace strumento di programmazione aziendale di breve e medio termine, ma anche uno strumento programmatico per i Policy maker, capace di valutare l'effetto di particolari misure ambientali in termini di impronta carbonica e conseguenti azioni di mitigazione egli impatti.

8 - Le emissioni aziendali e gli avvicendamenti

Il seguente schema sintetizza le emissioni medie aziendali espresse in kg di CO₂ eq./ha:

	avvicendamento adottato	avvicendamento proposto	avvicen. ed operazioni proposte	
Azienda 1	626,6	666,5	750,0	▲
Azienda 2	1.587,7	1.398,3	1.109,1	▼
Azienda 3	2.596,9	2.427,8	2.463,0	▼
Azienda 4	967,3	921,8	1.033,9	▲
Azienda 5	6.583,1	7.126,5	6.318,2	▼
Azienda 6	3.299,3	3.220,2		▼

Per “**avvicendamento adottato**” si intende quanto praticato realmente in azienda (1° elaborazione), per “**avvicendamento proposto**” s’intende l’applicazione di un avvicendamento messo a punto da Firab (2° elaborazione), ma attuato con la tecnica (operazioni) consuete all’azienda, mentre per “**avvicendamento ed operazioni proposte**” vengono simulate anche le operazioni proposte nella prima sezione di questo manuale.

Orientamenti produttivi ed avvicendamenti (tra parentesi gli avvicendamenti proposti da Firab ed adottati in simulazione):

L’**azienda 1**, di media collina è ad indirizzo cerealicolo e leguminose, la superficie è destinata alternativamente a cereali invernali e leguminose, mentre nella simulazione si adotta una quadriennale (**avvicendamento C**); l’azienda ha anche frutti di bosco su limitate superfici.

L’**azienda 2** di media collina è ad indirizzo olivicolo-cerealicolo con superficie destinata alternativamente a cereali invernali e leguminose, mentre nella simulazione si adotta una triennale (**avvicendamento B**) con l’introduzione di una coltura da rinnovo.

L’**azienda 3** ad indirizzo cerealicolo foraggero, situata in fondo valle, col buona fertilità e disponibilità idrica, passa da un avvicendamento complesso, ma sbilanciato con colture da rinnovo ad alta necessità di input, ad un sessennale con erba medica fuori rotazione (intendendo che in ogni appezzamento a rotazione il medicaio permane per tre anni); (**avvicendamento E**).

L’**azienda 4** ad indirizzo cerealicolo-leguminose-rinnovo, con molte particolari colture destinate alla trasformazione aziendale, adotta semplificandolo un **avvicendamento D**.

L’**azienda 5** è ad indirizzo prevalentemente ortivo in serra ed in pieno campo, ma con parte della superficie destinata a produzioni di cerealicole-leguminose. Nel primo caso semplifica l’indirizzo ad ortive e in pieno campo adotta un avvicendamento quadriennale (**avvicendamento C**).

L’**azienda 6** è ad indirizzo viticolo e nella prima simulazione al posto del sovescio di favino si opta per l’inerbimento integrale del vigneto. Non c’è una seconda simulazione con sostituzione delle operazioni colturali, già allo stato dell’arte.

In Tabella 1 allegata si dettaglia per ogni azienda l’emissione in CO₂ eq./ha, distinguendola in emissioni indirette e dirette e nelle relative componenti.

Possono essere espresse le medesime considerazioni già fatte per lo schema presentato.

I risultati presentati mostrano una forte eterogeneità aziendale nelle emissioni ad unità di superficie (ettaro) che è dovuto ad un complesso di fattori e tipica per ogni indirizzo produttivo.

L’eterogeneità è determinata da:

- ▶ diverso ordinamento produttivo
- ▶ tecniche colturali

- ▶ dotazione di attrezzature

L'orientamento produttivo incide maggiormente in termini di emissioni, poiché direttamente correlate con le necessità delle diverse colture di input ed operazioni meccaniche: è il caso dell'azienda 5, ad indirizzo orticolo, dove si notano più elevati valori determinati dagli input per il confezionamento, pacciamatura e materiali a supporto irrigazione.

Caso opposto l'azienda 1 che produce cereali e leguminose con un tecnica colturale semplificata. L'aumento nelle tre elaborazioni appare poco influente, nonché bilanciato dai vantaggi di un avvicendamento più equilibrato

In sintesi, l'eterogeneità dei valori medi presentati indica che l'ordinamento produttivo - con il conseguente carico di operazioni e di input - determina il livello di emissione, ma in ogni caso le ottimizzazioni agronomiche proposte mostrano risultati quantomeno positivi.

9 - Commenti alle tabelle presentate

Tabella 1 - Emissioni aziendali medie nelle diverse simulazioni espresse in kg CO2 eq./ha

E' riportato il dettaglio delle emissioni (dirette ed indirette) medie ad ettaro, con la specifica per i principali input.

La diversità numerica tra le aziende non indica una differente capacità nel contenere le emissioni, ma solamente un diverso indirizzo produttivo ed una diversa dotazione di macchine. Nella generalità la situazione appare ottimale sia con l'adozione di nuovi avvicendamenti che di nuove tecniche (operazioni colturali).

Tabella 1.1 - Gli avvicendamenti, i costi e le emissioni per superficie aziendale e colturale.

In tabella 1.1 allegata per ogni azienda ed elaborazione, si riportano le colture adottate (con i relativi valori di costo e di emissione) e quelli totali aziendali.

I dati riportati sono assoluti, relativi a tutta la superficie e testimoniano comunque un leggero miglioramento sia delle emissioni aziendali che dei costi di produzione.

Tabella 2 - Emissioni medie delle colture praticate per unità di prodotto (kg CO2 eq./kg di prodotto)

L'unità di riferimento utilizzata è l'emissione per unità di prodotto realizzato (kg CO2 eq./kg), nella generalità appare soddisfacente con un leggero calo nelle diverse simulazioni.

Va considerato che generalmente questo è l'indicatore più sfavorevole nel valutare le emissioni delle produzioni biologiche, poiché è direttamente rapportato alla resa. I dati presentati - abbastanza eterogenei - sono influenzati quindi:

- ✓ tipologia della coltura: le ortive necessitano di molti input che fanno aumentare le emissioni dirette (confezionamento); necessità di ulteriori passaggi di trattrici (sarchiature, strigliature);
- ✓ basse rese: in alcuni casi per colture analoghe (cereali invernali) si notano notevoli differenze, imputabili a basse rese, ma anche ad una tecnica colturale non ottimale, qualora si prevedano diverse operazioni.
- ✓ l'eterogeneità è anche imputabile al basso numero di osservazioni, dove alcune aziende influenzano negativamente le performance delle altre.

Tuttavia si notano, positivamente, in media delle riduzioni di emissione sia con l'adozione dell'avvicendamento proposto, che delle operazioni suggerite.

Tabella 3 - Emissioni medie colturali per unità di superficie (kg CO2 eq./ha) nei diversi avvicendamenti analizzati.

La situazione alla luce delle emissioni per unità di superficie (ha) migliora mostrando un generale, seppur lieve, contenimento delle emissioni. L'eterogeneità è imputabile a:

- ✓ tipologia della coltura, dove sono richieste diverse operazioni ed uso di input;
- ✓ tecnica adeguata

Tabella 4 - Emissioni medie per le diverse operazioni colturali espresse in kg CO2 eq./ha e per ora di lavoro macchina.

Tabella 4.1 - Emissioni medie delle operazioni negli avvicendamenti simulati (kg CO2 eq./ha).

Quanto esposto nelle tabelle 4. sono valori medi per operazione ed includono le emissioni dirette (input impiegati) ed indirette (legate alla produzione della macchina e dell'attrezzo): da ciò deriva il valore ad ettaro e ad ora di lavorazione. I valori sono anche influenzati sia dalla potenza delle trattrici, che dalle modalità di applicazione della potenza (attrezzo al traino o collegato alla presa di potenza).

Senza entrare nei particolari, vista anche la limitatezza del Data Base, si riportano le risultanze delle emissioni totali sia ad ettaro che per ora di lavoro: esse sono puramente indicative e possono dare buone indicazioni nella scelta della tecnica colturale. Ove non esistano valori per ora di lavoro, significa che l'operazione è manuale e l'emissione è imputabile ai materiali impiegati.

Tabella 5 - Costi delle diverse operazioni per ettaro e per ora di lavoro macchina

Tabella 6 - I costi e le emissioni delle operazioni suddivisi per coltura ed avvicendamento, valori ad ettaro.

Tabella 7 - Risultati economici medi ponderati delle diverse colture espressi in €/ha ed €/kg.

Le tabelle 5, 6 e 7 mostrano i valori di costo, ricavo e reddito delle operazioni (costi/ha) e colture (redditi netti per ettaro e per kg).

In termini economici, nella generalità, si mantiene il livello di redditività sia con l'adozione degli avvicendamenti proposti, sia delle tecniche di produzione (operazioni consigliate) segno di una buona efficienza economica, in linea con il miglioramento delle performance aziendali complessive e di emissione di CO₂ eq.

10 - Considerazioni di sintesi

Va ribadito che quanto presentato è frutto delle osservazioni congiunte di natura agronomica ed ambientale, nonché della misurazione delle emissioni nei diversi processi produttivi in atto nel Partenariato AppEcoBio. A ciò vengono aggiunte le risultanze delle simulazioni basate sulle proposte di avvicendamenti colturali ottimizzati alla generale sostenibilità dell'agricoltura biologica regionale.

Come premesso, per quanto riguarda eminentemente l'impronta carbonica, occorre precisare che i risultati presentati hanno valenza indicativa, derivando da una serie di osservazioni limitata (6 aziende biologiche umbre) che non rappresentano un campione rappresentativo, dal quale trarre considerazioni oggettive ed applicabili ad ogni contesto produttivo.

Tuttavia i dati presentati danno conferma delle positività degli avvicendamenti proposti e delle operazioni colturali da attuare per avere un contenimento delle emissioni, senza compromettere la redditività aziendale.

Dai dati presentati, derivanti dalle simulazioni con AppEcoBio, sulla base degli avvicendamenti migliorativi proposti emerge come indicazione che:

1. tutti gli avvicendamenti valutati, pur di maggior complessità e durata, hanno sia un miglioramento delle performance ambientali che un contenimento delle emissioni, come era logico aspettarsi;
2. non viene alterata la redditività generale;
3. sono dati indicativi generali che possono essere applicabili in molti contesti delle aree interne del Centro Italia;
4. un oculata gestione degli avvicendamenti e della meccanizzazione, con le indicazioni fornite, consente di contenere significativamente le emissioni GHG.

