



FEASR



REGIONE DEL VENETO



FONDO EUROPEO AGRICOLO PER LO SVILUPPO RURALE: L'EUROPA INVESTE NELLE ZONE RURALI

# Esperienze di sostenibilità in agricoltura

in collaborazione con CIB – Consorzio Italiano Biogas  
Progetto FARMING FOR FUTURE



10, 12 e 24 maggio 2022

Seminario online / Formazione a Distanza

Cod. P4-36-21

( cod. P4-36-21 )



Iniziativa finanziata dal Programma di Sviluppo Rurale per il Veneto 2014-2020  
Intervento 2.3.1 - Formazione dei consulenti

# 10 AZIONI PER COLTIVARE IL FUTURO.

IL CONTRIBUTO DEL BIOGAS FATTOBENE  
PER LA CONVERSIONE AGRO-ECOLOGICA  
DELL'AGRICOLTURA ITALIANA.



**GUIDO BEZZI**  
*Resp. Agronomia CIB*

12 Maggio 2022



## FARMING FOR FUTURE. 10 AZIONI PER COLTIVARE IL FUTURO

1.

### ENERGIE RINNOVABILI IN AGRICOLTURA

SOSTITUIRE I COMBUSTIBILI FOSSILI CON FONTI DI ENERGIA RINNOVABILE PER RIDURRE L'INQUINAMENTO E LE EMISSIONI

2.

### AZIENDA AGRICOLA 4.0

ADOTTARE TECNICHE DI AGRICOLTURA E ZOOTECNIA AVANZATE PER CALIBRARE LE RISORSE NECESSARIE ALLE COLTURE E ALLEVAMENTI

3.

### GESTIONE DEI LIQUAMI DA ALLEVAMENTO

IMPIEGARE EFFLUENTI ZOOTECNICI E SCARTI AGRICOLI NELLA DIGESTIONE ANAEROBICA PER RIDURRE LE EMISSIONI E PRODURRE BIOENERGIE RINNOVABILI

4.

### FERTILIZZAZIONE ORGANICA

UTILIZZARE FERTILIZZANTE ORGANICO (DIGESTATO) PER RESTITUIRE NUTRIENTI AL SUOLO E RIDURRE L'USO DI FERTILIZZANTI CHIMICI



5.

### LAVORAZIONI AGRICOLE INNOVATIVE

ADOTTARE TECNICHE AVANZATE DI LAVORAZIONE DEL SUOLO E FERTILIZZAZIONE ORGANICA PER RIDURRE LE EMISSIONI DAI SUOLI

6.

### QUALITÀ E BENESSERE ANIMALE

IMPLEMENTARE TECNICHE AGRICOLE E ZOOTECNICHE DI ECCELLENZA PER MIGLIORARE LA QUALITÀ E IL BENESSERE DEGLI ALLEVAMENTI

10.

### BIOGAS E ALTRI GAS RINNOVABILI

PRODURRE METANO E IDROGENO RINNOVABILI DAL BIOGAS AGRICOLO

9.

### PRODUZIONE E USO DI BIOMATERIALI

SVILUPPARE E UTILIZZARE MATERIALI DI ORIGINE BIOLOGICA, NATURALI E RINNOVABILI

8.

### AGROFORESTAZIONE

INTEGRARE COLTIVAZIONI LEGNOSE NEI CAMPI COLTIVATI PER AUMENTARE LA FOTOSINTESI E LA SOSTANZA ORGANICA NEI SUOLI

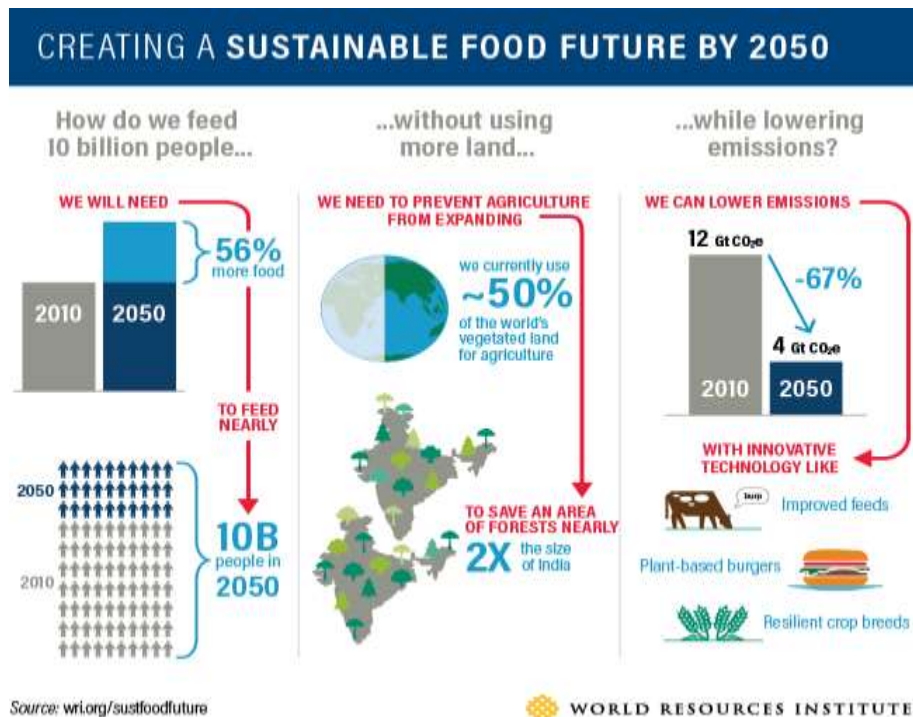
7.

### INCREMENTO FERTILITÀ DEI SUOLI

ADOTTARE LE DOPPIE COLTURE PER INCREMENTARE LA CATTURA DELLA CO<sub>2</sub> E LA FERTILITÀ DEI SUOLI



# Agricoltura tra produzione e Ambiente



The largest emitters in agriculture are:



# Agricoltura tra produzione e Ambiente

*"Le migliori varietà possono esprimere tutto il loro potenziale solo in un terreno dalle condizioni ottimali, visto che non possono estrarre l'acqua ed i nutrienti di cui hanno bisogno da un suolo che ne è privo"*

02/10/2018 Nobel Conference 54

**Rattan Lal**  
Professore di scienze del suolo  
Ohio State University

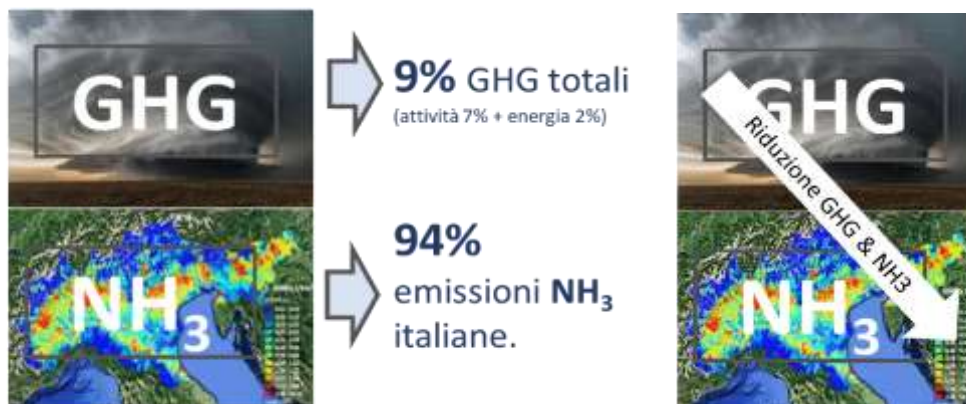
Membro IPCC,  
vincitore del Premio Nobel  
per la pace nel 2007



Produrre di  
più con  
meno

- sullo stesso ettaro di terra
- per goccia d'acqua
- per unità di fertilizzanti e pesticidi
- Per unità di energia
- Per unità di emissione di C

# Agricoltura tra produzione e Ambiente



(Fonte: ISPRA, National Inventory Report, 2021- Informative Inventory Report, 2021.)

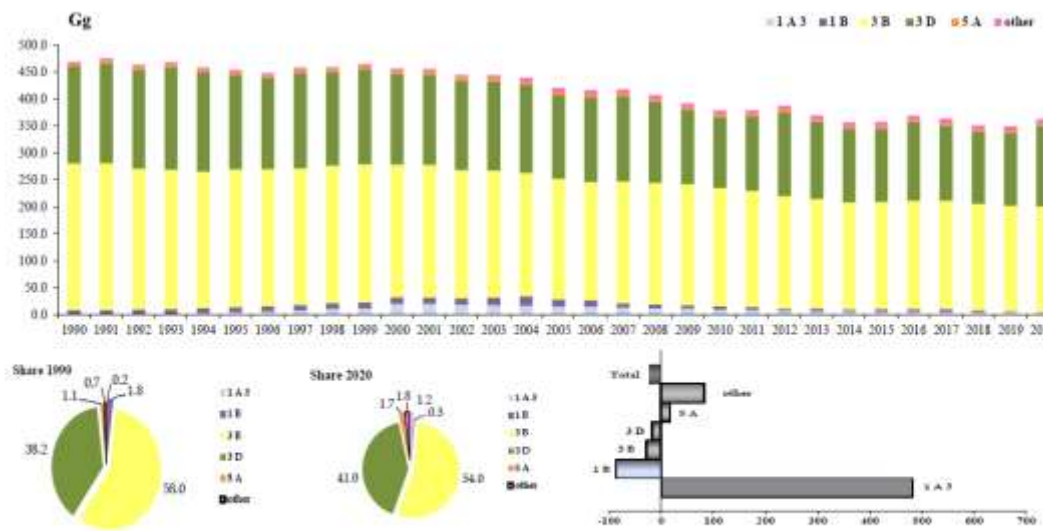
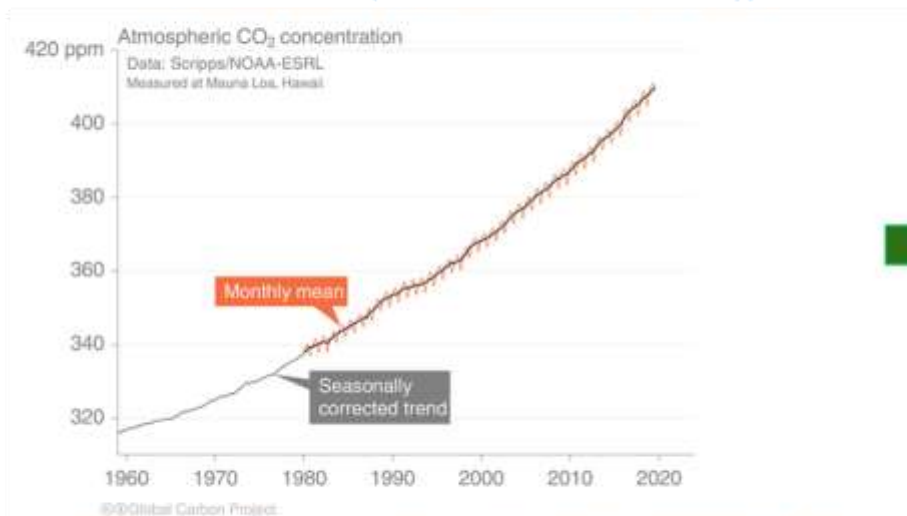


Figure 2.3 NH<sub>3</sub> emission trend, percentage share by sector and variation 1990-2020

# Agricoltura tra produzione e Ambiente

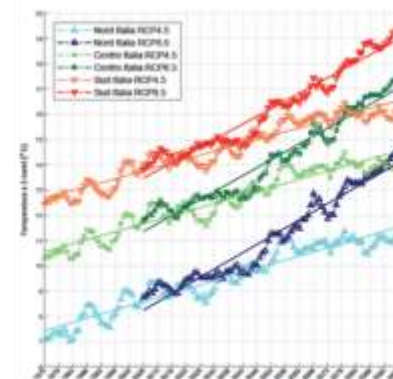
## Atmospheric concentration

The global CO<sub>2</sub> concentration increased from ~277ppm in 1750 to 407ppm in 2018 (up 46%)  
2016 was the first full year with concentration above 400ppm

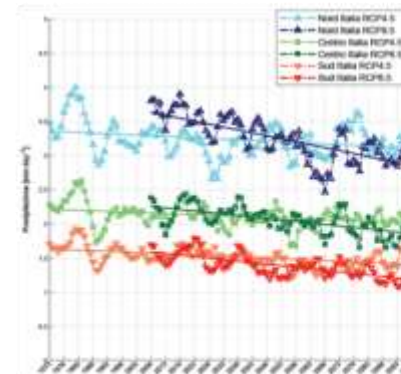


Globally averaged surface atmospheric CO<sub>2</sub> concentration. Data from: NOAA-ESRL after 1980; the Scripps Institution of Oceanography before 1980 (harmonised to recent data by adding 0.542ppm)  
Source: NOAA-ESRL; Scripps Institution of Oceanography; Friedlingstein et al 2019; Global Carbon Budget 2019

TEMPERATURE



PRECIPITAZIONI

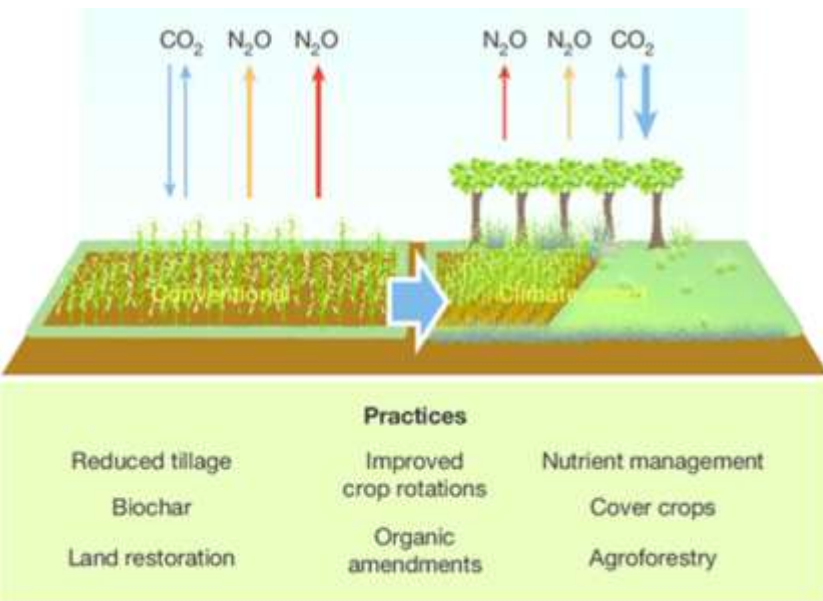


Fonte: CMCC, 2020 –  
Analisi del rischio: i  
cambiamenti climatici  
in Italia.

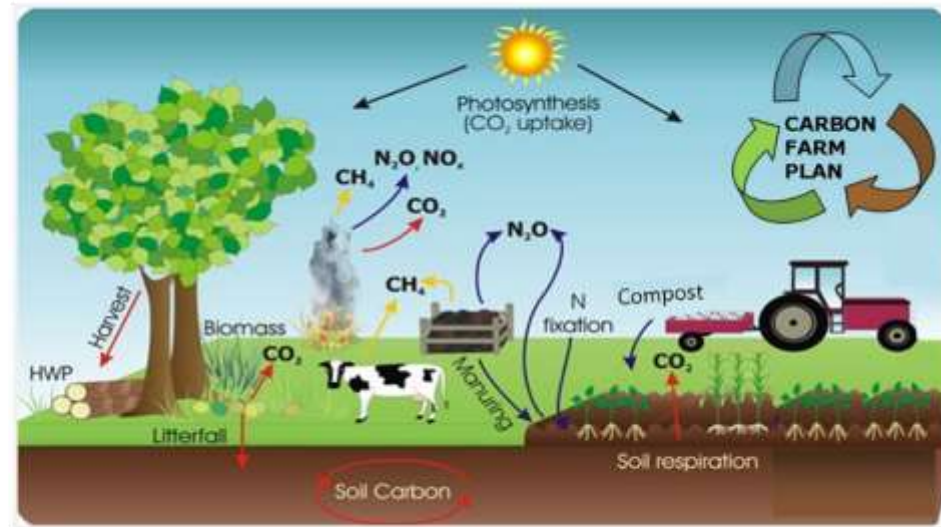
[www.cmcc.it/it/analisi-del-rischio-i-cambiamenti-climatici-in-italia](http://www.cmcc.it/it/analisi-del-rischio-i-cambiamenti-climatici-in-italia)



# I presupposti della transizione agroecologica



Keith Paustian, 2016

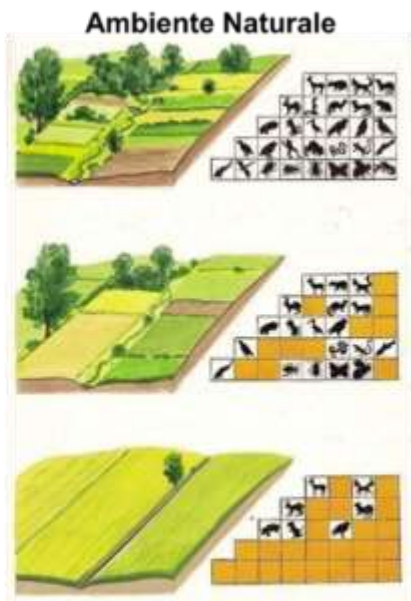


Fonte IPCC

# I presupposti della transizione agroecologica

- Biodiversità  
+ semplificazione ecosistema  
+ incidenza dei patogeni

Agricoltura Intensiva  
Convenzionale



AGROECOLOGIA  
AGRICOLTURA  
CONSERVATIVA E  
BIOGASFATTOBENE

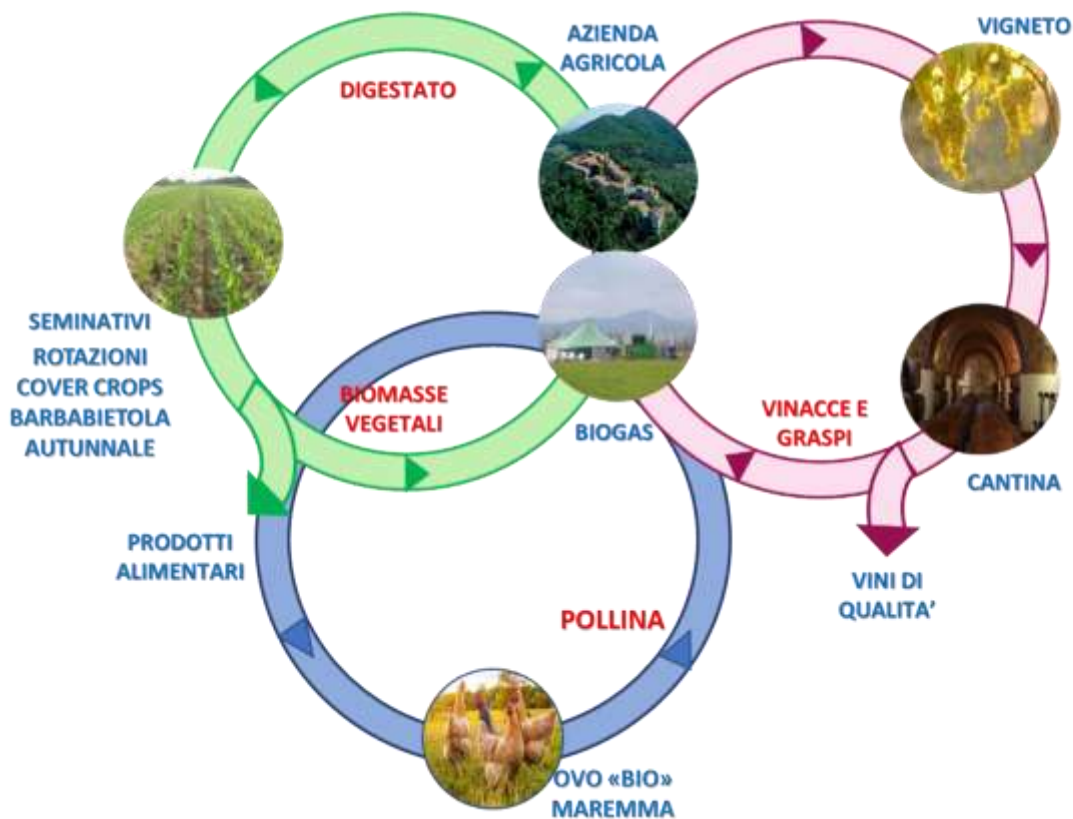
+ Biodiversità  
+ strutturazione ecosistema  
- Incidenza dei patogeni

Agricoltura Intensiva  
Convenzionale

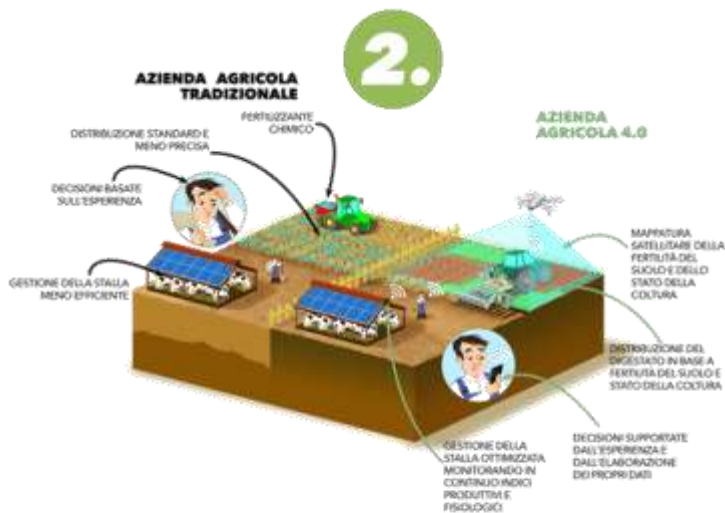


Fonte: Elab. G.Bezi, 2020 da B. Fishesser et M-F Dupuis-Tate, 1996. Guide illustré de l'écologie.

# Integrazione di Cicli Produttivi



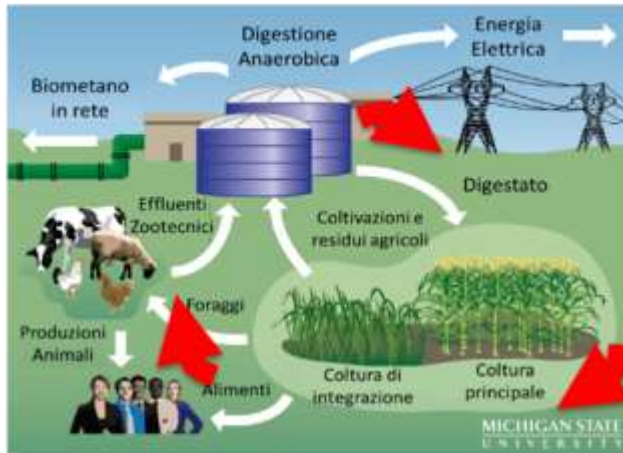
# Integrazione di Tecniche e Tecnologie per coltivare in maniera efficiente salvaguardando la fertilità



# Azione 4: Fertilizzazione Organica

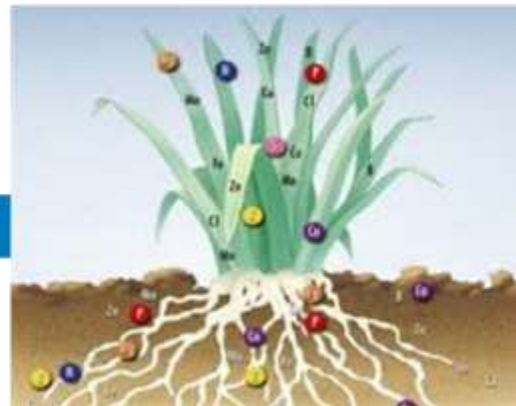


# Valore del ritorno della sostanza organica in fertilizzazione



**NPK**

**C-NPK**



# Il Suolo

## Il suolo:

- è essenziali per produrre **colture, mangimi, fibre, energia.**
- **filtra e purifica decine di migliaia di km<sup>3</sup> di acqua l'anno.**
- è il **più grande serbatoio terrestre di carbonio nel mondo;**
- come tale contribuisce a **regolare le emissioni di anidride carbonica e di altri gas a effetto serra** ed è quindi alla base della regolazione del clima.

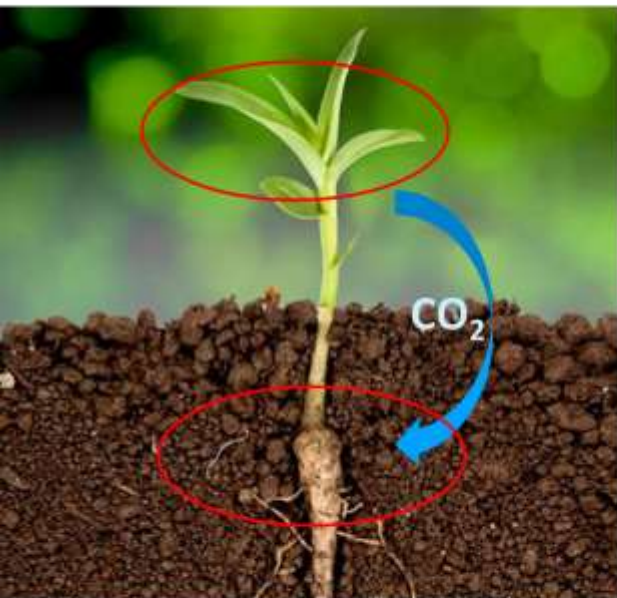


*«La gestione sostenibile del suolo (SSM) è parte integrante della gestione sostenibile globale della terra, nonché la base di partenza per arginare la povertà e favorire lo sviluppo agricolo e rurale al fine di promuovere sicurezza alimentare e miglioramento della nutrizione» (FAO, CREA, 2019).*

## Suolo serbatoio di C-organico

### FOTOSINTESI

Cattura e Organizzazione CO<sub>2</sub>



### FERTILITÀ DEL SUOLO

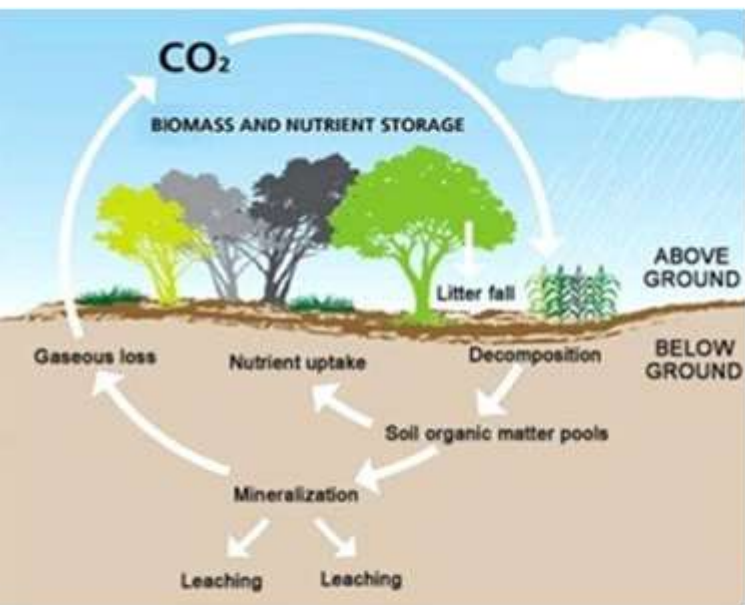
Sequestro della CO<sub>2</sub> come Sostanza Organica

Oltre **1500 miliardi t di C** entro 1 m di profondità.  
Contribuisce a regolare le emissioni di CO<sub>2</sub> e di altri gas a effetto serra (N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>).  
È quindi alla base della regolazione del clima.

L'incremento della sostanza organica nei suoli è tra le soluzioni più efficaci per il sequestro della CO<sub>2</sub> atmosferica (win-win) → perché allo stesso tempo migliora la fertilità dei suoli coltivati.



## Sostanza Organica nel suolo



- Miscuglio di composti risultanti dai processi di piante e microrganismi e dalla loro stessa degradazione.
- Al suo accumulo contribuiscono sia i residui vegetali sia animali, i resti derivanti dalla loro decomposizione, le sostanze secrete a livello della superficie delle foglie e liscivate dalle piogge, le secrezioni delle radici, le aree di radici morte, la frazione di biomassa microbica e pedofauna morta, le escrezioni della stessa pedofauna, le molecole rilasciate dalle cellule microbiche in sede extracellulare.
- **Il suolo, tuttavia, a sua volta, «respira» e «ossida» la sostanza organica che contiene.**



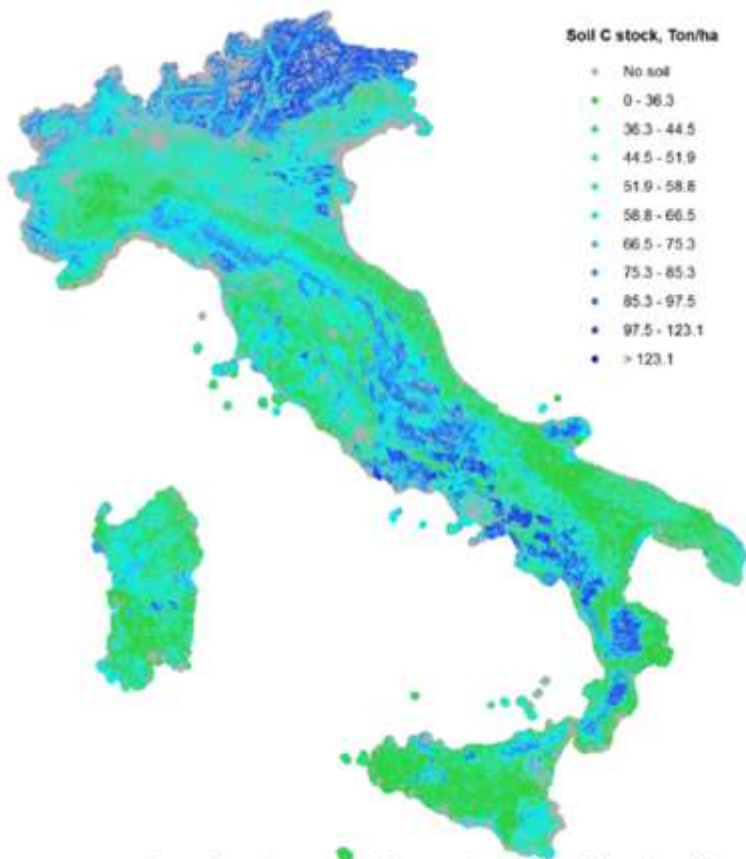
Dopo decenni di SOLA CONCIMAZIONE CHIMICA siamo arrivati al rischio «DESERTIFICAZIONE»

# Funzioni della Sostanza Organica nel suolo

Funzioni fisiche	Funzioni chimiche	Funzioni biologiche
+ aggregazione particelle	+ complessi stabili	+ energia metabolica
+ stabilità aggregati	+ capacità tampone	+ micro/mesofauna
- compattamento, croste	+ capacità di scambio cationico	+ attività enzimatica
- erosione	- tossicità metalli e organici	- tossicità
+ ritenzione idrica	+ rilascio graduale	
+ lavorabilità		



# Sostanza Organica nel suolo



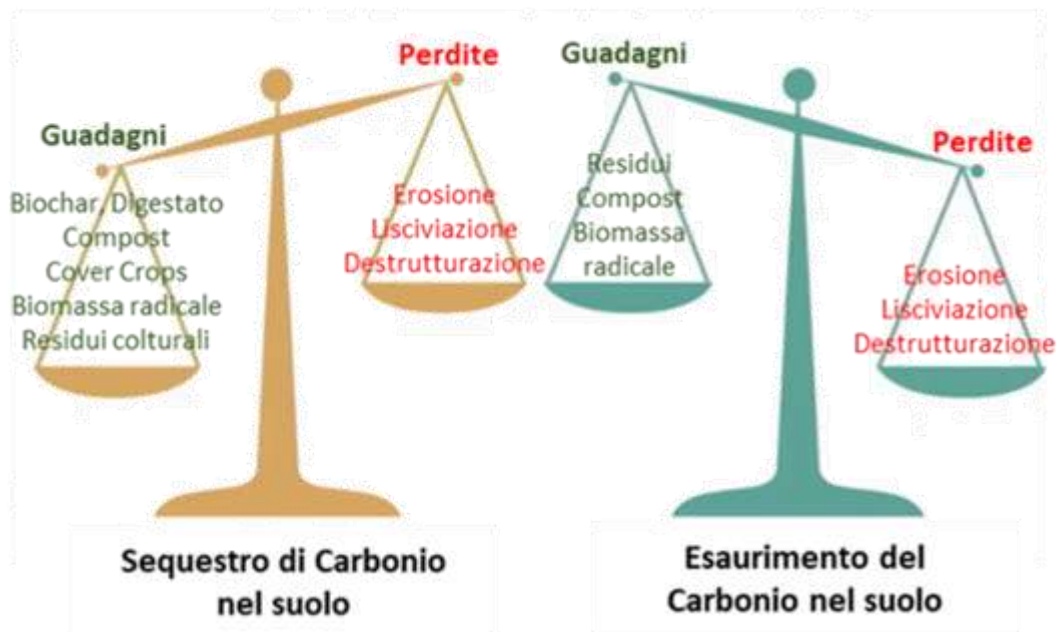
Estese sono le aree con dotazione di CARBONIO ORGANICO compreso tra l'1 e il 2% soglia ritenuta "bassa" per la maggior parte dei terreni in relazione alla loro tessitura

*(In riferimento alla mappa si intendono le zone classificate indicativamente sino a 51.9 t/ha di C)*

Classi tessiturali USDA			
Dotazione	Sabbiosa	Franca	Argillosa
	Sebbioso-franca	Franco-sabbioso-argillosa	Franco-argillosa
	Franco-sabbiosa	Franco-limosa	Argilloso-limosa
		Argilloso-sabbiosa	Franco-argilloso-limosa
		Limosa	
Sostanza Organica %			
Molto bassa (VL)	<0.8	<1.0	<1.2
Bassa (L)	0.8 - 1.5	1.0 - 1.9	1.2 - 2.3
Media (M)	1.5 - 2.0	1.9 - 2.5	2.3-3.0
Alta (H)	>2.0	>2.5	>3.0

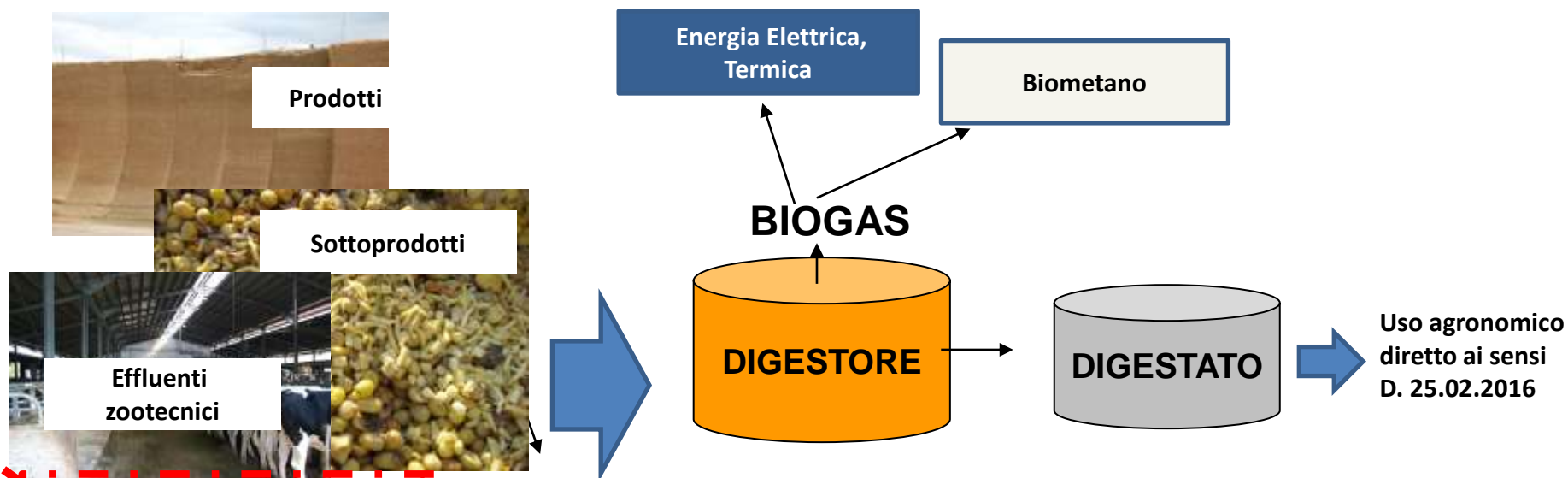
**Contenuto di carbonio organico nei suoli italiani nello strato 0 – 30 cm (ISPRA, 2017 <https://annuario.isprambiente.it/ada/macro/4>).**

# Agricoltura tra produzione e Ambiente



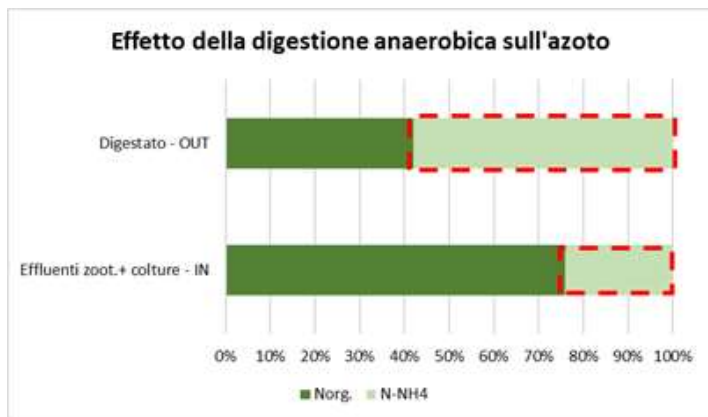
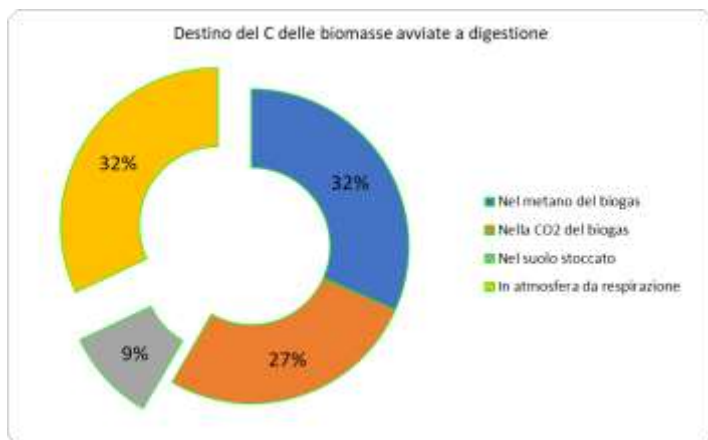
- Gli apporti di sostanza organica devono essere superiori alle perdite
- Maggiore è l'indice di umificazione maggiore è la quantità di SO apportata che «resta» nel suolo in modo stabile

## Digestione anaerobica di “BIOMASSE NON\_RIFIUTO”



**IN ASSENZA DI «RIFIUTI» IN INGRESSO NON E' UN IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI e il DIGESTATO non è “RIFIUTO”**

# Effetti della digestione anaerobica



- Il processo biologico di digestione anaerobica determina profonde modificazioni chimico-fisiche e biologiche nelle biomasse di partenza:
  - **degrada** la sostanza organica meno stabile (più del 50-60% diventa biogas);
  - **non riduce** i quantitativi di N, P e K;
  - **trasforma** parte dell'azoto organico in azoto ammoniacale
  - **migliora** lo stato igienico-sanitario rispetto lo stato iniziale

## IL DIGESTATO e le sue frazioni per l'uso agronomico



1) Frazione **SOLIDA** (10-15% in peso): **buone proprietà ammendanti**. Concentra in sé la **SOSTANZA ORGANICA** del digestato e contiene un'elevata percentuale di azoto organico sull'azoto totale (e buona parte del fosforo).



2) Frazione **CHIARIFICATA** (85-90% in peso): **fertilizzante a buona disponibilità di N**. Contiene un'elevata percentuale di N ammoniacale rispetto a N totale, rapporto N/P piuttosto elevato.

Rispetto agli effluenti tal quali, il digestato ha caratteristiche fertilizzanti diverse e meglio definite

## DIGESTATO AGROZOOTECNICO e AGROINDUSTRIALE: non sono «PRODOTTI» ma hanno limiti qualitativi (Decreto 25.02.2016)

Dotazione minima di SO e di NUTRIENTI  
(SS: sostanza secca).

Parametro	Valore	U. di M.
Sostanza organica	≥ 20	% peso SS
Fosforo totale	≥ 0,4	% peso SS
Azoto totale	≥ 1,5	% peso SS
Salmonella	Assente in 5 camp. su 5	25 g di t.q.

	DECRETO 25.02.2016	D. Lgs n. 75/2010 s.m.i.
Parametro	Digestato agroind. (mg/kg SS)	Amm. Compost. Misto (mg/kg SS)
Piombo totale	≤ 140	≤ 140
Cadmio totale	≤ 1,5	≤ 1,5
Nichel totale	≤ 100	≤ 100
Zinco totale	≤ 600	≤ 500
Rame totale	≤ 230	≤ 230
Mercurio totale	≤ 1,5	≤ 1,5
Cromo VI tot.	≤ 0,5	≤ 0,5

METALLI PESANTI: pur non essendo un «prodotto», il DIGESTATO AGROINDUSTR. ha gli stessi limiti dell'ACM, liberamente vendibile.

Assenza di altri inquinanti è garantita dalla natura delle biomasse in ingresso



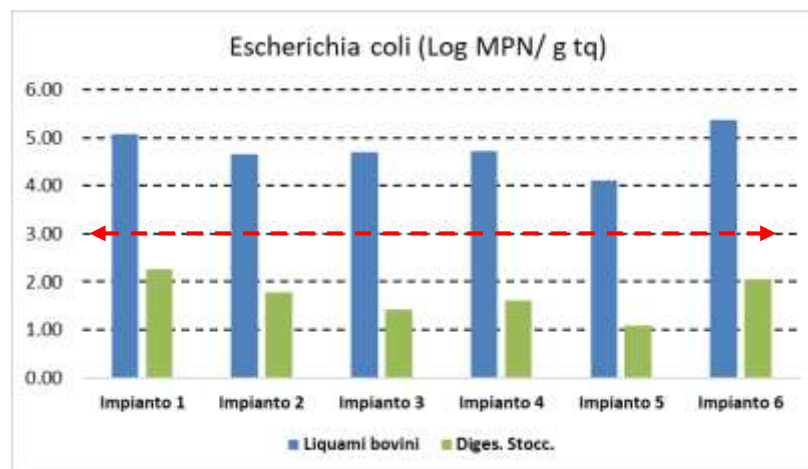
## La digestione anaerobica migliora lo stato igienico-sanitario degli effluenti, anche in mesofilia

SALMONELLA (presenza/assenza) in EFFLUENTI BOVINI e nel DIGESTATO IN STOCCAGGIO

	LiqB	LetB/SepB	Dstoc
IMP. 1	1/8	0/16	0/8
IMP. 2	1/8	0/8	0/7
IMP. 3	0/7	0/8	0/8
IMP. 4	0/8	0/6	0/12
IMP. 5	0/7	0/9	0/8
IMP. 6	0/8	0/8	0/8
<b>Totale</b>	<b>2/46</b>	<b>0/55</b>	<b>0/51</b>

(Rossi L., 2016)

ESCHERICHIA COLI IN EFFLUENTI BOVINI E NEL DIGESTATO IN STOCCAGGIO



# Piano di concimazione: elementi fondamentali

I fattori da cui non si può prescindere per fare un piano di concimazione calibrato e corretto sono:

- 1. Conoscenza della natura del suolo e delle sue caratteristiche**
- 2. Conoscenza della composizione del digestato**
- 3. Conoscenza del fabbisogno della coltura**
- 4. Monitoraggio della fertilità del suolo per definire e adeguare i dosaggi distribuiti**
- 5. Distribuzione nei momenti di maggiore recettività della pianta (maggiore efficienza)**

# Consapevolezza del potere fertilizzante del digestato

Digestato medio (ST= 6%)

	(kg/m <sup>3</sup> )
<b>Sostanza Organica</b>	<b>39</b>
<b>NTK</b>	<b>4,00</b>
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>1,93</b>
<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>4,25</b>



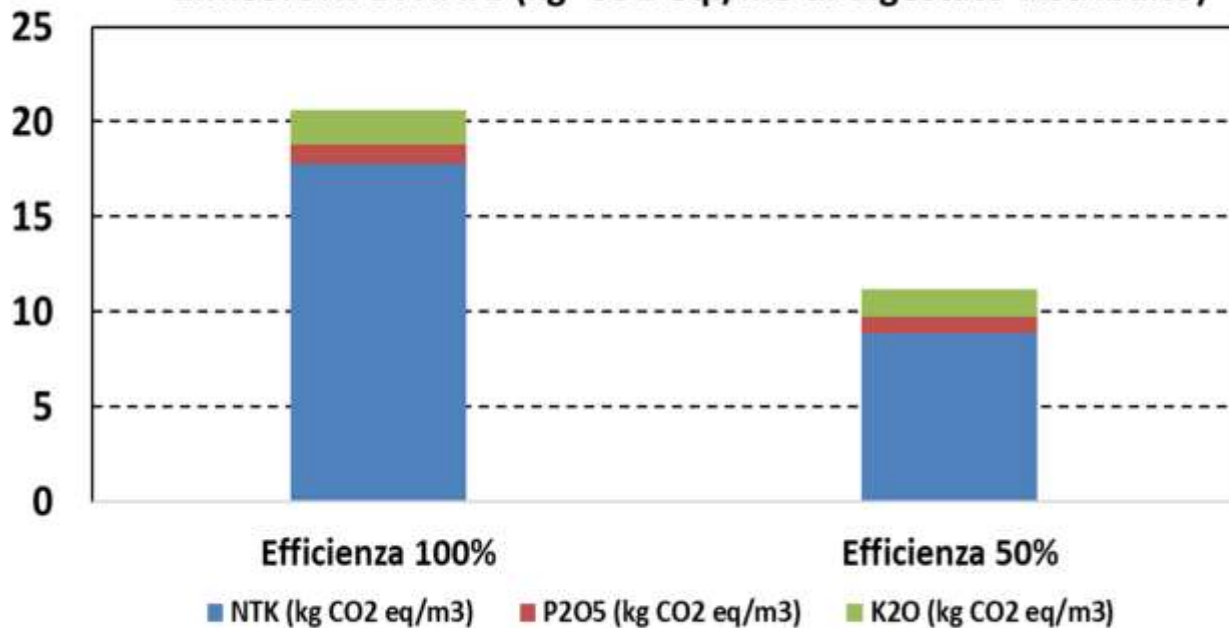
Distribuzione di 70 m<sup>3</sup>/ha  
(NTK: 280 kg /ha)

	(kg/ha)
<b>Sostanza Organica</b>	<b>2.730</b>
<b>NTK</b>	<b>280</b>
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>135</b>
<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>298</b>

- Apporto di 2,7 t/ha di sostanza organica!
- Apporti di P e K di cui tenere conto!!

# Emissioni evitate per sostituire concimi con utilizzo digestato

**EMISSIONI EVITATE (kg CO2 eq./m3 di digestato distribuito)**



Emissioni per la produzione di NPK (JRC 2017)

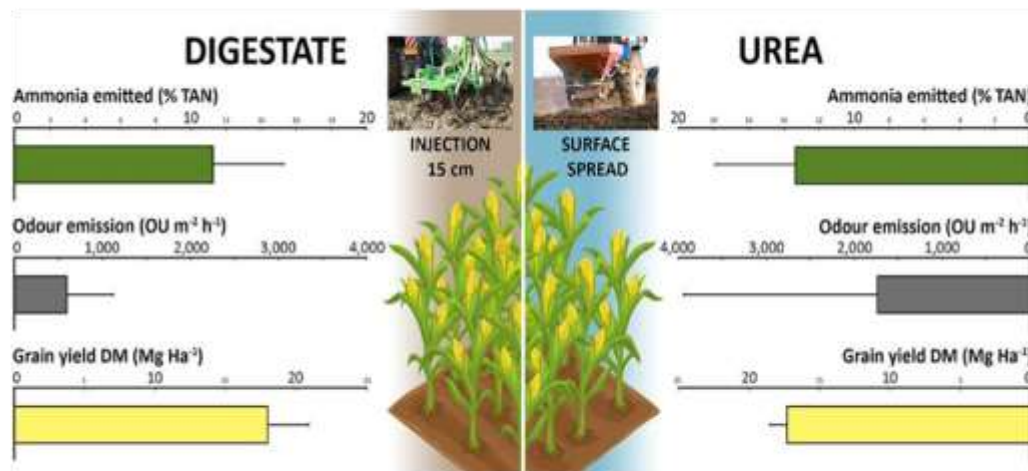
4,572 kg CO2 eq/kg N

0,5417 kg CO2 eq/kg P2O5

0,4167 kg CO2 eq/kg K2O

Elaborazione CIB di fonti diverse (JRC 2017, database proprio, altro)

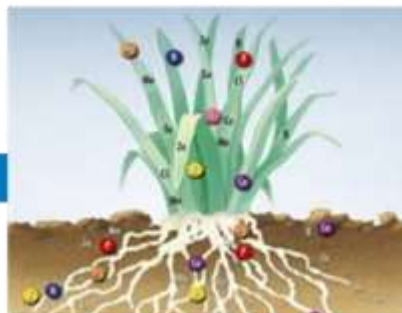
# Efficienza in Fertilizzazione Organica



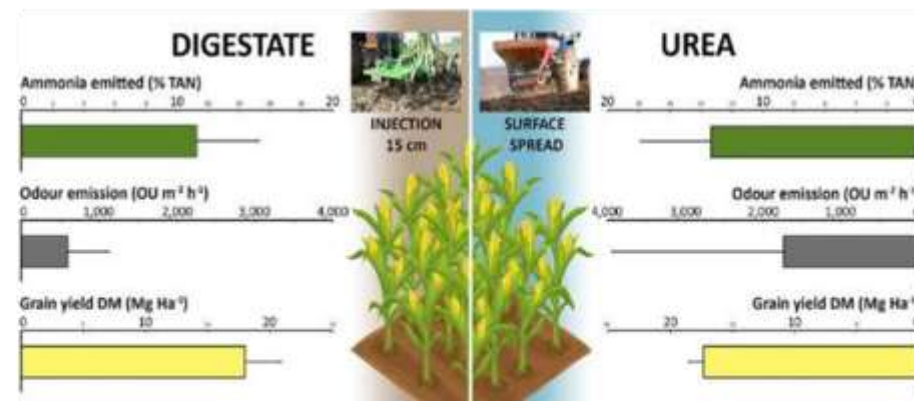
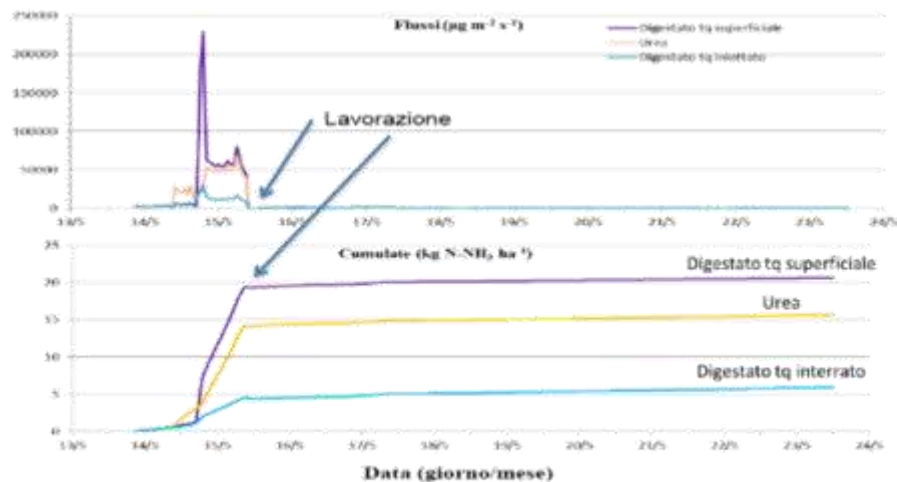
Zilio et al., 2021 - UniMI

# Efficienza = Riduzione delle perdite e mantenimento dei nutritivi

NPK



C-NPK



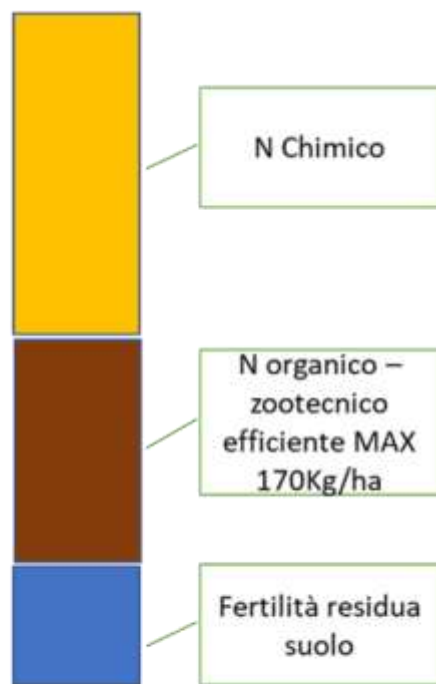
Zilio et al., 2021

M.Acquis - UniMI

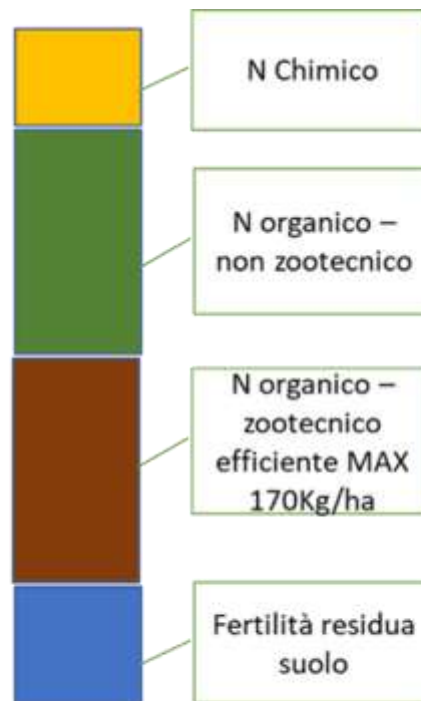
# Fertilizzazione Organica con Digestato



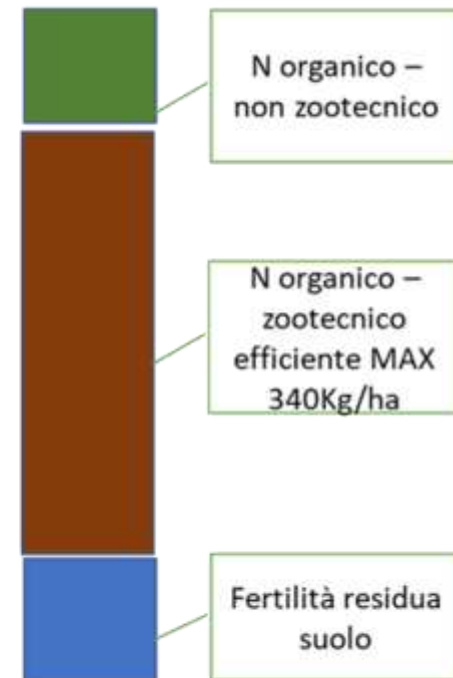
**MAS**  
Mais 280Kg/ha



**EFFLUENTE**



**DIGESTATO ZVN**



**DIGESTATO ZNVN**

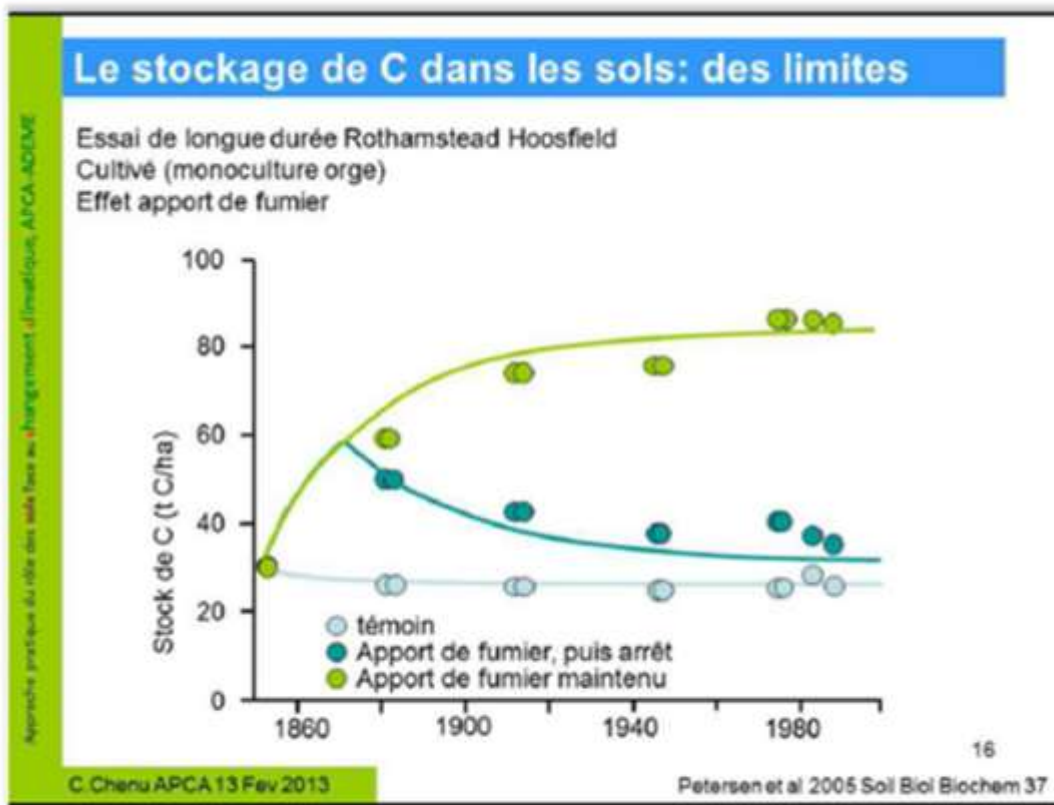
Elab. G. Bezzi, 2017

# Suolo e Fertilizzazione organica: le chiavi





# Suolo e Fertilizzazione organica: le chiavi



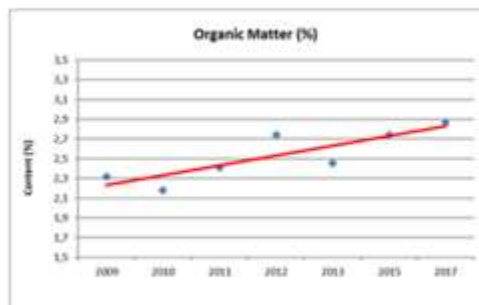
# Suolo e Fertilizzazione organica: le chiavi

## SEQUESTRO DI CARBONIO NEL SUOLO

**GUADAGNI PESANTI**  
 DIGESTATO  
 BIOCHAR  
 COVER CROPS  
 COMPOST  
 BIOMASSA RADICALE  
 RESIDUI CULTURALI

**PERDITE LEGGERE**  
 EROSIONI  
 LISCIVIAZIONE  
 DESTRUTTURAZIONE

## EFFETTI DELLA SOSTANZA ORGANICA NEL SUOLO



G. Bezzi et al., 2016



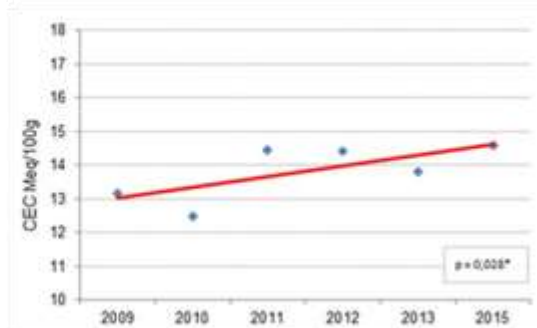
Penn State University, dati preliminari, 2019

## SOSTANZA ORGANICA E AUMENTO CAPACITA' IDRICA



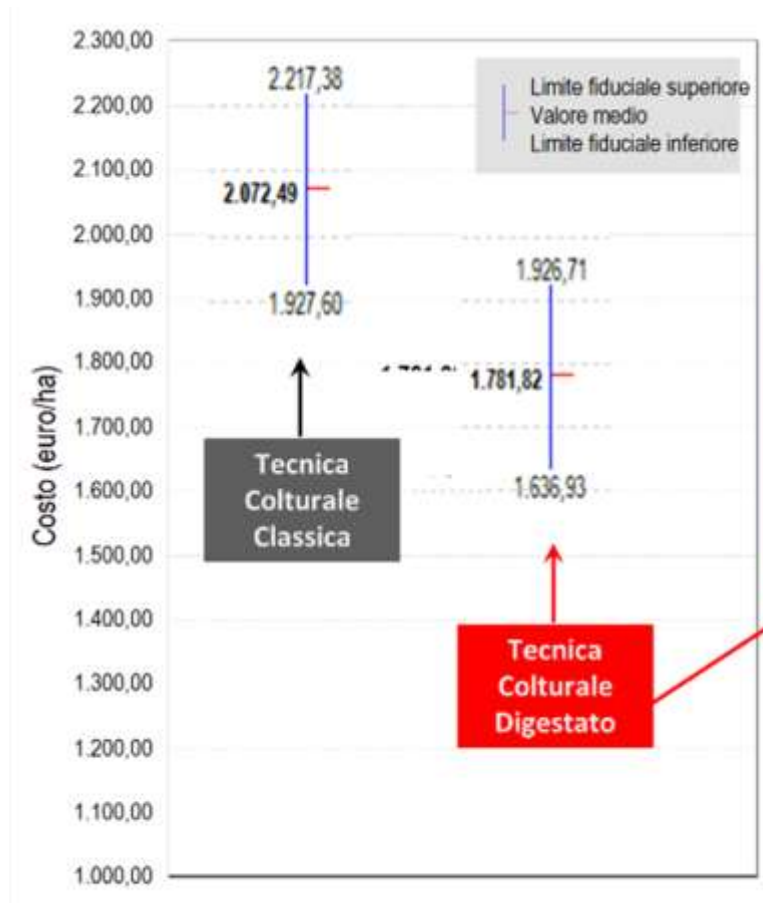
Brady and Weil, 1999. The Nature and Properties of Soil. Prentice Hall

## SOSTANZA ORGANICA E AUMENTO SCAMBIO NUTRIENTI



p = 0,028\*

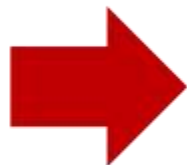
# Valore della fertilizzazione organica efficiente



Contenimento medio di costo colturale:  
**- 291,00 euro/ettaro**

G. Bezzi e A. Ragazzoni, 2016

## Tecnologie efficienti ed innovative



**DA DISINCENTIVARE!**



**DA INCENTIVARE!**

# Tecnologie efficienti ed innovative

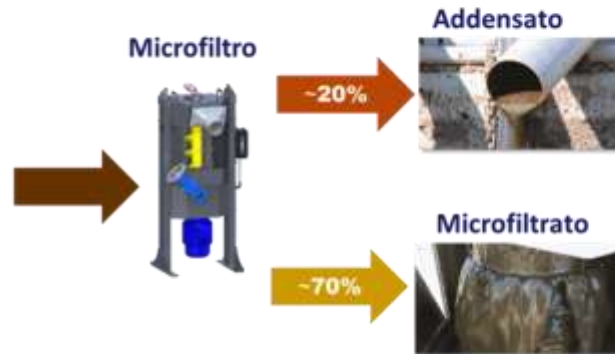


# Fertirrigazione a goccia con digestato

## Fase 1 – Separazione solido-liquido



## Fase 2 – Microfiltrazione



Digestato\_100%



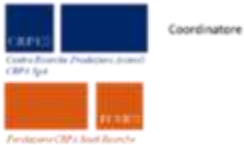
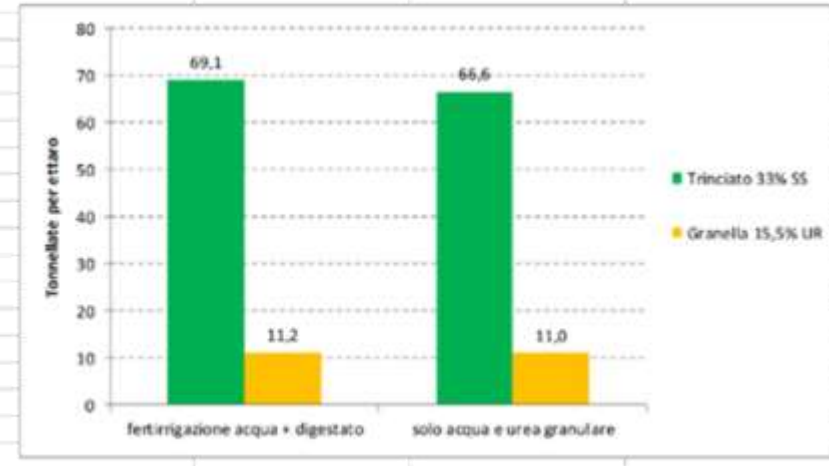
Progetto EU H2020 Circular Agronomics

# Fertirrigazione a goccia con digestato

## Digestato\_100%



	fertirrigazione acqua + digestato	solo acqua e urea granulare	Variazione %
Trinciato 33% SS	69,1	66,6	4%
Granella 15,5% UR	11,2	11,0	2%



Maiore Energia Società agricola  
 Fratelli Migliari Società agricola  
 Esoteraggi Società agricola



# Digestato fertilizzante





# Digestato fertilizzante

Liquido



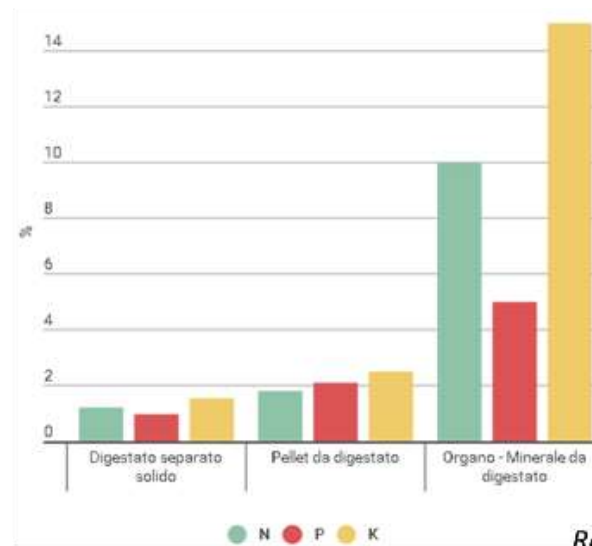
Solido



Pellet

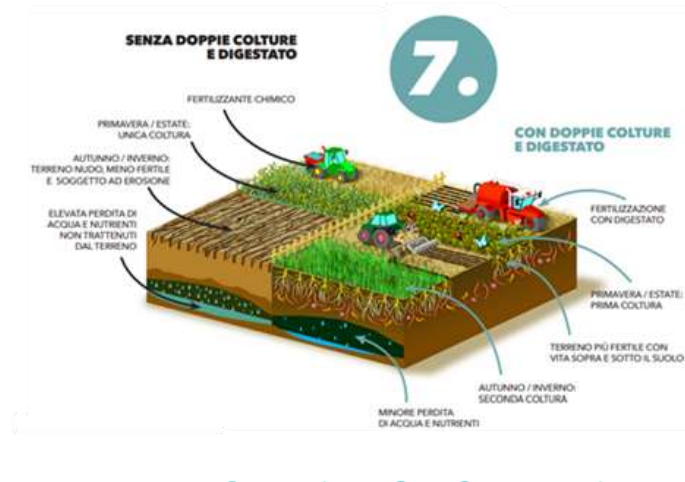
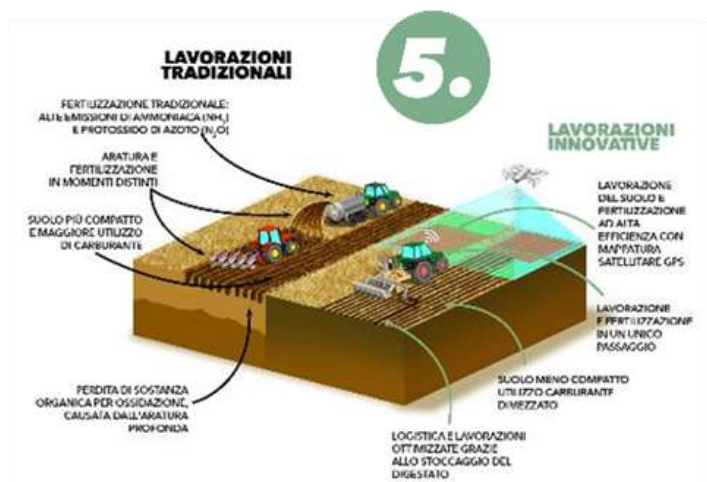


Organo Min.  
Sperimentale da  
digestato



Ronga et al., 2016

# Azioni 5 e 7: Lavorazioni agricole innovative e incremento fertilità dei suoli

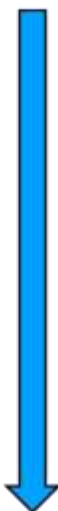


# Doppia coltura e minime lavorazioni: una questione di TEMPI E gestione del suolo

Ieri/oggi



SCHEMA  
CLASSICO



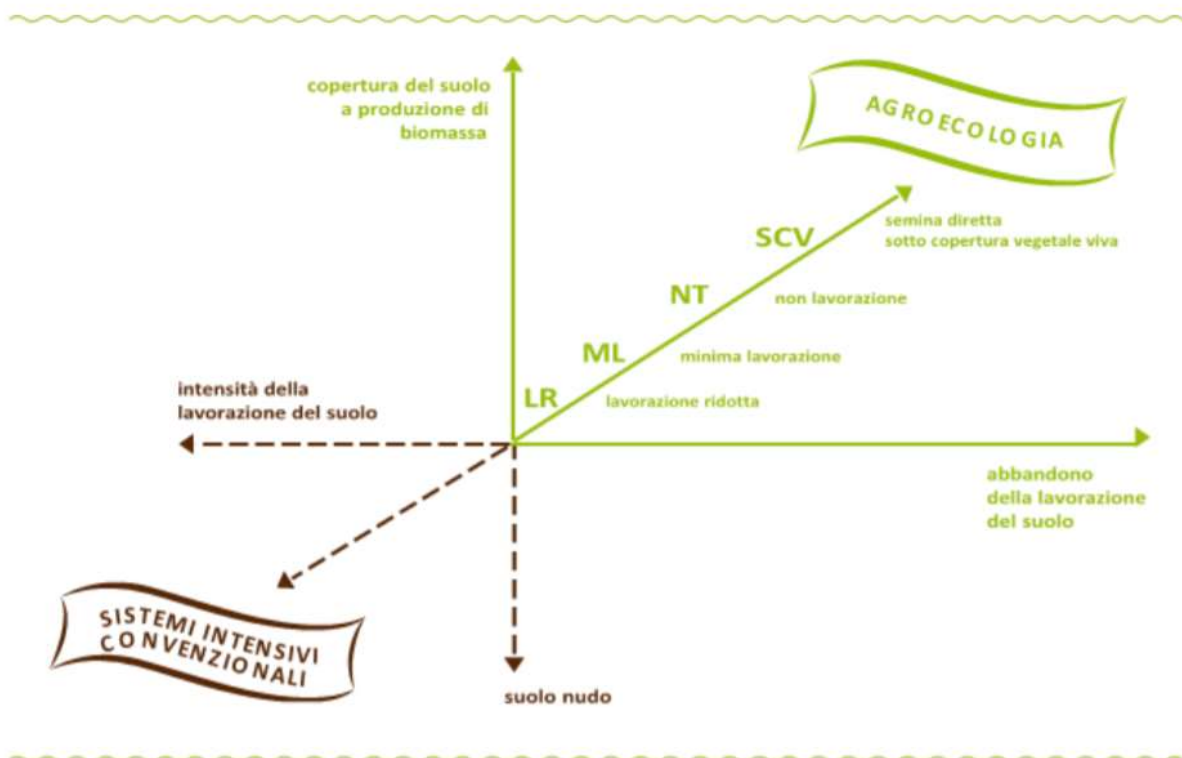
SCHEMA  
CONSERVATIVO  
CON  
LAVORAZIONI  
COMBinate

Oggi/domani



SCHEMA  
CONSERVATIVO  
COMBINATO DI  
PRECISIONE

# Le minime lavorazioni e l'agricoltura conservativa



Fonte: Linee Guida Agricoltura conservativa progetto LIFE Helpsoil

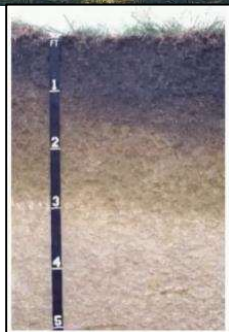
Fonte: adattamento da MATHIEU PORTIER, 2008, ENESAD

## ADOTTARE LA MINIMA LAVORAZIONE?



# Perché minima lavorazione del suolo?

## Ambiente Naturale



## Ambiente Coltivato



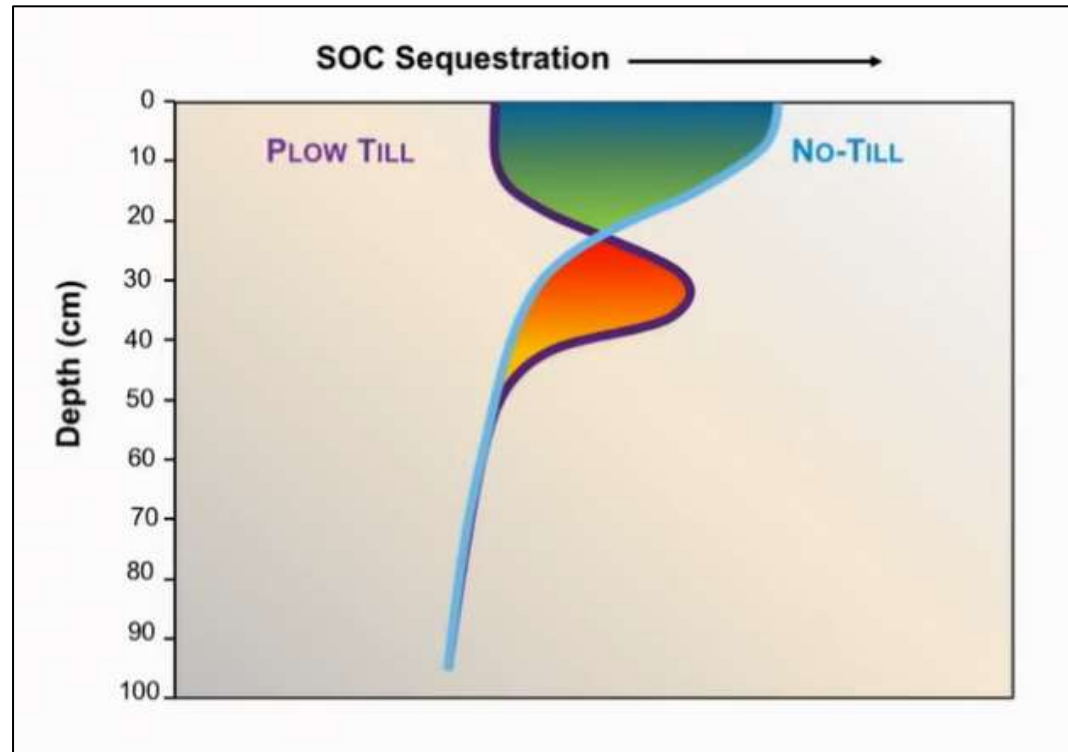
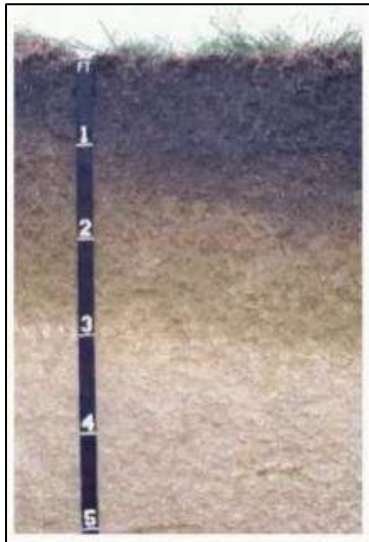
S.O. Bassa



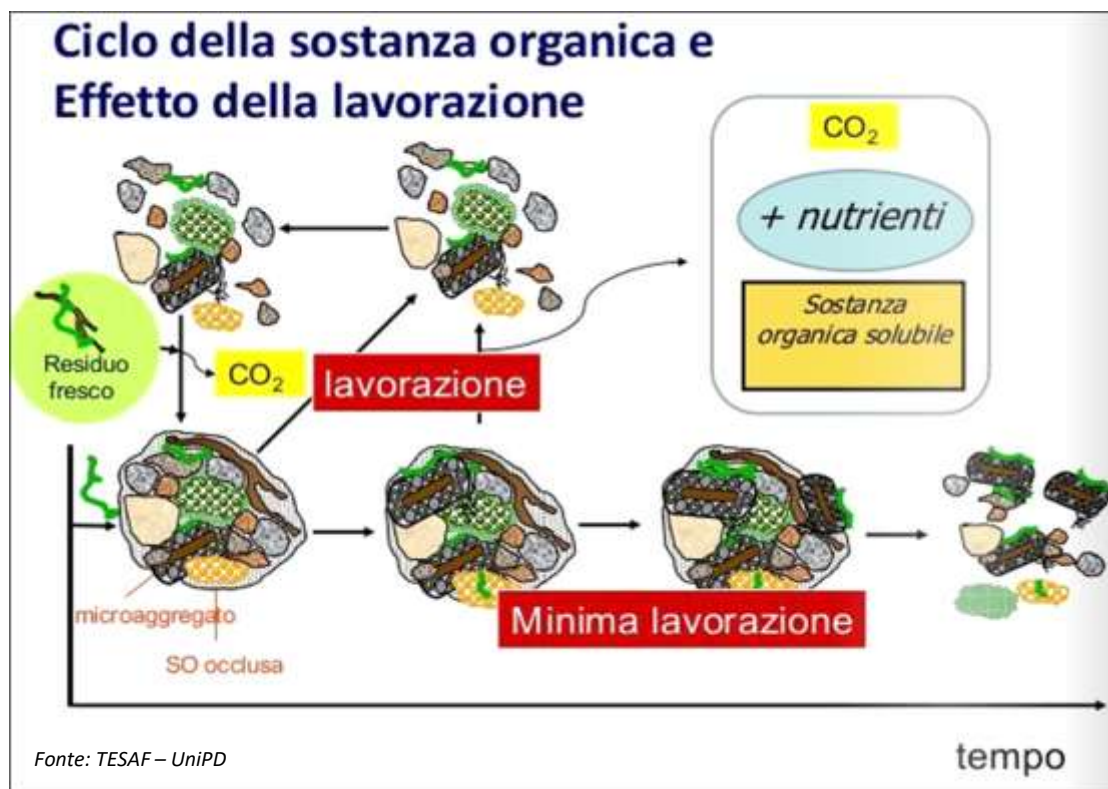
S.O. Alta

# Perchè minima lavorazione?

## Mantenimento degli strati naturali del suolo



# Perchè minima lavorazione? Effetti sulla struttura del suolo





## Perché minima lavorazione e agricoltura conservativa?

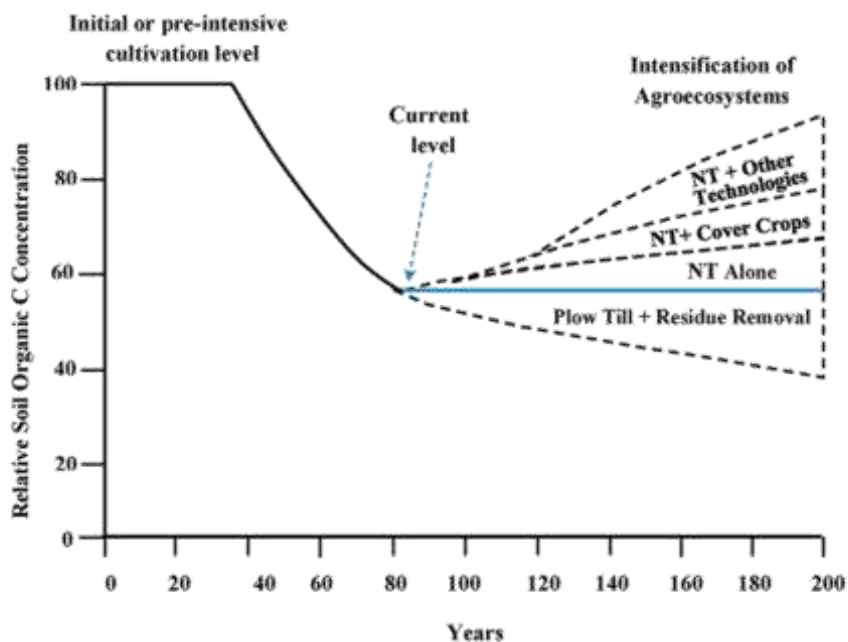


Copertura del terreno e pratica conservativa favorisce il mantenimento della sostanza organica, dei nutrienti e dell'acqua per la coltura (in fondo) rispetto ad agricoltura convenzionale (in primo piano)

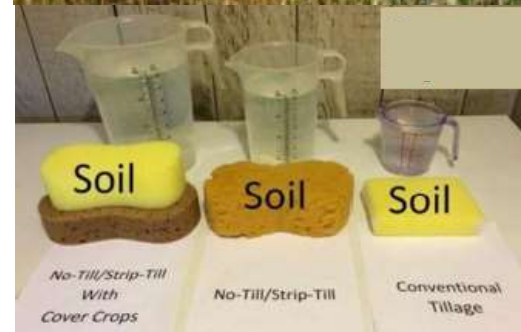


Scarsa sostanza organica, destrutturazione, lisciviazione e perdita di terreno

# Potenziale di stoccaggio del carbonio nel suolo con l'approccio agroecologico

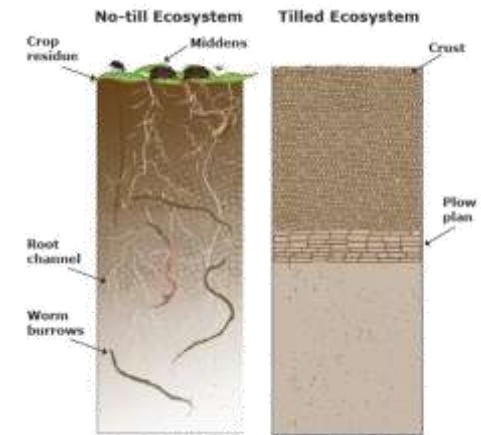


Fonte: Blanco-Canqui et al., 2011 e Olson et al., 2014



# L'approccio alla minima lavorazione: dalla teoria alla pratica

1. E' un insieme di scelte tecniche agronomiche applicative. **E' l'Agronomia che sta alla base!**
2. Le pratiche, le lavorazioni la tipologia di coltivazione si deve adattare alle condizioni ambientali
3. Non ci sono regole «preconfezionate» che indirizzino nelle scelte
4. **Non si devono trarre conclusioni affrettate e l'esperienza dell'agricoltore è fondamentale**
5. **Non è detto che già al primo anno si abbia un miglioramento significativo... ci vuole tempo e costanza!**



Fonte: USDA

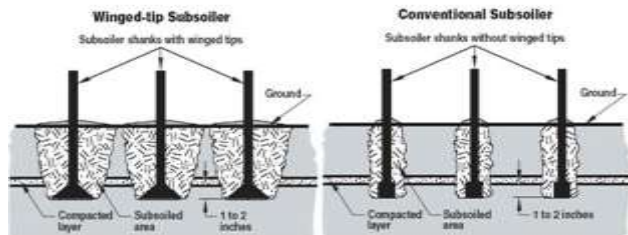
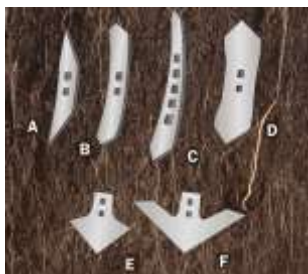
# L'approccio alla minima lavorazione: LA GESTIONE DEI RESIDUI

1. Importanti per la fertilità del suolo
2. La gestione è fondamentale in relazione alle diverse lavorazioni che dovranno seguire (preparatore combinato, semina, diserbo, irrigazione)
3. La loro degradazione dipende da:
  - Quantità e tipologia
  - Lavorazioni eseguite
  - Attività biotica del suolo
4. *Il residuo ben gestito è il punto di partenza per una corretta riuscita delle lavorazioni ridotte*



# L'approccio alla minima lavorazione: una combinazione di attrezzi

Ancore



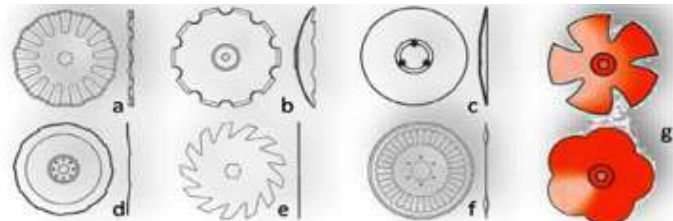
Coltivatore Combinato



Rulli



Dischi

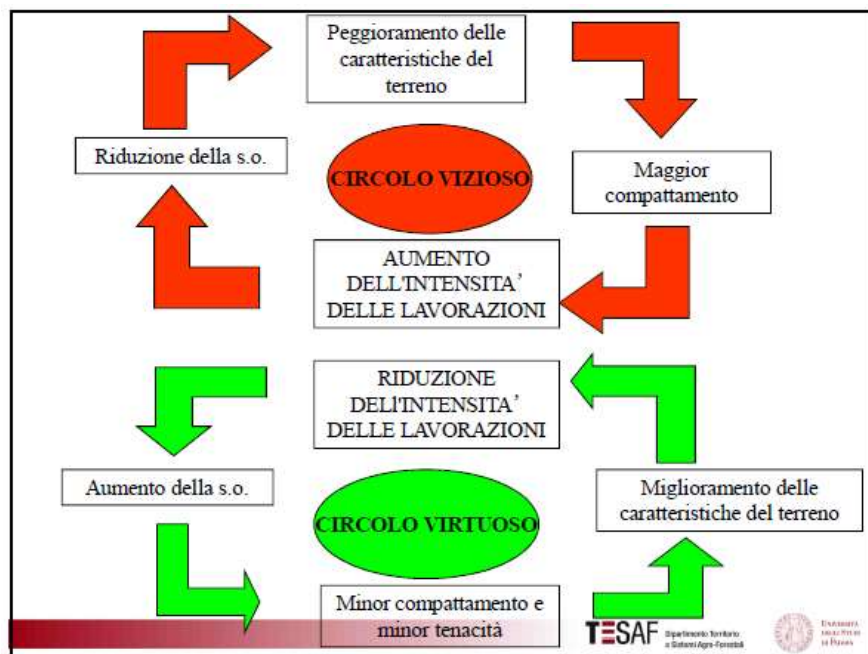


Fonte: Varie - Agroingegno, Life HelpSoil, Univ.Tuscia, USDA

# L'approccio alla minima lavorazione: STRIP-TILL



# Adozione delle minime lavorazioni un approccio virtuoso



Carbon costs of the variables that intervene in the CA and the TA systems

Variables	Cost of the variable under CA as compared to TA
fuel consumption per unit area per unit output	35 - 80% less
number of passes	50 - 54% less
size of machinery	50% lower power requirement
depreciation rate of machinery	2 - 3 times lower (i.e. 2 - 3 times longer lifetime)

Percentage of carbon in the crop residues released from the soil after different treatments (Reicosky, 1997).

Tillage practice	Percentage of carbon in the crop residues released as CO <sub>2</sub>
mouldboard plough	134
mouldboard plough and disc harrow	70
disc harrow	58
chisel plough	54
sod seeding	27

Fonte: FAO

# Lavorazione del terreno e concimazione organica in minima lavorazione





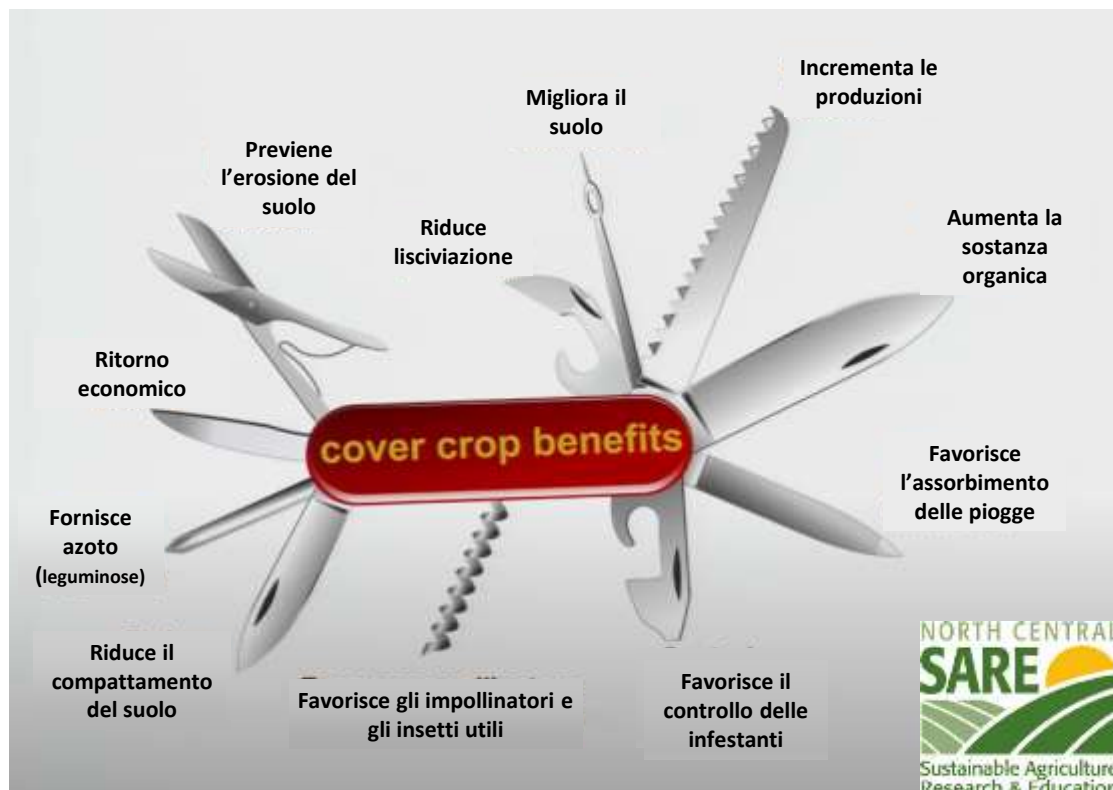
# Sistemi ombelicali per interramento digestato e minima lavorazione



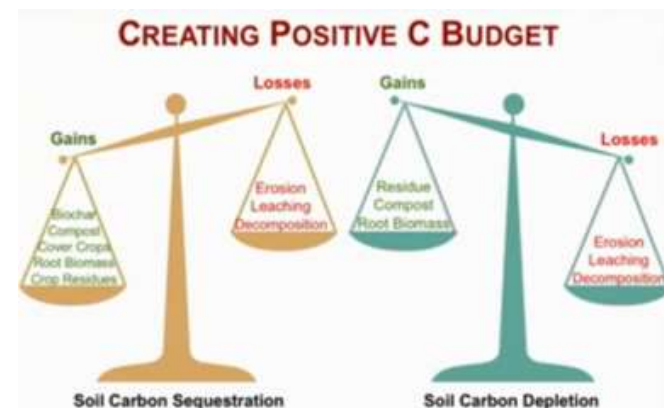
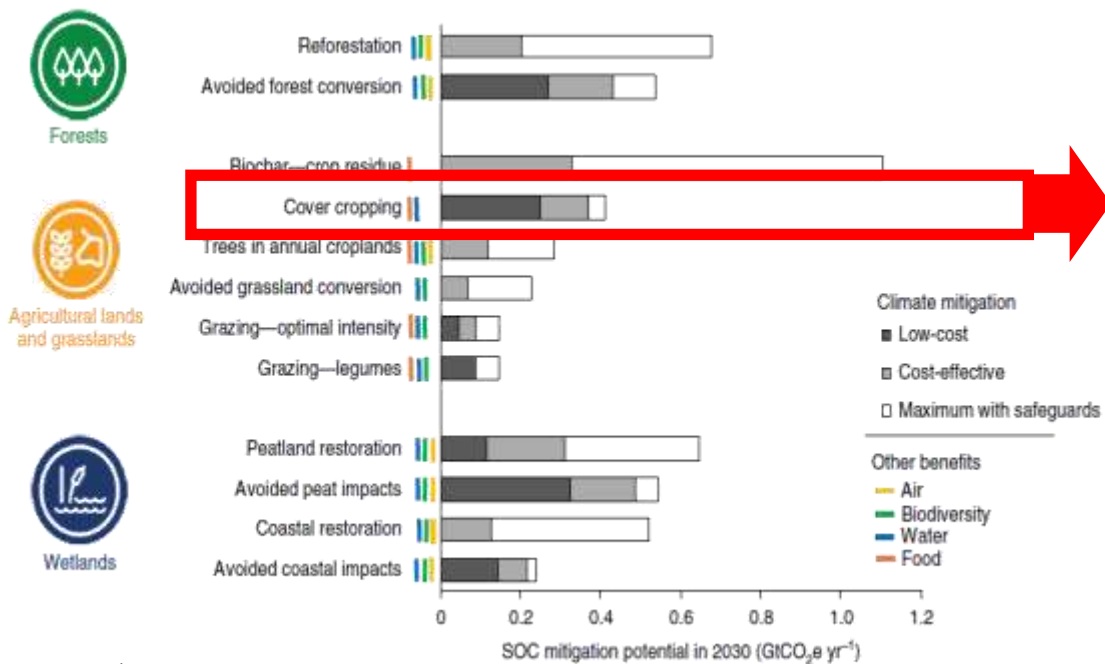
## Sistema combinato strip-till



# Benefici della copertura del terreno con le cover crops e/o le doppie colture



# Cover crops fra le 12 vie naturali di mitigazione del clima



R. Lal, 2019

Bossio et al., 2020

# Copertura del suolo ed efficienza di fotosintesi nella coltivazione

## AGRICOLTURA CONVENZIONALE



Copertura suolo 6 mesi (50% Eff. Fotosintesi)

**1 coltura raccolta** (es.: Mais)

23 t/ha/anno di biomassa secca prodotta

## AGRICOLTURA CONSERVATIVA

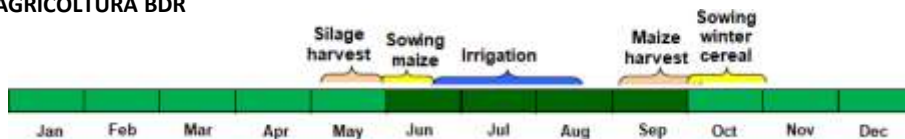


Copertura suolo 12 mesi (100% Eff. Fotosintesi)

**1 coltura raccolta** (es.: Mais) + **1 cover crop**

26 t/ha/anno di biomassa secca prodotta (20+6)

## AGRICOLTURA BDR



Copertura suolo 12 mesi (100% Eff. Fotosintesi)

**2 colture raccolte** (es.: Mais+Triticale)

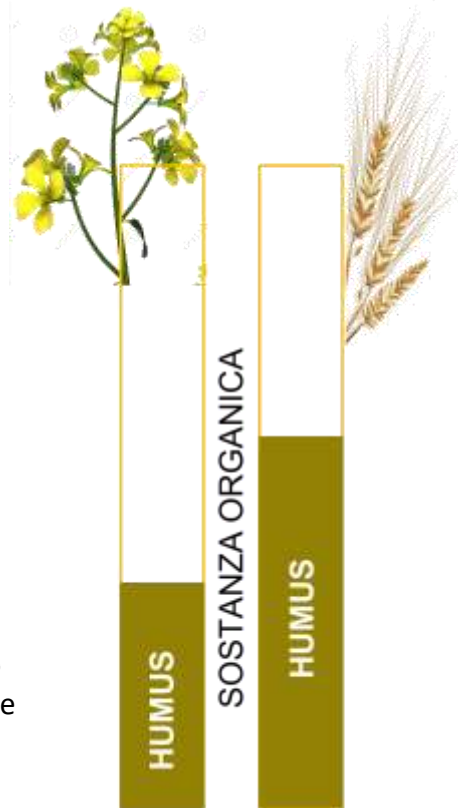
30 t/ha/anno di biomassa secca prodotta (18+12)

Fonte: P. Mantovi, 2017 Biogas Italy –  
Elab. CIB

# Qual è la differenza fra cover crops e seconda coltura per energia?

## COVER CROP

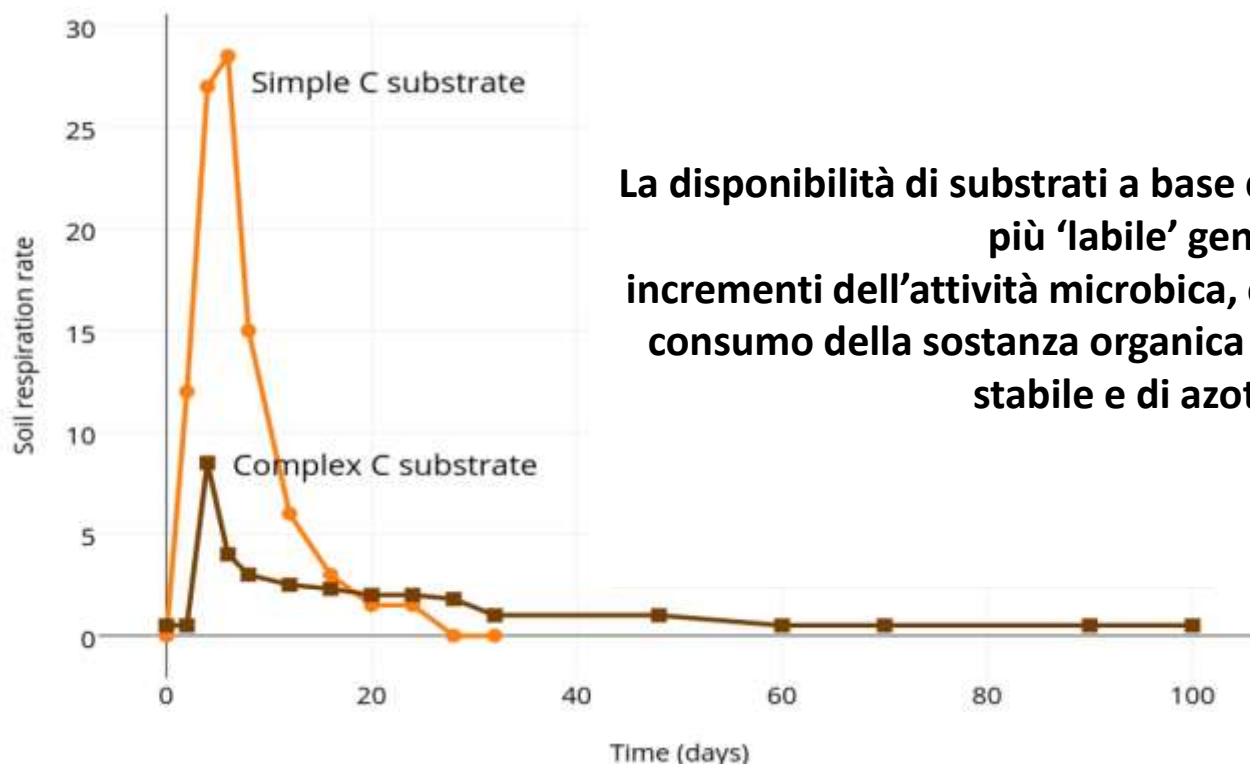
- Coltura seminata e non raccolta
- Richiede terminazione meccanica o diserbo
- Può avere funzione di lavorazione del terreno mediante gli apparati radicali fittonanti
- Può avere funzioni biocide o biofumiganti
- La biomassa prodotta rimane sul terreno come apporto di sostanza organica e favorisce il mantenimento dell'umidità
- **La biomassa prodotta ha un Indice di Umificazione 0,30-0,38 e un rapporto C/N >20**
- Richiede un tempo di organizzazione nel terreno per poter essere stoccata sotto forma di humus e rendere disponibili nutrienti.



## COLTURA DI SECONDO RACCOLTO PER ENERGIA

- Coltura seminata e raccolta per biomassa
- Gli apparati radicali rimangono nel terreno come biomassa residua
- La sostanza organica prodotta viene trasformata in digestato e torna al campo
- **Il digestato ha un Indice di Umificazione >0,6 e un rapporto C/N 8-20**
- Il digestato consente un riciclo dei nutrienti della biomassa più pronto e fornisce al terreno sostanza organica già umificata.

## IL 'PRIMING EFFECT', UN CONCETTO IMPORTANTE



**La disponibilità di substrati a base di C più 'labile' genera incrementi dell'attività microbica, con consumo della sostanza organica più stabile e di azoto...**

Howard Wildman (2016). *The soil priming effect (poster)*. DOI: 10.13140/RG.2.2.28176.81922

## Cover crops, riciclo dei nutrienti e sostanza organica

Specie	Biomassa aerea (tss/ha)	C/N	Npd	
			(kgN/ha)	(kgN/tss)
Avena strigosa	2,3	20	3	1,3
Segale	2,9	25	-10	-3,4
Trifoglio alessandrino	1,5	11	10	6,7
Veccia villosa	3,2	10	65	20,3
Senape bianca	1,8	21	3	1,7
Erbe infestanti	1,6	19	1	0,6

Fonte: Terra è Vita.

<https://terraevita.edagricole.it/nova/nova-concimazione/cover-crop-importanti-nel-piano-di-concimazione/>

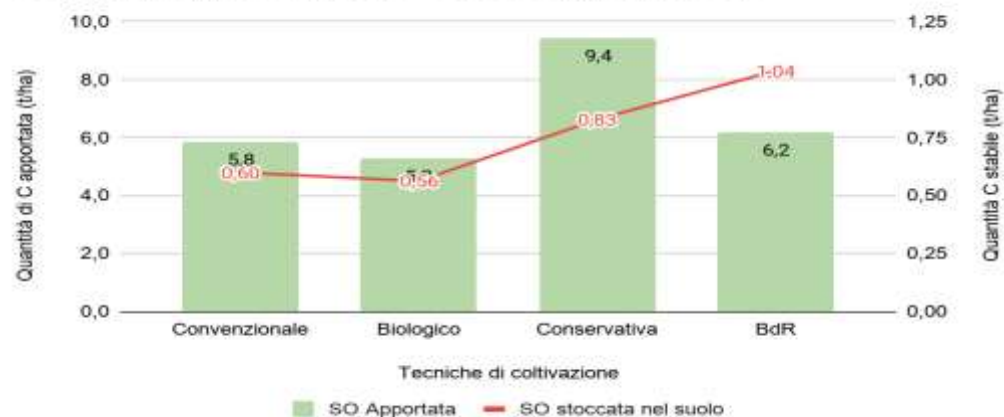
**Azoto Potenzialmente Disponibile**

- Maggiore è la quota di azoto potenzialmente disponibile minore sarà il cosiddetto effetto di «fame di azoto» della coltura successiva a causa della concomitante organizzazione della biomassa.
- Le leguminose, essendo azotofissatrici, hanno la funzione di arricchire la dotazione di azoto fornendo una biomassa più pronta all'umificazione.



# Doppia coltura e concimazione organica

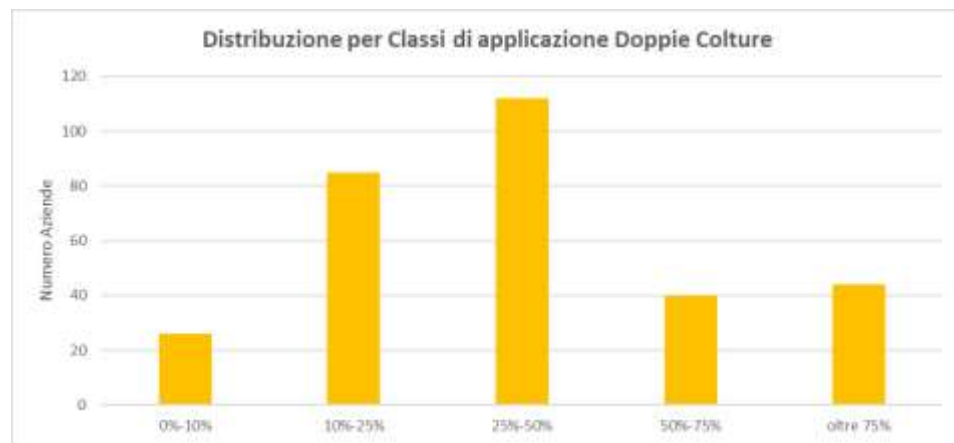
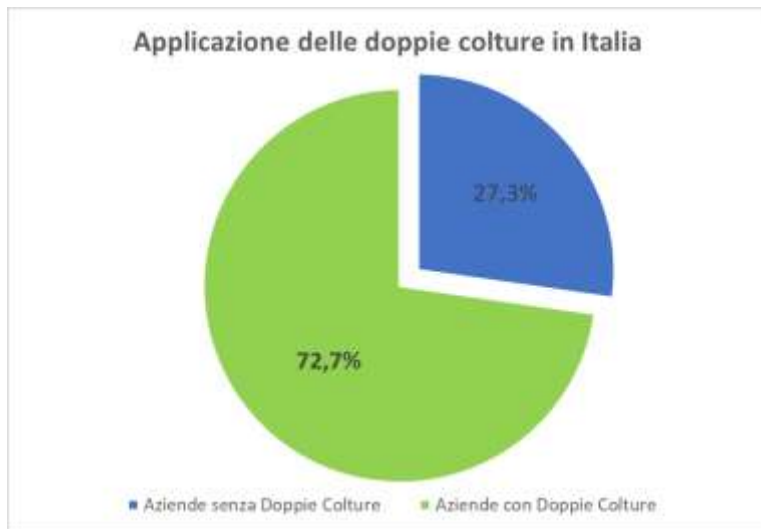
Concimazione organica e C stoccabile nel suolo



	Produzione colture (t SS/ha) e destino			Sorgente concimazione organica (t SO/ha)				SO stoccabile (t SO/ha anno)
	Mais	Altro	Totale	Manure	Residui/Co ver crop	Digestato	Totale	
Convenzionale	23 (out)		23 (out)	6,8	4,4		11,2	3,6
Biologico	16 (out)		16 (out)	6,8	3,1		9,9	3,4
Conservativa	20 (out)	6 (al suolo)	26 (out/suolo)	6,8	10,8		17,6	5
BdR	18 (out)	12 (out)	30 (out)	0	5,8	6,3	12,1	6,2

Fonte: P. Mantovi, 2017 Biogas Italy –  
Elab. CIB

# Quanto sono diffuse le Doppie colture in Italia?

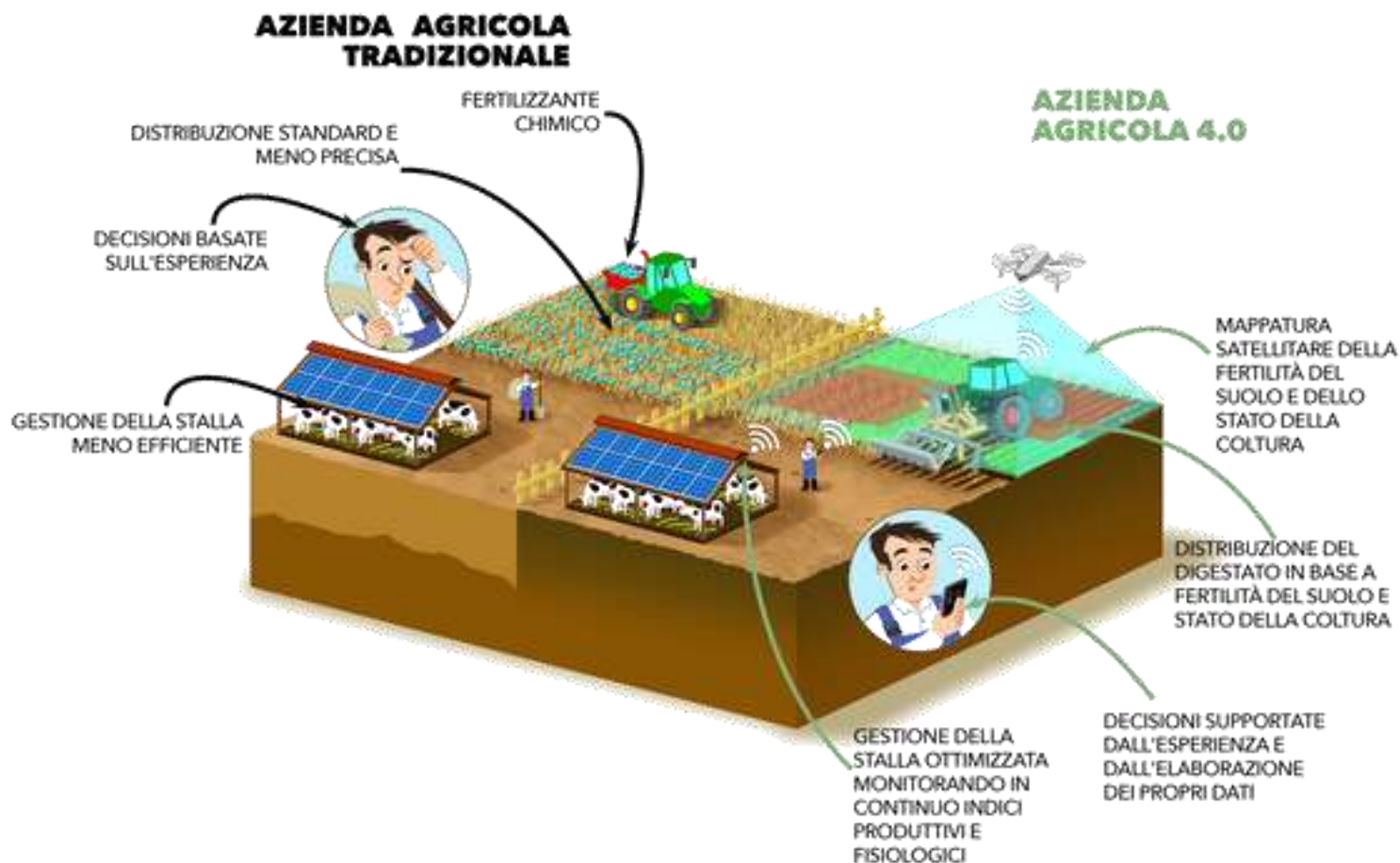


Fonte: CIB

- Dati elaborati su un campione di 422 aziende agricole associate CIB in tutta Italia (più del 50% degli associati).
- Le doppie colture sono applicate mediamente su 1/3 della SAU totale condotta dalle aziende.
- 87% delle aziende agricole che applicano doppie colture sono ubicate in Pianura Padana (area di maggiore diffusione del Biogas in Italia) mentre 13% al Centro Sud.
- **Le doppie colture sono applicabili non solo al Nord ma anche al Centro sud.**

## Azione 2: Agricoltura 4.0

2.



# Cos'è l'Agricoltura 4.0

Guida  
Satellitare?

Utilizzo dei droni e  
robot?

Acquisizione dati  
georeferenziati?

Mappatura dei  
campi?

Gestione dei dati  
interconnessa e  
supporto decisionale?

## Cos'è l'Agricoltura 4.0

Guida  
Satellitare?

Utilizzo dei droni e  
robot?

=> **Utilizzo di tecnologie digitali, smart ed interconnesse** con le quali nasce la possibilità di **raccogliere e gestire ottimamente** grandi quantità di dati (**Big & Smart Data**) provenienti dal processo produttivo all'**interno dell'azienda** (ma anche lungo la **filiera**)

Mappatura dei  
campi?

interconnessa e  
supporto decisionale?

# Da Agricoltura 1.0 a 4.0

1.0



## Mechanization

- Introduction of tractors
- Increase in efficiency
- But labour-intensive system
- Relatively low productivity

2.0



## Green Revolution

- New agronomic management practices
- Use of fertilizer and pesticide
- Improve seed quality
- Increase yield

3.0



## Precision Ag

- Guidance systems
- Yield Monitoring
- Variable Rate Application
- Telematics
- Data management

4.0



## Digital Farming

- Farm Management system in real time
- Added-value services
- Automation capabilities
- Improve Agri processes & food value-chain (data platforms)



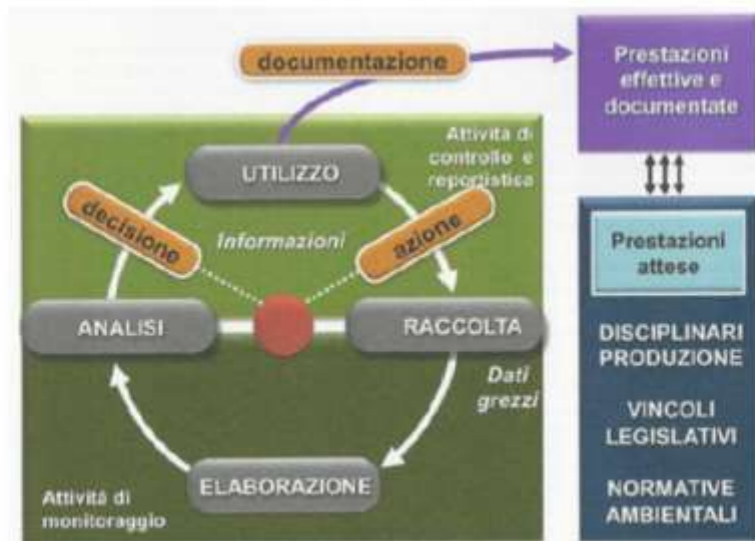
Fonte: Cema, 2017

## Da Agricoltura 1.0 a 4.0

- All'interno dell'azienda, l'informazione va considerata come un **bene** con un ruolo sia di **fattore produttivo**, sia di **prodotto** stesso.

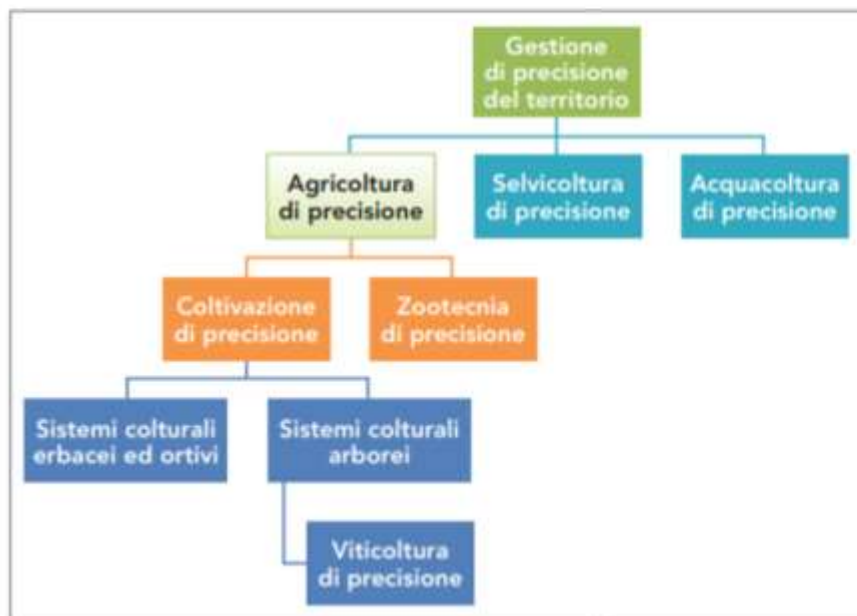
Come ogni altro fattore produttivo:

- comporta dei **costi di approvvigionamento ed esercizio**
- necessita di **sistemi di immagazzinamento (archiviazione)**



# L'agricoltura di precisione è parte dell'agricoltura 4.0

- Si può definire l'AP come «un approccio alla gestione del processo produttivo agricolo che consenta di fare la cosa giusta, al momento giusto, nel punto giusto» (Gebbers & Adamchuck, 2010)
- In sostanza si deve tenere conto della **variabilità nel tempo e nello spazio dei fattori che influiscono sul processo produttivo agricolo**, per migliorare l'efficienza degli input nella gestione dinamica del processo.



«L'AP può essere considerata una tra le diverse tipologie di gestione di precisione del territorio»

(Auernhammer e Demmel, 2016)

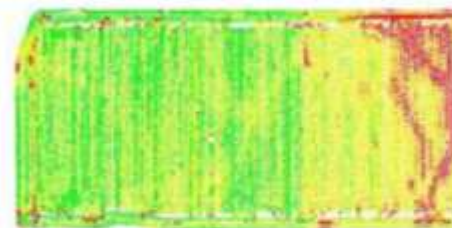


# Fasi di attuazione dell'agricoltura di precisione

## 1) UNDERSTANDING AND IDENTIFYING VARIABILITY



## 2) DETERMINATION OF HOMOGENOUS ZONES



SOIL MAP

## 3) DECISIONAL PHASE



DSS

## 4) AGRICULTURAL OPERATIONS MANAGEMENT



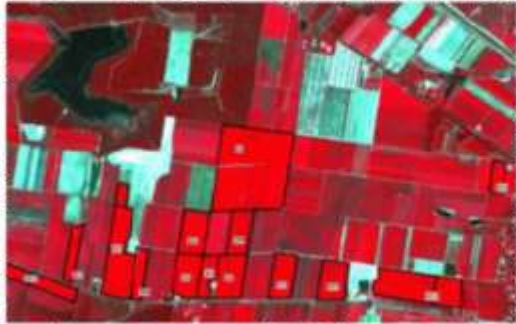
ISOBUS



VARIABLE RATE APPLICATION

# Georeferenziazione dei dati

La chiave è nella **georeferenziazione** dei dati



*dati in forma di  
immagini o mappe  
georeferenziate*

*Sistema di Riferimento  
Globale (WGS84)*



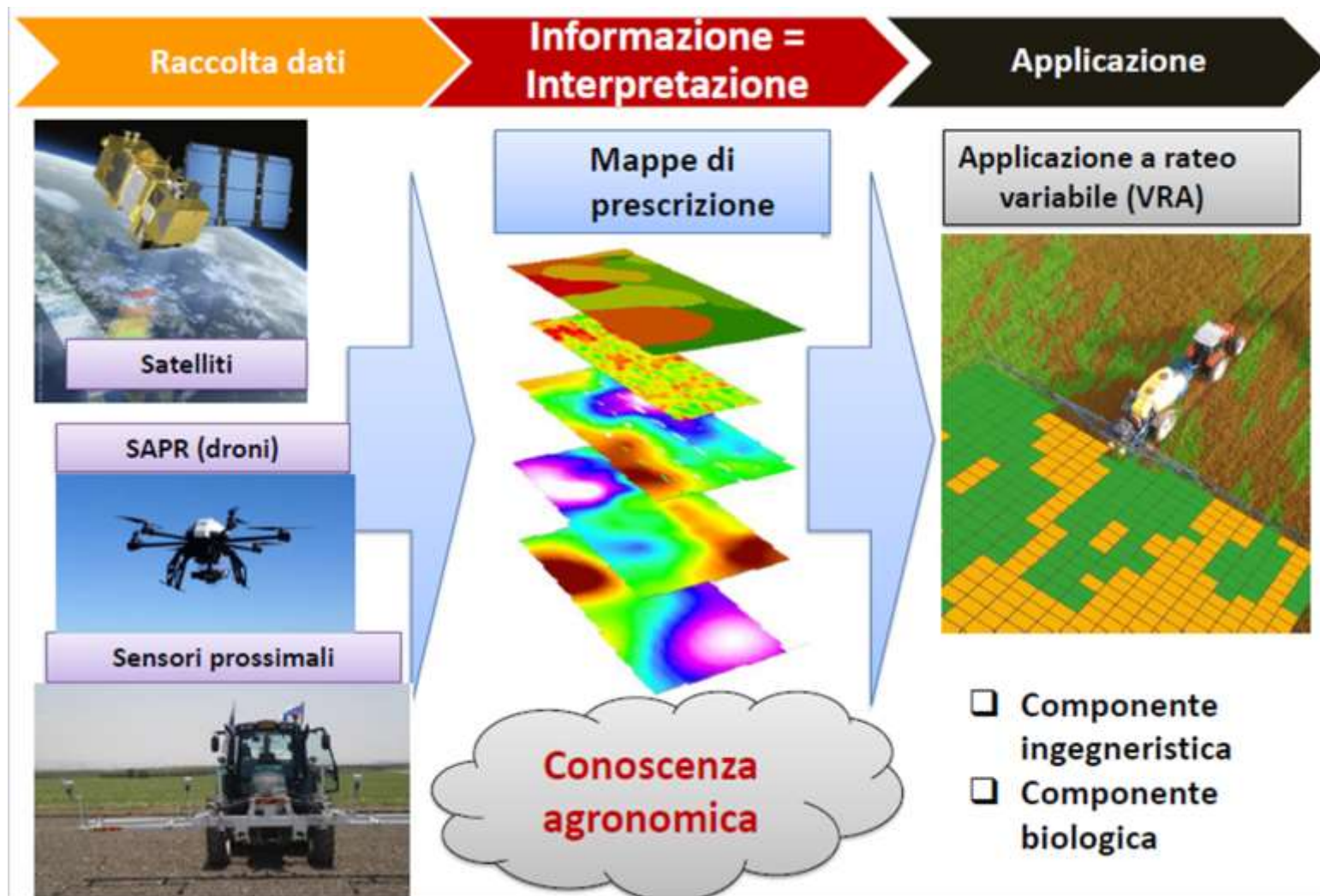
*Il GPS fornisce le  
coordinate del punto  
in cui ci troviamo*

- **Dati** inizialmente **indipendenti** sono collegati tra loro per **via geografica**
- **L'accuratezza** nel **posizionamento geografico** rappresenta una **chiave fondamentale** per la corretta **applicazione dell'AP**

# Applicazioni in Agricoltura

- Le tecnologie adottate nella AP trovano principalmente impiego nel campo del:
  - **Mappatura del suolo** (29%)
  - **Controllo assistito o automatico delle macchine agricole** (27%)
  - **Interventi di precisione** come semina, distribuzione fitofarmaci o fertilizzanti (21%)
  - **Monitoraggio** (5%) e **management** (18%) delle **colture**
- Le maggiori **colture** coinvolte nelle applicazioni della AP sono:
  - **Frutta e verdura** (38%)
  - **Cereali** (35%)
  - **Uva** (23%)
  - **Olive** (4%)

# Il processo di applicazione dell'agricoltura 4.0



# Standard ISOBUS

Lo standard **ISOBUS** è un protocollo di comunicazione dati per l'industria agricola.

Permette di collegare al trattore macchine/attrezzi diversi con un'unica centralina.

Si tratta di uno standard estremamente complesso, che **regola contemporaneamente** diversi aspetti tra cui:

- bus fisici di trasmissione dati
- protocolli di trasmissione degli stessi formati dati
- interfacce grafiche uomo-macchina
- tecniche di virtualizzazione di sistemi e devices

**Prima**

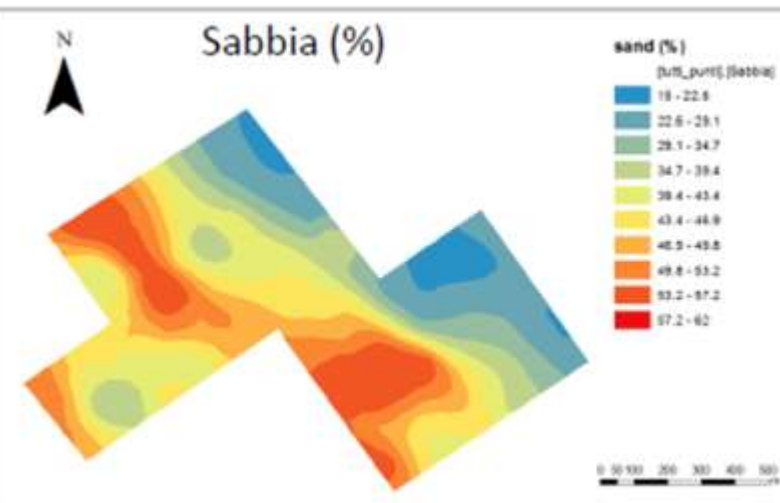
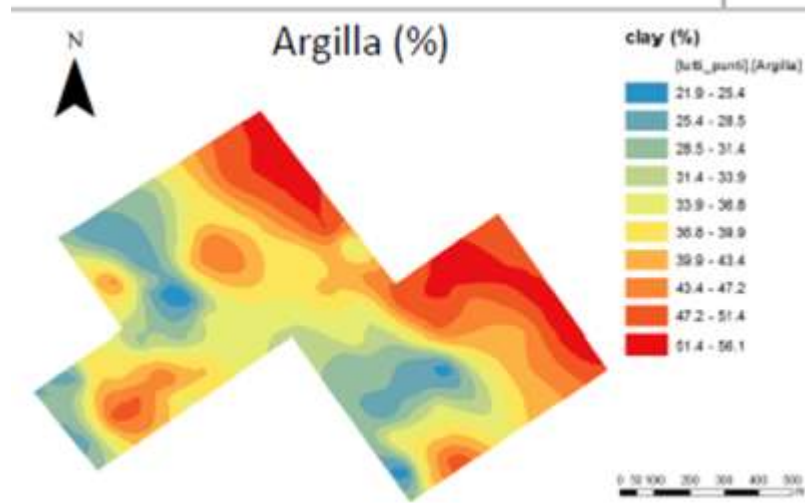
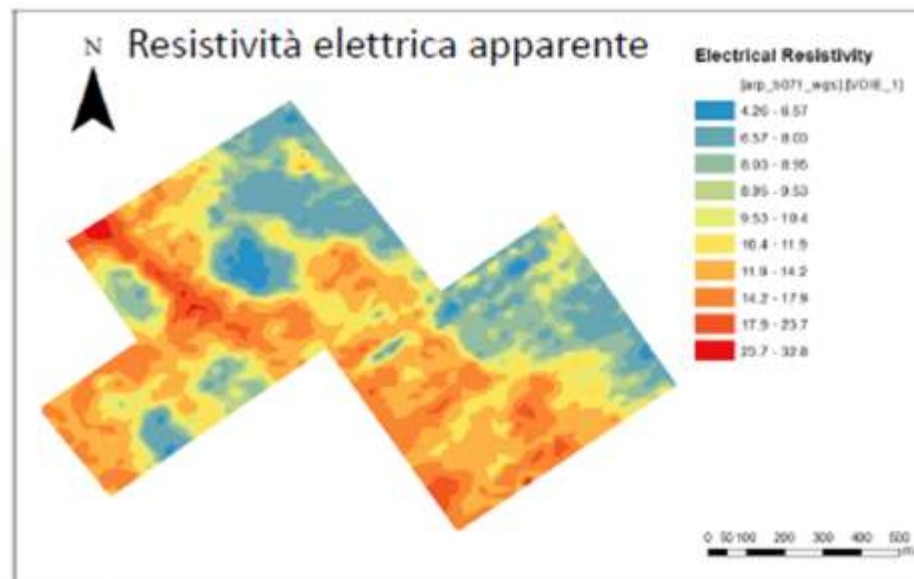


**Dopo**



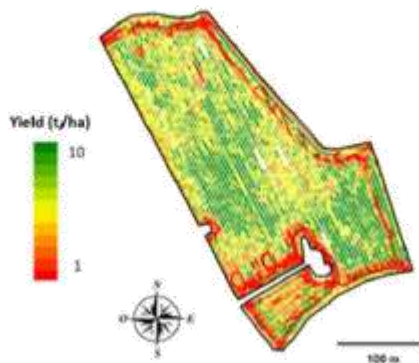
# Mappatura del Suolo

## Metodi geoelettrici



# Monitoraggio della Vegetazione

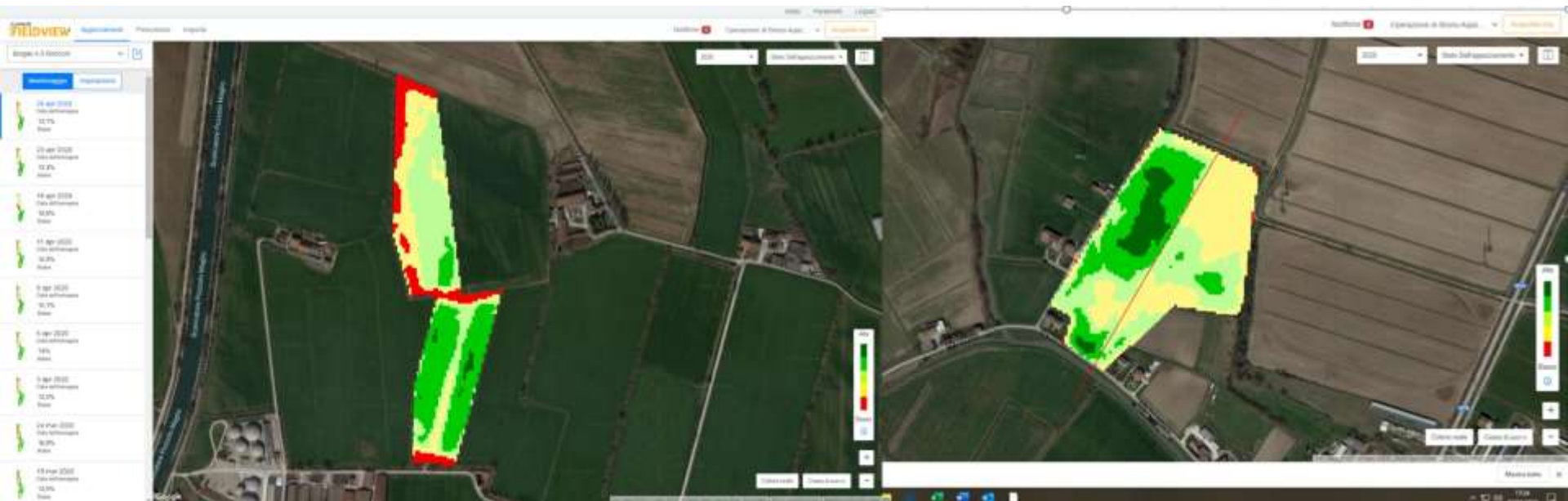
Sistemi di mappatura delle produzioni



Mappe di prescrizione ed approcci on-the-go

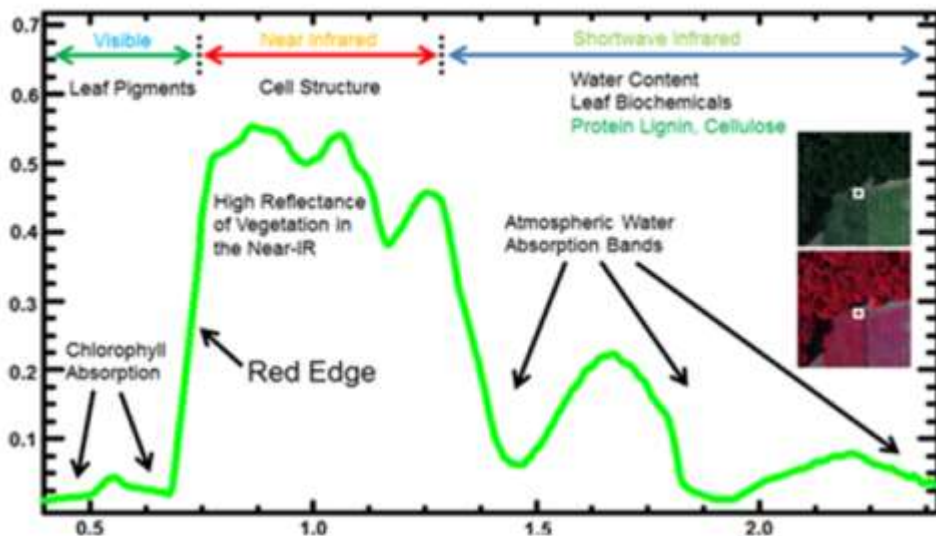


# Mappe di prescrizione e concimazione di copertura





# Indici dello stato vegetativo: NDVI



**HEALTHY**  
VEGETATION REFLECTANCE

50% NIR 8% RED



NDVI = 0.72

**STRESSED**  
VEGETATION REFLECTANCE

40% NIR 30% RED



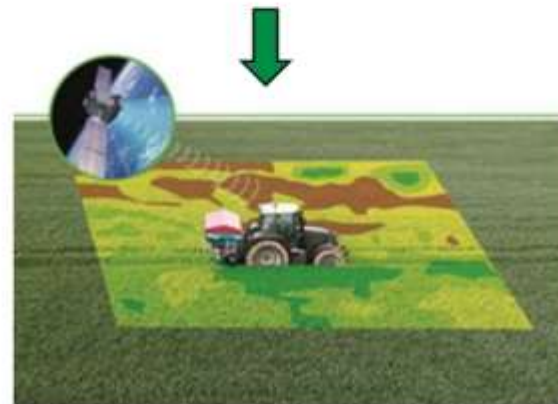
NDVI = 0.14

Vegetation Reflectance

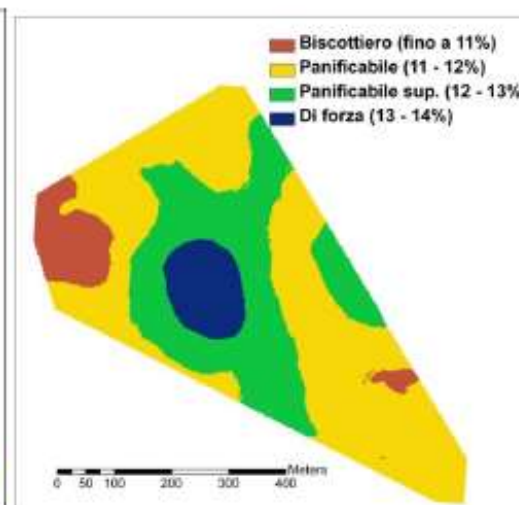
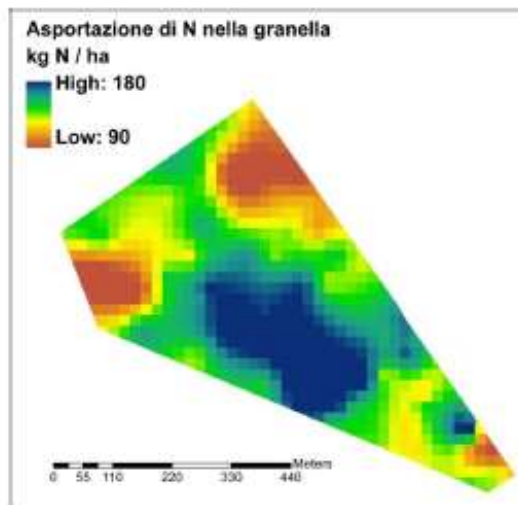
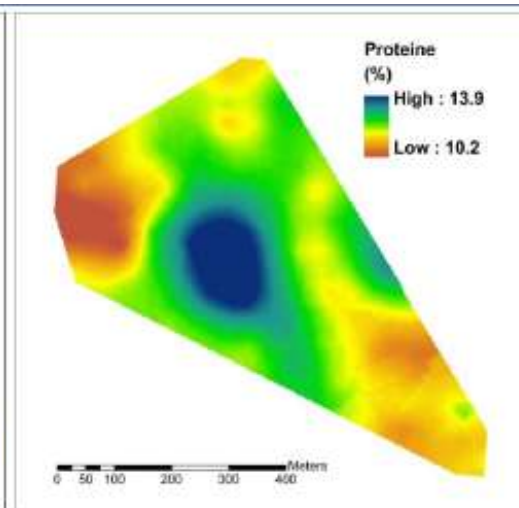
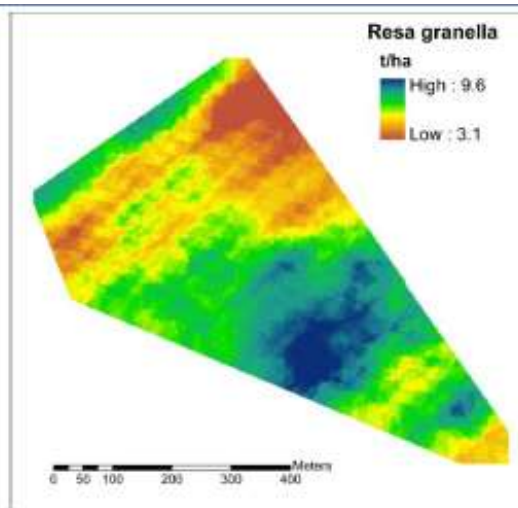
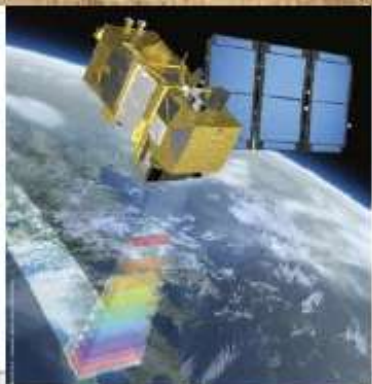


$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

# Mappe di prescrizione



# Mappatura produzioni



# APPLICAZIONE DI UN SISTEMA DI AGRICOLTURA 4.0 COMPLETO ALL'UTILIZZO DEL DIGESTATO



Winter crops



Spring crops



[www.biogas4zero.it](http://www.biogas4zero.it) [info@biogas4zero.it](mailto:info@biogas4zero.it)



Fondi Europei Agricoli per lo Sviluppo Rurale | Europa Investe nelle zone rurali



**AGRICOLTURA DI PRECISIONE E DIGESTATO:** sistemi NIR per la misura in continuo e regolazione della quantità di NPK del digestato sia in fase di carico e che durante la distribuzione.

# APPLICAZIONE DI UN SISTEMA DI AGRICOLTURA 4.0 COMPLETO ALL'UTILIZZO DEL DIGESTATO



	Coltura	Innovativo 4.0	Tradizionale	Delta
Digestato (mc/ha)	TM	86.3	84.2	2%
Digestato (mc/ha)	TV	43.8	82.4	-47%
Urea (kg/ha)	TM	60.1	284.2	-79%
Urea (kg/ha)	TV	0.0	81.1	-100%
Unità N /ha	TM	332.2	437.0	-24%
Unità N /ha	TV	139.4	342.1	-59%
Costo Urea € /ha	TM	23.6	111.7	-79%
Costo Urea € /ha	TV	0.0	31.9	-100%
GASOLIO (litri/ha)	TM	47.1	70.8	-34%
GASOLIO (litri/ha)	TV	48.4	77.1	-37%
COSTO TOT (€)	TM	3751.6	3003.0	25%
COSTO TOT (€)	TV	3307.4	2990.9	11%
*Costo €/Ha	TM	837.7	706.6	19%
*Costo €/Ha	TV	741.0	703.6	5%

TM = Trinciato di Mais; TV = Trinciati Vernini

\*Costo = escluso sementi, trattamenti, irrigazioni e raccolta

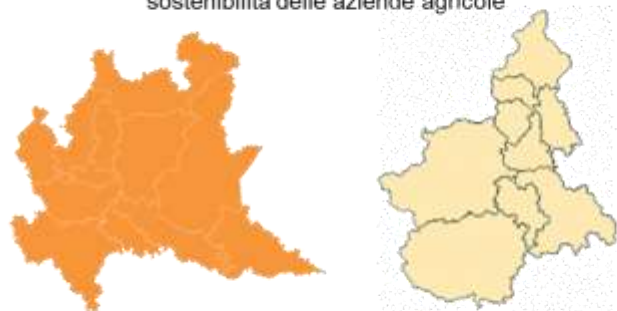
# Agricoltura 4.0: vantaggi economici ed ambientali



# Agricoltura 4.0 e incentivazione

## MISURA 4.1

investimenti legati a redditività, competitività e sostenibilità delle aziende agricole



**NUOVI BANDI APERTI RECENTEMENTE FINO INIZIO 2022**

Fondi rivolti ad investimenti per il miglioramento dell'efficienza di utilizzo degli effluenti di allevamento in cui agricoltura 4.0 è direttamente connessa

## INDUSTRIA 4.0

<b>CREDITO D'IMPOSTA</b> <b>40%</b> Contributo a compensazione tributi	<b>NUOVA SABATINI</b> <b>10%</b> Contributo sugli interessi. Anche su finanziamenti a tasso 0
<b>BANDO INAIL</b> <b>50%</b> Contributo a fondo perduto	<b>CREDITO DEL MEZZOGIORNO</b> <b>45%</b> Contributo a compensazione tributi

**MISSIONE 2: RIVOLUZIONE VERDE E TRANSIZIONE ECOLOGICA**

**M2C1 - ECONOMIA CIRCOLARE E AGRICOLTURA SOSTENIBILE**

<b>0,50</b> Mld €	<b>INVESTIMENTO 2.3</b> <b>INNOVAZIONE E MECCANIZZAZIONE NEL SETTORE AGRICOLO</b>
----------------------	--

Ammodernamento macchinari agricoli che permettano l'introduzione di tecniche di agricoltura di precisione e tecnologie di agricoltura 4.0.

**M2C2 - ENERGIA RINNOVABILE, IDROGENO, RETE E MOBILITA' SOSTENIBILE**

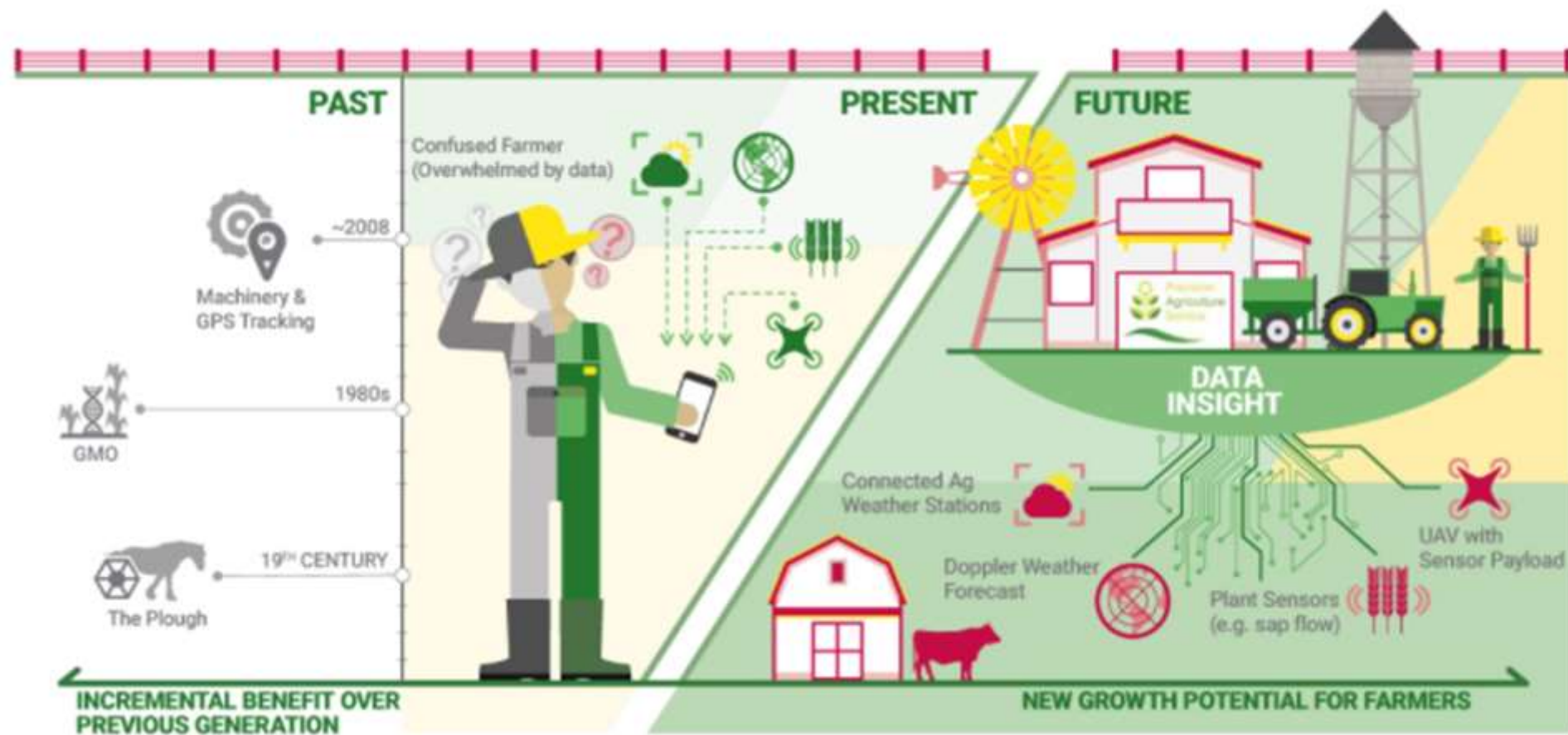
<b>1,92</b> Mld €	<b>INVESTIMENTO L.4</b> <b>SVILUPPO BIOMETANO</b>
----------------------	--

- Ricostruire totalmente o parzialmente gli impianti biogas agricoli esistenti verso la produzione di biometano sia per gli utilizzi industriali, residenziali e terziario che per gli autotrasporti
- Supportare la realizzazione di nuovi impianti di biometano (contributo 40% dell'investimento)
- Promuovere la diffusione di pratiche agroecologiche nella fase di produzione del biogas (minima lavorazione, sistemi innovativi per distribuzione digestato a bassa emissione) e creare poli consortili per la produzione di fertilizzanti organici da trattamento di digestato
- Promuovere la sostituzione di macchine obsolete e a bassa efficienza con macchine a metano/biometano
- Migliorare l'efficienza in termini di utilizzo calore e riduzione emissioni di impianti piccoli esistenti per i quali non è possibile la riconversione

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA  
Italia domani

QR Code: PNRR Online

# Una direzione tante opportunità e dubbi



Fonte: Accenture, UE Focus on Industry 4.0 in Agriculture, 2017



# Incentivi? Tecnologia? Quali Usi?

PSR

INDUSTRIA  
4.0

PNRR



QUALE  
SOLUZIONE  
MIGLIORE PER LA  
MIA AZIENDA?

COME  
UTILIZZARLE  
BENE NELLA MIA  
AZIENDA?

COME METTERE TUTTI  
I CICLI PRODUTTIVI A  
SISTEMA?

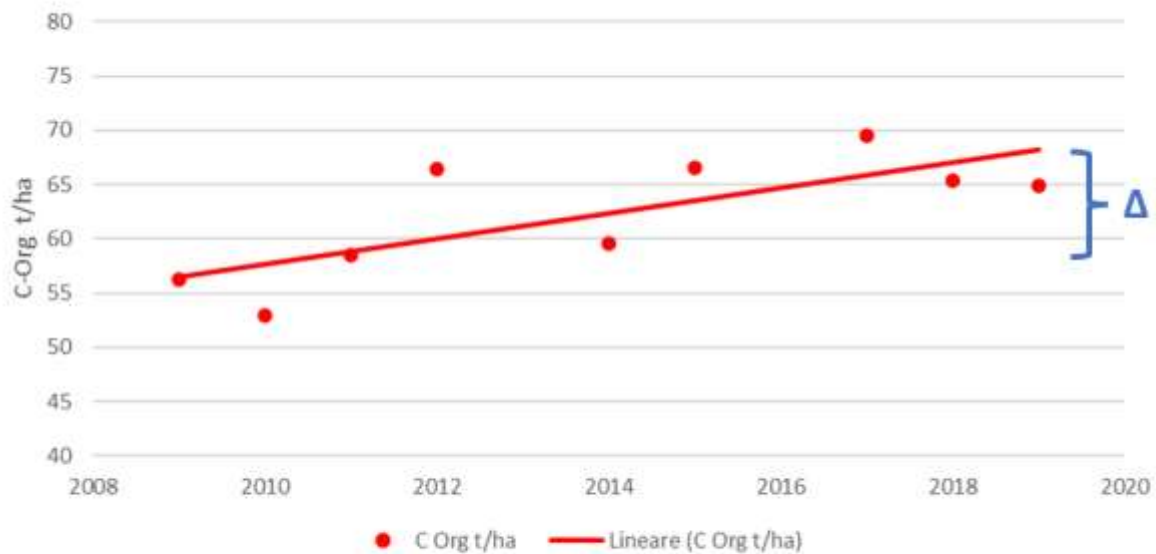
# Agricoltura 4.0: benefici tangibili e non



Fonte: Terra e Vita elab. G.Bezzi, 2021

# Fertilità del suolo, Approccio Farming e C-Farming

Trend C-Org nel suolo (orizzonte 30cm) - 2009-2019



+ 8,8 t/ha di C Org. stoccato

Δ 10 anni

+ 0,88 t/ha/anno di C Org stoccato

Elab. G.Bezzi su dati analisi del suolo Corteva per Coop. Agr. Speranza (TO)

# FarmingforFuture una strada verso C-Farming

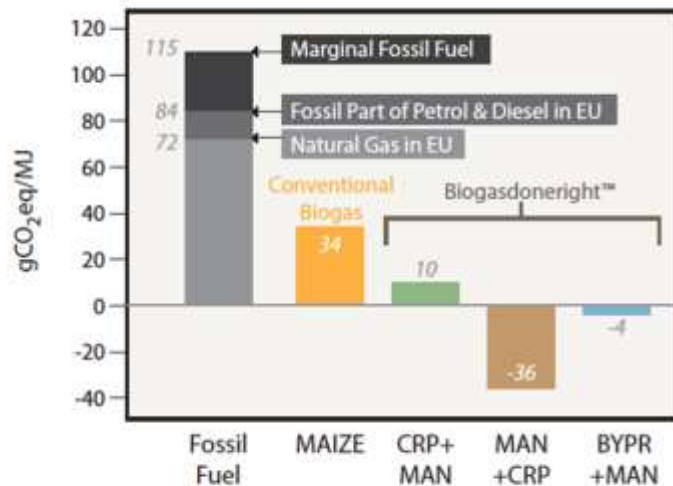
Valorizzazione di effluenti zootecnici e altri residui

Riduzione drastica impiego di concimi chimici, ottimizzazione riciclo dei nutrienti

Adozione di tecniche avanzate di coltivazione (minimum tillage, strip tillage,...precision farming)

CO2	Liming	12
	Applicazione UREA	527
CH4	Fermentazioni enteriche	14.039
	Gestione deiezioni	3.106
	Coltivazione riso	1.710
N2O	Combustione residui in campo	17
	Gestione deiezioni	2.122
	Suoli agricoli	8.857
TOTALE	Combustione residui in campo	4
		<b>30.394</b>

La Digestione Anaerobica agisce positivamente su molti fattori di emissione di GHG dell'agricoltura



L. Valli et al., 2017

Anno 2016 - Emissioni dell'agricoltura per sorgente e per tipo di gas (Mt CO<sub>2</sub> eq.)  
(Fonte ISPRA, 2018)



**-31.400 KTON CO<sub>2</sub>/ANNO IN ATMOSFERA**

**PARI ALLE EMISSIONI DI 18,5 MILIONI DI AUTOMOBILI**  
IL 60% DEL PARCO AUTO CIRCOLANTE ITALIANO\*

**10 AZIONI**

+

**BIOGAS FATTOSENÈ\***

=

**-32%**  
DI EMISSIONI DIRETTE DA AGRICOLTURA  
PARI A  
**-12.400 KTON CO<sub>2</sub>/ANNO**

**-6%**  
DI EMISSIONI EVITATE COMPLESSIVE DA USO COMBUSTIBILI FOSSILI  
PARI A  
**-19.000 KTON CO<sub>2</sub>/ANNO**



\*MEDIA EMISIONE AUTO 140 G/CHILOMETRO (COMMISSIONE EUROPEA)

**Grazie per l'attenzione**

**GUIDO BEZZI**

*Resp. Agronomia CIB*

[g.bezzi@consorziobiogas.it](mailto:g.bezzi@consorziobiogas.it)