



Cofinanziato
dall'Unione europea



Regione
Lombardia



PSR **LOMBARDIA**
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI



NUOVE SFIDE PER LA VITICOLTURA OLTREPADANA E LOMBARDA TRA CRISI CLIMATICA
E FABBISOGNI D'INNOVAZIONE

***Strumenti innovativi per la
gestione del suolo a supporto
della sostenibilità***

Dott.ssa Agr. Irene Diti

**Suolo e vigneto: strategie per
l'adattamento e la mitigazione climatica**

WEBINAR

24 febbraio 2026



*“Nuove sfide per la viticoltura oltrepadana e lombarda tra crisi climatica e fabbisogni d'innovazione – InVigna” ID Progetto
202503138366 – cofinanziato dall'intervento SRH05 “Azioni dimostrative per il settore agricolo, forestale ed i territori rurali”*

Agricoltura sostenibile

1. aumentare la produttività, l'occupazione e il valore aggiunto nei sistemi alimentari: **modificare le pratiche e i processi agricoli garantendo i rifornimenti alimentari e riducendo allo stesso tempo i consumi di acqua ed energia**
2. **proteggere e migliorare le risorse naturali**: favorire la conservazione dell'ambiente, riducendo l'inquinamento delle fonti idriche, la distruzione di habitat ed ecosistemi e il deterioramento dei suoli
3. migliorare i mezzi di sussistenza e favorire una crescita economica inclusiva
4. **accrescere la resilienza di persone, comunità ed ecosistemi**: trasformare i modelli produttivi in modo da minimizzare gli impatti che gli eventi estremi innescati dai cambiamenti climatici e la volatilità dei prezzi di mercato hanno sull'agricoltura
5. adattare la governance alle nuove sfide: assicurare una cornice legale idonea a raggiungere un equilibrio fra settore pubblico e privato, assegnare incentivi e garantire equità e trasparenza.



«non la specie più forte o più intelligente sopravvive, ma quella che si adatta meglio al cambiamento»

(Charles Darwin, L'origine della specie - 1859)



Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile (2015): 193 paesi membri ONU

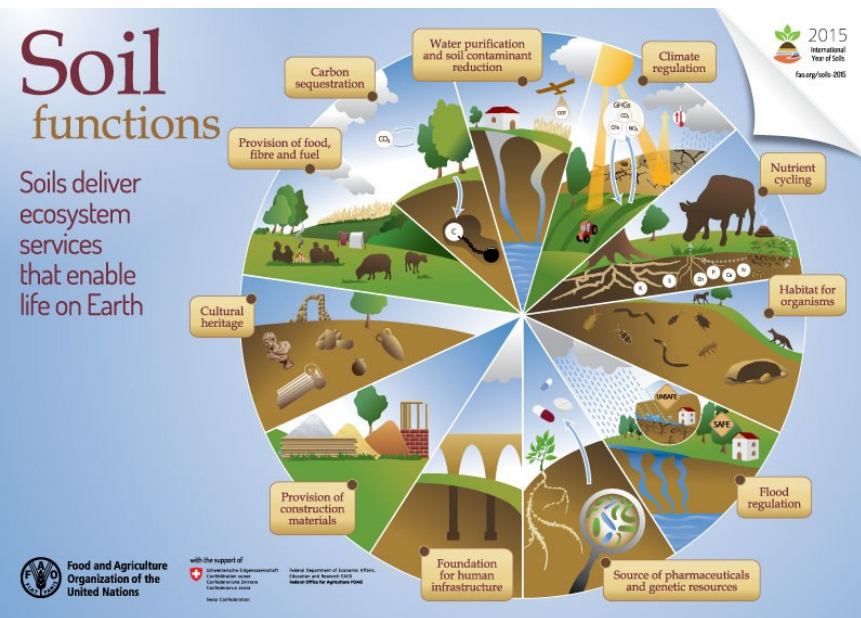
Obiettivo 2: Porre fine alla fame, raggiungere la sicurezza alimentare, migliorare la nutrizione e promuovere un'agricoltura sostenibile

2.4 Entro il 2030, garantire sistemi di produzione alimentare sostenibili e implementare pratiche agricole resilienti che aumentino la produttività e la produzione, che aiutino a proteggere gli ecosistemi, che rafforzino la capacità di adattamento ai cambiamenti climatici, a condizioni meteorologiche estreme, siccità, inondazioni e altri disastri e che migliorino progressivamente la qualità del suolo



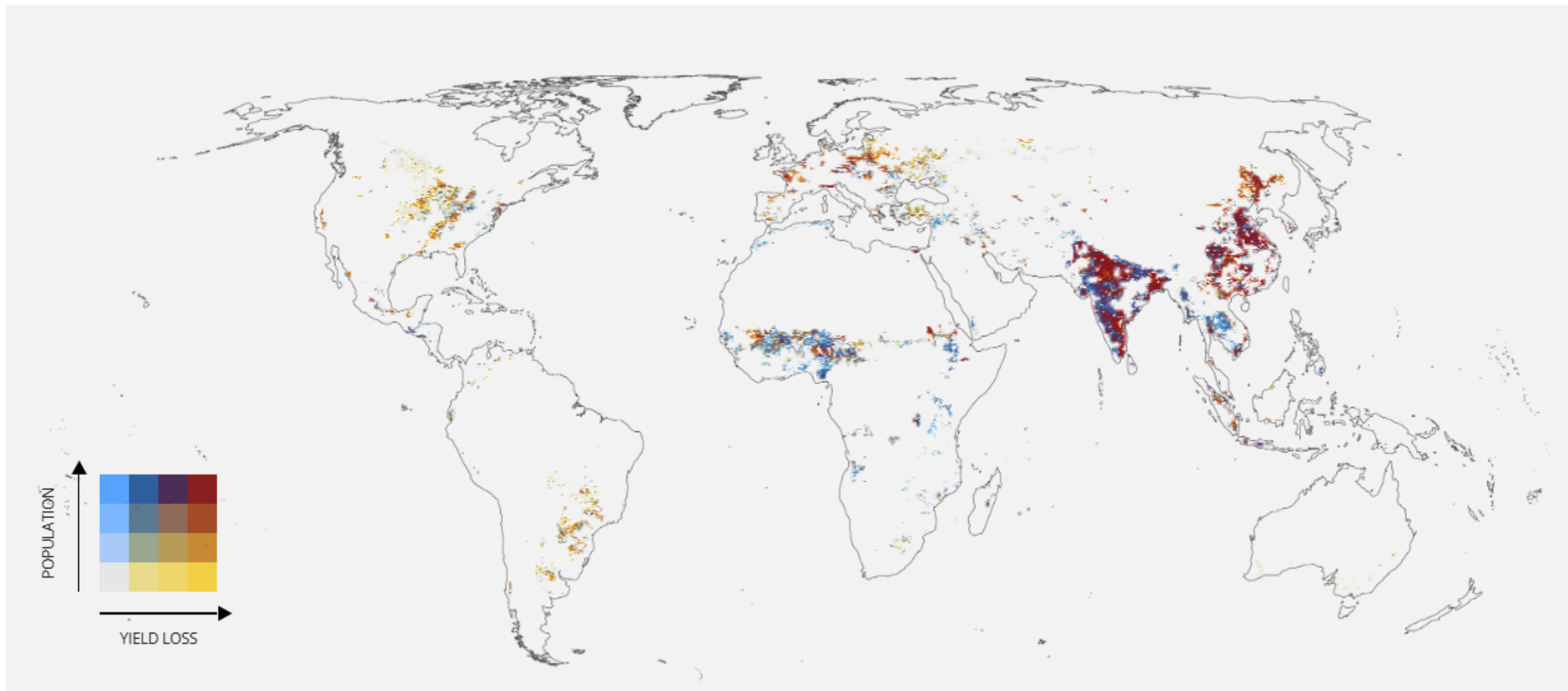
2030

SOIL



In generale, con il termine **SUOLO** si definisce lo strato superiore della crosta terrestre, formato da particelle minerali, materia organica, acqua, aria e organismi viventi

Il suolo è l'interfaccia tra la Terra (geosfera), l'aria (atmosfera) e l'acqua (idrosfera).



Hadi, H. & Wuepper, D. 2025. A global yield gap assessment to link land degradation to socioeconomic risks – Background paper for The State of Food and Agriculture 2025. FAO Agricultural Development Economics Working Paper 25-16. Rome, FAO.

STRATEGIA EUROPEA PER IL SUOLO [COM(2021) 699 final]: entro il 2050 tutti gli ecosistemi dei suoli dell'UE dovranno essere in buona salute e quindi più **RESILIENTI**

Gestione sostenibile dei suoli: insieme di pratiche in grado di mantenere il suolo in condizioni di buona salute, o ripristinare tali condizioni con tutti i benefici che ne derivano anche per l'acqua e l'atmosfera.

Queste pratiche migliorano la biodiversità, la fertilità e resilienza del suolo necessarie per la vitalità delle zone rurali.

NATURE-BASE SOLUTIONS FOR CLIMATE CHANGE ADAPTION IN AGRICULTURE

- MIGLIORARE LA GESTIONE DEL SUOLO E DELLE ACQUE: cover crops, pacciamatura no tillage, minimum tillage, migliorare l'efficienza degli impianti di irrigazione

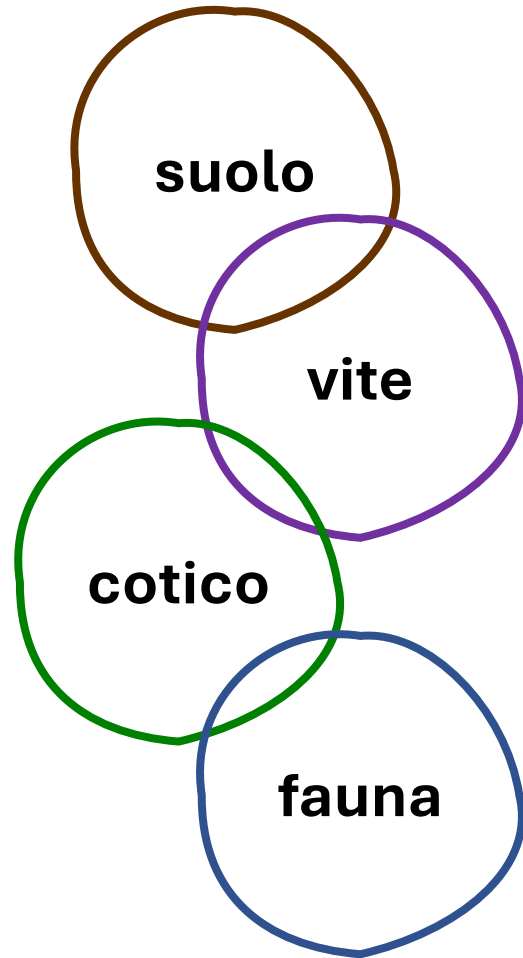
PAC 2023-2027

SOSTENIBILITA' AMBIENTALE: 10,7 mld € per interventi sul clima e l'ambiente per sostenere l'adozione di **pratiche agro-ecologiche**, tra cui **tecniche agricole a tutela delle funzioni del suolo (BCAA – Buone condizioni agronomiche ambientali)**

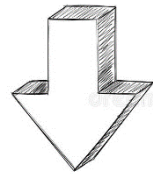
Direttiva UE 2025/2360 sul monitoraggio e la resilienza del suolo

L'obiettivo a lungo termine è raggiungere **suoli “sani” nell'UE entro il 2050** affinché possano fornire pienamente i loro servizi ecosistemici essenziali contribuendo alla sostenibilità ambientale, sociale ed economica complessiva.

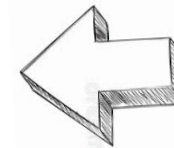
PERCHE' PARLARE DI SUOLO IN VITICOLTURA?



GESTIONE DEL SUOLO



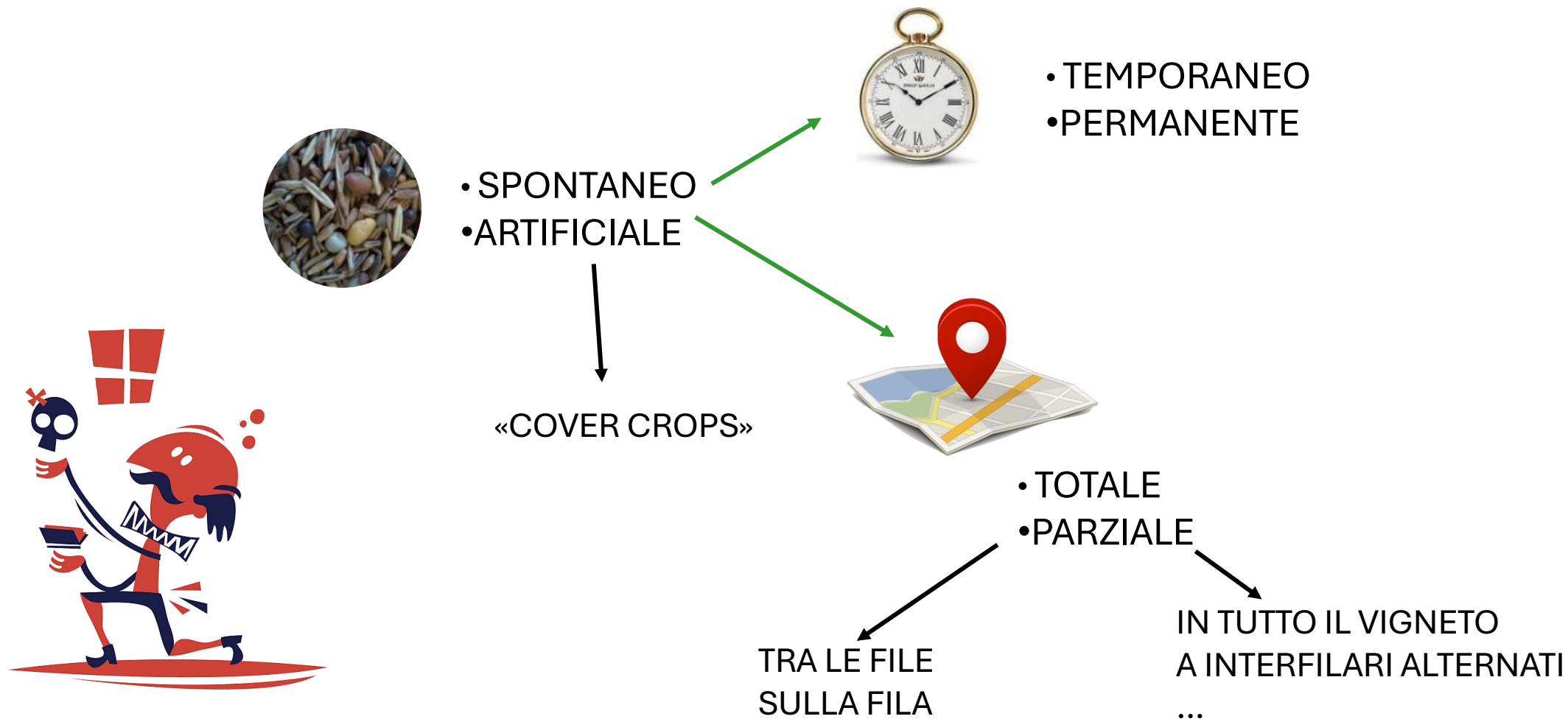
CONTROLLO E MODULAZIONE DELLA
VIGORIA E DELLE
PERFORMANCE DELL'ECOSISTEMA
VIGNETO



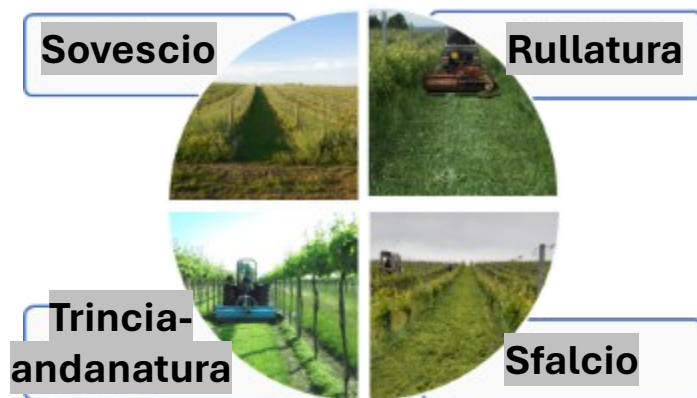
Sfida!
CAMBIAMENTO
CLIMATICO



Quale inerbimento?



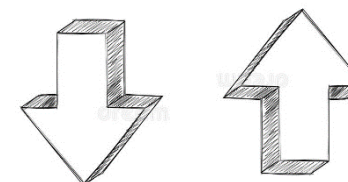
INTERFILARE



SOTTOFILARE

Inerbimenti artificiali

Condizioni sito-specifiche



Tipo di
miscuglio/specie
Tipo di terminazione
Epoca di terminazione

Ma è davvero innovazione?

Innovazione s. f. [dal lat. tardo *innovatio -onis*]. – **1. a.** L'atto, l'opera di innovare, cioè di **introdurre nuovi sistemi, nuovi ordinamenti, nuovi metodi di produzione** e sim.: *la nostra società richiede una profonda i., o, al plur., profonde i.; i. politiche, sociali, economiche.* **b.** In senso concr., ogni novità, mutamento, trasformazione che modifichi radicalmente o provochi comunque **un efficace svecchiamento in un ordinamento politico o sociale, in un metodo di produzione, in una tecnica,** ecc.: *un'i. felice, ricca di conseguenze e di risultati; le i. sinora introdotte si sono dimostrate insufficienti; proporre, progettare, tentare innovazioni; i. tecnologica; i. organizzativa (in un'azienda); incentivare le i. dei processi produttivi; anche in particolari meccanismi o prodotti dell'industria: nell'ultimo modello sono state apportate interessanti innovazioni.*



Uno sguardo al passato....

Greci e Romani: già dal I secolo venivano utilizzate le Leguminose come concime verde in rotazione biennale con altre colture. (alternativa al concime animale)

Virgilio – Georgiche (35 a.c.)

Columella – De Rustica

Plinio il vecchio – *Naturalis Historia* (77-78 d.C)



Utilizzo del lupino come sovescio “*nihil esse utilius lupini segete priusquam siliquetur aratro vel bidentibus versa*”

**Geponiche –
Il libro (X secolo)**



Dedicato alla ceralicoltura e alla legumicoltura

Medioevo e Rinascimento: pratica utilizzata per aumentare la produzione delle colture

1340: riferimento al lupino, utilizzato come concime al posto del letame, in un contratto di locazione



Dopo il Rinascimento:

Giobert (*Del sovescio* - 1819): trattato sul sovescio come nuovo sistema di coltura fertilizzante - *Segala*



Cantoni (*Trattato completo di Agricoltura* - 1855)

Agricoltura moderna

Rivoluzione verde (Anni '60): prodotti di sintesi – abbandono di tecniche tradizionali e “sostenibili” per la gestione del suolo in agricoltura

E ora....? Agricoltura sostenibile

234

CONCIMI VEGETALI.

§ 230. Intesa la teoria del sovescio, vi dirò che molte sono le piante usate dagli antichi e dai moderni a tale scopo. Le principali sono le fave, la segale, i lupini, il ravizzone, i piselli, i fagioli, le vecchie, la fraina, il trifoglio e le zucche. Anticamente i Romani adoperavano di preferenza i lupini ed i Lombardi il ravizzone. Generalmente però devesi scegliere una pianta che cresca rapidamente, che sia ricca di fogliame e di rami, quantunque seminata un poco fitta, e che arrivi alla fioritura verso quel tempo nel quale devesi seminare la pianta che gli succede.

La pianta che serve al sovescio deve poi variare a norma del clima, del terreno e della successiva coltivazione. Così il lupino seminato alla fine di settembre non potrebbe servire al sovescio pel melgone, come usavano i Romani, perchè da noi morirebbe nell'inverno, e perchè, se si seminasse anche prestissimo in primavera, non crescerebbe abbastanza da poterlo sovesciare in aprile. Come pure la segale, nei luoghi i più freddi della nostra Valle, non servirebbe al melgone, perchè arriverebbe troppo tardi all'epoca della fioritura; e quando, seminata in luglio od agosto, si volesse adoperarla come sovescio pel frumento, non crescerebbe molto bella, perchè l'asciutto naturale di quei mesi non è favorevole allo sviluppo della parte erbacea delle piante, mentre la fraina od il lupino riescono meglio anche seminati in settembre. Per riguardo al terreno si userà

DEL SOVESCIO

NUOVO SISTEMA
DI CULTURA FERTILIZZANTE

SENZA DISPENDIO DI CONGIO

DI

G. A. GIOBERT.

SECONDA EDIZIONE.

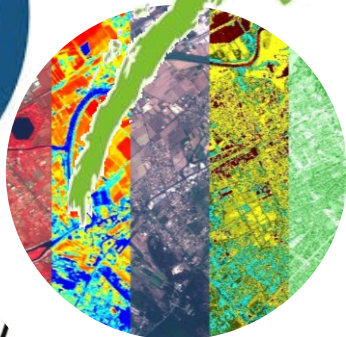
MILANO 1819

PRESSO GIOVANNI SILVESTRI

agli Stessi del Destro, num. 204.

Digitizzato da Google

Quindi come possiamo essere «innovativi»?

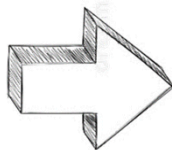


Gli strumenti di supporto alle decisioni (DSS)

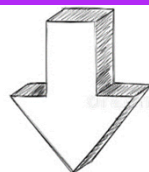
I DSS sono un elemento imprescindibile **dell'agricoltura di precisione**.

I DSS **non** «obbligano» l'agricoltore o il tecnico a fare una scelta, a forniscono un **supporto** nell'analisi delle decisioni da prendere.

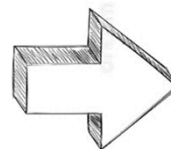
**ESIGENZE/BISOGNI
OBIETTIVI AZIENDALI**



**DATABASE
DISPONIBILITA' DI DATI**



**ANALISI DEI DATI IN
FUNZIONE DELLE
ESIGENZE**



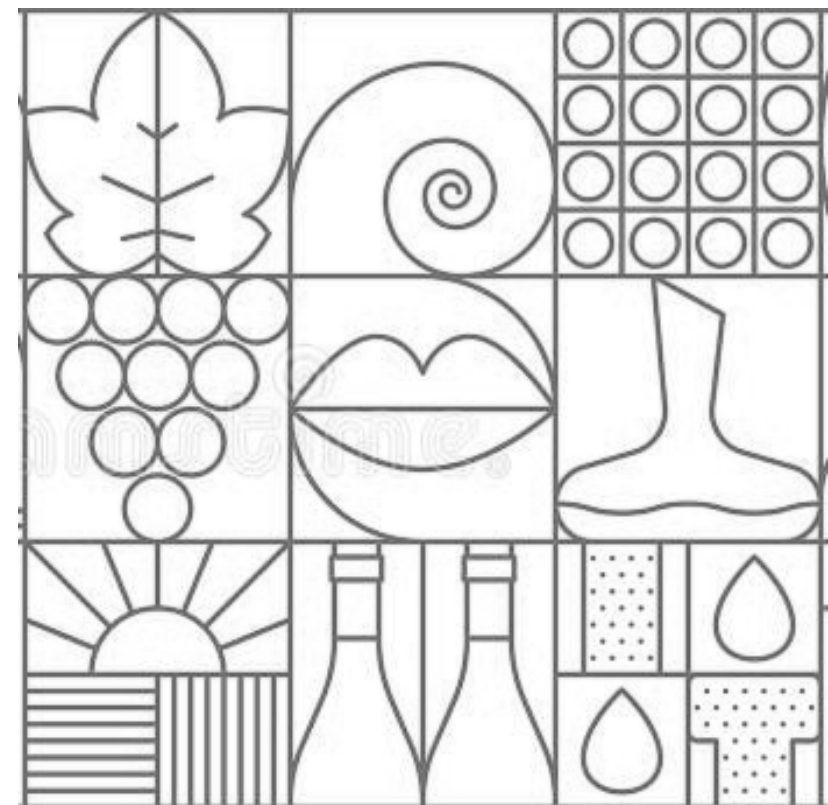
ANALISI SCENARI

**INDICAZIONI
GESTIONALI**



Ambiti di applicazione in viticoltura

- **DIFESA FITOSANITARIA (modelli previsionali principali fitopatie)**
- **MONITORAGGIO INSETTI**
- **GESTIONE IRRIGAZIONE/BILANCIO IDRICO**
- **MONITORAGGIO FENOLOGICO**
- **GESTIONE DEL SUOLO**
- **GESTIONE NUTRIZIONALE E CONCIMAZIONE**
- **DIFESA GELATE/ECESSI DI CALORE**
- **VALUTAZIONE SOSTENIBILITA' AMBIENTALE OPERAZIONI AGRONOMICHE**
- **MONITORAGGIO INTERVENTI**



Uno degli obiettivi principale del progetto LIFE+ Soil4Wine è stato quello di sviluppare uno **strumento decisionale** che potesse guidare gli agricoltori nei seguenti passaggi:

- **individuazione**, *in situ*, di specifici problemi pedologici ed ambientali
- individuazione delle **migliori tecniche innovative di gestione del suolo**
- **implementazione** delle tecniche nelle specifiche realtà aziendali
- **auto-valutazione** dei risultati dopo l'implementazione delle soluzioni individuate.

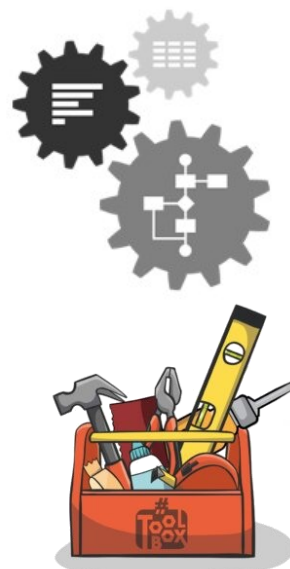
Il progetto LIFE Soil4Wine



VINEYARD MAIN
SOIL THREATS
ASSESSMENT



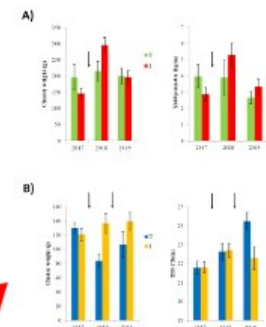
DECISION
SUPPORT SYSTEM
(DSS)



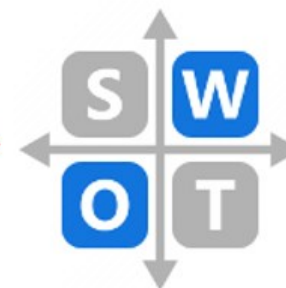
SOIL MITIGATION
SOLUTIONS



DATA
COLLECTION



VINE
PERFORMANCE



SWOT
ANALYSIS



ECOSYSTEM
SERVICES
BENEFIT
ASSESSMENT

SOIL⁴ WINE

LIFE + SOIL4WINE
Innovative approach to soil management in viticultural landscapes

LIMITATO CONTENUTO DI SOSTANZA ORGANICA

DEFINIZIONE	La sostanza organica è un elemento costitutivo del suolo. Il contenuto e la tipologia di sostanza organica sono di fondamentale importanza per la valutazione della salute e della qualità del suolo. Un adeguato contenuto di sostanza organica nel terreno contribuisce a: <ul style="list-style-type: none"> nutrire le colture e la microflora e fauna tellurica stimolare l'accrescimento radicale aumentare la capacità di scambio cationico (C.S.C) diminuire gli effetti di potenziali inquinanti presenti nel suolo migliorare proprietà fisiche del suolo migliorare la capacità di assorbimento dell'acqua diminuire i fenomeni erosivi 	
FATTORI PREDISPOSTI	Rilevanza	lavorazioni effetti indiretti di altre minacce del suolo
PRINCIPALI CONSEGUENZE	<ul style="list-style-type: none"> riduzione della fertilità del terreno impoverimento della struttura del suolo minor stabilità strutturale, che può causare ristagni prolungati e frane riduzione della biodiversità riduzione della capacità di ritenzione idrica 	



MINACCE DEL SUOLO

SOIL⁴ WINE

LIFE + SOIL4WINE
Innovative approach to soil management in viticultural landscapes

EROSIONE

La verifica della presenza di erosione idrica nel vigneto viene effettuata valutando:

- evidenze erosive
- profondità dei solchi creati dal passaggio dell'acqua
- esposizione dell'apparato radicale
- uniformità del manto erboso
- localizzazione degli effetti erosivi

ASSENTE	BASSA	MEDIA	ALTA

evidenze erosive	ASSENTI	LIEVI	MEDIE	FORTI
	non sono presenti segni di erosione idrica	lievi segni di erosione idrica	evidenti segni di erosione idrica	importanti segni di erosione idrica

In presenza di evidenze erosive valutare la profondità dei solchi visibili.

profondità dei solchi	ASSENTI	<5 CM	5-10 CM	> 10 CM
	lievi differenze tra la quota del suolo sulla fila e l'interfila	solchi con profondità inferiore a 5 cm	solchi diffusi di profondità 5-10 cm	solchi diffusi con profondità maggiore a 10 cm

In presenza di evidenze erosive verificare, lungo le file, se è esposto l'apparato radicale delle piante.

esposizione dell'apparato radicale	NON ESPOSTO	PARZIALMENTE ESPOSTO	ESPOSTO
	non è visibile il sistema radicale in nessuna pianta	sistema radicale parzialmente esposto in almeno 3 piante	sistema radicale esposto in un numero di piante > 5

With the contribution of the LIFE financial instrument of European Community
Coordinator: Università Cattolica del Sacro Cuore; Contact: DIPROVES, Facoltà di Agraria, Piacenza
www.unicat.it

ANALISI



SOIL⁴ WINE

LIFE + SOIL4WINE
Innovative approach to soil management in viticultural landscapes

INERBIMENTO TEMPORANEO

SOVESCIO A PREVALENZA DI LEGUMINOSE

1. EFFETTO SULLE MINACCE DEL SUOLO

Erosione	Declino sostanza organica	Compattamento	Suola di lavorazione	Contaminazione	Bassa disponibilità idrica	Declino biodiversità	Ristagno idrico

- nessun effetto
- scelta non consigliata
- scarsa efficacia
- media efficacia
- alta efficacia

2. DESCRIZIONE

Il sovescio autunno-primaverile è una pratica che rientra nella categoria degli *inerbimenti temporanei* e consiste nell'effettuare la semina autunnale di essenze che crescono durante la stagione invernale/primaverile, caratterizzata da maggiori precipitazioni, offrendo un aiuto importante nel controllo dell'erosione.

Una volta cresciute, in tarda primavera, le diverse essenze vengono trinciate e interrate. L'utilizzo di Leguminose (come favaio, pisello, veccia, trifoglio) e il loro successivo sfalcio e interrimento può aumentare la fertilità del suolo grazie alla capacità di contribuire al ciclo dell'azoto nel suolo attraverso il processo di azoto-fissazione a carico della simbiosi con batteri del genere *Rhizobium*. Si stima che, dopo l'interramento della biomassa sfalcata, il 40-60% dell'azoto fissato diventi disponibile nel suolo per le successive colture o, nel caso del sovescio in viticoltura, per la vite favorendone la vigoria delle piante.

La scelta del momento dello sfalcio è condizionata dai benefici che si vogliono ottenere dall'interramento della biomassa fresca, è necessario quindi scegliere il periodo in base alla successione delle fasi fenologiche delle essenze presenti nel miscuglio e agli obiettivi che hanno guidato la scelta di un miscuglio a prevalenza di specie appartenenti alla famiglia delle Leguminose.

Per le Leguminose il periodo ottimale per il taglio è quello precedente alla fioritura poiché, se si aspettasse il completamento dell'antesi, il rapporto C/N sarebbe troppo sbilanciato a favore del Carbonio e questo avrebbe come conseguenza una degradazione poco efficace della biomassa e un conseguente limitato apporto di azoto al suolo.

With the contribution of the LIFE financial instrument of European Community
Coordinator: Università Cattolica del Sacro Cuore; Contact: DIPROVES, Facoltà di Agraria, Piacenza
www.unicat.it

AZIONI MITIGATIVE



SOIL⁴ WINE

LIFE + SOIL4WINE
Innovative approach to soil management in viticultural landscapes

INERBIMENTO TEMPORANEO

SOVESCIO A PREVALENZA DI LEGUMINOSE

L'uniformità e le caratteristiche della copertura vegetale dovranno essere valutate prendendo a riferimento almeno tre aree campione, rappresentative dell'intero vigneto, della dimensione di almeno 0.5 m².

Il rilievo dovrà essere effettuato nel mese precedente alla data presunta di sfalcio (variabile a seconda del miscuglio scelto).

Le tre aree dovranno essere posizionate preferibilmente sulla diagonale dell'appezzamento.

Per ogni apezzamento considerato dare un giudizio 3 = sono pienamente d'accordo 2 = mediamente d'accordo 1 = per niente d'accordo

Domanda	score Area 1	score Area 2	score Area 3
la copertura vegetale è uniforme (non sono presenti aree estese di suolo nudo)			
sono riconoscibili le specie seminate (sulla base del miscuglio scelto vi è una predominanza delle specie seminate)			
la biomassa prodotta è <u>abbondante</u> (le specie seminate hanno raggiunto un livello soddisfacente di crescita in relazione alla fase fenologica nella quale viene svolto il rilievo)			
Totale			

	Risultato
22-27	Ottimo
15-21	Sufficiente
9-14	Non sufficiente

Copertura non uniforme



Copertura uniforme



With the contribution of the LIFE financial instrument of European Community
Coordinator: Università Cattolica del Sacro Cuore; Contact: DIPROVES, Facoltà di Agraria, Piacenza
www.unicat.it

VERIFICA EFFETTI



“Nuove sfide per la viticoltura oltrepadana e lombarda tra crisi climatica e fabbisogni d’innovazione – InVigna” ID Progetto 202503138366 – cofinanziato dall’intervento SRH05 “Azioni dimostrative per il settore agricolo, forestale ed i territori rurali”

MITIGATION ACTIONS MATRIX

Legend



		THREAT							
		ERO	SOM	COMP	HARD	CONT	WSCAR	BIO	WSTAG
POTENTIAL INDEX									
ASSESSMENT		RE	NP	NP	NP	NP	RE	RE	NP
TEMPORARY COVER CROP/LEGUMES GREEN MANURE	(?)								
TEMPORARY COVER CROP/BRASSICA SP GREEN MANURE	(?)								
TEMPORARY COVER CROP/GRAMINACEOUS SP GREEN MANURE	(?)								
NATIVE GRASSING	(?)								
SOWN COVER CROP	(?)								
ORGANIC AMENDMENT	(?)								
CHANGE IN N° OF PPP TREATMENTS	(?)								
CHANGE IN SOIL MANAGEMENT ACTION (EQUIPMENT AND DEPTH)	(?)								
UNDERGROUND DRAINAGE SYSTEM	(?)								
SUPERFICIAL DRAINAGE SYSTEM	(?)								
ORGANIC MULCHING	(?)								

Effetti sui servizi ecosistemici INERBIMENTO vs LAVORAZIONE

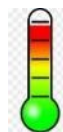
+1.454 €/ha



- 85% di suolo eroso



+ 55% di acqua immagazzinata



+ 15% di CO₂ assorbita



Più biomassa nel suolo



Migliore qualità del paesaggio

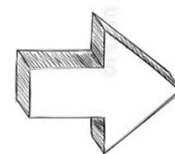
PES



Il progetto LIFE DRIVE



Sviluppo e testing di uno **strumento di monitoraggio** per i viticoltori atto alla valutazione e al corretto uso delle **riserve idriche del suolo**, alla diagnosi del **consumo idrico stagionale** inglobando il contributo delle viti e di eventuali inerbimenti e alla definizione di corrette soglie di intervento per un apporto irriguo



Strumento (**APP**) che dovrà supportare i viticoltori nella:

-Quantificazione/valutazione della **riserva idrica del suolo** all'inizio della stagione

-Monitoraggio, durante la stagione, dei **consumi idrici**

- individuazione e validazione delle **soglie di stress idrico precoce**

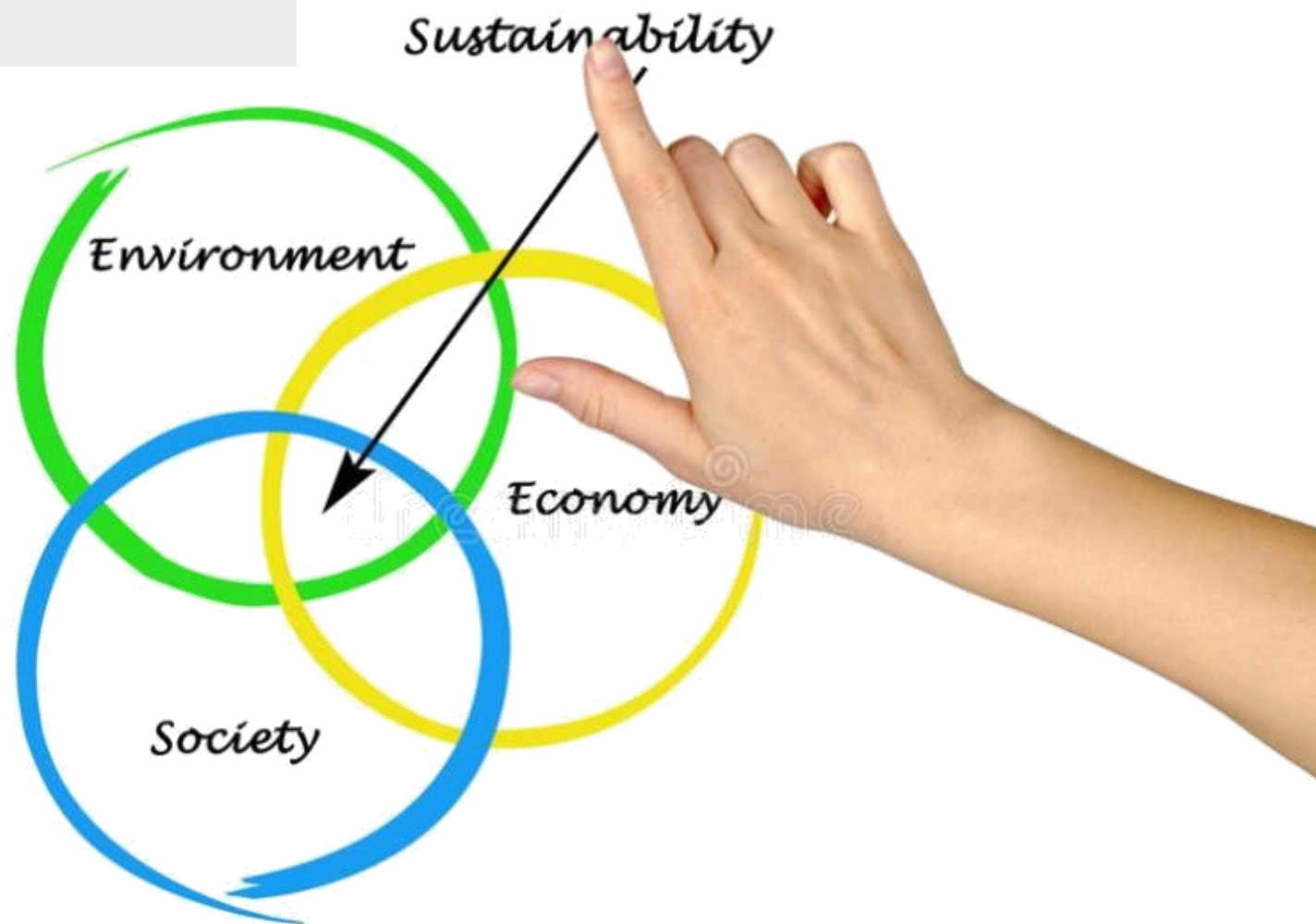
-**Invio alert**



Tipo di terminazione	Sfalcio e interrimento			Rullatura			Sfalcio e andanatura		
	Tra le file			Tra le file			Sotto la fila		
Tipo di inerbimento	Prev. leguminose	Prev. graminacee	Bilanciato	Prev. leguminose	Prev. graminacee	Bilanciato	Prev. leguminose	Prev. graminacee	Bilanciato
Effetto atteso									
Riserva idrica utile	buono	buono	buono	buono	buono	buono	buono	buono	buono
Ruscellamento superficiale	scarso	scarso	scarso	buono	buono	buono	buono	buono	buono
Inibizione infestanti	buono	buono	buono	buono	buono	buono	buono	buono	buono
Rilascio di nutrienti	buono	buono	buono	buono	scarso	scarso	buono	buono	buono
Dotazione sostanza organica	buono	buono	buono	buono	buono	buono	buono	buono	buono
Erosione	scarso	scarso	scarso	buono	buono	buono	buono	buono	buono
Compattamento del suolo	scarso	buono	scarso	buono	buono	buono	buono	buono	buono
Infiltrazione idrica	buono	buono	buono	buono	buono	buono	buono	buono	buono

molto buono
 buono
 medio
 scarso
 nessuno

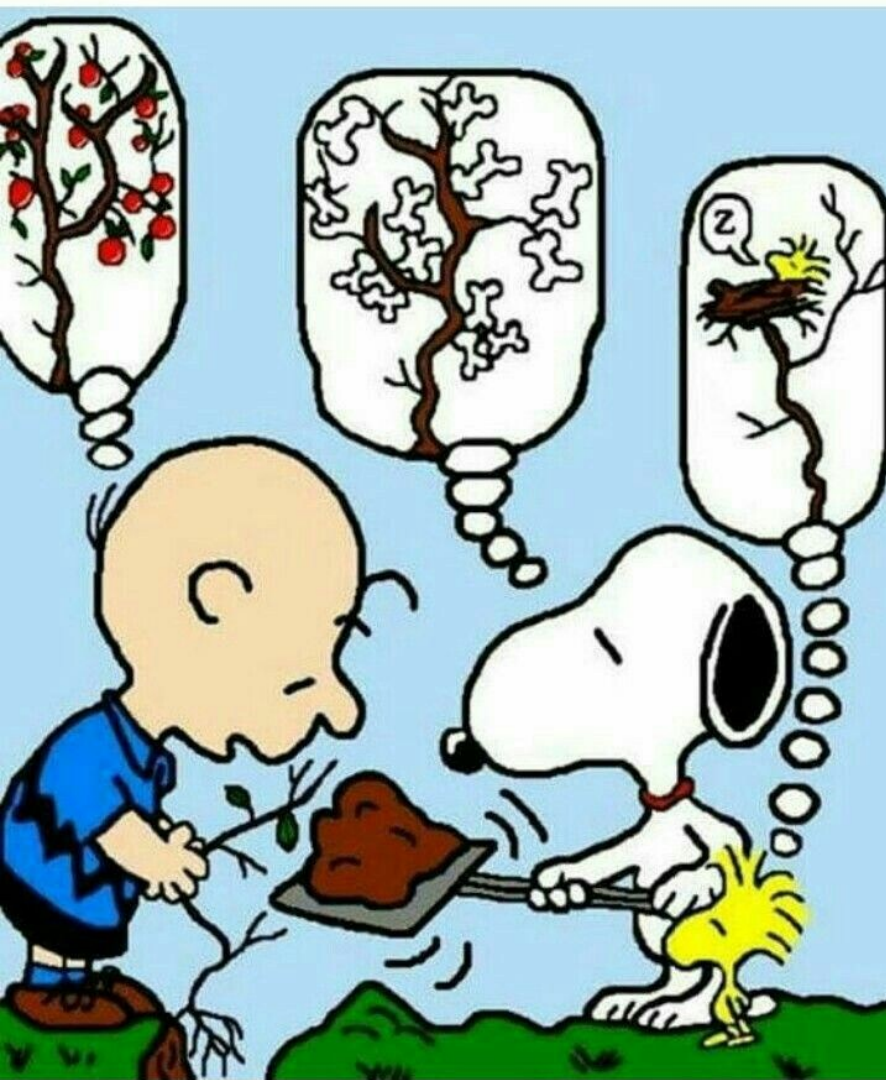
Utilizzo DSS e sostenibilità



In conclusione...

- Il suolo è un bene su cui è necessario **investire!**
- I DSS possono supportare la **transizione** verso soluzioni più sostenibili (3 pilastri)
- La gestione del suolo richiede un **cambio di paradigma** alla luce delle sfide poste dal cambiamento climatico
- Numerosi strumenti a disposizione delle aziende con fasce di prezzo e funzionalità/performance variabili.
Quale scegliere?
- Il ruolo del consulente diventa importante come «**bussola**» per la scelta dell'aiuto migliore in base alle esigenze aziendali
- **Non esiste la ricetta perfetta:** gli ecosistemi sono caratterizzati da alta complessità e forte variabilità.





Grazie per l'attenzione

*Dott.ssa Agr. Irene Diti
irenediti@gmail.com*