



AGRICOLTURA RIGENERATIVA

Cos'è, cosa non è e come metterla in pratica



Sommario

Sintesi.....	1
1. Agroecologia e agricoltura rigenerativa per la transizione ecologica dei sistemi agroalimentari.....	4
2. Importanza della salute del suolo.....	21
3. Diversificazione dei sistemi colturali e servizi ecosistemici.....	23
4. Similitudini e differenze tra agricoltura conservativa e agricoltura rigenerativa	27
5. Verso una definizione di agricoltura rigenerativa	29
6. Agricoltura rigenerativa nell’ottica della sostenibilità aziendale	32
7. Principali tecniche di agricoltura rigenerativa.....	37
Bibliografia	45

Testi: Paolo Barberi¹, Stefano Bocchi², Franco Ferroni³

¹Gruppo di Agroecologia, Istituto di Scienze delle Piante, Scuola Superiore Sant’Anna - paolo.barberi@santannapisa.it

²Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali, Università degli Studi di Milano - stefano.bocchi@unimi.it

³Ufficio sostenibilità, WWF Italia - f.ferroni@wwf.it (scrivere a questo indirizzo per informazioni e approfondimenti)

Coordinamento: Franco Ferroni e Silvia Scozzafava³

WWF Italia, Maggio 2025

Sintesi

La risposta alla crisi ambientale globale non può prescindere da una trasformazione profonda dei sistemi agroalimentari globali, che ne sono spesso corresponsabili. La produzione alimentare attuale, fortemente industrializzata, esercita una pressione insostenibile sugli ecosistemi naturali: oltre un terzo dei gas serra, il 90% della deforestazione tropicale, oltre l'80% della perdita di biodiversità terrestre è riconducibile ai sistemi agroalimentari mondiali.

I sistemi agroalimentari attuali non riescono a garantire la sicurezza alimentare globale, e al contempo erodono il capitale naturale da cui dipendono. I costi ambientali, sanitari ed economici nascosti ammontano a circa 12.000 miliardi di dollari l'anno e potrebbero salire a 16.000 miliardi entro il 2050. Questi superano di gran lunga il valore economico diretto generato dal settore agricolo. L'origine di tali criticità risiede nella Rivoluzione Verde, che nel XX secolo ha promosso l'intensificazione produttiva attraverso input chimici e meccanizzazione, incrementando la resa ma anche la dipendenza da risorse non rinnovabili.

L'agricoltura intensiva ha portato alla deforestazione, alla perdita di habitat, alla diffusione di monocolture e di allevamenti su larga scala, compromettendo la biodiversità e aggravando i cambiamenti climatici. L'allevamento industriale, in particolare, occupa oggi la maggior parte delle terre agricole, con il 40% delle terre coltivabili destinate alla produzione di mangimi per animali - alimenti che potrebbero essere consumati direttamente dagli esseri umani. Ciò genera una competizione dannosa per le risorse e accelera la conversione di ecosistemi naturali in superfici coltivate.

Per proteggere e ripristinare la natura - l'insieme dei processi ecosistemici che sono essenziali per la sopravvivenza umana - è necessario modificare radicalmente il modo in cui produciamo, distribuiamo e consumiamo il cibo. Tre sono le leve fondamentali: la riduzione degli sprechi e delle perdite alimentari, l'adozione di diete a basso impatto ambientale e lo sviluppo di un'agricoltura sostenibile che concilia produttività e conservazione della biodiversità.

La pressione maggiore sugli ecosistemi si registra nel momento della produzione agricola. La transizione ecologica deve quindi partire da cambiamenti strutturali nei modelli produttivi, sia a livello di aziende agricole che nei paesaggi agricoli nel loro complesso. Tuttavia, anche le migliori pratiche agricole non saranno sufficienti se non accompagnate da un cambiamento culturale che promuova il consumo consapevole e un'alimentazione più vegetale.

Per supportare la transizione ecologica e dei sistemi alimentari, esistono molti approcci e modelli di riferimento diversi di agricoltura. Tra questi, il modello dell'agricoltura rigenerativa, sempre più in voga fra coloro che si dichiarano impegnati in un percorso verso un approccio agroecologico.

L'agricoltura rigenerativa viene oggi proposta come la soluzione per ottenere sistemi agroalimentari sostenibili ma, mancando una definizione scientifica formale, chiara e condivisa, il termine è soggetto a interpretazioni molto diverse tra i vari attori del settore, con un conseguente elevato rischio di "greenwashing". Sebbene vi sia una convergenza generale sugli obiettivi, come il miglioramento della salute del suolo e degli agroecosistemi, questi elementi da soli non bastano a delineare un modello di agricoltura rigenerativa pienamente coerente con i principi dell'agroecologia. Per il WWF l'agricoltura rigenerativa può essere considerata come una tappa del processo trasformativo dei sistemi agroalimentari verso modelli più sostenibili, un processo che può essere graduale o repentino restando funzionale a una giusta transizione ecologica dell'agricoltura. Diventa *greenwashing* quando l'uso del termine "rigenerativo" è utilizzato, in modo fuorviante, per mascherare pratiche agricole dannose per l'ambiente e le persone.

Vari approcci all'agricoltura rigenerativa si focalizzano sulla dimensione ambientale della sostenibilità, che include temi come migliorare e potenziare la salute del suolo, ottimizzare la gestione delle risorse, alleviare il cambiamento climatico, migliorare il ciclo dei nutrienti e la qualità e la disponibilità dell'acqua. Pochi approcci all'agricoltura rigenerativa comprendono anche una dimensione socioeconomica per migliorare la salute umana e migliorare la prosperità economica delle comunità rurali.

Per il WWF l'agricoltura rigenerativa si basa sul ripristino e la conservazione della salute del suolo, con l'obiettivo di migliorare e supportare il mantenimento di molteplici servizi ecosistemici - di approvvigionamento, regolamentazione e supporto, contribuendo così al miglioramento non solo ambientale, ma anche sociale ed economico della produzione agroalimentare.

La sfida che ci attende è quella di nutrire la popolazione mondiale rimanendo entro i limiti ecologici del Pianeta. Per farlo, è necessario un cambio di paradigma: abbandonare la logica della massimizzazione della produzione e abbracciare l'agricoltura basata sulla biodiversità, "Nature positive". Questo significa lasciare che sia la natura a guidare l'agricoltura, anziché subirne le conseguenze.

Gli approcci agroecologici rappresentano una soluzione concreta e già in atto in diverse parti del mondo. Questi si fondano sull'integrazione tra conoscenze tradizionali, scienza e processi partecipativi, e puntano a valorizzare le interazioni tra piante, animali, esseri umani e ambiente. L'agroecologia permette di proteggere la biodiversità, migliorare la fertilità del suolo, garantire la produzione di cibo sano e sostenere il benessere dei produttori locali.

Il WWF promuove l'agroecologia come strategia fondamentale per la transizione verso sistemi alimentari resilienti e inclusivi. Il suo lavoro si ispira ai 13 principi definiti dal Comitato ONU per la Sicurezza Alimentare (CFS-HLPE) e ai 10 elementi elaborati dalla FAO, che delineano un'agricoltura ecologicamente sostenibile, socialmente giusta ed economicamente equa.

Passando dal piano strategico e di *vision* ad un piano più pratico, il WWF propone alcuni principi guida per promuovere una vera agricoltura rigenerativa in Europa:

- 1) minimizzazione del disturbo fisico, biologico e chimico del suolo con la minima lavorazione, vale a dire ridurre le lavorazioni del terreno fino alla semina diretta sul terreno sodo;
- 2) ampie rotazioni e ricche consociazioni;
- 3) mantenimento del suolo coperto da vegetazione o altro materiale naturale con colture di copertura, vale a dire piante coltivate da inserire tra una coltura principale e l'altra;
- 4) aumento della biodiversità di specie vegetali, animali e microbiche sia in superficie sia nel suolo;
- 5) uso di biostimolanti, anche di autoproduzione aziendale;
- 6) integrazione di animali e piante all'interno dell'azienda agricola, ad esempio tramite allevamento estensivo con pascolo turnato, agroforestazione e compostaggio;
- 7) forte riduzione dei prodotti chimici di sintesi (pesticidi e fertilizzanti).

La declinazione di questi sette principi in una serie di pratiche colturali ed agronomiche direttamente applicabili dalle aziende agricole consente di raggiungere in modo congiunto gli obiettivi di miglioramento della salute del terreno, di miglioramento della qualità degli alimenti prodotti, di mantenimento del reddito aziendale, e di riduzione degli impatti sulle risorse, a partire dalle emissioni dei gas serra.

L'agricoltura rigenerativa, insieme a quella biologica, offre un'alternativa concreta e sostenibile ai modelli agricoli tradizionali e degenerativi. Tuttavia, questi approcci innovativi devono essere

protetti dal rischio di *greenwashing*, spesso alimentato da visioni parziali e fuorvianti proposte da chi si oppone al cambiamento reale.

La transizione verso un'agricoltura rispettosa della natura non è un'opzione, ma una necessità. Significa proteggere gli habitat naturali residui, rigenerare i terreni degradati e gestire le superfici coltivate in modo da favorire la biodiversità, ridurre le emissioni e aumentare la resilienza, difendendo al contempo la produttività e la redditività delle aziende agricole e riconoscendo gli sforzi delle aziende e delle filiere più virtuose attraverso il sostegno all'adozione di sistemi di certificazione affidabili e rigorosi.

1. Agroecologia e agricoltura rigenerativa per la transizione ecologica dei sistemi agroalimentari

Quasi tutti gli aspetti della vita umana, dalla salute alla ricchezza e al benessere, dipendono dalla natura. La biodiversità costituisce il fondamento dello sviluppo, dell'economia, della sicurezza globale e del benessere umano, come formulato negli obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite. La biodiversità svolge un ruolo fondamentale nel fornire cibo, fibre, acqua, energia, medicinali e altro materiale genetico ed è fondamentale per la regolazione del nostro clima, della qualità dell'acqua, dell'inquinamento, dei servizi di impollinazione, del controllo delle inondazioni. Inoltre, la natura contribuisce a livelli immateriali di salute umana, ispirazione e apprendimento, esperienze fisiche e psicologiche e la formazione delle nostre identità, che sono centrali per la qualità della vita e l'integrità culturale delle persone. Nonostante l'importanza ampiamente riconosciuta della biodiversità, il nostro Pianeta sta lanciando segnali d'allarme di un collasso dei sistemi naturali. Attualmente stiamo affrontando crisi di origine umana, diverse e sinergiche: cambiamenti climatici, perdita di biodiversità, fame, malnutrizione. Il modo in cui produciamo e consumiamo cibo è fondamentale per affrontare queste sfide.

Negli ultimi anni molti rapporti scientifici sono stati prodotti da vari Enti e istituti internazionali e nazionali, come la Piattaforma intergovernativa sulla biodiversità e i servizi ecosistemici (IPBES), il Gruppo intergovernativo di esperti sui cambiamenti climatici (IPCC), il Living Planet Report (WWF), Istituto Superiore Protezione e Ricerca Ambientale (ISPRA), che hanno evidenziato il ruolo dei nostri sistemi agroalimentari nella perdita della biodiversità e nel degrado degli ecosistemi naturali (Figura 1).

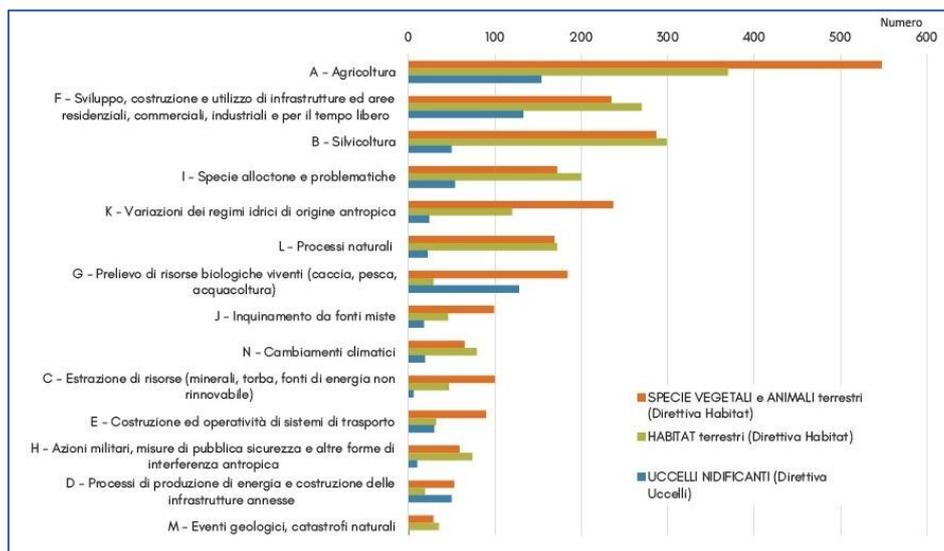


Figura 1. Pressioni sulla biodiversità che hanno agito nel periodo 2013-2018 sui specie e habitat italiani di interesse comunitario terrestri e delle acque interne (Ispra).

Con metà del territorio abitabile del Pianeta occupato dall'agricoltura, l'enorme uso del suolo ne fa la principale causa di deforestazione e perdita di altri habitat preziosi come zone umide e praterie. I fattori legati alla produzione alimentare sono la principale causa di perdita di biodiversità, sia sulla terraferma che nelle acque dolci anche in Italia. Allo stesso tempo, questo rende il cibo una leva importante per un cambiamento positivo con un grande potenziale di riforma, elevando

l'alimentazione e l'agricoltura al primo posto nell'agenda della conservazione. Ricerche recenti dimostrano che gli sforzi di conservazione e ripristino sono fondamentali per limitare l'ulteriore declino della biodiversità (Dasgupta, 2021), ma per invertire la rotta della perdita di biodiversità e di habitat naturali è necessaria una combinazione di conservazione e passaggio a una produzione e a un consumo alimentare sostenibili (Leclère *et al.*, 2020).

Il messaggio è chiaro: per proteggere e ripristinare la natura, fondamento stesso della nostra sopravvivenza, dobbiamo trasformare radicalmente i nostri sistemi agroalimentari per garantire la riduzione degli sprechi e delle perdite alimentari, adottare diete a minore impatto ambientale e praticare un'agricoltura sostenibile che bilanci gli obiettivi di produzione e conservazione su tutti i terreni gestiti. Sebbene gli impatti si verifichino lungo l'intera filiera alimentare, dalla produzione al consumo finale, le pressioni più dirette si verificano a livello di produzione. L'obiettivo della transizione ecologica dei sistemi agroalimentari è quindi quello di trasformare le pratiche di produzione a livello di azienda agricola e di paesaggio, nonché le trasformazioni strutturali a livello di sistema alimentare. Tuttavia, anche modalità di coltivazione radicalmente diverse non saranno sufficienti a ridurre la pressione sugli ecosistemi naturali se non saranno accompagnate da un cambiamento verso una dieta più a base vegetale e da una riduzione degli sprechi e delle perdite alimentari (Benton *et al.*, 2021).

Il WWF riconosce il ruolo centrale che i sistemi alimentari svolgono nel nostro impegno per proteggere, gestire e ripristinare la natura e la biodiversità. E, così facendo, per garantire le basi della stessa produzione alimentare, attraverso i cruciali servizi ecosistemici che la natura fornisce. Il nostro obiettivo è quindi promuovere una produzione agricola rispettosa della natura su larga scala, in modo inclusivo, basata sul paradigma di una "agricoltura con biodiversità".

I nostri sistemi agroalimentari non riescono a nutrire la popolazione mondiale, salvaguardando al contempo il capitale naturale da cui dipendiamo. I costi nascosti ambientali, sanitari ed economici del sistema alimentare sono stimati a quasi 12.000 miliardi di dollari all'anno e si prevede che aumenteranno a 16.000 miliardi di dollari all'anno entro il 2050 (*Food and Land Use Coalition* 2019). Si tratta di costi che superano di gran lunga il valore monetario generato dal settore (IPES Food 2017). Molte delle caratteristiche e degli impatti che ne derivano, che caratterizzano i nostri sistemi di produzione alimentare globalizzati e sempre più industrializzati, sono il risultato di una profonda trasformazione dell'agricoltura avvenuta nel XX secolo durante quella che è nota come "Rivoluzione Verde". Nell'arco di pochi decenni, i metodi di produzione agricola intensiva hanno portato ad aumenti di resa senza precedenti attraverso tecnologie ad alta intensità di capitale e di input in molte parti del mondo. Questa industrializzazione dell'agricoltura, che si esprime nell'estesa deforestazione e nella conversione a monoculture e in allevamenti intensivi su scala industriale, nell'elevato impiego di input chimici, nell'uso eccessivo di antibiotici e nella lavorazione intensiva del terreno, si basava sul presupposto che la produzione alimentare potesse aumentare esponenzialmente all'infinito, migliorando e sostituendo artificialmente e chimicamente i servizi della natura. Sebbene le aziende agricole su larga scala siano per lo più impegnate in una produzione industrializzata e omogenea, il "paradigma estrattivo" può essere espresso indipendentemente dalle dimensioni dell'azienda. Il paradigma del "cibo più economico", caratterizzato dalla crescente domanda globale di calorie a basso costo e di alimenti ad alta intensità di risorse come i prodotti animali, ha ulteriormente plasmato il nostro sistema alimentare industriale globalizzato negli ultimi decenni. Il settore zootecnico mondiale utilizza oggi la maggior parte dei terreni agricoli, incluso il 40% delle nostre terre coltivabili globali (Mottet *et al.*, 2017). Queste terre coltivabili vengono utilizzate per produrre mangimi di alta qualità che gli esseri umani potrebbero anche consumare direttamente, come cereali e soia, alimentando la deforestazione e la conversione e determinando una competizione per il territorio e altre risorse naturali tra la produzione di mangimi e quella di alimenti (Van Zanten *et al.*, 2018). Con la conversione delle foreste e di altri ecosistemi naturali in terreni agricoli, gli habitat delle specie vengono persi,

degradati e frammentati, fattori che costituiscono le principali cause di perdita di biodiversità (WWF, 2020; Dasgupta, 2021). Paesaggi agricoli uniformi e intensivi, nonché metodi di coltivazione non sostenibili, rappresentano una grave minaccia per la fauna selvatica presente nei terreni agricoli, come uccelli e insetti (ad es., Collins *et al.*, 2020), e impediscono alla fauna selvatica di spostarsi tra le diverse aree di habitat naturale, il che è particolarmente problematico alla luce dei cambiamenti climatici. L'agricoltura non sostenibile comporta inoltre impatti ambientali come l'inquinamento, il degrado del suolo e del territorio e l'eccessivo sfruttamento delle risorse idriche, con un ulteriore impatto sulla biodiversità e sulla salute degli ecosistemi (Ramankutty *et al.*, 2018).

Nonostante i progressi significativi, quasi 700 milioni di persone soffrono ancora la fame ogni giorno (Herforth *et al.*, 2020) e quasi 2 miliardi sono sovrappeso o obeso (GBD, 2015). Poiché gli agroecosistemi soffrono della perdita di biodiversità, del degrado del suolo e dei cambiamenti climatici, la loro capacità di fornire cibo, mangimi e fibre diminuisce, minacciando ulteriormente la sicurezza alimentare e i mezzi di sussistenza delle comunità locali e dei piccoli produttori che producono gran parte del cibo mondiale (Ricciardi *et al.*, 2018). L'attuale modello di sviluppo agricolo è stato inoltre associato a una crescente disuguaglianza economica e di genere (ad es., Bezner Kerr *et al.*, 2019; De Schutter e Campeau, 2018), alla concentrazione delle terre, all'accaparramento delle terre e a forti debiti e dipendenza tra gli agricoltori (FAO 2017; TNI 2016). Esiste una grande disuguaglianza a livello globale soprattutto nell'accesso e nel controllo delle risorse naturali e produttive, nonché negli spazi decisionali, soprattutto per le donne e le popolazioni indigene (Mora e De Muro, 2018; Frankema, 2005).

I fattori strutturali creano una serie di circoli viziosi che mantengono in piedi l'attuale sistema alimentare. Tra questi, investimenti e politiche a breve termine che creano dipendenza (come l'acquisto di attrezzature costose o sussidi per i pesticidi chimici); l'orientamento all'esportazione; l'aspettativa di cibo a basso costo; un approccio compartimentato e settoriale; certi discorsi sull'alimentazione mondiale incentrati esclusivamente sull'espansione dei volumi di produzione; misure di successo (che considerano la produttività delle singole colture anziché il sistema agricolo nel suo complesso, incluse le esternalità) e la concentrazione del potere (IPES-Food 2016; Bakker *et al.*, 2020).

La "Rivoluzione Verde" ha reso possibile coltivare più cibo sulla stessa superficie, trasformando il commercio internazionale di materie prime e rendendo il cibo più economico e accessibile a molti membri della popolazione mondiale. Questi impatti positivi, tuttavia, non hanno raggiunto tutti, poiché le tecnologie si sono rivelate inadatte o indesiderabili per molte aziende agricole, soprattutto nelle aree marginalizzate. Inoltre, sebbene cibo, energia e altri materiali siano diventati disponibili a molte persone nella maggior parte del mondo in quantità mai viste prima, questa si è rivelata, nella migliore delle ipotesi, una soluzione temporanea. Con il boom della produzione, sono aumentati anche gli input necessari per mantenerla, come fertilizzanti sintetici, prodotti agrochimici, macchinari, con conseguenze disastrose per l'ambiente. Il sistema di produzione alimentare industriale sta erodendo la capacità della natura di continuare a fornire cibo e altri servizi in futuro, poiché stiamo oltrepassando i confini di uno spazio operativo sicuro sia per gli ecosistemi che per il Pianeta.

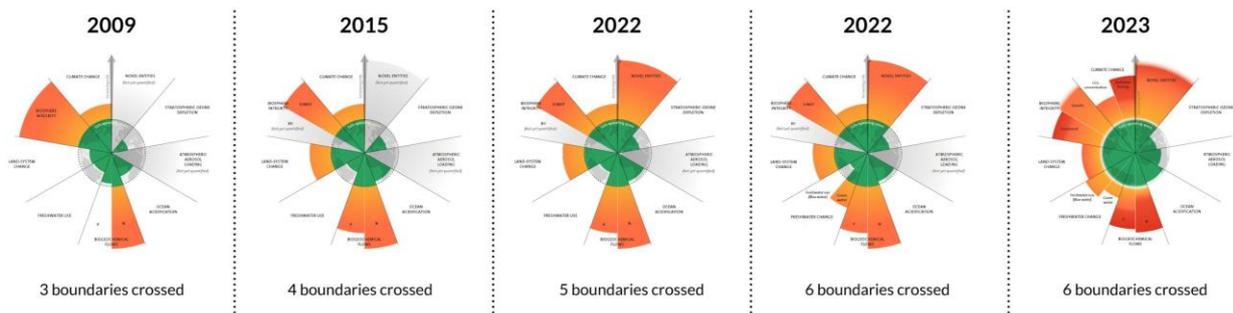


Figura 2. Limiti planetari nel tempo (Stockholm Resilience Centre, su analisi di Richardson et al., 2023).

I “limiti planetari”, tracciati nel 2009 dallo *Stockholm Resilience Centre*, definiscono i confini entro i quali noi esseri umani possiamo vivere e operare in sicurezza, senza nuocere agli equilibri del Pianeta. Se li superiamo, rischiamo di trasformare la Terra in un luogo poco ospitale. L’immagine racconta come le diverse variabili di controllo per i 9 limiti del Pianeta siano cambiate dal 1950 ad oggi (Steffen *et al.*, 2015). La parte in verde rappresenta lo spazio operativo sicuro: rimanere all’interno dei limiti significa creare uno spazio sicuro per noi e per il Pianeta nel suo insieme. Dei 9 indicatori 6 hanno già superato il limite dello spazio operativo sicuro (Figura 2). I due indicatori che hanno superato di molto il limite, l’azoto e il fosforo e la perdita dell’integrità della biosfera (perdita di biodiversità ed estinzioni), dipendono direttamente dall’agricoltura.

Nonostante la sua apparente efficienza, il sistema alimentare globale sta perdendo resilienza e sta diventando sempre più instabile e suscettibile a shock e crisi (Suweis *et al.*, 2015). Dal 2016 la fame e la malnutrizione sono nuovamente in aumento (FAO, 2018a).

La sfida che ci attende, quindi, è migliorare i nostri sistemi di produzione alimentare senza superare la capacità di carico degli ecosistemi e del Pianeta, al fine di sostenere i mezzi di sussistenza, il fabbisogno alimentare e nutrizionale delle generazioni attuali e future e di fornire altri servizi ecosistemici essenziali. Ciò richiede un cambio di paradigma: dalla massimizzazione della produzione a scapito della natura, all’agricoltura basata sulla biodiversità, dove la natura guida l’agricoltura anziché subirne le conseguenze. Fortunatamente, in tutto il mondo le pratiche (tradizionali) e le innovazioni (tecniche) in campo alimentare e agricolo dimostrano che ciò è possibile. Viene sempre più riconosciuto il potenziale dei sistemi agricoli all’interno di paesaggi multifunzionali nel fornire cibo, mangimi, carburante e fibre, nonché le funzioni di habitat e corridoi per la biodiversità, la resilienza climatica e servizi ecosistemici migliorati (OCSE, 2018; HLPE, 2017; Kremen e Merenlender, 2018; Power, 2010; FAO 2019b).

Un’agricoltura rispettosa della natura non è solo nell’interesse della conservazione della biodiversità, ma è anche cruciale per la sostenibilità della produzione alimentare (IPBES, 2019). Un elevato grado di diversità tra specie, varietà, razze, popolazioni ed ecosistemi può migliorare la produttività creando e mantenendo terreni sani, impollinando le piante, controllando i parassiti, rendendo disponibili i nutrienti, purificando l’acqua, fornendo protezione dagli eventi meteorologici estremi e dalla volatilità dei prezzi, e fornendo una serie di altri servizi vitali (Dawson *et al.*, 2019; FAO 2018; FAO 2019a).



Figura 3. Servizi ecosistemici (Living Plant Report 2018, WWF).

Per passare da una produzione agricola che danneggia la natura a una che la favorisce, dobbiamo proteggere la natura, gestire l'agricoltura in modo da accrescere la ricchezza della biodiversità e ripristinare la funzionalità degli agroecosistemi degradati. Nei paesaggi costituiti prevalentemente o in larga misura da ecosistemi naturali intatti, la priorità assoluta dovrebbe essere quella di proteggere gli habitat naturali rimanenti dalla conversione all'agricoltura. I terreni utilizzati per la produzione alimentare devono invece essere gestiti in modo tale che l'agricoltura accresca la ricchezza e l'abbondanza della biodiversità e delle funzioni ecosistemiche (Figura 3), riduca le emissioni di gas serra e migliori la resilienza ai cambiamenti climatici. I terreni e i suoli agricoli abbandonati o degradati devono essere ripristinati in un habitat naturale sano o rigenerati per supportare una produzione alimentare sostenibile. Per proteggere la natura, gestire i paesaggi agricoli e ripristinare i terreni degradati, è necessario rispettare le aspirazioni, i bisogni e i diritti dei gruppi vulnerabili, in modo da poter costruire un futuro in cui le persone e la natura possano prosperare (HLPE, 2019).

Approcci agroecologici

Le molteplici crisi interconnesse che riguardano cibo, clima e biodiversità rappresentano sia un'urgenza che un'opportunità per riunire forze e settori diversi per sostenere una proposta coraggiosa avanzata da una vasta gamma di attori: trasformare i sistemi alimentari attraverso l'agroecologia. Gli approcci agroecologici hanno acquisito importanza come un modo per proteggere, gestire e ripristinare la natura, fornendo al contempo cibo sano e garantendo i mezzi di sussistenza delle persone che lo producono. Questi implicano l'applicazione di concetti e principi ecologici e sociali alla progettazione e alla gestione dei sistemi alimentari e agricoli, e la conservazione, l'uso, il miglioramento e il sostegno attivi della biodiversità a diverse scale, dalla diversità genetica a quella ecosistemica. Favorendo le interazioni tra piante, animali, esseri umani e ambiente, questi approcci apportano benefici alle persone e alla natura, ad esempio migliorando simultaneamente la biodiversità e la fertilità del suolo, la produzione di alimenti sani e il benessere

dei produttori. Gli approcci agroecologici combinano processi partecipativi che sviluppano conoscenze e pratiche attraverso l'esperienza con la scienza.

Il lavoro del WWF è guidato dai 13 principi dell'agroecologia definiti dal Gruppo di esperti di alto livello per la sicurezza alimentare e la nutrizione (HLPE-FSN) del Comitato per la sicurezza alimentare mondiale (CFS), allineati con i 10 elementi dell'agroecologia adottati dal Consiglio dell'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura (FAO) nel dicembre 2019. La prospettiva olistica dell'agroecologia è evidente nei 10 elementi dell'agroecologia, interconnessi e interdipendenti, sviluppati dalla FAO (FAO, 2018; Barrios *et al.*, 2020), che presentano le caratteristiche ecologiche e sociali centrali degli approcci agroecologici. Altri soggetti hanno sviluppato insiemi di principi simili (ad es., HLPE 2019; Cidse 2018).

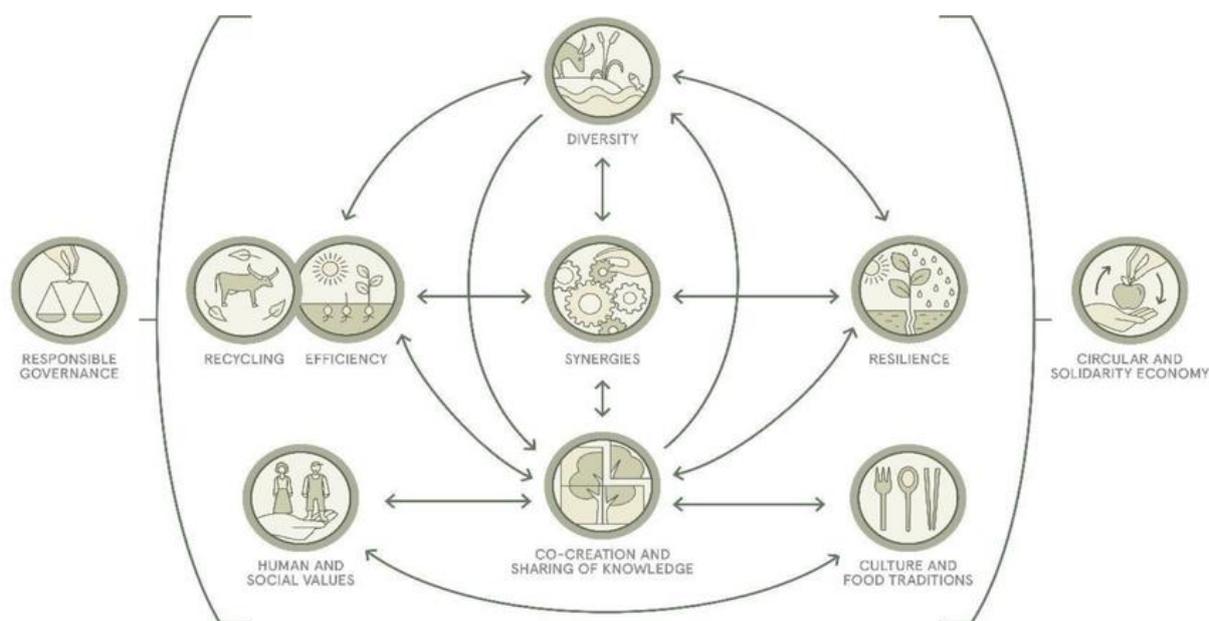


Figura 4. Dieci elementi dell'agroecologia (FAO, 2018).

Nel guidare i paesi a trasformare i loro sistemi alimentari e agricoli, a realizzare l'agricoltura sostenibile su larga scala, a raggiungere la "fame zero" e molti altri obiettivi di sviluppo sostenibile, sono emersi dai seminari regionali della FAO sull'agroecologia i seguenti 10 elementi (FAO, 2018) (Figura 4):

- **Diversità:** la diversificazione è fondamentale per la transizione del sistema alimentare verso garantire la sicurezza alimentare e la nutrizione, conservando, proteggendo e valorizzando le risorse naturali.
- **Co-creazione e condivisione della conoscenza:** le innovazioni nella produzione alimentare (in terra e in acqua) rispondono meglio alle sfide locali quando sono co-create e contestualizzate attraverso processi partecipativi.
- **Sinergie:** la creazione di sinergie migliora le funzioni chiave dei sistemi alimentari, supportando la produzione e molteplici servizi ecosistemici.
- **Efficienza:** le pratiche innovative che si basano su sistemi di produzione alimentare rigenerativa o sull'agroecologia producono di più utilizzando meno risorse esterne.
- **Riciclo:** più riciclaggio significa produzione agricola e ittica con costi economici e ambientali inferiori.
- **Resilienza:** una maggiore resilienza di persone, comunità ed ecosistemi è fondamentale per la sostenibilità dei sistemi ittici, alimentari e agricoli. La resilienza è la capacità dei sistemi socio-ecologici di preservare aspetti chiave della propria identità

biologica, sociale e funzionale, in un contesto di costante cambiamento interno ed esterno.

- **Valori umani e sociali:** proteggere e migliorare i mezzi di sussistenza rurali e costieri, l'equità e il benessere sociale sono essenziali per sistemi alimentari sostenibili.
- **Cultura e tradizioni alimentari:** è necessario sostenere diete sane, diversificate e culturalmente appropriate, contribuendo così alla sicurezza alimentare e alla nutrizione, mantenendo al contempo la salute degli ecosistemi.
- **Governance responsabile:** produzione alimentare sostenibile garantire la sicurezza alimentare e la nutrizione, conservando, proteggendo e valorizzando le risorse naturali.
- **Economia circolare e solidale:** le economie circolari e solidali che ricollegano produttori e consumatori forniscono soluzioni innovative per vivere entro i limiti del nostro Pianeta, garantendo al contempo le basi sociali per uno sviluppo inclusivo e sostenibile.

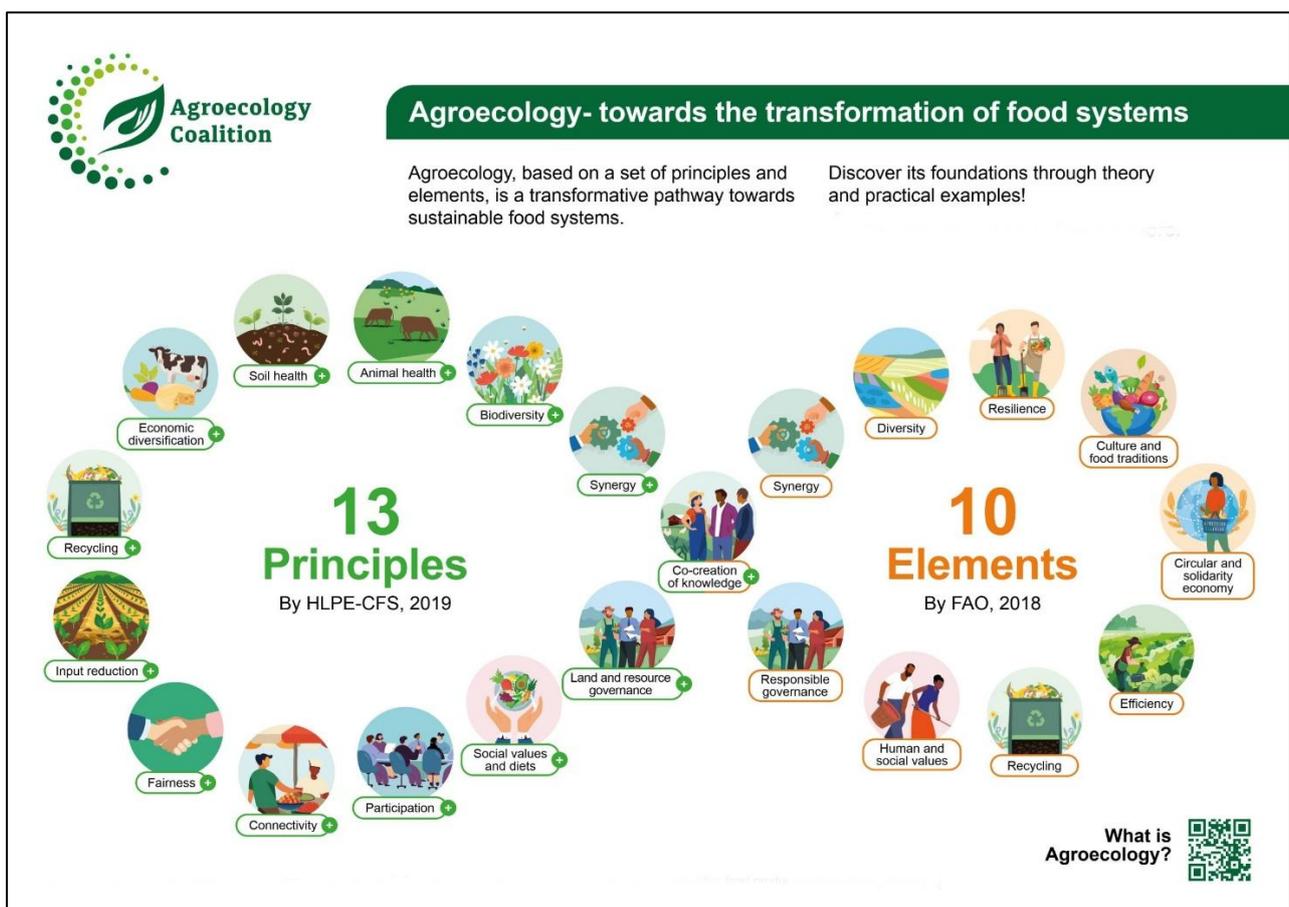


Figura 5. I 13 principi e 10 elementi dell'agroecologia (Agroecology Coalition <https://agroecology-coalition.org/principles-and-vision/>).

I 10 elementi e i 13 principi dell'agroecologia sono universali e possono essere promossi e applicati in diverse aree geografiche, sistemi di produzione e scale, per guidare la transizione verso sistemi di produzione rispettosi della natura. Insieme, i 13 principi e i 10 elementi dell'agroecologia possono fornire una guida fondamentale per i decisori politici, gli operatori e le altre parti interessate nella pianificazione, gestione e valutazione delle transizioni agroecologiche (Figura 5).

Nella pratica, i 13 principi e i 10 elementi dell'agroecologia sono adattati localmente generando una varietà di strategie agroecologiche adatte alle circostanze locali. Pertanto, gli approcci agroecologici

non sono definiti da un insieme prescritto di pratiche, ma piuttosto da una transizione continua verso sistemi alimentari e agricoli sostenibili. Possono essere classificati in base alla misura in cui si basano su risorse e processi socioecologici (in contrapposizione a input acquistati); sono equi, rispettosi dell'ambiente, adattati e controllati localmente; mantengono un approccio sistemico incentrato sulle interazioni piuttosto che su tecnologie specifiche (HLPE, 2019).

Il WWF crede fermamente che gli approcci agroecologici siano fondamentali per raggiungere una produzione su larga scala rispettosa della natura. I 13 principi e i 10 elementi FAO dell'agroecologia indicano un percorso fondamentale per integrare realmente natura e agricoltura in modo funzionale e reciprocamente vantaggioso, per progettare sistemi agroalimentari più resilienti di fronte alle crisi ambientali globali attuali e future (Figura 6).

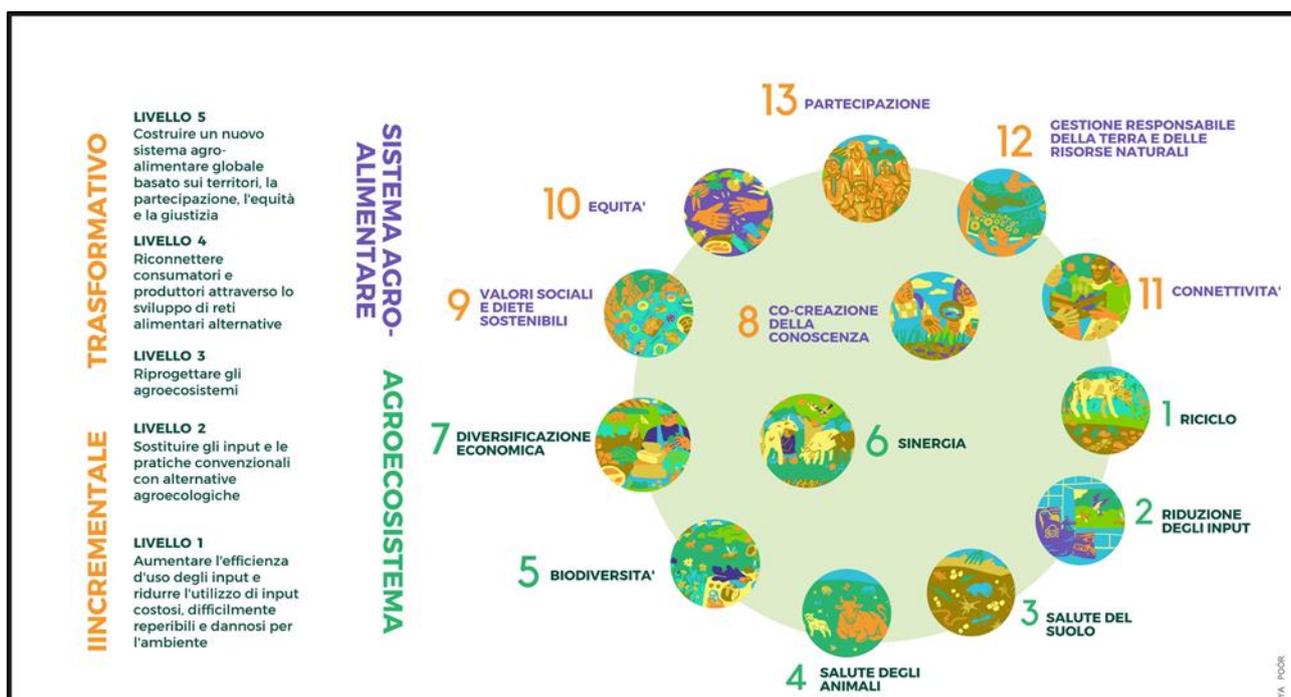


Figura 6. I 5 livelli della transizione agroecologica (Agroecology europe da Gliessmann, 2007 e HPLE, 2019).

Esiste un'ampia gamma di modelli di agricoltura che si basano sui principi agroecologici, in diversa misura. Tra questi, ad esempio, l'agricoltura biologica, l'agroforestazione e l'agricoltura rigenerativa, che condividono un'attenzione specifica a pratiche volte a migliorare la biodiversità come il ciclo dei nutrienti, la gestione naturale dei parassiti, la conservazione del suolo e dell'acqua, la riduzione dell'uso di pesticidi sintetici e fertilizzanti minerali e l'inclusione di elementi paesaggistici come siepi e fasce fiorite (Oberc e Arroyo, 2020). Altri approcci, come l'agricoltura supportata dalla comunità (CSA), enfatizzano aspetti sociali come la partecipazione, la trasparenza o le culture alimentari. Nella pratica, una combinazione variabile di questi aspetti si può spesso riscontrare in un'azienda agricola o in un paesaggio.

Dieci motivi per cui è importante sostenere l'agroecologia:

1. si propone di trasformare i sistemi alimentari per nutrire in modo sostenibile una popolazione in crescita, preservando al contempo la natura e rafforzando le comunità, seguendo 13 principi fondamentali concordati da governi, agricoltori, ricercatori e organizzazioni della società civile.
2. si basa sulla diversità, sulla resilienza e sull'equità, possono affrontare insieme le crisi climatiche, della biodiversità e della fame.
3. può contribuire al raggiungimento degli Obiettivi di sviluppo sostenibile, grazie ai suoi principi trasversali.
4. offre un percorso per proteggere la natura, conservare la ricchezza della biodiversità e ripristinare terreni ed ecosistemi degradati, producendo al contempo cibo sano, diversificato, nutriente e culturalmente appropriato.
5. sistemi agroecologici diversificati possono migliorare la resilienza degli agricoltori familiari e delle comunità rurali e dare impulso alle economie e ai mercati locali.
6. valorizza le antiche pratiche e conoscenze locali, ma si basa anche su innovazioni costanti basate sulle specifiche condizioni locali, integrando conoscenze tradizionali, sperimentali e scientifiche.
7. può nutrire il mondo se riconsideriamo radicalmente i meccanismi economici e sociali che mantengono gli agricoltori controllati dai mercati internazionali a spese loro e delle loro famiglie.
8. promuove il contatto diretto tra produttori e consumatori, il che si traduce in un minor numero di intermediari, alimenti più accessibili per i consumatori e una migliore remunerazione per gli agricoltori.
9. può aumentare il potenziale dell'agricoltura urbana attraverso la progettazione di aziende agricole urbane diversificate, produttive e resilienti.
10. promuove la giustizia sociale e difende i diritti degli agricoltori, dei lavoratori agricoli, dei popoli indigeni, dei produttori alimentari, comprese donne e giovani, e mira a rafforzare il loro ruolo al centro del sistema alimentare.

Produzione, sicurezza alimentare e mezzi di sussistenza

Sostenere l'adozione di approcci agroecologici per una produzione rispettosa della natura su larga scala solleva spesso la questione se questi tipi di sistemi agricoli possano garantire sicurezza alimentare e nutrizionale alla popolazione globale. Sebbene le rese dell'agricoltura industriale siano, in generale, superiori di quelle che utilizzano quantità minori di input esterni sotto forma di fertilizzanti e prodotti agrochimici, ciò non significa che un passaggio su larga scala e attentamente gestito ad approcci agroecologici comprometterebbe la sicurezza alimentare globale. L'accesso a cibo nutriente è una questione complessa che non è necessariamente collegata al volume di cibo prodotto, ma più spesso alla povertà, alla distribuzione alimentare e alle dinamiche di mercato. Diversi studi, progetti pilota di ricerca e modelli hanno dimostrato che, col tempo, è possibile convertire l'intero settore agricolo a pratiche agroecologiche, continuando a produrre cibo a sufficienza e fornendo un'alternativa praticabile all'agricoltura industriale sia nelle economie sviluppate che in quelle emergenti, nonché opportunità di lavoro grazie alla sua natura ad alta intensità di conoscenza (Poux e Aubert, 2018; Larbodièrè *et al.*, 2020, SystemIQ). Un crescente numero di ricerche sta confermando questi risultati, dimostrando che l'agroecologia può essere produttiva quanto altri modelli di produzione (ad es., Biovision, 2020a; IPES-Food, 2016; HLPE,

2019; Van der Ploeg *et al.*, 2019; d'Annolfo *et al.*, 2017; Pretty *et al.*, 2018), migliorando al contempo i servizi ecosistemici (Tamburini *et al.*, 2020). Per alcune colture, il divario di resa si riduce con il miglioramento della fertilità del suolo e gli agricoltori sono spesso compensati da minori costi di input (ad es., carburante, nutrienti, pesticidi, irrigazione) e rese più stabili (EEA, 2020). Tecnologie e innovazioni possono contribuire a colmare ulteriormente eventuali divari di resa rimanenti.

Agroecologia e resilienza

Gli agroecosistemi sono sempre più soggetti a shock esterni come quelli derivanti dai cambiamenti climatici: le variazioni di temperatura e delle precipitazioni influenzano la crescita e la produttività delle colture, che possono essere ulteriormente aggravate dai cambiamenti climatici nella presenza di parassiti, malattie ed erbe infestanti. Rafforzare la resilienza ecologica dei sistemi agricoli è fondamentale per aumentare la loro capacità di riprendersi da tali perturbazioni e limitare gli effetti negativi dei cambiamenti climatici sulla sicurezza alimentare e sulla stabilità sociale ed economica. Studi hanno dimostrato che la biodiversità a livello di azienda agricola e di paesaggio è il fondamento di sistemi agricoli produttivi e resilienti (Rockström *et al.*, 2020; DeClerck *et al.*, 2021; IAASTD, 2008). Gli approcci agroecologici migliorano la biodiversità e aumentano la resilienza attraverso pratiche come le policolture, i sistemi agroforestali, i sistemi misti di colture e allevamento e la gestione sostenibile del suolo e delle risorse idriche (Altieri *et al.*, 2015; Barrios *et al.*, 2018). Molte misure di miglioramento della biodiversità in agroecologia si ispirano ai sistemi agricoli tradizionali e possono essere applicate anche per migliorare la resilienza ecologica dei sistemi agricoli industriali. Queste pratiche migliorano non solo la resilienza ecologica, ma anche quella socio-economica. Coltivando una varietà di colture e bestiame, i produttori sono meno dipendenti da un singolo prodotto, il che li rende meno vulnerabili al fallimento totale del raccolto e al rischio economico (Van der Ploeg, 2008). Inoltre, affidandosi alla gestione naturale dei parassiti e a terreni sani, gli agricoltori diventano meno dipendenti da input esterni come pesticidi e fertilizzanti. Gli approcci agroecologici migliorano ulteriormente la resilienza enfatizzando l'uso delle conoscenze, della creatività e delle risorse degli agricoltori. Ciò riduce la dipendenza dalle risorse genetiche e dalle conoscenze controllate da istituzioni esterne, migliorando la capacità di adattarsi alle circostanze mutevoli (Van den Berg, 2018). Per valutare la resilienza agroecologica, compresi i suoi aspetti ecologici, socio-economici e istituzionali, si possono applicare i seguenti criteri (Tittonell, 2020): autoregolamentazione, connettività, diversità funzionale e ridondanza, diversità di risposta, eterogeneità spaziotemporale, costruzione del capitale naturale, auto-organizzazione sociale, apprendimento riflessivo e capitale umano, autonomia e interdipendenza locale. Insieme, questi criteri forniscono uno strumento per orientare gli sforzi di transizione e monitorarne l'impatto sulla resilienza degli agroecosistemi nel tempo.

Agroecologia, tecnologia e scala

L'agroecologia è spesso associata all'agricoltura su piccola scala o di sussistenza, e al basso contenuto tecnologico. Tuttavia, gli approcci agroecologici possono essere applicati a tutti i sistemi e le scale di produzione, ed essere supportati da innovazioni sia ad alta che a bassa tecnologia. Anche nel caso di sistemi agricoli e zootecnici commerciali su larga scala altamente meccanizzati, gli approcci agroecologici possono rappresentare un mezzo importante per migliorare le prestazioni ambientali, riducendo al contempo costi e rischi e promuovendo una nuova generazione di agricoltori sostenibili. La ricerca dimostra che l'agroecologia può essere efficacemente integrata in tali sistemi attraverso cinque aree di cambiamento (Tittonell *et al.*, 2020). Tra queste, un orientamento verso la diversità anziché verso le monoculture e la relativa

necessità di ampliare la gestione della complessità. Altre aree di cambiamento sono connesse all'approccio paesaggistico richiesto e si concentrano sulla gestione dei cicli oltre i campi e le aziende agricole e sulla condivisione del paesaggio coltivato con altri utilizzatori del suolo. Infine, lo sviluppo di approcci agroecologici in agricoltura su larga scala altamente meccanizzata attraverso la co-innovazione tra agricoltori, attori della filiera e decisori politici. Sebbene esempi di successo dimostrino che ciò è possibile (Kleijn *et al.*, 2019; Sukkel *et al.*, 2019), sono necessari cambiamenti sistemici per superare alcuni dei vincoli, come gli ostacoli commerciali e le catene del valore, nonché i sussidi alla produzione o le tasse, che impediscono l'adozione su larga scala di approcci agroecologici tra gli agricoltori convenzionali industriali. Inoltre, la co-innovazione e lo sviluppo tecnologico sono necessari per affrontare la mancanza di conoscenze, pratiche gestionali e tecnologie adeguate, adatte alle grandi dimensioni dei campi e all'agricoltura meccanizzata. Quando le tecnologie fanno parte di un sistema di innovazione responsabile – soluzioni co-create che rispondono alle esigenze degli agricoltori – e sono ispirate e armonizzate con i processi ecologici, possono anche dare un contributo importante allo sviluppo, all'adozione e all'implementazione di approcci agroecologici in sistemi agricoli su piccola scala o di sussistenza (Ajena, 2018). Tali tecnologie possono includere, ad esempio, l'irrigazione a goccia, la fertilizzazione con funghi micorrizici e il compostaggio, ma anche attrezzature agricole adattate a colture miste, come macchine specializzate per la gestione sostenibile delle erbe infestanti o il compostaggio. Esistono sensori che aiutano a misurare i bisogni di piante o animali, strumenti per condividere rapidamente informazioni all'interno di una comunità agricola e nuove app che consentono agli agricoltori di vendere direttamente i propri prodotti. Gli strumenti digitali possono anche essere utilizzati negli approcci agroecologici condividendo informazioni open source come i dati del suolo ottenuti tramite crowd-sourcing. Queste tecnologie avanzate possono supportare gli approcci agroecologici, rispondendo al contempo alle esigenze degli agricoltori in termini di adattabilità, prestazioni e accessibilità (Ajena, 2018). Mettere la tecnologia al servizio dell'agroecologia offre una reale opportunità di valorizzare l'agricoltura con la biodiversità, attraverso la condivisione dei dati e lo sviluppo delle conoscenze (Bellon Maurel e Huyghe, 2017).

Tre livelli di azione: azienda agricola, paesaggio e sistemi alimentari

Gli approcci agroecologici possono essere espressi come pratiche a livello aziendale che utilizzano pochi input esterni ma un'elevata agrobiodiversità; a livello di paesaggio per includere processi a scala territoriale e un'ecologia del paesaggio; nonché a livello di sistema, attraverso processi sociali e politici che supportano lo sviluppo di sistemi agroalimentari equi e sostenibili (HLPE, 2019).

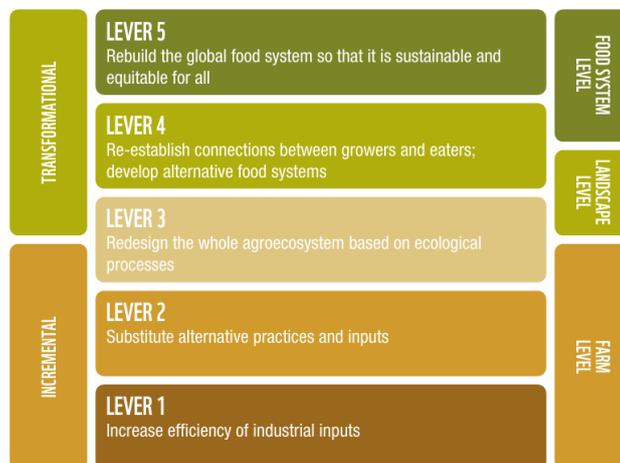


Figura 7. Approcci agroecologici operativi in cinque leve a tre livelli di azione (adattato da Gliessman 2014, 2016)

Una serie di leve interconnesse può supportare la transizione agroecologica attraverso questi diversi livelli di azione per progredire dal cambiamento incrementale a quello trasformativo. (Figura 6, adattato da Gliessman 2014, 2016).

Una transizione può iniziare a livello aziendale, a livello di paesaggio o a livello di sistema con politiche favorevoli, innovazioni tecnologiche o istituzionali che consentano agli agricoltori di cambiare (Tittonell 2014; Mier y Teran *et al.*, 2018).

Livello di azienda agricola

A livello aziendale, l'agroecologia si occupa principalmente dell'adozione di pratiche di produzione sostenibili. Molte di queste pratiche migliorano la biodiversità, migliorando al contempo la produzione alimentare. Tra queste rientrano la riduzione al minimo della perturbazione del suolo e della lavorazione, il ciclo dei nutrienti, la gestione naturale dei parassiti, la conservazione dell'acqua, la pacciamatura, l'uso di concimi organici, la rotazione delle colture, la coltivazione di copertura e di accompagnamento, la riduzione dell'uso di pesticidi sintetici e fertilizzanti minerali, la riduzione delle densità del bestiame, il pascolo gestito e all'aperto, la diversificazione delle colture, il bilanciamento dei nutrienti, il recupero e il riutilizzo e l'inclusione di elementi paesaggistici quali siepi e strisce fiorite (Oberc e Arroyo, 2020). Oltre a garantire un utilizzo sostenibile dei terreni agricoli, le pratiche agroecologiche possono essere utilizzate anche per rigenerare e riqualificare i terreni degradati (ad es., Bruil e Gubbels, 2019). Questo è di fondamentale importanza, dato che ci sono 500 milioni di ettari di terreni agricoli abbandonati e più della metà dei nostri terreni agricoli attuali è considerata degradata e quindi poco performante sia come risorsa economica che ambientale (UNFSS, 2020). Ripristinare la salute del suolo attraverso pratiche agroecologiche stimola la produzione alimentare sostenibile, riducendo la pressione per convertire più aree naturali in aree agricole. Diversi sistemi agroecologici possono anche fornire soluzioni basate sulla natura agli impatti dei cambiamenti climatici. Tali sistemi hanno dimostrato di essere in grado di resistere maggiormente agli impatti di siccità, gelate o forti piogge o persino uragani (ad es., Felix e Febles, 2020) rispetto ai sistemi monocolturali, riducendo così il rischio di fallimento dei raccolti e di insicurezza alimentare e di reddito (Wezel 2016; IPES 2016).

L'azione a livello aziendale si esprime attraverso le prime tre leve della transizione agroecologica illustrate nella Figura 7.

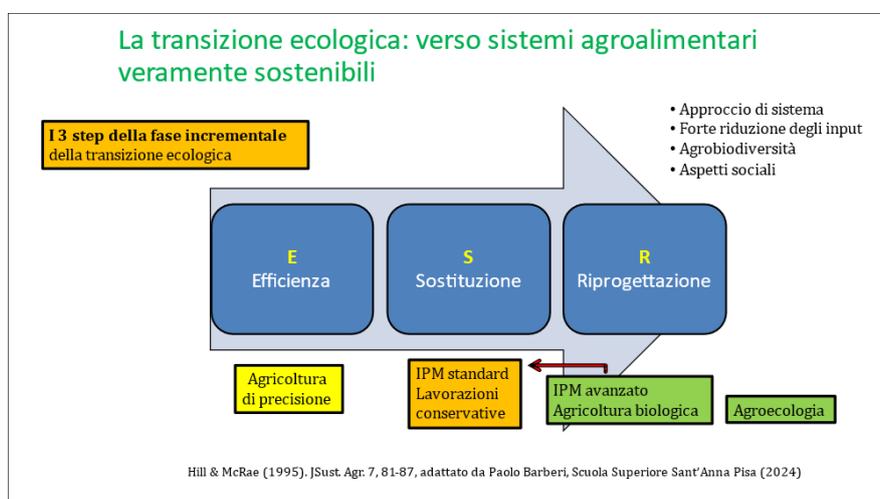


Figura 8. I tre step della transizione ecologica.

Il primo step è l'efficienza nell'uso delle risorse attraverso pratiche che riducono o eliminano l'uso di input costosi, scarsi o dannosi per l'ambiente. Il secondo step prevede la sostituzione di input convenzionali che hanno un impatto negativo sull'ambiente con l'uso di biota coesistente (come il microbioma vegetale o i nemici naturali dei parassiti) per migliorare l'assorbimento dei nutrienti delle piante, la tolleranza allo stress e le difese contro parassiti e malattie (El Mujtar, *et al.*; 2019; Kebede *et al.*, 2018). Il terzo step riguarda la completa riprogettazione dell'azienda agricola per migliorare la salute del suolo e degli animali (Figura 8).

Livello del paesaggio

Un paesaggio è un sistema socio-ecologico, il risultato dell'interazione tra natura e cultura all'interno di uno spazio geografico. Per migliorare in modo più sistematico gli impatti positivi dell'agricoltura sulla biodiversità e ridurre quelli negativi, è necessaria una prospettiva paesaggistica (ad es., Dawson *et al.*, 2019; Sayer *et al.*, 2012; Morse *et al.*, 2014; Kebede *et al.*, 2019). Paesaggi integrati, multifunzionali e "a mosaico" possono fornire cibo, mangimi, combustibile e fibre, migliorando al contempo la biodiversità, la resilienza climatica, la fornitura di servizi ecosistemici e sostenendo i bisogni e le identità delle comunità locali (OCSE 2018; HLPE 2017; Kremen e Merenlender 2018; Power, 2010). Ciò è di particolare importanza nelle aree marginali soggette a degrado ambientale ed eventi climatici estremi. Gli approcci agroecologici mirati esclusivamente al miglioramento incrementale delle pratiche di gestione a livello di azienda agricola o di prodotto finito, anziché prendere la capacità di carico dell'ecosistema come riferimento contestuale, potrebbero non essere sufficienti a realizzare risultati positivi per la natura a livello di paesaggio. Ad esempio, se l'uso dell'acqua viene ridotto a livello di azienda agricola, i flussi idrici naturali potrebbero essere ancora minacciati se il prelievo totale di acqua per uso agricolo supera i limiti ecologici di un bacino fluviale (WWF *et al.*, 2017). Una produzione positiva per la natura richiede quindi di guardare oltre i confini dell'azienda agricola per gestire la matrice del paesaggio in modo più integrato. Questo è anche correlato alla terza leva di transizione nella Figura 7: la riprogettazione dei sistemi agricoli e la promozione e il supporto di un'ampia adozione di pratiche agroecologiche nell'intero paesaggio. In questo modo, gli approcci agroecologici migliorano la biodiversità e la resilienza a livello di paesaggio integrando i siti di produzione, conservazione e consumo. Inoltre, adottare una prospettiva su scala paesaggistica consente di gestire la matrice di uso del suolo per garantire una connettività ottimale tra le aree di habitat naturale e di gestire i terreni agricoli all'interno del mosaico per fornire funzioni di habitat e corridoi per la fauna selvatica. Gli ecosistemi ben collegati e biologicamente diversi tendono a essere più resilienti ai disturbi rispetto agli ecosistemi frammentati e degradati. L'integrazione tra produzione e conservazione è ricercata nella gestione delle componenti paesaggistiche dei sistemi agricoli – dalle siepi, alle zone boschive e alle radure nelle foreste, ai corsi d'acqua, agli stagni o ad altre caratteristiche dell'ambiente produttivo favorevoli alla biodiversità - che possono fornire habitat per specie specifiche (Kremen e Merenlender, 2018; Wright *et al.*, 2012). Questi elementi possono facilitare la dispersione delle specie attraverso i corridoi e lungo le rotte migratorie, il che è particolarmente importante alla luce dei cambiamenti climatici (Driscoll *et al.*, 2013; Fagan e Holmes, 2006).

Esiste una relazione diretta tra struttura e complessità degli agroecosistemi e la presenza del numero di specie selvatiche. Agroecosistemi più poveri di specie risultano essere più instabili e fragili, maggiormente vulnerabili ai cambiamenti locali e globali. Ad una maggiore semplicità della struttura dell'agroecosistema corrisponde una riduzione del numero di specie presenti ed una

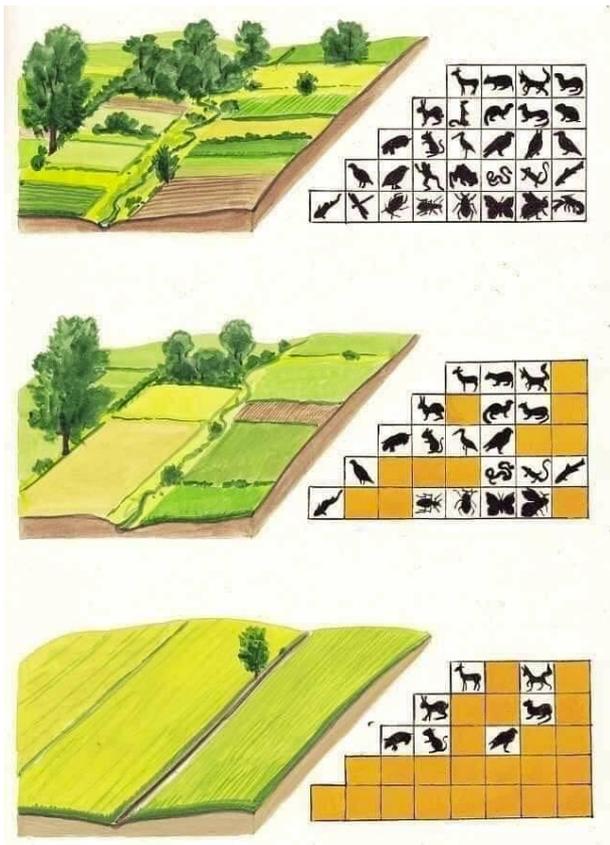


Figura 9. Relazione tra la complessità dell'agroecosistema e il numero di specie animali.

sembrano corrispondere a una corrispondente riduzione della sua resilienza. La semplificazione degli agroecosistemi, con la scomparsa degli elementi caratteristici del paesaggio rurale agrario (filari di alberi, siepi, stagni), è andata crescendo con la meccanizzazione dell'agricoltura perseguendo l'obiettivo della massimizzazione delle produzioni (Figura 9). Ogni metro quadro di terreno arabile lasciato alla natura viene considerato dalla maggioranza degli agricoltori terreno non produttivo, ignorando la produzione dei servizi ecosistemici indispensabili per l'agricoltura. Per questo la Strategia europea e la Strategia nazionale per la biodiversità indicano entrambe l'obiettivo del 10% delle aree agricole destinate alla conservazione della natura attraverso le aree EFA (*Ecological Focus Areas*). Un'area di interesse ecologico (EFA) è un'area di terreno su cui si svolgono pratiche agricole benefiche per il clima e l'ambiente. L'obiettivo principale di un'EFA è migliorare la biodiversità.

Purtroppo la semplificazione della PAC 2023-2027 ha eliminato l'obbligo della BCAA 8 (Buone Condizioni Agronomiche e Ambientali) che prevedeva di mantenere almeno il 4% delle aree a seminativi per la conservazione della natura. La futura PAC post 2027 probabilmente confermerà l'eliminazione di questi impegni ambientali della condizionalità del primo pilastro, eliminando del tutto le regole della condizionalità puntando esclusivamente sugli incentivi economici per favorire impegni volontari.

L'enfasi che l'agroecologia pone sull'allevamento di piante e animali da parte degli agricoltori, sugli scambi di semi comunitari e sulle fiere del cibo danno origine anche alla diversità di varietà, razze, identità culturali, piatti tradizionali e altre caratteristiche che arricchiscono il paesaggio (Escobar, 2010). Ciò include l'uso di razze e varietà autoctone adattate alle condizioni climatiche. Conservare le varietà tradizionali, o agrobiodiversità, è importante anche come banca del germoplasma vivente per le sfide future dell'agricoltura, inclusi i cambiamenti climatici.

Un altro modo in cui gli approcci agroecologici promuovono la resilienza del paesaggio è riducendo la dipendenza dei sistemi alimentari da input esterni (chimici), sfruttando invece le risorse disponibili nel paesaggio, ad esempio, approvvigionandosi di letame bovino dai vicini (van der Ploeg, 2008).

Gli approcci agroecologici favoriscono inoltre relazioni più strette tra chi coltiva il cibo e chi lo consuma, promuovendo i valori della biodiversità locale e dei paesaggi sani (van den Berg *et al.*, 2018). Percorsi per queste relazioni sono lo sviluppo della vendita diretta e di nuove reti alimentari alternative (Figura 7, leva 4), dai mercati agricoli, all'agricoltura sostenuta dalla comunità e ad altri accordi di marketing diretto che non solo rafforzano la biodiversità, ma sono anche più equi e giusti.

Il paesaggio è anche il luogo in cui agricoltori e comunità si confrontano con altri interessi relativi all'uso del territorio, tra cui, ad esempio, quelli dell'attività mineraria, del turismo, dei Parchi e delle Riserve naturali (WWF, 2015). Gli accordi di *governance* territoriale per l'agroecologia

possono contribuire a rafforzare i paesaggi ricchi di biodiversità (Anderson *et al.*, 2020; Van den Berg *et al.*, 2019). Tali accordi garantiscono l'esistenza di processi decisionali partecipativi per le persone che vivono in questi paesaggi e rafforzano la loro posizione negoziale nei confronti di attori potenti come governi o multinazionali. Ciò è fondamentale per ottenere risultati positivi in termini di conservazione degli ecosistemi, produzione alimentare e miglioramento dei mezzi di sussistenza (Estrada-Carmona *et al.*, 2014; Perfecto *et al.*, 2009; Polasky *et al.*, 2012). È probabile che l'attenzione dell'interazione si sposti dall'enfatizzare esigenze contrastanti alla creazione di un interesse reciproco per la gestione del paesaggio (Chatterton *et al.*, 2016; WWF *et al.*, 2015). Ciò richiede che gli agricoltori siano in grado di progettare e dare voce alle proprie soluzioni, proteggere i propri diritti, migliorare i mezzi di sussistenza e promuovere equità, giustizia e benessere sociale, in particolare per le donne. Un approccio paesaggistico può aiutare a prevenire e risolvere potenziali conflitti tra conservazione, produzione alimentare e altri interessi socio-economici (Estrada-Carmona *et al.*, 2014; Perfecto *et al.*, 2009; Polasky *et al.*, 2012).

Livello dei sistemi alimentari

È importante riconoscere che le pratiche agricole e la gestione del paesaggio si inseriscono in contesti economici e politici più ampi, che si sono evoluti nel tempo e possono essere difficili da modificare. Sostenere la transizione verso sistemi alimentari e agricoli sostenibili richiede una prospettiva a lungo termine e approcci olistici come quelli integrati nell'agroecologia. Anziché modificare le pratiche di sistemi agricoli non sostenibili, questi approcci mirano a trasformare i sistemi alimentari e agricoli, affrontando le cause profonde dei problemi. Questo è espresso nella leva 5 del modello di transizione in Figura 7.

Una trasformazione del sistema alimentare ha una portata globale. Richiede di ripensare i valori e costruire nuove relazioni ambientali e sociali attorno e oltre il cibo (Gliessman, 2016). Nutrire il mondo e salvaguardare il capitale naturale da cui dipendiamo significa principalmente migliorare l'efficienza dell'intero sistema, inclusi l'equo accesso e la distribuzione del cibo, la promozione di diete sane e sostenibili e la riduzione delle perdite e degli sprechi alimentari, piuttosto che aumentare la produzione alimentare. Un tale sistema deve essere creato attraverso un nuovo discorso, altri modelli di sviluppo della conoscenza, un accesso sicuro alle risorse naturali, una maggiore equità, scambi commerciali, mercati e sistemi di scambio appropriati (Anderson *et al.*, 2020). Ciò richiede di affrontare i blocchi sistemici del sistema attuale, un compito impegnativo ma non insormontabile.

Un prerequisito importante per la trasformazione del sistema alimentare è un passaggio a una comprensione più olistica dell'agricoltura, concentrandosi sul miglioramento e sul mantenimento della fornitura di molteplici servizi anziché sulla massimizzazione delle rese a tutti i costi. Questi molteplici servizi includono cibo sano, terreni fertili, acqua pulita, gestione del paesaggio e biodiversità, oltre a fornire mezzi di sussistenza a milioni di persone che vivono in zone rurali. Richiede inoltre un ripensamento del successo economico, che non dovrebbe essere misurato in termini di massimizzazione dei ricavi, ma di ottimizzazione della redditività, tenendo conto della riduzione dei rischi, del risparmio sui costi, della continuità delle rese e della diversificazione del reddito. Cambiare il modo in cui misuriamo il successo in agricoltura dovrebbe essere una priorità, poiché ciò influisce sulla qualità della ricerca e della conoscenza, sulla distribuzione di sussidi e investimenti e sul modo in cui le aziende vengono premiate e valutate (ad es., Buck *et al.*, 2006; Sayer *et al.*, 2017).

Il cambiamento del sistema alimentare dovrebbe basarsi sulla partecipazione, l'equità e la giustizia, che sono diritti umani fondamentali e "elementi costitutivi" della sicurezza alimentare e della nutrizione. Ciò significa affrontare la sfida cruciale dell'agricoltura e della *governance* alimentare,

in modo che le decisioni che plasmano il sistema alimentare siano influenzate non solo dagli interessi acquisiti di pochi attori potenti, ma coinvolgano anche un'ampia partecipazione, inclusa quella degli operatori e dei beneficiari dell'agroecologia.

Garantire l'accesso alle risorse naturali, alla proprietà fondiaria e ai diritti di proprietà per i produttori alimentari agroecologici è fondamentale. Una parte importante di questa sfida consiste nell'affrontare la competizione per la terra e altre risorse naturali tra la produzione di mangimi per il bestiame e la produzione di cibo per le persone. Passando a un sistema in cui l'allevamento converte prevalentemente i sottoprodotti del sistema alimentare e le risorse erbacee in cibo e letame di valore, l'allevamento può contribuire in modo significativo all'approvvigionamento alimentare umano, riducendo al contempo l'impatto ambientale dell'intero sistema alimentare. Convertendo questi cosiddetti mangimi a basso costo-opportunità, gli animali da allevamento riciclano nel sistema alimentare biomassa e nutrienti che altrimenti andrebbero persi. Allevare animali secondo questo paradigma circolare richiede una transizione dall'attuale sistema alimentare lineare a uno circolare (Van Zanten *et al.*, 2019). Ciò comporterà l'eliminazione di diversi blocchi del sistema attuale, introducendo, ad esempio, prezzi reali, abolendo i sussidi che permeano le attuali pratiche insostenibili nel settore zootecnico e aumentando le tasse sull'uso di risorse finite e di mangimi che competono con il cibo.

Una trasformazione del sistema alimentare richiede inoltre il rafforzamento dell'ambiente favorevole affinché gli agricoltori possano passare ad approcci agroecologici, nonché la sperimentazione e la promozione di nuovi modelli aziendali che supportino le pratiche agroecologiche e garantiscano i mercati. I costi di transizione e di investimento rappresentano spesso un ostacolo importante per gli agricoltori. Ci vuole tempo prima che il sistema trasformato offra rendimenti sufficienti a bilanciare gli investimenti. Per superare questo periodo di transizione, è necessario sviluppare e supportare modelli di business alternativi attraverso politiche abilitanti, incentivi e regolamentazioni di mercato. Soprattutto durante la transizione da un sistema di agricoltura intensiva, l'applicazione di approcci agroecologici potrebbe comportare una diminuzione (temporanea) delle rese o del reddito e rischi e costi aggiuntivi, mentre i benefici ecologici ed economici richiederanno tempo per essere conseguiti.

Agricoltura rigenerativa: la visione del WWF

L'agricoltura rigenerativa viene oggi proposta come la soluzione per ottenere sistemi agroalimentari sostenibili ma, mancando una definizione formale, scientifica, chiara e condivisa, il termine è soggetto a interpretazioni molto diverse tra i vari attori del settore, con un elevato rischio di *greenwashing*. Sebbene vi sia una convergenza generale sugli obiettivi, come il miglioramento della salute del suolo e degli agroecosistemi, questi elementi da soli non bastano a delineare un modello di agricoltura rigenerativa pienamente coerente con i principi dell'agroecologia. Per il WWF l'agricoltura rigenerativa può essere considerata come una tappa del processo trasformativo dei sistemi agroalimentari verso modelli più sostenibili, un processo che può essere graduale o repentino restando funzionale ad una giusta transizione ecologica dell'agricoltura. Diventa *greenwashing* quando l'uso del termine "rigenerativo" è utilizzato, in modo fuorviante, per mascherare pratiche agricole dannose per l'ambiente e le persone. I tempi e le modalità della transizione ecologica dell'agricoltura possono essere diversi in relazione alla scala territoriale e alla complessità del sistema agroalimentare. Una singola azienda agricola può realizzare, più o meno agevolmente, una trasformazione rapida, come avviene di norma con la conversione di una azienda agricola convenzionale al biologico applicando i disciplinari della normativa di riferimento. La trasformazione di una filiera alimentare industriale, anche per una sola materia prima, o la transizione ecologica a scala di paesaggio, con il coinvolgimento di molte aziende agricole, spesso

centinaia a volte migliaia di aziende, può richiedere invece tempi lunghi passando attraverso le varie fasi e livelli della transizione, in alcuni casi con risultati comunque parziali per quanto migliorativi rispetto alla sostenibilità ambientale e sociale. La sfida è riuscire a coinvolgere il maggior numero possibile di agricoltori e altri attori delle filiere in processi trasformativi verso una sempre maggiore sostenibilità, definendo specifici percorsi diversi in relazione ai diversi contesti ambientali, sociali ed economici. Vari approcci all'agricoltura rigenerativa si focalizzano sulla dimensione ambientale della sostenibilità, che include temi come migliorare e potenziare la salute del suolo, ottimizzare la gestione delle risorse, alleviare il cambiamento climatico, migliorare il ciclo dei nutrienti e la qualità e la disponibilità dell'acqua. Pochi approcci all'agricoltura rigenerativa comprendono anche una dimensione socioeconomica per migliorare la salute umana e migliorare la prosperità economica delle comunità rurali.

Per il WWF l'agricoltura rigenerativa si basa sul ripristino e la conservazione della salute del suolo, con l'obiettivo di migliorare e contribuire al mantenimento di molteplici servizi ecosistemici - di approvvigionamento, regolamentazione e supporto - contribuendo così al miglioramento non solo ambientale, ma anche sociale ed economico della produzione agroalimentare. Le attività del WWF per una autentica transizione ecologica cercano di rafforzare l'allineamento tra tutte le parti interessate sui principi fondamentali alla base degli approcci alla trasformazione dei sistemi agroalimentari, vale a dire l'agroecologia, l'agricoltura rigenerativa e le soluzioni positive per la natura. Il WWF ritiene che questi tre approcci possano essere complementari. Ampliando la definizione di agricoltura rigenerativa, per includere elementi essenziali dell'agroecologia e dei modelli di approccio positivo per la natura, possiamo allineare i diversi attori su obiettivi comuni e catalizzare i cambiamenti necessari al nostro sistema agroalimentare. L'agricoltura rigenerativa si basa generalmente sull'impegno a rivitalizzare la salute del suolo attraverso pratiche a basso impatto come colture di copertura, pascolo a rotazione e bassa o nulla lavorazione del terreno. L'adozione di pratiche rigenerative può migliorare il rapporto tra produzione alimentare e natura, riducendo l'erosione del suolo, aumentandone la biodiversità e riducendo anche l'uso di input chimici sintetici. Il concetto è stato accolto da molti nel settore privato portando a investimenti significativi e a partenariati pubblico-privati che dovrebbero essere ampliati e rafforzati.

Tuttavia, molti sostenitori dell'agricoltura rigenerativa si sono spesso concentrati sulle pratiche a livello di campo per migliorare la salute del suolo, sopravvalutando il sequestro del carbonio e, in particolare, il potenziale di mitigazione dei cambiamenti climatici. Questa focalizzazione ristretta ha relegato ai margini altre importanti dimensioni del cambiamento dei sistemi alimentari tra cui la natura e l'agrobiodiversità; la gestione delle risorse naturali, di terra e acqua, l'adattamento climatico e resilienza; infine considerazioni socioeconomiche quali equità, giustizia e accesso alle risorse finanziarie pubbliche e investimenti privati. È su questi temi che l'integrazione dell'agroecologia e delle soluzioni positive per la natura saranno fondamentali per orientare una corretta definizione dell'agricoltura rigenerativa e l'individuazione delle azioni prioritarie per la sua attuazione in campo alle diverse scale, azienda, paesaggio e sistema alimentare.

L'agroecologia include molti elementi che l'agricoltura rigenerativa non considera esplicitamente, come approcci critici come la circolarità e la gestione delle risorse idriche, nonché l'integrazione di considerazioni umane e sociali nei sistemi alimentari sostenibili. Oltre all'agroecologia, anche le soluzioni che rispettano la natura dovrebbero ispirare gli sforzi per ampliare l'adozione dell'agricoltura rigenerativa. È evidente che la futura vitalità dei nostri sistemi agroalimentari richiede che siano guidati dagli interessi e fabbisogni della natura e che esista una chiara relazione tra questi diversi approcci. Implementando soluzioni basate sulla natura, i sistemi alimentari possono fornire simultaneamente cibo, mangimi, carburante e sostenere gli habitat selvatici e le funzioni di corridoi che migliorano la biodiversità, la resilienza climatica e i servizi ecosistemici. Un quadro per l'agricoltura rigenerativa che incorpori principi agroecologici e positivi per la natura è necessario perché insieme danno priorità alla protezione e al ripristino degli ecosistemi naturali,

della biodiversità e mantenimento del benessere umano. Insieme, possono ispirare e accelerare la trasformazione del sistema agroalimentare. L'approccio del WWF alla trasformazione del sistema agroalimentare è radicato nella convinzione fondamentale che la salute del Pianeta, degli esseri umani e i mezzi di sussistenza sono interconnessi. Facendo leva sui 13 principi e sui 10 elementi dell'agroecologia e sulle soluzioni basate sulla natura, questa convinzione può concretizzarsi in una comprensione più olistica dell'agricoltura rigenerativa.

Siccità, inondazioni e altri eventi meteorologici estremi, sempre più frequenti, mettono a repentaglio gli sforzi per migliorare i livelli di sostanza organica del suolo. Dare priorità alla salute del suolo può aumentare la produttività di colture e foraggi, contribuire a migliorare la resilienza di agricoltori e allevatori, migliorare la sicurezza alimentare e proteggere la qualità dell'acqua e le scarse risorse idriche. Queste problematiche richiedono il coinvolgimento di un'ampia gamma di stakeholder per attuare e divulgare l'agricoltura rigenerativa e catalizzare azioni che portino ai risultati desiderati. Per raggiungere questo obiettivo, il WWF ha sviluppato una roadmap per l'agricoltura rigenerativa, al fine di orientare il suo ruolo nella trasformazione dei sistemi agroalimentari, basandosi sul buon lavoro già svolto in tutto il mondo.

Il WWF è impegnato nel creare le condizioni per la collaborazione tra diversi settori, con Enti pubblici, istituzioni finanziarie e attori del settore privato grandi e piccoli, in particolare quelli dei settori agroalimentare e tessile, per contribuire a raggiungere gli obiettivi globali per i sistemi agroalimentari delineati negli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG) delle Nazioni Unite, nell'Accordo di Parigi, nel Quadro globale sulla biodiversità di Kunming-Montreal, nelle due strategie del Green Deal dell'Unione europea (Farm to Fork e Biodiversità 2030). Il WWF continuerà per questo a promuovere investimenti pubblici e privati in innovazione, ricerca e supporto tecnico e formativo per gli agricoltori e gli altri attori del sistema agroalimentare; cambiamenti nelle politiche pubbliche come la Politica Agricola Comune dell'Unione europea, che favoriscano l'adozione di pratiche sostenibili a livello agricolo e di allevamento, in modo da garantire la connessione tra i diversi paesaggi; investimenti in infrastrutture lungo tutte le filiere; una equa distribuzione dei profitti lungo la catena del valore, per garantire cibo accessibile e nutriente ad un giusto prezzo per tutta l'umanità. Questo cambiamento non avverrà dall'oggi al domani, ma il WWF si impegna a coinvolgere il maggior numero possibile di partner in questa transizione agroecologica. Costruire un sistema agroalimentare migliore è possibile, se lo facciamo insieme e rapidamente.

2. Importanza della salute del suolo

La salute del suolo è fondamentale per la vita sul nostro Pianeta e per l'agricoltura sostenibile. Il suolo, infatti, sta alla base dei sistemi agro-alimentari e, oltre a rappresentare il substrato fondamentale per la produzione agraria, svolge un ruolo essenziale per l'ottenimento di numerosi servizi ecosistemici, quali la fornitura di acqua potabile, la resilienza al cambiamento climatico e il sostentamento della biodiversità mediante la sua funzione di habitat (Schulte *et al.*, 2014).

Purtroppo, la salute del suolo è in uno stato precario; nell'Unione europea si stima che una quota variabile tra il 60 e il 70% dei suoli non sia in buone condizioni di salute (Commissione europea, 2022), per cause direttamente o indirettamente dipendenti dall'azione umana, come lo sfruttamento eccessivo, una cattiva gestione e l'inquinamento. Il suolo è una risorsa fondamentale ma fragile, il cui tasso di rinnovamento si misura su una scala temporale di secoli, ma che può essere distrutto da un singolo evento estremo, come quelli sempre più frequenti legati al cambiamento climatico, spesso esacerbati da una gestione intensiva e semplificata dei terreni agricoli.

Fortunatamente, la consapevolezza della funzione chiave che il suolo e la sua biodiversità (che rappresenta il 25% della biodiversità totale sulla Terra; Commissione europea, 2022) ricoprono per la salute dell'agricoltura e dell'intero Pianeta sta aumentando, creando lo spazio per importanti iniziative normative a livello globale e continentale. In questo contesto, il quadro generale di riferimento è quello identificato dai 17 obiettivi di sviluppo sostenibile per il 2030 enunciati dalle Nazioni Unite nel 2015 (United Nations, 2015). Tra questi, quattro sono direttamente collegati alla salute del suolo: gli obiettivi 6 (acqua potabile e igiene), 12 (produzione e consumo responsabile), 13 (azioni per il clima) e 15 (vita sulla terra); ma molti altri, tra cui l'obiettivo 2 (fame zero) sono fortemente dipendenti dalla qualità e salute del suolo. Le attuali politiche europee, a partire dal Green Deal promosso dalla Commissione europea, sono fortemente ispirate dai 17 obiettivi globali di sostenibilità, che, per quanto riguarda i sistemi agro-alimentari, sono principalmente inquadrati nelle due strategie di accompagnamento *Farm to Fork* e *Biodiversity 2030*, in cui l'importanza di migliorare la salute del suolo emerge in tutta la sua centralità. Questo aspetto è ulteriormente ribadito dalla nuova strategia europea per il suolo, *EU Soil Strategy for 2030*, lanciata dalla Commissione europea il 17 novembre 2021 e strettamente collegata alle altre due strategie, alla strategia *Adaptation to Climate Change* e al piano d'azione *Zero Pollution*, in cui la riduzione delle perdite di nutrienti e dell'uso di pesticidi assume un ruolo importante (Commissione europea, 2021). L'obiettivo della strategia europea sul suolo è di riconoscere a questa risorsa lo stesso livello di protezione normativa già riservato alla qualità dell'aria e dell'acqua. A questo riguardo, il 5 luglio 2023 la Commissione e il Consiglio europeo hanno presentato una proposta di direttiva sul monitoraggio del suolo e la resilienza (Normativa sul monitoraggio del suolo; Commissione europea, 2023). Tra le diverse altre azioni previste nella strategia europea sul suolo troviamo lo sviluppo di indicatori sulla salute del suolo, un certificato di salute del suolo, da produrre obbligatoriamente nel caso di transazione di terreni, la promozione del *Carbon Farming*, attraverso un'iniziativa dedicata che comprenda pratiche di gestione sostenibile del suolo come l'agricoltura rigenerativa e l'agroforestazione, la promozione dell'economia circolare e del riuso della terra a scopi agricoli, e la riduzione della desertificazione.

Questo ingente sforzo dal punto di vista normativo sta trovando adeguata corrispondenza negli indirizzi programmatici della ricerca a scala europea. Nell'ultimo decennio, il numero di progetti di ricerca focalizzati sul suolo finanziati con fondi comunitari è aumentato considerevolmente e i temi legati alla salute del suolo sono stati molto presenti nei bandi dei programmi quadro Horizon 2020 e Horizon Europe dedicati all'agricoltura. A ulteriore riprova di ciò, il suolo rappresenta il tema di una specifica *Mission* di Horizon Europe, nuovo strumento di finanziamento per il periodo 2021-2027 che mira a sviluppare soluzioni concrete ai grandi problemi della società per il 2030, attraverso la collaborazione tra ricercatori e diversi attori, compresi i cittadini. La Missione Suolo, denominata *A Soil Deal for Europe*, consta di 8 obiettivi: ridurre la desertificazione, conservare lo stock di sostanza organica, ridurre la compattazione e favorire il riuso di suoli urbani, ridurre l'inquinamento e promuovere il recupero del suolo, prevenire l'erosione, migliorare la struttura e aumentare la biodiversità, ridurre l'impronta globale sul suolo nell'UE e migliorare le conoscenze sul suolo nella società (Commissione europea, 2022). La Missione Suolo rappresenta anche un'iniziativa bandiera per una visione a lungo termine dello sviluppo delle aree rurali e intende creare 100 tra *living lab* e *lighthouses*. I *living lab* ("laboratori viventi") sono territori in cui pratiche innovative e virtuose di gestione del suolo verranno co-create e testate in diversi siti sperimentali in condizioni reali attraverso la collaborazione tra diversi attori quali ricercatori, agricoltori, forestali, pianificatori e gestori territoriali, organizzazioni non governative e cittadini. I *lighthouses* ("fari") sono invece singoli siti (ad es., un'azienda o un parco) dove le buone pratiche verranno realizzate e diffuse attraverso la collaborazione tra ricercatori e gestori del sito.

È, quindi, evidente che il contesto attuale, specialmente a livello europeo, è estremamente favorevole allo sviluppo di modelli di agricoltura rigenerativa a supporto di sistemi agro-alimentari sempre più sostenibili.

3. Diversificazione dei sistemi colturali e servizi ecosistemici

La salute e la funzionalità del suolo dipendono strettamente dal suo livello di biodiversità e quindi dall'adozione di pratiche colturali che siano in grado di preservarlo o incrementarlo (Bàrberi e Antichi, 2023; Ferris e Tuomisto, 2015). Un suolo agrario in salute è non solo in grado di supportare adeguatamente la produzione delle colture e, di conseguenza, degli allevamenti, ma anche di fornire una serie di servizi ecosistemici, alcuni dei quali sono direttamente o indirettamente collegati all'ottenimento di una produzione vegetale e animale sostenibile. Il concetto chiave che sta alla base dell'approccio agroecologico e dell'agricoltura rigenerativa è che, attraverso la diversificazione dei sistemi colturali e, più in generale, dell'agroecosistema a diverse scale spaziali e temporali, è possibile massimizzare le interazioni positive tra le componenti dell'agrobiodiversità e ottenere produzioni adeguate e stabili minimizzando l'uso di input esterni e preservando le risorse ambientali. Al fine di comprendere come questo possa avvenire, è necessario chiarire le relazioni fondamentali tra biodiversità, gestione agroecologica/rigenerativa e salute del suolo.

Fino al 1990 non era stato pubblicato alcun articolo di portata internazionale su agricoltura e biodiversità. Un forte impulso iniziale a questo campo di ricerca è stato dato dall'istituzione della Convenzione sulla Diversità Biologica (CBD) delle Nazioni Unite, avvenuta durante il summit sulla Terra di Rio de Janeiro del 1992 come risposta alle crescenti preoccupazioni per l'ambiente su scala planetaria. In quegli anni, l'importanza della conservazione della biodiversità per fornire servizi all'agroecosistema era ancora largamente sottovalutata, anche se apparvero i primi lavori che evidenziavano il ruolo della biodiversità dei biota del suolo (ad es., i microartropodi) per il miglioramento della qualità del suolo e del ciclo dei nutrienti (Crossley *et al.*, 1992; Hendrix *et al.*, 1992). Nel decennio successivo, l'intensificazione agricola e il cambiamento di destinazione d'uso del suolo con l'espansione dell'agricoltura su larga scala sono emerse come le principali cause di perdita della biodiversità e dei servizi a essa associati (Foley *et al.*, 2005). Questi cambiamenti spesso aumentano la vulnerabilità degli agroecosistemi a causa della diminuzione della fertilità del suolo e della disponibilità di acqua. Un'altra conseguenza del cambiamento d'uso del suolo guidato dall'agricoltura industriale è stato il progressivo abbandono dei terreni agricoli marginali, con gravi impatti negativi sulla biodiversità, sull'ambiente e sulla vitalità socioeconomica dei territori (MacDonald *et al.*, 2000).

Tra i primi studi che hanno evidenziato con chiarezza l'importanza della biodiversità e della gestione agricola a bassa intensità per mantenere o aumentare la qualità del suolo si annoverano quelli di Kennedy e Smith (1995) sulla diversità microbica del suolo, di Barea *et al.* (2005) sui sinergismi microbici nella rizosfera, di Jeffreys *et al.* (2003) sui funghi micorrizici arbuscolari e di Mäder *et al.* (2002) sul ruolo dell'agricoltura biologica per preservare la biodiversità del suolo e i servizi ecosistemici a essa associati.

Il crescente interesse per l'agrobiodiversità a livello mondiale ha spinto la Conferenza delle Parti della CBD ad adottare un programma di lavoro dedicato all'agrobiodiversità nel 2000, nel quale una delle tre iniziative trasversali riguarda la biodiversità del suolo. Un anno dopo, l'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE) organizzò un incontro di esperti sugli indicatori di agrobiodiversità, il cui documento di base ha illustrato le tre componenti

chiave dell'agrobiodiversità (diversità genetica, di specie e di habitat/ecosistema), riprendendo e ampliando la definizione della CBD (Parris, 2001). Tutte queste attività e risultati hanno alimentato il *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) e contribuito all'esplosione della ricerca sulla biodiversità e sui servizi agroecosistemici, tuttora in corso. Il MEA è stato un enorme esercizio di ricerca volto a valutare le conseguenze del cambiamento degli ecosistemi sul benessere umano che, dal 2001 al 2005, ha coinvolto circa 1.360 esperti in tutto il mondo, i cui sforzi hanno prodotto una serie di rapporti con una valutazione scientifica all'avanguardia dello stato e delle tendenze degli ecosistemi mondiali e dei servizi a essi associati. Oltre a ciò, il MEA ha anche fornito la base scientifica per azioni volte alla conservazione e all'uso sostenibile degli ecosistemi. Una pietra miliare emersa dal MEA è stata la classificazione dei servizi ecosistemici in quattro categorie: di supporto, di fornitura, di regolazione e culturali (*Millennium Ecosystem Assessment*, 2005), per lungo tempo utilizzate come riferimento e recentemente adattate nella versione 5.1 della *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES) (Haines-Young e Potschin, 2018).

Il MEA ha causato un'esplosione dell'interesse per lo studio delle relazioni tra biodiversità e servizi ecosistemici (la cosiddetta "biodiversità funzionale"), tuttora in atto. Queste ricerche hanno evidenziato che, sebbene sia generalmente riconosciuto ai sistemi più diversificati, come l'agricoltura biologica, di essere in grado di fornire più servizi ecosistemici (Kremen e Miles, 2012; Reganold e Wachter, 2016), l'entità di questo effetto dipende fortemente dal contesto e dai servizi presi in esame. Ad esempio, ci si aspettano maggiori guadagni nei servizi legati alla biodiversità in terreni a bassa fertilità o degradati rispetto a quelli fertili, come dimostrato ad esempio per il ciclo del carbonio (C) e dell'azoto (N) mediato dalla composizione funzionale delle piante (Fornara e Tilman, 2008). Questo può essere spiegato in termini più generali dalla classica relazione asintotica tra l'aumento della biodiversità (funzionale) e la risposta nella fornitura di servizi ecosistemici, dimostrata da Bengtsson (1998) e Tilman *et al.* (2001).

Una domanda chiave per la ricerca sull'agrobiodiversità è quanta biodiversità sia necessaria per ottenere una quantità significativa di servizi ecosistemici. In generale, l'abbondanza di specie generaliste associate a un determinato servizio sembra più importante della diversità delle specie per determinare l'entità della fornitura del servizio. Questo è stato dimostrato per gli impollinatori, ma si pensa che sia un modello ecologico generale applicabile anche ad altri servizi (Winfree *et al.*, 2015).

La quantificazione dei servizi ecosistemici in termini economici è importante per convincere sia gli agricoltori che i responsabili politici a investire in misure mirate di conservazione della biodiversità. Ad esempio, il valore della produzione agricola direttamente associata all'impollinazione animale è stato stimato in 153 miliardi di euro, pari al 9,5% del valore totale della produzione alimentare mondiale nel 2005 (ISPRA, 2020). Complessivamente, si stima che nell'Unione europea i seminativi e le colture foraggere possano fornire circa 76 miliardi di €/anno in servizi ecosistemici e che l'arresto dei fenomeni di degradazione del suolo porterebbe a ulteriori benefici economici, pari a 1,2 trilioni di €/anno (Newton *et al.*, 2020).

In quest'ottica, dimostrare che i sistemi di coltivazione e di allevamento diversificati forniscono servizi ecosistemici mantenendo o aumentando la resa e la redditività delle colture sarebbe una spinta importante allo sviluppo di politiche mirate all'agrobiodiversità. Risultati sempre più evidenti dimostrano che questo obiettivo è realizzabile. Due recenti metanalisi di secondo livello hanno dimostrato che, rispetto ai corrispondenti sistemi non diversificati, quelli più diversificati (ad es. con avvicendamenti più lunghi, inserimento di colture di copertura o consociazioni, utilizzo di ammendanti organici, oltre a sistemi agroforestali e di agricoltura biologica) hanno una maggiore probabilità di fornire al contempo maggiori produzioni e più servizi ecosistemici (Tamburini *et al.*, 2020; Beillouin *et al.*, 2021). Ad esempio, nel lavoro di Tamburini *et al.* (2020), focalizzato sui seminativi, questo effetto *win-win* è stato evidenziato nel 63% dei casi esaminati. È

interessante notare come i servizi ecosistemici legati alla salute del suolo (ad es. fertilità, ciclizzazione dei nutrienti, sequestro del carbonio) fossero sistematicamente migliorati nei sistemi diversificati, mentre meno chiaro è apparso l'effetto sulla riduzione dei gas a effetto serra. Senza ombra di dubbio, una maggiore adozione di pratiche rigenerative del suolo in sistemi diversificati permetterebbe di migliorare anche la fornitura di questo servizio. Non va infatti dimenticato che una gestione rispettosa della biodiversità ha un enorme potenziale per migliorare il ciclo del carbonio nel suolo, con evidenti effetti positivi non solo sulla crescita delle colture (Powlson *et al.*, 2011), ma anche sulla mitigazione dei cambiamenti climatici (Lal *et al.*, 2007).

In generale, la biodiversità del suolo conferisce stabilità agli stress abiotici e alle perturbazioni, anche se i meccanismi non sono ancora stati del tutto chiariti. Lo stress biotico delle colture (ad es., l'attacco di patogeni presenti nel suolo) può essere alleviato dalla diversità microbica del suolo, in combinazione con una corretta gestione (Brussaard *et al.*, 2007). Inoltre, i funghi arbuscolari-micorrizici svolgono un ruolo chiave come "ingegneri agroecologici" per la fornitura di servizi come l'efficienza nell'uso dei nutrienti (principalmente N e P) e dell'acqua in molti agroecosistemi (Gianinazzi *et al.*, 2010). Anche la fauna del suolo, come i lombrichi, svolge una funzione molto importante a supporto di numerosi servizi ecosistemici, ottenuti grazie al loro effetto positivo sulla struttura del suolo (Blouin *et al.*, 2013).

Migliorare la salute del suolo è un ottimo strumento per ottenere servizi ecosistemici multipli in agricoltura. Questi "pacchetti" (*bundle*) di servizi ecosistemici (Raudsepp-Hearne *et al.*, 2010) favorirebbero la transizione da un'agricoltura di tipo produttivista a sistemi di coltivazione e di allevamento basati sulla fornitura di servizi, con una dipendenza minima da fattori produttivi non rinnovabili basati su combustibili fossili. Lo sviluppo e la messa a punto di tali pratiche in base al contesto operativo costituiscono la spina dorsale dei paradigmi emergenti per la progettazione di sistemi alimentari e agricoli sostenibili, come l'agroecologia (Wezel *et al.*, 2009), la "intensificazione ecologica" (Bommarco *et al.*, 2013; Tittone, 2014) e la "agricoltura basata sulla biodiversità" (Kremen e Miles, 2012), tutti approcci in cui la rigenerazione del suolo assume un'importanza fondamentale. Sistemi di coltivazione basati sulle leguminose (Jensen *et al.*, 2012), le colture intercalari (Brooker *et al.*, 2015) e l'agroforestazione (Jose, 2009; Tschardt *et al.*, 2011) sono ottimi esempi di pratiche in grado di fornire molteplici servizi ecosistemici.

Una tendenza interessante e più recente nella ricerca sulla biodiversità funzionale è l'aumento degli studi interdisciplinari. Gli scienziati della biodiversità stanno diventando consapevoli dell'importanza di studiare le interazioni tra gli organismi a diversi livelli trofici per evidenziare le opportunità di ottenere molteplici servizi agroecosistemici o un migliore equilibrio tra servizi e disservizi. Un buon esempio di tali ricerche è la sintesi dello *Jena Experiment*, uno studio tedesco a lungo termine volto a indagare gli effetti della diversità vegetale sul ciclo dei nutrienti del suolo e sulle interazioni trofiche (Weisser *et al.*, 2017).

Un aspetto caratterizzante la biodiversità funzionale, ovvero "quella parte della biodiversità totale composta da gruppi di elementi (a livello di geni, specie o habitat) che forniscono lo stesso servizio (agro)ecosistemico, influenzata dalla diversità all'interno dei gruppi" (Moonen e Bàrberi, 2008) è che una "funzione" positiva o negativa non può etichettare in modo inequivocabile un dato elemento di agrobiodiversità, il cui ruolo può cambiare drasticamente a seconda del contesto. Ad esempio, il rovo (*Rubus fruticosus* L.) può essere considerato una coltura, una pianta invasiva, un frangivento, un elemento seminaturale che supporta parassiti o artropodi utili, e un elemento paesaggistico piacevole o sgradevole a seconda del contesto e della percezione umana. Questa rappresenta un elemento essenziale dell'analisi del contesto e deve essere enucleata attraverso metodi di ricerca-azione partecipativa. Una volta compreso che i (dis)servizi legati alle componenti dell'agrobiodiversità sono strettamente dipendenti dal contesto, ne consegue che una chiara definizione del contesto, dei suoi obiettivi e delle sue priorità dovrebbe essere un passo preliminare

fondamentale (i) in qualsiasi studio o progetto sull'agrobiodiversità funzionale. I passi logici successivi in questo processo dovrebbero essere (ii) l'identificazione dei servizi prioritari nel contesto dato, (iii) l'assemblaggio del gruppo o dei gruppi funzionali, cioè la gamma di elementi (a livello di geni, specie o habitat) disponibili nel contesto che sono potenzialmente in grado di fornire il servizio o i servizi *target*, (iv) la creazione di una lista ristretta di indicatori in grado di evidenziare l'effettiva fornitura del servizio o dei servizi da parte degli elementi scelti una volta implementati, con il suggerimento della scala spaziale e temporale più appropriata (Bàrberi e Moonen, 2020).

Negli studi sull'agrobiodiversità funzionale, un'altra questione cruciale è se la fornitura di servizi può essere ottenuta più facilmente con l'inclusione di un elemento (ad es., una specie vegetale) che possiede un singolo tratto funzionale molto efficace o con l'inclusione di più elementi che possiedono tratti complementari. In altre parole, quanto è importante la diversità dei tratti funzionali nel fornire i servizi agroecosistemici desiderati? In pratica, ci sono vari modi in cui l'agrobiodiversità funzionale può essere utilmente inclusa negli agroecosistemi. Collegare, ad esempio, i tratti delle colture ai servizi agroecosistemici potrebbe facilitare l'identificazione di opzioni concrete per gli agricoltori e i responsabili politici.

Ad oggi, la maggior parte della letteratura scientifica sulla biodiversità funzionale negli agroecosistemi è polarizzata: gli studi si concentrano su come gestire l'agricoltura per proteggere o migliorare la biodiversità generale o le specie/habitat bersaglio (agricoltura per la biodiversità; A per B), oppure su come utilizzare la biodiversità per fornire servizi ecosistemici direttamente o indirettamente correlati alla produzione agricola (biodiversità per l'agricoltura; B per A) (Bàrberi *et al.*, 2010). Sebbene in linea di principio non vi sia nulla di sbagliato in questo duplice approccio, il rischio di tale polarizzazione è quello di esacerbare la competizione tra interessi contrastanti e di favorire l'acrimonia nel dibattito scientifico, allontanando le persone da quello che dovrebbe essere l'obiettivo primario dell'agricoltura sostenibile: fornire cibo sufficiente e di buona qualità a tutti sostituendo gli input esterni con servizi agroecosistemici guidati dalla biodiversità, proteggendo al contempo le risorse naturali e la biodiversità generale. Questa è la natura stessa dell'approccio agroecologico alla produzione agricola (si veda, ad es., Wezel *et al.*, 2009), che sottolinea l'importanza di gestire gli agroecosistemi in modo da fornire beni (B per A) proteggendo l'ambiente (A per B). In altre parole, la gestione degli agroecosistemi dovrebbe mirare a fornire molteplici servizi agroecosistemici, compresa la protezione della biodiversità generale e di altri servizi culturali, cioè dovrebbe mirare a un'agricoltura "multifunzionale" (Renting *et al.*, 2009). Fortunatamente, ci sono segnali che indicano che la ricerca si sta orientando sempre più verso l'ottenimento di molteplici servizi agroecosistemici dalla biodiversità funzionale, favorendo le sinergie e minimizzando i *trade-off* tra i servizi (Sutter *et al.*, 2018).

La conservazione della biodiversità funzionale dipende in larga misura dalla gestione delle colture e dei sistemi agricoli. A questo proposito, nonostante le variazioni dovute alle condizioni ambientali locali, l'intensità di gestione sembra più importante del tipo di sistema agricolo (ad es., biologico o convenzionale), come è stato osservato per lombrichi e funghi (Spurgeon *et al.*, 2013) e per l'entomofauna (Costa *et al.*, 2012; Gkisakis *et al.*, 2016). Ridurre l'intensità di gestione attraverso pratiche di agricoltura rigenerativa rappresenta pertanto un ottimo approccio alla conservazione della biodiversità funzionale negli agroecosistemi.

4. Similitudini e differenze tra agricoltura conservativa e agricoltura rigenerativa

Tra le pratiche virtuose che puntano a migliorare la qualità dei suoli agricoli assumono un ruolo centrale l'agricoltura conservativa e l'agricoltura rigenerativa. Entrambe hanno come obiettivo il miglioramento della salute del suolo attraverso una combinazione di pratiche di gestione che esaltino la capacità di accumulo di carbonio (*carbon sink*) da parte del suolo. Il suolo rappresenta il mezzo con la più grande capacità di stoccaggio del carbonio sull'intero Pianeta; si stima infatti che all'incirca il 75-80% del carbonio organico totale nella biosfera terrestre, esclusi i combustibili fossili, sia immagazzinato nel suolo, mentre il restante 20-25% sia fissato nella vegetazione (Smith, 2012). Pertanto, i suoli a uso agricolo, che in Europa ammontano a circa il 50% delle terre emerse, hanno un enorme potenziale di contribuire agli obiettivi di zero emissioni nette di gas serra per il 2050, se opportunamente gestiti.

Secondo la definizione FAO, l'agricoltura conservativa è un approccio alla produzione agraria economicamente sostenibile che mira a conservare le risorse naturali, ottenendo al contempo rese elevate e durevoli e la conservazione dell'ambiente (Hobbs, 2007). Lo scopo è quello di attivare i processi biologici naturali nel suolo e sopra il suolo, riducendo al minimo le lavorazioni meccaniche e utilizzando input esterni (ad es. i fertilizzanti sintetici od organici e pesticidi) in maniera ottimale, tale da non interferire con i suddetti processi biologici. L'agricoltura conservativa si basa sull'integrazione di tre principi base:

- apporre il minimo disturbo meccanico al suolo;
- realizzare una copertura vegetale permanente;
- impiegare avvicendamenti colturali diversificati (nelle colture annuali) o associazioni vegetali (nelle colture perenni).

È bene rimarcare che, nonostante la definizione FAO sia molto chiara sulla necessità di integrare questi tre principi, diversi ricercatori, agricoltori e tecnici hanno spesso identificato l'agricoltura conservativa con l'esclusiva applicazione di tecniche di lavorazione ridotta o di non lavorazione, spesso abbinate all'uso del glifosato in sistemi di colture transgeniche resistenti all'erbicida (Nalewaja, 2003). Questa interpretazione ha travisato completamente le intenzioni dell'agricoltura conservativa, portando di fatto alla semplificazione dei sistemi colturali invece che alla loro diversificazione, che ha causato numerosi problemi di ordine tecnico e ambientale, quali l'aumento incontrollato dell'uso del glifosato - di 15 volte tra il 1996 e il 2016 (Benbrook, 2016) - e il conseguente incremento esponenziale dei biotipi di piante infestanti divenute resistenti all'erbicida, con oltre il 50% dei casi unicamente ascrivibili a sistemi con colture transgeniche resistenti al glifosato (Heap, 2024).

L'agricoltura rigenerativa è un approccio produttivo emergente, per il quale l'interesse sia del mondo scientifico che di quello operativo si sta rapidamente sviluppando; basti pensare che il numero degli articoli scientifici pubblicati dove il termine è utilizzato esplicitamente è aumentato di 8 volte dal 2019 al 2022, sebbene rappresentino ancora meno dello 0,4% degli articoli totali inerenti all'agricoltura (Figura 10).

A tutt'oggi, non esiste una definizione universalmente accettata di agricoltura rigenerativa. Dal punto di vista dei principi alla base di questo approccio, le sovrapposizioni con l'agricoltura conservativa sono evidenti, dato che i tre principi cardine di quest'ultima si annoverano anche tra quelli dell'agricoltura rigenerativa. Recentemente, un lavoro di revisione ha evidenziato che esistono numerose definizioni e sfaccettature d'uso del termine, nell'ambito sia della letteratura

scientifiche che delle aziende e delle associazioni impegnate nella promozione dell'agricoltura rigenerativa (Newton *et al.*, 2020). Prendendo spunto da questo lavoro, si possono tuttavia evidenziare tre differenze che - a nostro parere - differenziano l'agricoltura rigenerativa da quella conservativa:

- l'elencazione di un quarto principio base: l'importanza dell'integrazione tra colture e allevamenti;
- una maggiore enfasi sull'importanza di ridurre fortemente e, se possibile, eliminare l'uso di input esterni quali fertilizzanti e pesticidi, esaltando al contempo il riciclo della materia all'interno dell'azienda o del territorio, in un'ottica di economia circolare;
- l'indicazione esplicita dell'importanza di creare una rete di relazioni tra produttori, cittadini ed altri attori locali, in un contesto di filiera corta o cortissima, assente nella definizione di agricoltura conservativa.

Pertanto, l'agricoltura rigenerativa appare come un'evoluzione dell'agricoltura conservativa verso un approccio maggiormente agroecologico; in effetti, tutti e quattro i principi base dell'agricoltura rigenerativa sono perfettamente allineati con la moderna visione dell'agroecologia (si veda, ad es., Wezel *et al.*, 2009).

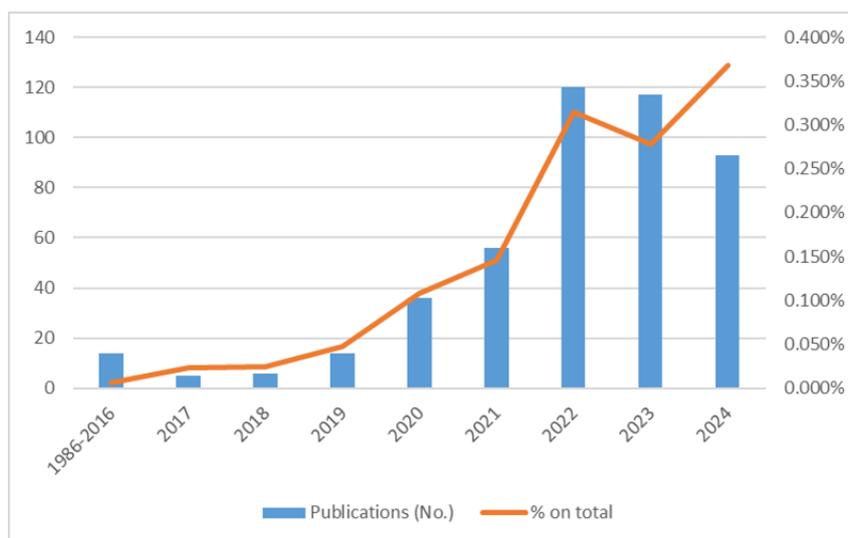


Figura 10. Numero di articoli pubblicati dal 1986 ad oggi che riportano il termine “regenerative agriculture” nel titolo, riassunto o parole chiave (fonte: Scopus™, consultato il 29 luglio 2024). L’asse verticale di sinistra e di destra mostrano, rispettivamente, il numero totale di articoli e la percentuale di questi sul totale degli articoli che riportano il termine “agriculture”.

5. Verso una definizione di agricoltura rigenerativa

Una recente pubblicazione comparsa in rete quest'anno (Bocchi, 2024) descrive le principali tematiche che riguardano le definizioni di agricoltura rigenerativa. Tra le molte “agricolture del cambiamento”, l'agricoltura rigenerativa (AR) appare promettente perché propone non solo di cambiare alcune parti del sistema, ma di elaborare e applicare nuovi principi e pratiche al fine di dare nuova vita e rigenerare gli agroecosistemi degradati, restituendo loro la capacità di produrre diffusamente alimenti sani e ricchi di elementi nutritivi. Vediamo quali sono le sue caratteristiche.

Il ricercatore Gabel utilizzò per primo l'espressione “agricoltura rigenerativa” nel lontano 1979, per indicare una svolta del sistema agro-alimentare all'interno dello scenario internazionale. Negli stessi anni il termine fu utilizzato anche da Robert Rodale, figlio del fondatore del Rodale Institute (USA), dove si erano avviate sperimentazioni per valutare in pratica i principali caratteri e i risultati dell'agricoltura biologica rigenerativa. Si rivoluzionava il sistema allora predominante attraverso alcuni forti cambiamenti: era adottato un approccio olistico per superare un riduzionismo considerato controproducente e per integrare gli aspetti di miglioramento ambientale e sociale, escludendo l'uso di fertilizzanti e fitosanitari di sintesi (vedi i 7 principi dell'agricoltura rigenerativa). In seguito, Rodale e molti altri scienziati utilizzarono il termine “rigenerativo” per indicare qualcosa che potesse andare oltre al concetto di sostenibile. Questa prima fase pionieristica, seguita da un periodo di interesse non particolarmente acceso, è comunque stata un trampolino di lancio per il forte risveglio avvenuto con il nuovo secolo.

La più recente fioritura di pubblicazioni scientifiche che riportano l'attenzione sull'agricoltura rigenerativa s'inserisce all'interno del dibattito sulla sostenibilità in generale e sulle forme di agricoltura sostenibile alternative all'agricoltura convenzionale di stampo industriale. L'aumento del numero di articoli di ricerca che utilizzano il termine “agricoltura rigenerativa” ha determinato un forte incremento di definizioni, non sempre concordanti. Alcuni autori la descrivono sulla base dell'approccio sistemico basato su principi e pratiche necessarie per ripristinare le risorse e aiutare gli agricoltori a gestire la complessità; Ravenscroft, professore all'*International Agriculture University*, la definisce “una forma di impresa che coinvolge una comunità di persone impegnate nel lavoro collettivo di produzione e fruizione del cibo, di coltivazione della terra, di cura del paesaggio e di spazi di ricreazione”. Secondo Malik e Verma (2014), l'agricoltura rigenerativa è un insieme di tecniche modificate che si evolve nel tempo, che prevede l'uso di metodi di agricoltura biologica. Altri autori la descrivono attraverso l'insieme dei 7 principi su cui si basa: (i) l'abbandono della lavorazione del terreno; (ii) la riduzione degli eventi spazio-temporali di suolo nudo; (iii) il miglioramento della fertilità del suolo; (iv) la diversificazione dei sistemi colturali con l'integrazione del bestiame; (v) l'aumento della biodiversità; (vi) l'aumento del sequestro del carbonio; e (vii) la riduzione o l'eliminazione dei prodotti chimici di sintesi. Alcuni ricercatori sostengono che l'agricoltura rigenerativa, grazie a un nuovo approccio, ha capacità di auto-rinnovamento e di resilienza e contribuisce alla salute del suolo, aumentando l'immagazzinamento idrico, migliorando e conservando la biodiversità e sequestrando il carbonio. Anche Shreefel *et al.* (2020) sottolineano il carattere di nuovo approccio dell'agricoltura rigenerativa che utilizza la conservazione del suolo come punto di partenza per rigenerare e contribuire a molteplici servizi ecosistemici.

L'agricoltura rigenerativa è un “approccio olistico ai sistemi agricoli che incoraggia l'innovazione continua per il benessere ambientale, sociale, economico e spirituale”. Il ricercatore Christopher Rhodes la propone come sistema alternativo per la produzione di cibo con impatto ambientale e/o sociale ridotto o addirittura positivo: “L'agricoltura rigenerativa ha al centro l'intenzione di

migliorare la salute del suolo o di ripristinare il suolo altamente degradato, che migliora simbioticamente la qualità dell'acqua, della vegetazione e della produttività del terreno; un progetto olistico a lungo termine che cerca di coltivare la maggior quantità di cibo utilizzando il minor numero possibile di risorse in modo da rivitalizzare il suolo anziché impoverirlo, offrendo al contempo una soluzione per il sequestro del carbonio” (Rhodes, 2017). Secondo Rhodes, l'obiettivo generale è quello di sfruttare i processi naturali, anche attraverso le seguenti azioni:

- catturare il carbonio nel suolo attraverso la fotosintesi di piante ad alta produzione di biomassa;
- migliorare le interazioni simbiotiche suolo-microbiota-pianta;
- utilizzare i sistemi biologici per migliorare la struttura del suolo e la ritenzione idrica;
- includere il bestiame, con un impatto positivo previsto sui servizi ecosistemici.

All'interno del Drawdown Project del 2017, presentato sulla rivista *Science* come il piano più completo mai proposto per invertire il riscaldamento globale, si utilizza il termine “agricoltura rigenerativa” per riferirsi a sistemi di coltivazione che includono almeno 4 di 6 pratiche sostenibili senza che il sistema sia necessariamente biologico. Il rapporto speciale “*Climate Change and Land*” dell'IPCC (Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico) indica l'agricoltura rigenerativa come una “pratica di gestione sostenibile del territorio” incentrata sulle funzioni ecologiche che “può essere efficace nel costruire la resilienza degli agro-ecosistemi”. Sherwood e Uphoff (2000) propongono di definire l'agricoltura rigenerativa come sistema costruito su principi biologici che cerca di migliorare sia la produttività che la gestione ambientale, al contrario dei sistemi che riducono la fertilità del suolo, l'immagazzinamento del carbonio e la biodiversità, da considerare in termini di agricoltura degenerativa. L'agricoltura rigenerativa è “un sistema di principi e pratiche agricole che aumenta la biodiversità, arricchisce i terreni, migliora i bacini idrici e migliora i servizi ecosistemici”. Giller *et al.*, (2021) la definiscono come un approccio che mira a combinare agroecologia e intensificazione sostenibile per far fronte al degrado del territorio.

Di seguito presentiamo alcuni esempi concreti delle tecniche agronomiche considerate dall'agricoltura rigenerativa: **minima lavorazione**, vale a dire ridurre le lavorazioni del terreno fino alla semina diretta sul terreno sodo; **ampie rotazioni** e **ricche consociazioni**; **colture di copertura**, vale a dire piante coltivate da inserire tra una coltura principale e l'altra per non lasciare nudo il terreno; uso di **biostimolanti**, anche di autoproduzione aziendale; **allevamento estensivo** con **pascolo turnato**; **forte riduzione di prodotti di sintesi**. Tutto ciò per raggiungere gli obiettivi di miglioramento della salute del terreno, di miglioramento della qualità degli alimenti prodotti, di mantenimento del reddito aziendale, di riduzione degli impatti sulle risorse a partire dalla emissione dei gas serra. Tutte queste pratiche sono espressione concreta di alcuni chiari principi di base: riduzione al minimo del disturbo arrecato al terreno coltivato; cura sistematica di quest'ultimo, da mantenere sempre coperto con vegetazione di vario tipo; cura della fertilità del terreno e della vita della rizosfera; aumento dell'agrobiodiversità e della biodiversità in genere; integrazione della coltivazione con l'allevamento e ottimizzare dei loro rapporti nel tempo e nello spazio. Hargreaves-Mendez *et al.* (2023) sottolineano, infatti, l'importanza di includere il benessere animale nelle analisi che riguardano l'agricoltura rigenerativa. In quanto iniziativa più che sostenibile ed emergente, questa forma di agricoltura dovrebbe colmare questa lacuna e rendere espliciti i suoi impatti sul benessere degli animali, mostrando prove dei potenziali risultati positivi in termini di benessere animale, umano e ambientale. Senza queste prove, un sistema non dovrebbe essere considerato rigenerativo. Khangura *et al.* (2023) la definiscono in termini di strategia agricola che utilizza i processi naturali per aumentare l'attività biologica, migliorare la salute del suolo, migliorare il ciclo dei nutrienti, ripristinare la funzione del paesaggio e produrre cibo e fibre, preservando o aumentando la redditività dell'azienda.

Le diverse rassegne bibliografiche recentemente pubblicate sul tema sottolineano la persistente mancanza di una visione organica e completa che possa aiutare a definire in modo chiaro l'agricoltura rigenerativa. Soloviev (2019) osserva che queste differenze sono il prodotto delle diverse origini e tradizioni culturali: una definizione può evolvere nel tempo e può variare tra i gruppi di persone. Ciò non contraddice la necessità di riconoscere l'importanza di usare le parole in modo preciso e non ambiguo per un determinato contesto ed evitare strumentalizzazioni.

Alcuni studiosi hanno tentato di collocare tutte queste diverse definizioni all'interno di uno schema di tipologie che possa aiutare a capire meglio. Sono state riconosciute tre tipologie di definizione:

- definizioni basate sul **processo**, a partire dall'inclusione o esclusione di uno o più principi e/o pratiche agricole come, per esempio, l'integrazione di colture e allevamenti, l'uso di minima lavorazione o semina su sodo, l'uso di colture di copertura, che definirebbero, nel loro insieme, quali tipi di agricoltura possono essere considerati rigenerativi;
- definizioni basate sui **risultati**, concentrate su uno o più esiti ottenuti con i processi come, ad esempio, il sequestro di carbonio, i cambiamenti nella salute del suolo, i cambiamenti nella biodiversità;
- definizioni **ibride**, basate sui processi e sui risultati.

Le recenti rassegne bibliografiche evidenziano, quindi, un'ampia eterogeneità nel modo in cui viene definita l'agricoltura rigenerativa, con varie combinazioni di principi, pratiche e/o risultati interpretati come rigenerativi. Rimane la difficoltà di classificazione, anche perché alcuni autori utilizzano definizioni contrastanti.

Diverse sono le associazioni e le organizzazioni internazionali che concentrano la propria attività sull'agricoltura rigenerativa, come per esempio la *Regenerative Organic Alliance*, alleanza fra agricoltori, aziende ed esperti, che ha istituito un programma di certificazione per l'agricoltura rigenerativa (v. Tabella 1); la *Regeneration International*, che lavora “per promuovere, facilitare e accelerare la transizione globale verso un'alimentazione, un'agricoltura e una gestione del territorio rigenerative”; e il *Savory Institute*, che opera per diffondere la conoscenza e promuovere l'adozione di sistemi di produzione che incorporano l'agricoltura rigenerativa nelle praterie.

La Canne e Lundgren (2018) sostengono che l'agricoltura rigenerativa occupi una posizione intermedia fra i movimenti agricoli più vicini agli agricoltori o ai consumatori (agroecologia e sovranità alimentare) e le alternative che propongono innovazioni dell'attuale sistema più favorevoli all'industria. Alle sue origini, quindi, l'agricoltura rigenerativa era più allineata con le priorità e i valori multidimensionali dell'agroecologia. Alcune definizioni del termine hanno mantenuto le basi socioeconomiche presenti agli esordi, mentre altre le hanno abbandonate per abbracciare una logica più ristretta dal punto di vista ecologico o economico.

In bibliografia, emerge quindi una separazione tra le definizioni di agricoltura rigenerativa originate da una visione più olistica, descritta da Daverkosen e Holzknecht (2021) come il “movimento agroecologico-ruralista che persegue una ristrutturazione fondamentale dei sistemi alimentari”, rispetto alle definizioni riferibili ad una visione più specialistica, basata sulla pratica, rappresentata da un “movimento tecno-economico, che aspira ad aumentare la produzione”. Tittonel *et al.* (2022) descrivono diverse tipologie di agricoltura rigenerativa e sottolineano il fatto che queste spesso trascurano le dimensioni politiche e sociali della sostenibilità. Viene quindi osservato da diversi ricercatori che, se da un lato è meritorio rivolgersi ai tanti e diversi attori presenti all'interno del sistema agroalimentare, dall'altro questa intrinseca variabilità di obiettivi e procedure espone il termine “agricoltura rigenerativa” a essere utilizzato in modo strumentale a fini economici puramente di mercato. Quanto meno si definiscono i caratteri dell'agricoltura rigenerativa, quanto più essa appare maggiormente esposta a tentativi di *greenwashing*, con un

crescente rischio di depotenziamento del contenuto di trasformazione globale e sistemica proposto alle sue origini.

6. Agricoltura rigenerativa nell'ottica della sostenibilità aziendale

Concetto di sostenibilità, in continua evoluzione

Il dibattito sui temi della sostenibilità si è gradualmente arricchito ed è andato a definire tempistiche, indicatori e processi. Dalla conferenza di Rio de Janeiro (1992) ad oggi, gli sforzi delle comunità scientifica e politica sono stati rivolti a mettere a punto documenti, banche dati, modelli interpretativi, procedure di comunicazione che potessero accompagnare il percorso delle comunità - sia in ambito privato sia pubblico - verso una sostenibilità reale, concreta, integrata, costruita sui quattro pilastri della difesa ambientale, della circolarità economica, dei valori di istituzioni democratiche e pacifiche e degli aspetti sociali, che sottolinei l'importanza dei principi di integrazione, universalità e partecipazione. L'integrazione è stata riferita principalmente al fatto che i 17 obiettivi della sostenibilità costituiscono un quadro unico, organico, che non può essere frammentato, pena l'insuccesso degli sforzi rivolti all'obiettivo globale della sostenibilità economica, sociale e ambientale.

Come è noto, *Agenda 2030* ha rappresentato una svolta importante in questo percorso, stabilendo 17 obiettivi, 340 target, soglie temporali e percorsi verso condizioni di progressivo avvicinamento agli obiettivi monitorati attraverso specifici indicatori, tema che negli ultimi 20 anni è divenuto sempre più cruciale, poiché con essi è possibile dare conto, in modo oggettivo e comprensibile, di quanto si sta facendo, di quanto si è ottenuto e quanto rimane da fare.

Strumenti per la rendicontazione della sostenibilità a scala aziendale

In questi ultimi anni è cresciuta la sensibilità delle imprese nei confronti dei temi della sostenibilità. Come è noto, la parola "sostenibilità" è utilizzata in diverse occasioni e da diverse realtà, pubbliche o private, senza definire un insieme di informazioni necessarie in forma di garanzia della coerenza e serietà dell'operatore. Lo strumento che appare oggi cruciale per affrontare adeguatamente i temi della sostenibilità è il cosiddetto **bilancio integrato di sostenibilità**. Questo è un documento di rendicontazione e comunicazione trasparente, che raccoglie i dati quali-quantitativi relativi alle performance delle organizzazioni (aziendali, associative, istituzionali, ecc.) sugli impatti ambientali, sociali e di *governance*, da comunicare sia all'interno sia all'esterno dell'organizzazione stessa.

Secondo il Regolamento UE 2019/2088, tale comunicazione dovrebbe toccare i cosiddetti fattori di sostenibilità e utilizzare uno standard per consentire verifiche e confronti. Tutto ciò all'interno di una ben definita strategia globale, generata da elevate aspirazioni e valori condivisi. I dati e le informazioni contenuti nel bilancio, caratterizzati da elementi di qualità, devono essere facilmente reperibili, comprensibili e standardizzati per comunicare efficacemente i risultati raggiunti rispetto agli obiettivi dichiarati. Sono necessari dati e informazioni sugli aspetti ambientali e sociali, questi ultimi relativi al personale, al rispetto dei diritti umani a partire dalle persone più deboli, alla lotta alla corruzione attiva e passiva. Il bilancio di sostenibilità deve permettere di informare anche sulla cosiddetta "doppia materialità", che include sia la rilevanza d'impatto (*impact materiality*), che evidenzia come le attività dell'impresa abbiano un impatto sulla società e sull'ambiente, che la

rilevanza finanziaria (*financial materiality*), ossia il modo in cui le attività dell'impresa stessa possono essere influenzate da fattori ambientali o sociali. Il bilancio integrato, impegnando gli enti pubblici e privati ad una dichiarazione oggettiva, verificabile e standardizzata, aiuta ad individuare forme di *greenwashing*: ad esempio, molte grandi aziende, nazionali e internazionali, che promuovono come “sostenibili” i propri prodotti, non hanno ancora un bilancio integrato di sostenibilità.

Su tutti questi aspetti stanno lavorando da anni molte organizzazioni internazionali, come il *Global Reporting (GRI)*, il *Sustainability Accounting Standard Board (SASB)*, l'*International Integrated Reporting Council (IIRC)*. A livello istituzionale, l'Unione europea ha adottato un *framework* legislativo molto avanzato in materia, comprendente più provvedimenti collegati fra loro, che introduce un sistema di obblighi progressivi di rendicontazione di sostenibilità. In primis, la *Corporate Social Responsibility Directive* (direttiva UE 2022/2464), che obbliga le aziende a fornire resoconti dettagliati sulle loro performance ambientali, sociali e di *governance* (ESG) nel cosiddetto “Bilancio di Sostenibilità” aziendale. Attraverso un sistema standardizzato di indicatori di sostenibilità (ESRS, *European Sustainability Reporting Standards*), mira a migliorare la trasparenza, la comparabilità e la coerenza della rendicontazione sulla sostenibilità.

Successivamente, è stata emanata la *Corporate Sustainability Due Diligence Directive*, anche nota come CS3D (direttiva UE 2024/1760). Questa direttiva riguarda il dovere di diligenza (*due diligence*) delle imprese ai fini della sostenibilità, in particolare per quanto riguarda i rapporti con i fornitori e la filiera produttiva. Completa il quadro la cosiddetta Direttiva *Greenwashing*, (n. 2024/825) rivolta a prevenire pratiche di comunicazione e marketing scorrette in materia di sostenibilità, che esplicitamente vieta non solo la diffusione di informazioni ingannevoli ma anche di informazioni eccessivamente vaghe e non legate ad impegni e risultati specifici e comprovati. In questo quadro, il ruolo degli schemi di certificazione è sempre più centrale nel garantire sia il dritto del consumatore a fare acquisti consapevoli, che, di conseguenza, il vantaggio competitivo delle aziende più impegnate sul fronte della sostenibilità in tutte le sue sfaccettature.

Certificazioni esistenti per l'agricoltura rigenerativa

I sistemi di certificazione dei prodotti agricoli e alimentari garantiscono (attraverso un meccanismo di definizione di protocolli di produzione, monitoraggio e controllo finale) il rispetto di determinate caratteristiche o attributi del prodotto o del suo metodo o sistema di produzione. Con la diffusione di un crescente interesse delle aziende e dei consumatori verso le tematiche di sostenibilità, anche i sistemi di certificazione per l'agricoltura si sono orientati di conseguenza, elaborando e proponendo alle aziende nuovi schemi ispirati più o meno direttamente al concetto di agricoltura rigenerativa, sia a scala di prodotto, sia di filiera, azienda o territori. Abbiamo effettuato un'indagine sugli schemi di certificazione attivi a scala internazionale in ambito agricolo e focalizzati sull'agricoltura rigenerativa. Nella Tabella 1 sono esposti i principali schemi trovati, con l'indicazione delle informazioni più rilevanti come nome dell'organizzazione, stato, entità giuridica, data di definizione dello schema, link, altre informazioni. Sono riportati alcuni schemi sviluppati da alcune aziende, non certificabili, ma comunque interessanti perché definiscono principi e indicatori in materia di agricoltura rigenerativa.

È possibile osservare che su questo argomento sono attive numerose società in diversi Paesi, a partire dal 2018. Alcuni schemi di certificazione fanno riferimento a standard internazionali ed altri no. Da alcuni articoli e commenti tratti da letteratura internazionale, si confermano ancora elementi positivi, vale a dire la volontà del settore pubblico e privato di arrivare ad una migliore definizione dei principi e delle pratiche dell'agricoltura rigenerativa, ma permangono ancora ampi margini di *greenwashing*, come evidenziato da un recente report del *World Economic Forum*

(<https://www.weforum.org/agenda/2024/04/beyond-greenwashing-5-key-strategies-for-genuine-sustainability-in-agriculture/>).

Un esempio illuminante di strategie di marketing per la sostenibilità è quello offerto dalla certificazione ROC (*Regenerative Organic Certified*), ideata dal *Rodale Institute* e promossa negli Stati Uniti dalla *Regenerative Organic Alliance* (<https://regenorganic.org>) per certificare l'applicazione di tecniche di agricoltura rigenerativa da parte di agricoltori biologici o l'utilizzo di materie prime prodotte in regime di agricoltura rigenerativa, nel caso dei trasformati biologici (<https://rodaleinstitute.org/blog/original-principles-of-regenerative-agriculture>). Il sistema ROC, imperniato sui principi dell'agricoltura rigenerativa che abbiamo sopra elencato, si articola su tre pilastri:

- a. **Qualità del suolo** (in particolare la conservazione della sostanza organica);
- b. **Benessere animale** (gli animali sono parte integrante dell'agricoltura rigenerativa come fornitori di ammendanti o concimi organici ma anche come elemento di diversificazione delle produzioni e dei sistemi colturali);
- c. **Equità sociale ed economica** (rispetto dei diritti dei lavoratori e assicurazione di un reddito equo agli agricoltori).

Un aspetto interessante del sistema ROC è anche l'articolazione del marchio su tre livelli crescenti di intensità dell'applicazione delle tecniche rigenerative su scala aziendale (bronzo, argento e oro), misurati in base alla percentuale di ettari o di volume di prodotto conformi allo schema di certificazione. In caso del livello massimo (oro), si arriva a proporre anche la non necessità del prerequisito della certificazione biologica standard, tanto risulta elevata la sostenibilità dell'approccio gestionale. Questo sistema, ad oggi applicato prevalentemente negli USA, potrebbe essere adattato anche al contesto italiano, fornendo un riferimento chiaro e, al contempo, una opportunità di sostegno per quelle aziende (non necessariamente biologiche) emergenti che intendano attuare un rafforzamento agroecologico del proprio approccio produttivo, mediante l'applicazione di tecniche di agricoltura conservativa e rigenerativa.

Tabella 1. Risultati della ricerca relativa ai sistemi definiti come “agricoltura rigenerativa” attualmente esistenti a scala internazionale.

Organizzazione	Stato	Tipologia	Sito web	Nome del framework	Anno di lancio
Regenagri	UK	Community Interest Company (C.i.C.)	https://regenagri.org	Regenagri	2020
Regenerative Organic Alliance	US	Non-profit	https://regenorganic.org	Regenerative Organic Certified®	2018
Regenerative Society Foundation	Italia	Non-profit, fondazione	https://regenerativesocietyfoundation.com	Non ha uno schema di certificazione	2020
FoodChain ID Group, Inc.	US	Azienda (Inc.)	https://www.foodchainid.com/	FoodChain ID’s Regenerative Agriculture Standard	2023
Textile Exchange	US	Non-profit	https://textileexchange.org/	Regenerative Agriculture Outcome Framework	2023
Better Cotton Initiative	Svizzera	Non-profit	https://bettercotton.org/what-we-do/defining-better-our-standard	The Better Cotton Principles and Criteria	2010
General Mills	US	Azienda (Inc.)	https://www.generalmills.com/	Regenerative Agriculture Self-Assessment Tool	2019
Unilever	US	Azienda (Inc.)	https://www.unilever.com/sustainability/nature/regenerating-nature	Regenerative Agriculture Principles	2019
SAI Platform	Svizzera	Non profit	https://saiplatform.org	Regenerating Together Programme	2019
AGW (A Greener World)	UK/US	Azienda	https://agreenerworld.org.uk/about	Certified Regenerative	n.d.
Rainforest Alliance	US	Non profit	https://www.rainforest-alliance.org/about	Regenerative Coffee Scorecard	2022

Contributo degli schemi di certificazione per la sostenibilità in Europa

È stato da poco effettuato uno studio in Europa allo scopo di valutare in che misura i sistemi di certificazione possano rivelarsi utili per raggiungere gli obiettivi di qualità e sostenibilità alimentare dell'UE. Più in particolare lo studio ha avuto diversi obiettivi:

- mappare la varietà di schemi di certificazione agricola esistenti nell'UE e nei Paesi terzi e presentare i diversi concetti e metodi su cui si basano;
- identificare i principali schemi e descriverne lo scopo e gli obiettivi tra i numerosi standard di certificazione attualmente presenti sul mercato;
- analizzare in che misura i principali regimi potrebbero contribuire al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità dell'UE nel settore agricolo, considerando come le loro ambizioni soddisfino gli obiettivi delle strategie *Farm to Fork* e *Biodiversity 2030* e come gli impegni dei regimi si adattino ai requisiti della PAC in materia di pratiche verdi (eco-schemi, requisiti di gestione obbligatori (CGO)/buone condizioni agronomiche e ambientali (BCAA), AECM ecc.);
- suggerire opzioni politiche concrete sulla possibile integrazione degli schemi di certificazione negli strumenti della PAC, tenendo conto di rischi e opportunità.

Come premessa, lo studio ha indicato le seguenti specifiche.

Il termine “schema di certificazione” è utilizzato in diverse politiche dell'UE. Mentre il numero di schemi è in aumento, la politica agroalimentare dell'UE fornisce linee guida sulla loro definizione e attuazione e definisce l'ambito di un possibile sostegno da parte dell'intervento della PAC. La politica sulla proprietà intellettuale (PI) mira a fornire una definizione di “marchi di certificazione” che possono essere registrati a livello europeo come strumento di PI. Nel contesto di questo studio sono stati identificati in totale 198 casi di studio a livello aziendale, dei quali l'86% realizzati nella UE (170 schemi), soprattutto in Germania, Spagna, Francia e Polonia; 28 schemi provengono da Paesi terzi, principalmente dal Regno Unito e dagli Stati Uniti d'America. Più di due terzi degli schemi identificati sono stati istituiti da enti privati, organizzazioni senza scopo di lucro, aziende di trasformazione, cooperative di agricoltori, organismi professionali, organizzazioni interprofessionali o enti di certificazione. I restanti schemi derivano da iniziative di autorità comunitarie, nazionali o regionali. La maggior parte degli schemi si applica a diversi tipi di prodotti. Il settore più rappresentato è quello zootecnico (28% degli schemi), seguito da frutta e verdura (20%), colture (18%), vino (12%), frutti di mare (8%) e altri tipi di prodotti (14%).

È stata individuata una tipologia di schemi, basata sull'area coperta da ciascuno di essi. In totale sono stati tracciati 9 profili:

- buone pratiche agricole;
- benessere degli animali;
- origine e qualità del prodotto finale o biologico;
- clima;
- multiuso;
- tracciabilità e sicurezza o non OGM;
- commercio equo e solidale.

Le linee guida dell'UE per i regimi di certificazione volontaria nel settore agroalimentare definiscono i “regimi di certificazione” come segue: “I regimi di certificazione per i prodotti agricoli e alimentari forniscono la garanzia (attraverso un meccanismo di certificazione) che determinate

caratteristiche o attributi del prodotto o del suo metodo o sistema di produzione, stabiliti in un disciplinare, sono stati rispettati”. I regimi di certificazione coprono un’ampia gamma di iniziative diverse che operano in fasi diverse della filiera alimentare (pre- o post-agricolo; coprono tutta o parte della filiera alimentare; interessano tutti i settori o solo un segmento di mercato, ecc.) Possono operare a livello business-to-business (B2B) (dove il supermercato o l’azienda di trasformazione è il destinatario finale delle informazioni) o a livello business-to-consumer (B2C). Possono utilizzare loghi, anche se molti, soprattutto quelli B2B, non lo fanno”.

Il FEASR (2014-2020) ha fornito un sostegno ai regimi di qualità, compresi i “regimi di certificazione agricola”. Il regolamento applicabile stabiliva che tali regimi dovevano essere conformi agli orientamenti dell’UE per i regimi di certificazione volontaria di cui sopra o rispettare le seguenti regole:

“la specificità del prodotto finale nell’ambito di tali regimi deriva da chiari obblighi di garantire uno dei seguenti elementi:

1. caratteristiche specifiche del prodotto;
2. metodi di allevamento o di produzione specifici, oppure
3. qualità del prodotto finale che va significativamente oltre gli standard commerciali dei prodotti di base per quanto riguarda la salute pubblica, animale o vegetale, il benessere degli animali o la protezione dell’ambiente;”

Inoltre, per essere ammissibile il regime doveva essere aperto a tutti i produttori, prevedere specifiche di prodotto vincolanti il cui rispetto fosse verificato da un Ente terzo, e garantire la trasparenza e la tracciabilità dei prodotti.

7. Principali tecniche di agricoltura rigenerativa

Osservazioni generali

Riepilogando, l’agricoltura rigenerativa viene definita oggi sulla base di tre diversi approcci, quello esclusivamente basato sui principi e sulle pratiche (o processi), quello esclusivamente basato sui risultati, e quelli ibridi. In tutti e tre i casi vi è una particolare attenzione agli aspetti relativi alla **qualità del suolo**, al **benessere animale** (gli animali sono parte integrante dell’agricoltura rigenerativa come la foraggicoltura collegata) ed all’**equità sociale ed economica**.

Possiamo così riassumere alcune considerazioni generali, utili a definire strategie pratiche per l’adozione di un approccio in linea con l’agricoltura rigenerativa:

1. Nel mondo, la maggior parte delle certificazioni relative all’agricoltura rigenerativa riguarda la scala aziendale. Il sistema valutato è l’azienda agraria, della quale si prendono in considerazione, anche attraverso indicatori specifici, gli aspetti ecologici, economici, sociali. Spesso si focalizza l’attenzione su una sola coltura e ciò rende difficile valutare gli aspetti della sostenibilità che riguardano l’intero sistema che ospita diverse colture. Sugeriamo di pensare ad una valutazione estesa all’intero sistema colturale dell’azienda agricola.
2. Sarebbe opportuno spostare progressivamente l’attenzione della dai principi/pratiche ai risultati ottenuti, attraverso l’uso di appropriati indicatori. Ciò rappresenterebbe un passo

avanti, verso la trasparenza, la chiarezza e l'informazione del consumatore a tutto vantaggio della credibilità.

3. Sarebbe quindi necessario individuare una serie di indicatori da rendere pubblici con la redazione annuale di un bilancio di sostenibilità.
4. Si suggerisce di inserire gradualmente alcune tecniche rigenerative, a integrazione di quelle già presenti nell'azienda agricola convenzionale:
 - lavorazioni minime o non lavorazione del terreno
 - colture di copertura o *dead mulches*;
 - consociazioni o *living mulches*;
 - agroforestazione (sistemi silvo-arabili);
 - uso di compost e letame maturo, meglio se di origine aziendale o comunque comprensoriale;
 - controllo biologico dei parassiti/patogeni;
 - controllo diretto non chimico delle infestanti (metodi compatibili con l'uso su terreno non lavorato o sottoposto a minima lavorazione).

Schede operative

Lavorazioni minime o non lavorazione del terreno	
Definizione	<p>Lavorazioni minime o ridotte: interventi meccanici che riguardano solo lo strato superficiale (10 - 15 cm) del terreno oppure una ridotta superficie.</p> <p>Non lavorazione (no-till): coltura gestita con semina diretta e senza alcun intervento meccanico seguente. Salvo deroghe particolari, non sono previsti quindi interventi meccanici e chimici sul terreno. L' avvio della coltura senza lavorazione preliminare può essere effettuato sui residui colturali della coltura precedente, utilizzando la biomassa con funzione pacciamante.</p> <p>Lavorazione conservativa: interventi meccanici che, al fine di ridurre la perdita di suolo e conservare il tasso di umidità, dopo la semina permettono di mantenere almeno il 30% del suolo coperto.</p>
Prerequisiti	<p>Conoscenza delle caratteristiche del terreno in particolare alle proprietà fisiche, in modo da evitare dinamiche negative</p> <p>Conoscenza delle tecniche alternative di incorporazione nel terreno di residui colturali destinati alla rizosfera</p> <p>Disponibilità aziendale o comprensoriale (es. da contoterzisti) di mezzi tecnici adatti alla realizzazione di queste pratiche</p>
Obiettivo	Ridurre le frequenze e le intensità di intervento meccanico all'interno delle successioni colturali in modo da lasciare evolvere nel terreno processi utili ai cicli biogeochimici, alla stabilità di struttura.
Vantaggi	Risparmi economici. Nel caso delle lavorazioni minime o ridotte: lasciare elevate quantità di residui colturali in superficie (vedi lavorazione conservativa)
Quando	Sono scelte che riguardano generalmente l'avvio delle colture sia primaverili-estive sia autunno-primaverili (riferito alle colture in successione con il frumento)
Come	Con adeguate attrezzature: es. erpici di varia natura, seminatrici dedicate e <i>roller-crimper</i> , scarificatori, rippatori, ripuntatori.

Colture di copertura	
Definizione	Colture inserite nella rotazione o nell'avvicendamento tra una coltura principale e quella successiva allo scopo di non lasciare mai il terreno nudo.
Prerequisiti	<p>Previsione dei calendari di semina e raccolta della coltura principale (Frumento tenero e cv)</p> <p>Previsione di periodi di pioggia che possano impedire la pratica in caso difficoltà di sgrondo dell'acqua dal terreno</p>
Obiettivo	<p>Proteggere il terreno mantenendolo sempre coperto.</p> <p>Miglioramento delle condizioni fisiche, chimiche e biologiche del terreno</p> <p>Aumentare la sostanza organica nel terreno;</p> <p>Intercettare e assorbire nitrati</p>

	Proteggere la superficie del terreno dai fenomeni erosivi; Migliorare la gestione delle specie avventizie.
Vantaggi	Riduzione dei fenomeni di lisciviazione e inquinamento delle acque. Produzione di biomassa utile
Quando	Semina successiva alla raccolta del frumento e <i>terminazione</i> prima della semina della coltura successiva
Come	Scegliere le specie più idonee;

Consociazioni	
Definizione	Coltivazione contemporanea (parziale o totale nel tempo e nello spazio) di due o più specie agrarie (ammesse le cv) nella stessa superficie coltivata
Prerequisiti	Conoscenza delle condizioni del terreno e del clima per la scelta più appropriata delle specie da coltivare
Obiettivo/i	Controllare in modo integrato le malerbe. Migliorare la struttura del suolo. Favorire la diversificazione produttiva e il controllo sul piano fitosanitario.
Vantaggi	Aumento della stabilità della produzione e riduzione dei rischi. Miglioramento della qualità del prodotto
Quando	Riferita al frumento: stesso calendario; riferito alle colture in successione: vedi sopra
Come	Scegliere le specie più idonee;

Agroforestazione - sistemi silvo-arabili	
Definizione	Sistema colturale, aziendale e agricolo in cui gli agricoltori adottano intenzionalmente pratiche di consociazione tra colture arboree, erbacee e arbustive e che può prevedere la presenza di allevamenti.
Prerequisiti	Attitudine dell'agricoltore e sue capacità di gestire una maggiore complessità dei sistemi culturali e aziendali
Obiettivo/i	Aumentare la biodiversità dei sistemi per migliorarne la resistenza/resilienza e aumentarne le funzioni ecologiche
Vantaggi	Aumento di habitat all'interno dei sistemi aziendali; maggior biodiversità; stabilità delle produzioni; minore evapotraspirazione
Quando	Semina del frumento tra gli alberi nel periodo consueto
Come	In sistemi arborati con interfilare abbastanza largo, seminare il frumento nelle fasce interfilari, con le usuali tecniche e macchine

Uso di compost e letame maturo, meglio se di origine aziendale o comunque comprensoriale	
Definizione	<p>Compost: ammendante organico di origine esclusivamente vegetale (es. da sfalci/potature aziendali o da verde pubblico) o mista vegetale-animale (con ad es. scarti di mense o di industrie agro-alimentari) prodotto mediante un periodo di maturazione (compostaggio) in condizioni di elevata umidità, durante il quale la sostanza organica più grossolana si degrada e si stabilizza grazie alle elevate temperature, fino ad ottenere un ammendante con elevato contenuto di sostanza organica e quindi di grande valore agronomico.</p> <p>Letame maturo: ammendante organico derivante dalla maturazione - generalmente in condizioni di compostaggio simili a quelle di cui sopra - di deiezioni di animali di allevamento (generalmente bovini o equini) mescolate a paglia, sfalci o altro materiale vegetale. Di grande valore agronomico, è importante che venga applicato ben maturo per non apportare involontariamente semi di piante infestanti o spore di organismi patogeni non completamente devitalizzati a causa della scarsa durata e temperature non troppo elevate raggiunte durante la fase di compostaggio.</p> <p>Quando non è possibile produrre il compost e il letame maturo direttamente in azienda, è opportuno reperirli nello stesso comprensorio, ad es. attraverso accordi con altre aziende per le quali i materiali alla base degli ammendanti rappresenterebbero uno scarto inutilizzato, oppure facendo riferimento ad impianti controllati di compostaggio presenti in zona.</p>
Prerequisiti	<ul style="list-style-type: none"> • Valutazione della possibilità di reperire i materiali vegetali e animali alla base del compostaggio o direttamente in azienda o nel comprensorio di riferimento, per abbattere i costi e contribuire alla creazione di una virtuosa catena di riciclo o economia circolare. • Disponibilità di idonee aree esterne per lo stoccaggio, preparazione e maturazione degli ammendanti. • Disponibilità di idonee attrezzature per la movimentazione, rimescolamento e applicazione in campo degli ammendanti (es. spandiletame).
Obiettivo	Aumentare il contenuto in sostanza organica del terreno, la sua fertilità fisica, chimica e biologica e beneficiare dei molteplici altri effetti positivi legati all'applicazione di compost o letame maturo, quali il miglioramento della ritenzione idrica del suolo o la soppressione di organismi tellurici nocivi per le piante coltivate.
Vantaggi	Aumento graduale della salute del suolo, con effetti positivi sulla resistenza e resilienza delle colture agli stress abiotici e biotici.
Quando	Da applicare prima della semina del frumento, al momento della lavorazione principale. In un'ottica di rotazione, compost o letame maturo possono essere applicati anche prima dell'impianto di una coltura da rinnovo a semina primaverile che preceda il frumento: gli effetti positivi di tali ammendanti, infatti, si manifestano appieno nel medio-lungo periodo.
Come	Attraverso spandiletame o macchina analoga, seguita da interrimento con aratura a media profondità (25-30 cm). In un'ottica di transizione verso l'agricoltura rigenerativa, l'applicazione di queste pratiche è da considerare soprattutto nella fase iniziale e da ripetere periodicamente, intervallata da una successione colturale in cui il frumento e le altre colture sono gestite con tecniche di lavorazione minima o non lavorazione.

Controllo biologico dei parassiti/patogeni	
Definizione	Insieme di tecniche che sfruttano l'azione antagonista di artropodi, patogeni o altri (micro)organismi aerei o tellurici nei confronti di avversità biotiche del frumento e di altre colture agrarie, al fine di ridurre o eliminare l'utilizzo di prodotti fitosanitari di origine sintetica o non.
Prerequisiti	Conoscenza delle principali avversità biotiche del frumento e delle altre colture in avvicendamento, dei principali organismi loro antagonisti e delle loro interazioni ecologiche e con la tecnica agronomica.
Obiettivo	<ul style="list-style-type: none"> • Esaltare le interazioni antagonistiche tra preda e predatore/parassita/parassitoide. • Ridurre gradualmente l'uso di prodotti fitosanitari, soprattutto quelli di sintesi, e quindi la quantità di residui nella granella di frumento e negli altri prodotti vegetali aziendali. • Ridurre il rischio d'insorgenza di popolazioni di insetti o patogeni resistenti ai prodotti chimici.
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none"> • Riduzione progressiva dell'uso di prodotti fitosanitari e del rischio di trovare residui fuori norma nel raccolto. • Le condizioni di lavorazioni minime o non lavorazione, caratterizzanti l'agricoltura rigenerativa, aumentano la disponibilità di habitat per gli organismi antagonisti di quelli nocivi alle colture.
Quando	A seconda della pratica, possono essere applicati prima o durante la coltura.
Come	Esistono due approcci al controllo biologico: <ol style="list-style-type: none"> 1. conservativo, in cui si modifica l'agroecosistema (campi coltivati e loro dintorni) in modo da creare habitat in grado di aumentare la presenza di organismi di controllo indigeni (già presenti in zona) e quindi la loro potenziale efficacia. 2. classico (propagativo o inondativo), in cui si introducono deliberatamente organismi di controllo esogeni o indigeni attraverso applicazioni mirate, in modo da aumentarne il numero in tempi brevi.

Gestione non chimica delle infestanti (metodi compatibili con l'uso su terreno non lavorato o sottoposto a minima lavorazione)	
Definizione	Insieme di tecniche di gestione delle erbe infestanti non basate sull'utilizzo dei diserbanti chimici. Si distinguono in: (i) preventive (applicate prima della semina della coltura principale allo scopo di ridurre l'emergenza delle infestanti in quest'ultima), (ii) culturali (applicate nella fase della coltura principale allo scopo di aumentarne la capacità competitiva con le infestanti, (iii) dirette (applicate nella fase della coltura principale allo scopo di eliminare le infestanti emerse). Nei cereali e nelle colture di pieno campo, essi principalmente sono di tipo meccanico (es. erpice strigliatore), più raramente di tipo termico (es. pirodiserbo)
Prerequisiti	<ul style="list-style-type: none"> • Conoscenza delle principali erbe infestanti aziendali e delle loro caratteristiche bio/ecologiche di base (es. specie annuale o perenne, periodo/i di emergenza,

	<p>presenza di una banca semi/gemme persistente, attitudine allo sviluppo in terreni non arati).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoscenza delle principali condizioni operative (condizioni di umidità del terreno, stadio della coltura e delle erbe infestanti) che influenzano l'efficacia dei mezzi di controllo. • Disponibilità aziendale o comprensoriale (es. da contoterzisti) di mezzi tecnici adatti alla realizzazione delle varie pratiche (es. semi, attrezzature per il controllo diretto).
Obiettivo	Controllare adeguatamente le erbe infestanti senza l'uso di mezzi chimici o riducendone le dosi e i momenti di intervento.
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none"> • Oltre alla riduzione dell'uso della chimica in campo (residui zero negli alimenti), l'utilizzo di alcuni mezzi tecnici come l'erpice strigliatore (lo strumento più adatto per il frumento) può contribuire all'arieggiamento del terreno, rompere la crosta superficiale, permette l'interramento di concimi granulari applicati in copertura e può essere utilizzato per la realizzazione della tecnica di falsa semina. Grazie alla plasticità delle foglie del frumento, se applicato nelle condizioni operative giuste l'erpice strigliatore non apporta danno alla coltura. L'attrezzo può essere operato ad elevata velocità (6-10 km/h), permettendo quindi di trattare ampie superfici in tempi relativamente ridotti. • Alcuni mezzi preventivi e colturali aumentano la diversificazione del sistema agricolo (es. rotazioni, biodiversità). • L'integrazione tra mezzi preventivi, culturali e diretti permette di sviluppare sistemi integrati di gestione delle infestanti che esaltano le sinergie tra le singole pratiche e determinano un'efficace e duratura riduzione delle erbe infestanti.
Quando	<ul style="list-style-type: none"> • In pre-semina, pre-emergenza o post-emergenza del frumento, a seconda del mezzo prescelto e della categoria a cui appartiene. • Nel caso della strigliatura, essa si applica in post-emergenza, quando la coltura del frumento è sufficientemente ancorata al terreno (idealmente in fase di accestimento), in modo tale da non essere scalzata dai denti dell'erpice strigliatore. La massima efficacia si ha quando le erbe infestanti sono in fase di cotiledone/prime foglie vere; pertanto, è consigliato di abbinare alla strigliatura tecniche come la falsa semina, che riducono la carica delle infestanti in coltura e ne ritardano la successiva emergenza in campo.
Come	<ul style="list-style-type: none"> • Mezzi preventivi: (i) rotazioni diversificate (es. alternanza tra colture autunno-invernali e primaverili-estive); (ii) colture di copertura (singole o in miscuglio); (iii) pacciamatura morta (<i>dead mulching</i>); (iv) margini dei campi non lavorati (favoriscono la predazione dei semi di infestanti); (v) uso di letame o compost (favorisce la degradazione microbica o fisica dei semi di infestanti); (vi) falsa semina e rottura delle stoppie (favoriscono la germinazione delle infestanti prima dell'impianto della coltura). • Mezzi culturali: (i) tecnica di impianto della coltura (incremento dose di seme, interfila ridotta, trapianto (colture ortive); (ii) concimazione e irrigazione localizzata (colture primaverili-estive); (iii) uso di cultivar competitive (es. maggior tasso d'accestimento, potenziale allelopatico); (iv) policoltura (es. consociazioni, <i>living mulches</i>, agroforestazione).

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">• Mezzi diretti: (i) meccanici (erpice strigliatore, CombCut); (ii) termici (pirodiserbo - colture da rinnovo od ortive). Nel caso della strigliatura, utilizzare il modello di erpice strigliatore (soprattutto la sua larghezza) più adatto alla larghezza dei campi e alle esigenze aziendali. L'erpice strigliatore ha una struttura modulare, con un telaio di base su cui si applicano moduli operativi da 1,5 m di larghezza, consentendo una larghezza operativa che varia da 3 m (2 moduli) a 24 m (16 moduli). Regolare l'inclinazione dei denti in relazione alle condizioni del terreno e della vegetazione da trattare: terreno più umido o più sciolto, infestanti meno sviluppate = regolazione meno aggressiva; terreno più secco o più argilloso, infestanti più sviluppate = regolazione più aggressiva. |
|--|--|

Bibliografia

1. Bàrberi P., Antichi D. (2023). Tecniche di conservazione e rigenerazione del suolo in agricoltura biologica: si può e si deve fare. In: Bioreport 2021-2022. L'agricoltura biologica in Italia. A cura di C. Abitabile, M.F. Marras e L. Viganò, ed. Rete Rurale Nazionale, Roma, 165-195. Disponibile su: www.reterurale.it/Bioreport2021-2022
2. Bàrberi P., Burgio G., Dinelli G., Moonen A.C., Otto S. *et al.*, (2010). Functional biodiversity in the agricultural landscape: relationships between weeds and arthropod fauna. *Weed Research*, 50: 388-401. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3180.2010.00798.x>
3. Bàrberi P., Moonen A.C. (2020). Functional biodiversity for the provision of agroecosystem services. In: P. Bàrberi, A.C. Moonen, (a cura di), Reconciling agricultural production with biodiversity conservation. Burleigh-Dodds Publ., Sawston, Cambridge, UK, 101-146.
4. Barea J.M., Pozo M.J., Azcón R., Azcón-Aguilar C. (2005). Microbial co-operation in the rhizosphere. *Journal of Experimental Botany*, 56(417): 1761-1778. <https://doi.org/10.1093/jxb/eri197>
5. Beillouin D., Ben-Ari T., Malézieux E., Seufert V., Makowski D. (2021). Positive but variable effects of crop diversification on biodiversity and ecosystem services. *Global Change Biology*, 27(19), 4697-4710. <https://doi.org/10.1111/gcb.15747>
6. Benbrook C.M. (2016). Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environmental Sciences Europe*, 28(1): 1-15. <https://doi.org/10.1186/s12302-016-0070-0>
7. Bengtsson J. (1998). Which species? What kind of diversity? Which ecosystem function? Some problems in studies of relations between biodiversity and ecosystem function. *Applied Soil Ecology*, 10: 191-199. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(98\)00120-6](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(98)00120-6)
8. Blouin M., Hodson M.E., Delgado E.A., Baker G., Brussaard L., *et al.*, (2013). A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *European Journal of Soil Science*, 64(2): 161-182. <https://doi.org/10.1111/ejss.12025>
9. Bocchi S. (2024) Di cosa parliamo quando parliamo di Agricoltura Rigenerativa. *Scienza in Rete*, 14.02.2024. <https://www.scienzainrete.it/articolo/di-cosa-parliamo-quando-parliamo-di-agricoltura-rigenerativa/stefano-bocchi/2024-02-14>
10. Bommarco R., Kleijn D., Potts S. (2013). Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology and Evolution*, 28(4): 230-238. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.012>
11. Brooker R.W., Bennett A.E., Cong W.F., Daniell T.J., George T.S., *et al.*, (2015). Improving intercropping: a synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. *New Phytologist*, 206(1): 107-117. <https://doi.org/10.1111/nph.13132>
12. Brown G. (2018). *Dirt to Soil. One Family's Journey into Regenerative Agriculture*. USA: Chelsea Green Publishing, Vermont.
13. Brussaard L., de Ruiter P.C., Brown G.G. (2007). Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 121(3): 233-244. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.013>
14. Commissione europea (2021). Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni. Strategia dell'UE per il suolo per il 2030. Suoli sani a vantaggio delle persone, degli alimenti, della natura e del clima, 28 p., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0699efrom=EN>
15. Commissione europea (2022). European Missions: A Soil Deal for Europe. 100 living labs and lighthouses to lead the transition towards healthy soils by 2030. Implementation Plan, 77 p., https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2021-09/soil_mission_implementation_plan_final_for_publication.pdf
16. Commissione europea (2023). Proposta di Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio sul monitoraggio del suolo e la resilienza (Normativa sul monitoraggio del suolo), 72 p., https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:01978f53-1b4f-11ee-806b-01aa75ed71a1.0006.02/DOC_1eformat=PDF
17. Costa C.A., Godinho M.C., Duarte S., Mateus C., Figueiredo E. *et al.*, (2012). Functional biodiversity and farming techniques: How to measure impacts? *Acta Horticulturae*, 933: 455-462. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.933.59>
18. Crossley Jr D.A., Mueller B.R., Perdue J.C. (1992). Biodiversity of microarthropods in agricultural soils: relations to processes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 40(1-4): 37-46. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(92\)90082-M](https://doi.org/10.1016/0167-8809(92)90082-M)
19. Daverkosen L., Holzknicht A. (2021). Relating the impacts of regenerative farming practices to soil health and carbon sequestration on Gotland, Sweden. Swedish University of Agricultural Sciences, SLU.
20. Duchin F. (2017). Drawdown: the Most Comprehensive Plan Ever Proposed to Reverse Global Warming. *Science*, 356: 811. ISBN-13: 978-0143130444
21. Elevitch C.R., Mazaroli D.N., Ragone D. (2018). Agroforestry standards for regenerative agriculture. *Sustainability*, 10, 1-21. <https://doi.org/10.3390/su10093337>
22. Fenster T.L.D., LaCanne C.E., Pecenkova J.R., Schmid R.B., Bredeson M.M. *et al.*, (2021). Defining and validating regenerative farm systems using a composite of ranked agricultural practices. *F1000Research*, 10:115. <https://doi.org/10.12688/f1000research.28450.1>
23. Ferris H., Tuomisto H. (2015). Unearthing the role of biological diversity in soil health. *Soil Biology and Biochemistry*, 85: 101-109. <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.02.037>
24. Foley J.A., DeFries R., Asner G.P., Barford C., Bonan G., *et al.*, (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734): 570-574. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>
25. Fornara D.A., Tilman D. (2008). Plant functional composition influences rates of soil carbon and nitrogen accumulation. *Journal of Ecology*, 96(2): 314-322. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2007.01345.x>
26. Francis C.A., Harwood R.R., Parr J.F. (1986). The potential for regenerative agriculture in the developing world. *American Journal of Alternative*

- Agriculture*, 1(2): 65-74.
<https://doi.org/10.1017/So889189300000904>
27. Gabel M. (1979). Ho-Ping: A World Scenario for Food Production; World Game Institute: Philadelphia, PA, USA, 1979.
 28. Gianinazzi S., Gollotte A., Binet M.N., van Tuinen D., Redecker D. *et al.*, (2010). Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. *Mycorrhiza*, 20(8): 519-530.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00572-010-0333-3>
 29. Giller K.E., Hijbeek R., Andersson J.A., Sumberg J. (2021). Regenerative Agriculture: An Agronomic Perspective. *Outlook on Agriculture*, 50: 13-25.
<http://dx.doi.org/10.1177/0030727021998063>
 30. Gkisakis V., Volakakis N., Kollaros D., Bårberi P., Kabourakis E.M. (2016). Soil arthropod community in the olive agroecosystem: determined by environment and farming practices in different management systems and agroecological zones. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 218: 178-189.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2015.11.026>
 31. Haines-Young R., Potschin M.B. (2018). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure, 53 p., Fabis Consulting Ltd, Nottingham, UK.
 32. Hargreaves-Méndez M.J., Hötzel M.J. (2023). A systematic review on whether regenerative agriculture improves animal welfare: A qualitative analysis with a One Welfare perspective. *Animal Welfare*, 32, e36, 1-12
<https://doi.org/10.1017/awf.2023.28>
 33. Harwood R.R. (1983). International overview of regenerative agriculture. In: Proceedings of Workshop on Resource-efficient Farming Methods for Tanzania, Morogoro, Tanzania, 16-20 May, Faculty of Agriculture, Forestry, and Veterinary Science, University of Dares Salaam, Morogoro (TZ): Rodale Press.
 34. Heap I. (2024). International herbicide-resistant database,
www.weedscience.org/Pages/Graphs/SOAGraph.aspx
 35. Hendrix P.F., Coleman D.C., Crossley Jr D.A. (1992). Using knowledge of soil nutrient cycling processes to design sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture*, 2(3): 63-82.
https://doi.org/10.1300/Jo64v02n03_06
 36. Hobbs P.R. (2007). Conservation agriculture: what is it and why is it important for future sustainable food production? *The Journal of Agricultural Science*, 145(2): 127-137.
<http://dx.doi.org/10.1017/S0021859607006892>
 37. IPCC (2019). Climate change and land.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2022/11/SRCCL_Full_Report.pdf
 38. ISPRA (2020). Il declino delle api e degli impollinatori. Le risposte alle domande più frequenti. *Quaderni Natura e Biodiversità* n.12/2020. ISBN 978-88-448-1000-9, 43 p.
 39. Jeffries P., Gianinazzi S., Perotto S., Turnau K., Barea J.M. (2003). The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. *Biology and Fertility of Soils*, 37(1): 1-16. <https://doi.org/10.1007/s00374-002-0546-5>
 40. Jensen E.S., Peoples M.B., Boddey R.M., Gresshoff P.M., Henrik H.N., *et al.*, (2012). Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32(2): 329-364. <http://dx.doi.org/10.1007/s13593-011-0056-7>
 41. Jones C. (2003). Recognise, Relate, Innovate 29. http://www.amazingcarbon.com/PDF/JONES_RecogniseRelateInnovate.pdf
 42. Jose S. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry Systems*, 76(1): 1-10.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10457-009-9229-7>
 43. Kennedy A.C., Smith K.L. (1995). Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils. *Plant and Soil*, 170(1): 75-86.
<https://doi.org/10.1007/BF02183056>
 44. Khangura R., Ferris D., Wagg C., Bowyer J. (2023). Regenerative Agriculture-A Literature Review on the Practices and Mechanisms Used to Improve Soil Health. *Sustainability*, 15, 2338.
<https://doi.org/10.3390/su15032338>
 45. Kremen C., Miles A. (2012). Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits, externalities, and trade-offs. *Ecology and Society*, 17(4): 40.
<http://dx.doi.org/10.5751/ES-05035-170440>
 46. La Canne C.E., Lundgren J.G. (2018). Regenerative agriculture: merging farming and natural resource conservation profitably. *Peer Journal*, 6: 1-12.
<https://doi.org/10.7717/peerj.4428>
 47. Lal R., Follett R.F., Stewart B.A., Kimble J.M. (2007). Soil carbon sequestration to mitigate climate change and advance food security. *Soil Science*, 172(12): 943-956.
<http://dx.doi.org/10.1097/ss.0b013e31815cc408>
 48. Leu A. (2020). An overview of global organic and regenerative agriculture movements. In *Organic food systems: meeting the needs of Southern Africa*, 21-31. CABI Books: CABI International
 49. Luján Soto R., Cuéllar Padilla M., de Vente J. (2020). Participatory Selection of Soil Quality Indicators for Monitoring the Impacts of Regenerative Agriculture on Ecosystem Services. *Ecosystem Services*, 45: 101157.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101157>
 50. Lundgren J.G., Fenster T.L.D., LaCanne C.E., Pecenká J.R., Schmid R.B. *et al.*, (2021). Defining and Validating Regenerative Farm Systems Using a Composite of Ranked Agricultural Practices. *F1000Research*, 10: 115.
<https://doi.org/10.12688/f1000research.28450.1>
 51. MacDonald D., Crabtree J.R., Wiesinger G., Dax T., Stamou N., *et al.*, (2000). Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: environmental consequences and policy response. *Journal of Environmental Management*, 59(1): 47-69.
<https://doi.org/10.1006/jema.1999.0335>
 52. Mäder P., Fließbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P., *et al.*, (2002). Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science*, 296(5573): 1694-1697.
<https://doi.org/10.1126/science.1071148>
 53. Malik P., Verma M. (2014). Organic Agricultural Crop Nutrient. *Research Journal of Chemical Sciences*, 4(4): 94-98.
 54. Mann C., Parkins J.R., Isaac M.E., Sherren K. (2019). Do practitioners of holistic management exhibit systems thinking? *Ecology and Society*, 24(3): 19.
<https://doi.org/10.5751/ES-11092-240319>
 55. Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
 56. Moonen A.C., Bårberi P. (2008). Functional biodiversity: an agroecosystem approach.

- Agriculture, Ecosystems and Environment*, 127(1-2): 7-21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2008.02.013>
57. Nalewaja J.D. (2003). Weeds and Conservation Agriculture. In: L. García-Torres, J. Benites, A. Martínez-Vilela, A. Holgado-Cabrera, (a cura di), *Conservation Agriculture*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-1143-2_25.
 58. Newton P., Civita N., Frankel-Goldwater L., Bartel K., Johns C. (2020). What is regenerative agriculture? A review of scholar and practitioner definitions based on processes and outcomes. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 194. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.577723>
 59. Parris K. (2001). OECD Agri-biodiversity indicators: background paper. Proceedings OECD Expert Meeting on Agri-biodiversity Indicators. Zurich, Switzerland, 42 p.
 60. Powlson D.S., Gregory P.J., Whalley W.R., Quinton J.N., Hopkins D.W., *et al.*,(2011). Soil management in relation to sustainable agriculture and ecosystem services. *Food Policy*, 36(Suppl. 1): S72-87. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodpol.2010.11.025>
 61. Raudsepp-Hearne C., Peterson G.D., Bennett E.M. (2010). Ecosystem service bundles for analyzing tradeoffs in diverse landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(11): 5242-5247. <https://doi.org/10.1073/pnas.0907284107>
 62. Ravenscroft N., Moore N., Welch E., Hanney R. (2013). Beyond agriculture: the counter-hegemony of community farming. *Agriculture and Human Values*, 30: 629-639. <http://dx.doi.org/10.1007/s10460-013-9437-7>
 63. Reganold J.P., Wachter J.M. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*, 2: 15221. <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.221>
 64. Renting H., Rossing W.A.H., Groot J.C.J., Van der Ploeg J.D., Laurent C., *et al.*,(2009). Exploring multifunctional agriculture. A review of conceptual approaches and prospects for an integrative transitional framework. *Journal of Environmental Management*, 90: S112-123. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.11.014>
 65. Rhodes C.J. (2017). The Imperative for Regenerative Agriculture. *Science Progress*, 2017, 100, 80-129.
 66. Rodale R. (1986). Learning to Think Regeneratively. *Bulletin Scientific Technological Society*, 6: 6-13.
 67. Sands B., Machado M.R., White A., Zent E., Gould R. (2021). Moving towards an anti-colonial definition for regenerative agriculture. *Agriculture and Human Values*, 40:1697-1716. <https://doi.org/10.1007/s10460-023-10429-3>
 68. Schulte R.P., Creamer R.E., Donnellan T., Farrelly N., Fealy R., *et al.*,(2014). Functional land management: A framework for managing soil-based ecosystem services for the sustainable intensification of agriculture. *Environmental Science e Policy*, 38: 45-58. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.10.002>
 69. Sherwood S., Uphoff N. (2000). La salute del suolo: Ricerca, pratica e politica per un'agricoltura più rigenerativa. *Applied Soil Ecology*, 15: 85-97.
 70. Shreefel L.R.P.O., Schulte I.J.M., de Boer A., Schrijver P., van Zanten H.H.E. (2020). Regenerative agriculture - the soil is the base. *Global Food Security*, 26: 100404. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100404>.
 71. Smith P. (2012). Soils and climate change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4(5): 539-544. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2012.06.005>
 72. Soloviev E. (2019). Lineages of Regenerative Agriculture (Short Version). Available online at: <https://medium.com/@ethansoloviev/lineages-of-regenerati>
 73. Spurgeon D.J., Keith A.M., Schmidt O., Lammertsma D.R., Faber J.H. (2013). Land-use and land-management change: relationships with earthworm and fungi communities and soil structural properties. *BMC Ecology*, 13: 46. <https://doi.org/10.1186/1472-6785-13-46>
 74. Sutter L., Albrecht M., Jeanneret P. (2018). Landscape greening and local creation of wildflower strips and hedgerows promote multiple ecosystem services. *Journal of Applied Ecology*, 55: 612-620. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12977>
 75. Tamburini G., Bommarco R., Wanger T.C., Kremen C., Van Der Heijden M.G. *et al.*,(2020). Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield. *Science Advances*, 6(45), eaba1715. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aba1715>
 76. Terra Genesis International (2020). Regenerative Agriculture. Available online at: <http://www.regenerativeagriculturedefinition.com>
 77. Tilman D., Reich P.B., Knops J., Wedin D., Mielke T. *et al.*,(2001). Diversity and productivity in a long-term grassland experiment. *Science*, 294(5543): 843-845. <https://doi.org/10.1126/science.1060391>
 78. Tittonell P. (2014). Ecological intensification of agriculture - sustainable by nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8: 53-61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2014.08.006>
 79. Tittonell P., El Mujtar V., Felix G., Kebede Y., Laborda L. *et al.*,(2022). Regenerative agriculture—agroecology without politics? *Frontiers on Sustainable Food Systems*, 6:844261. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.844261>
 80. Tschardt T., Clough Y., Bhagwat S.A., Buchori D., Faust H. *et al.*,(2011). Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes - a review. *Journal of Applied Ecology*, 48(3): 619-629. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01939.x>
 81. United Nations (2015). Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. 70/1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, 35 p., <https://documents-nds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/89/PDF/N1529189.pdf?OpenElement>
 82. Weisser W.W., Roscher C., Meyer S.T., Ebeling A., Luo G., *et al.*,(2017). Biodiversity effects on ecosystem functioning in a 15-year grassland experiment: patterns, mechanisms, and open questions. *Basic and Applied Ecology*, 23: 1-73. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2017.06.002>
 83. Wezel A., Bellon S., Doré T., Francis C., Vallod D., *et al.*, (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29: 503-515. <https://doi.org/10.1051/agro/2009004>
 84. Winfree R., Fox J.W., Williams N.M., Reilly J.R., Cariveau D.P. (2015). Abundance of common species, not species richness, drives delivery of a real-world ecosystem service. *Ecology Letters*, 18(7): 626-635. <https://doi.org/10.1111/ele.12424>



**5 milioni di sostenitori nel mondo.
Una rete globale attiva in oltre 100 Paesi.
1300 progetti di conservazione.
In Italia oltre 100 Oasi protette.
Migliaia le specie interessate dall'azione
del WWF sul campo.**

WWF Italia FTS
Via Po, 25/c
00198 Roma

Tel: 06844971
e-mail: wwf@wwf.it
sito: wwf.it