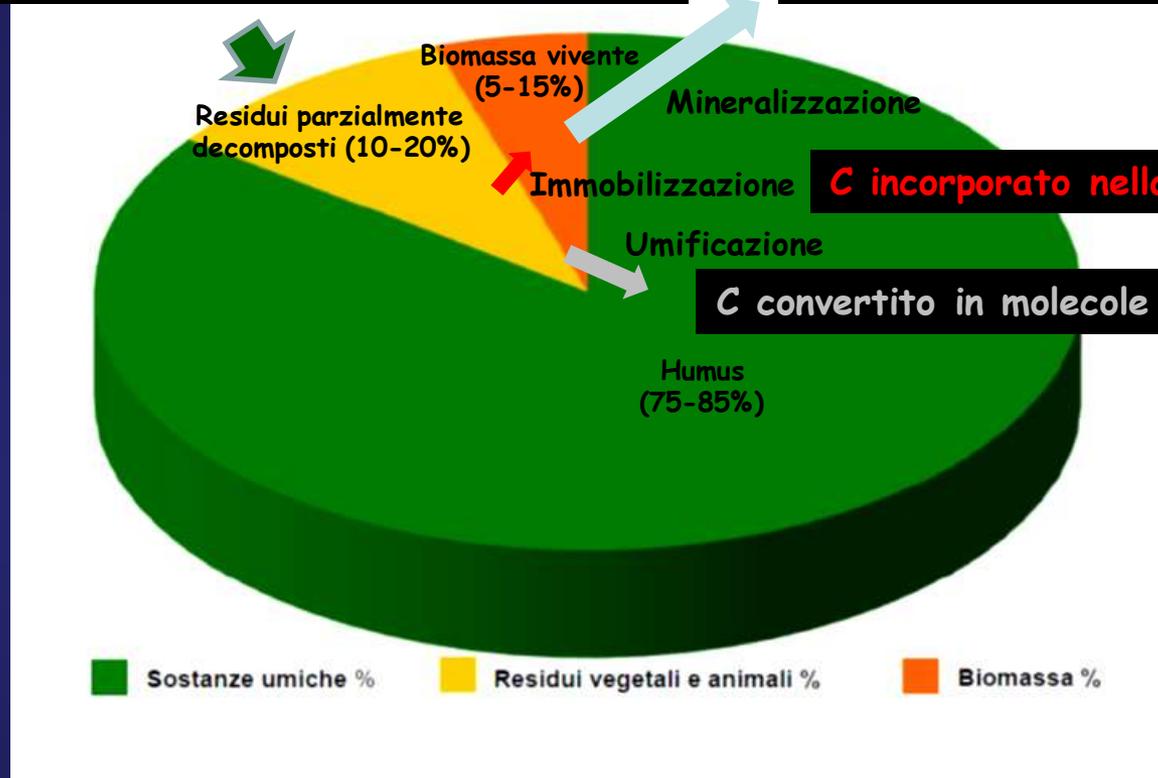


I componenti della fase solida del suolo.  
I processi del C organico nel suolo

# Processi del C organico nel suolo

C (ed energia) catturato dalle piante come  $CO_2$  ed apportato al suolo come biomolecole (*input primario*)

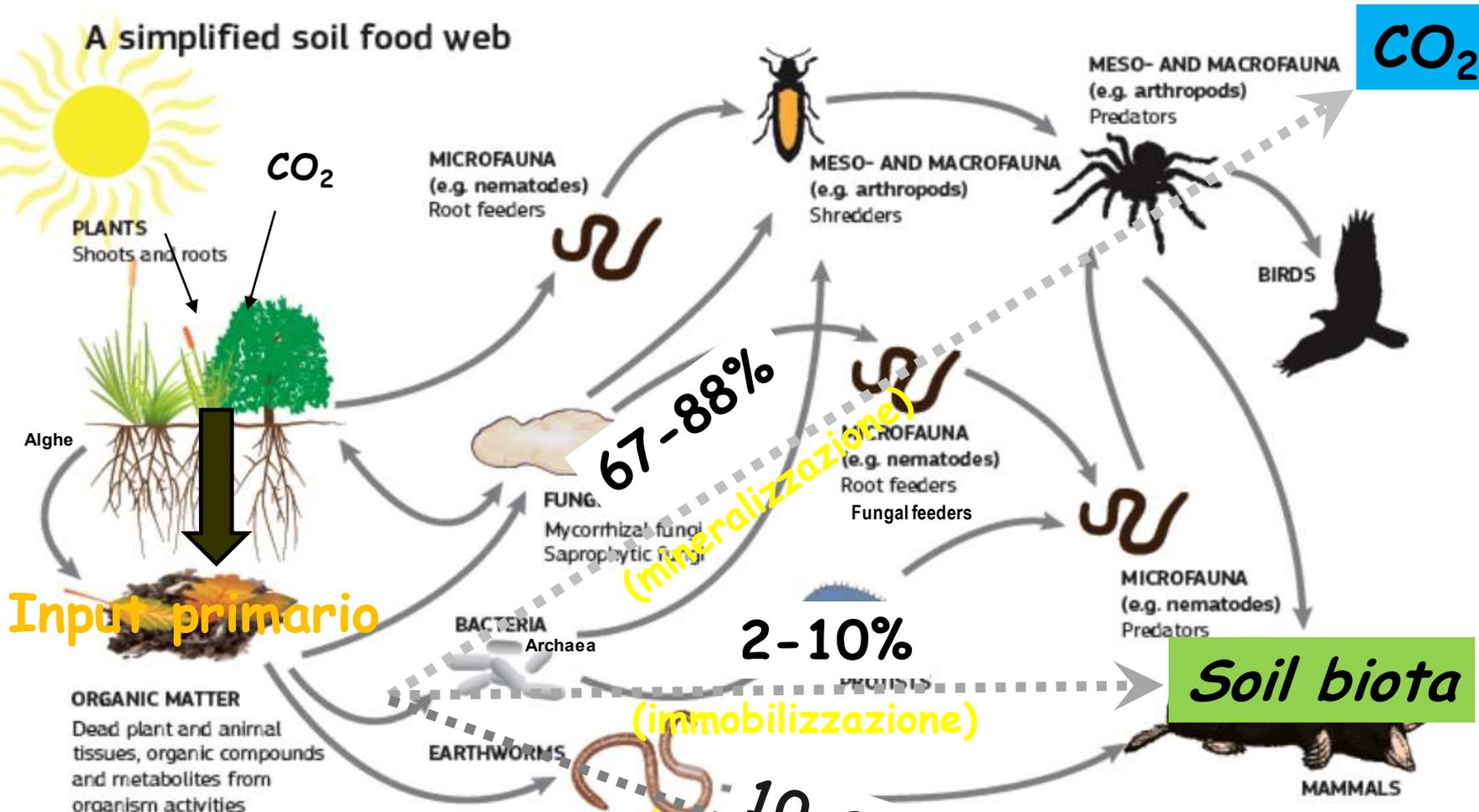
C rilasciato come  $CO_2$  per ossidazione delle biomolecole



C incorporato nella biomassa vivente

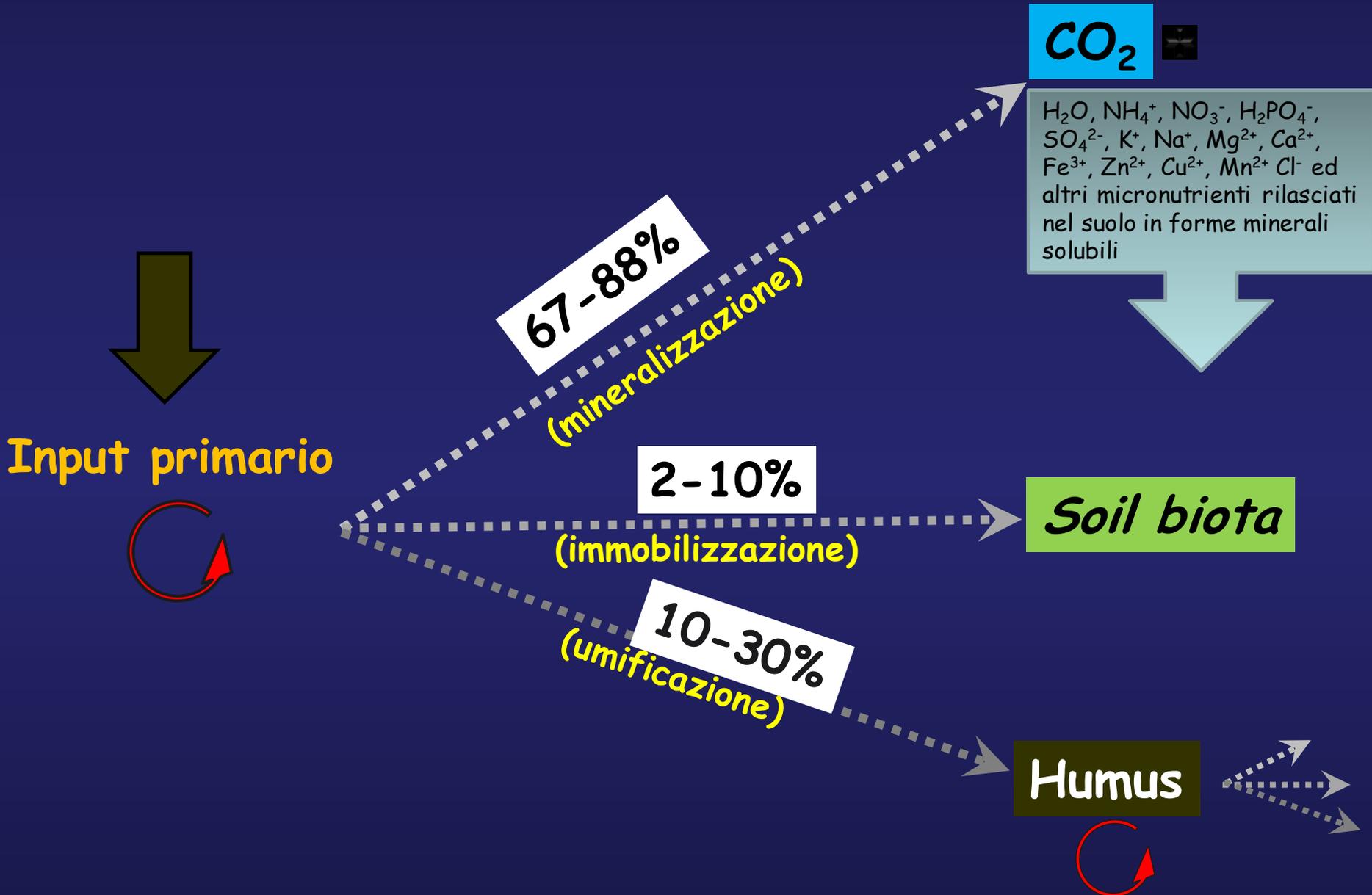
C convertito in molecole umiche

# A simplified soil food web

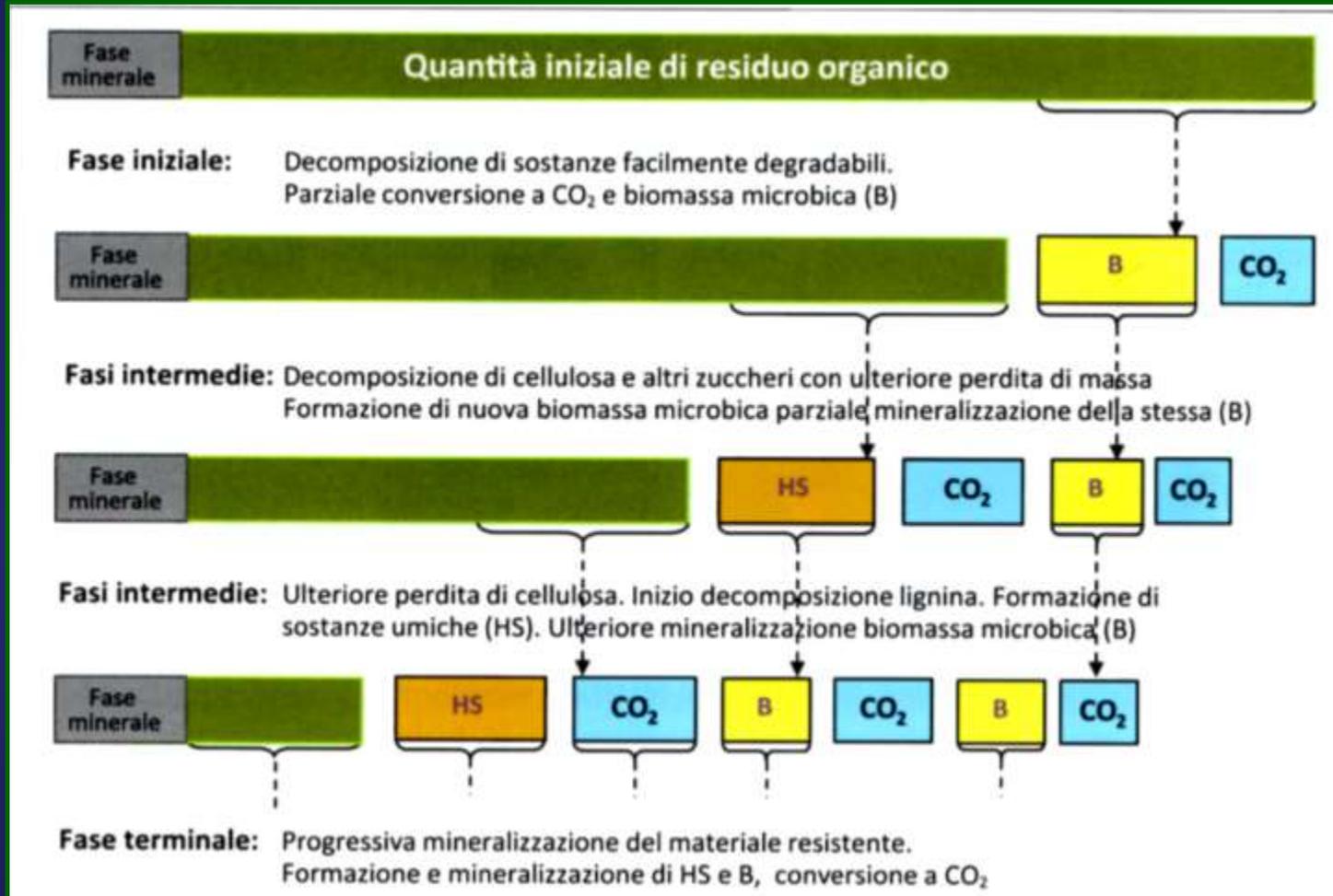


<p><b>1<sup>st</sup> TROPHIC LEVEL:</b> Primary producers</p>	<p><b>2<sup>nd</sup> TROPHIC LEVEL:</b> Decomposers, litter and soil organic matter feeders Mutualists Pathogens and parasites Root feeders</p>	<p><b>3<sup>rd</sup> TROPHIC LEVEL:</b> Shredders Predators Grazers</p>	<p><b>4<sup>th</sup> TROPHIC LEVEL:</b> Higher-level predators</p>	<p><b>5<sup>th</sup> and higher TROPHIC LEVEL:</b> Higher-level predators</p>
-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

# I processi del C organico nel suolo



# Fasi della decomposizione microbica del residuo organico nel suolo



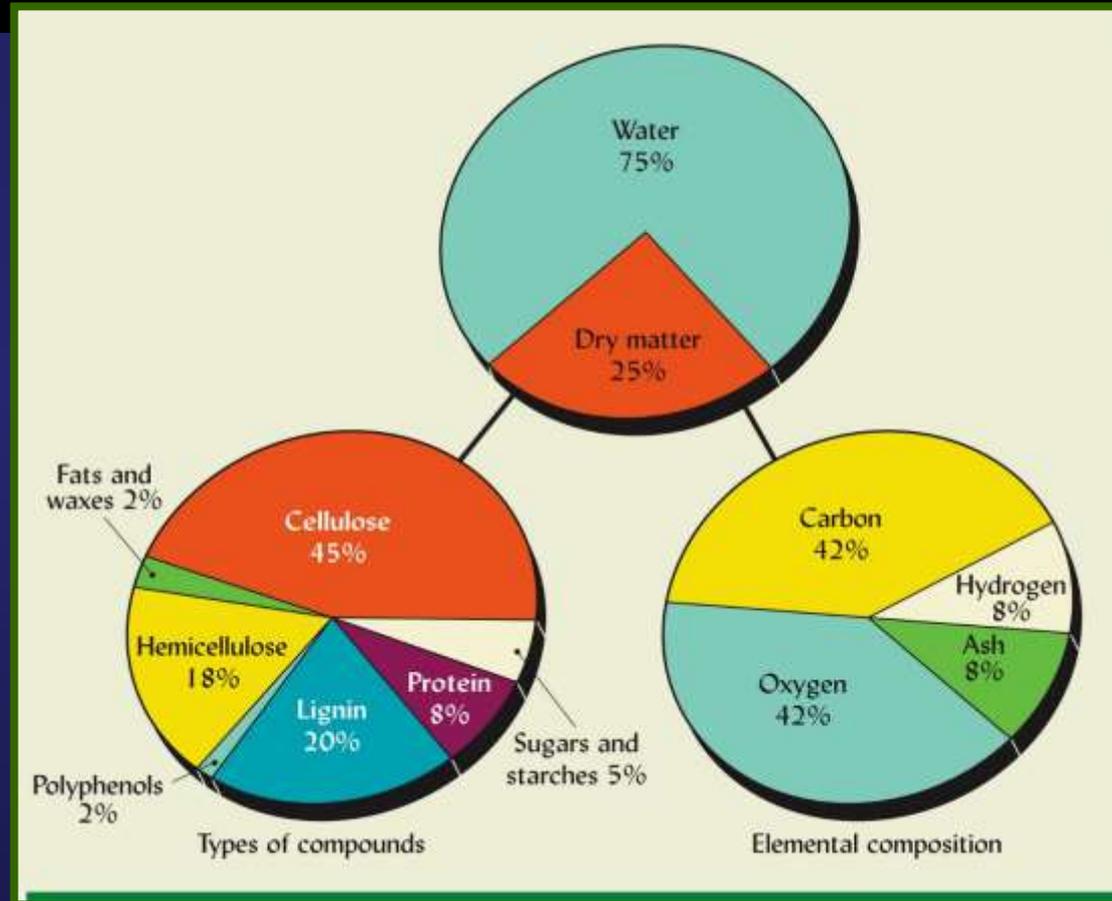
Circa 1/3 del C aggiunto rimane mediamente nel suolo alla fine del ciclo.

# I fattori che controllano i processi biologici di trasformazione della SOM sono:

- ✓ la temperatura del suolo (*mesofilia*)
- ✓ l'umidità del terreno (*capacità di campo*)
- ✓ la disponibilità di O<sub>2</sub> (*40% porosità*)
- ✓ le caratteristiche geomorfologiche (*esposizione, giacitura*)
- ✓ il contenuto ed il tipo di argilla (*suoli franchi; argille 2:1*)
- ✓ il contenuto in carbonati totali (*1-10%*)
- ✓ il pH (*6.3 - 7.8*)
- ✓ *soil biota* (*composizione e attività*)
- ✓ le attività antropiche e la gestione (*conservation tillage*)
- ✓ la qualità dell'input organico (*lignina, polifenoli, rapporto C/N*)

# Caratteristiche del residuo organico (*input primario*) che ne controllano il processo biotico di degradazione nel suolo

La lettiera vegetale contiene, mediamente, dal 60 al 90% (p/p) di acqua. La sostanza secca (determinata per riscaldamento a 60 °C, 3 giorni) è costituita da biomolecole contenenti principalmente **C** (42%), **O** (42%), **H** (8%), oltre ad altri elementi essenziali (N, S, P, Ca, K, Mg, etc.) presenti come ioni nelle ceneri (*ash*).



(da Weil & Brady, 2017)

## Caratteristiche del residuo organico (*input primario*) che ne controllano il processo biotico di degradazione nel suolo

- **Lignina**: biopolimero vegetale resistente alla degradazione microbica, richiede tempi lunghi di decomposizione, poco adatto a soddisfare le immediate richieste energetiche e nutrizionali del *soil biota*, coinvolge l'azione di enzimi extracellulari e di microrganismi decompositori a più lento sviluppo. Contenuto variabile dall'1 al 25% in relazione alla specie vegetale e al suo sviluppo. **Valore soglia: 20%**
- **Polifenoli**: componenti della biomassa vegetale, soprattutto forestale, agiscono come inibitori della attività microbica (azione allelopatica) e possono formare complessi insolubili con le sostanze proteiche. **Valore soglia: 3%**
- **Rapporto C/N**: esprime il rapporto tra il contenuto elementare di C e di N della biomassa vegetale. Indica la disponibilità di N per il *soil biota* che ha un C/N ~8:1. **Valore soglia: 25-30**

## Il rapporto C/N del residuo organico e degradabilità

La microflora microbica dei decompositori primari che presiede alla degradazione dei residui organici confronta metabolicamente il rapporto C/N delle proprie cellule (~8:1) con quello della matrice organica. Considerando l'efficienza microbica di conversione (~0.33), avremo:

- ❖ L'attività microbica di degradazione è esaltata dalla disponibilità di N nella matrice organica. **Residui con rapporto C/N < 25-30** sono agevolmente trasformati nel suolo e vengono liberati nutrienti solubili.
- ❖ Se la matrice organica ha **C/N > 30**, l'attività microbica è rallentata e procede:
  - in carenza di N solubile nel suolo verso la prevalente mineralizzazione di C
  - in presenza di N solubile verso la sua immobilizzazione con conseguenti temporanee carenze del nutriente nel suolo

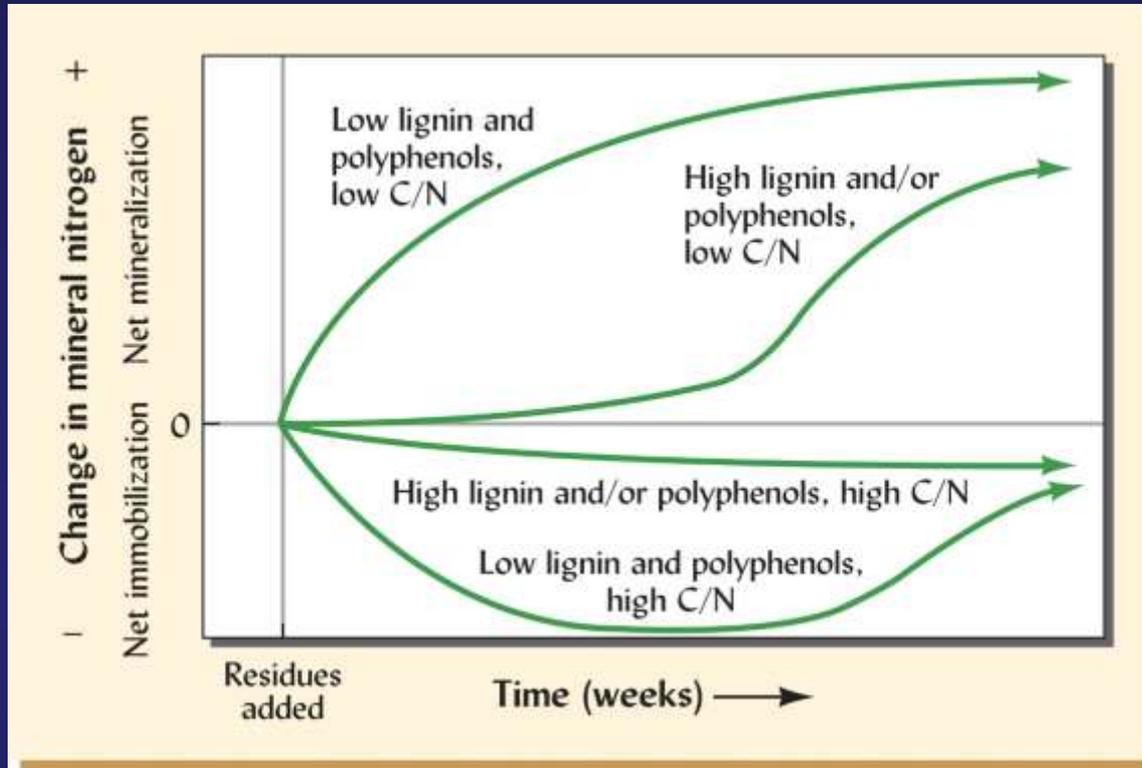
# Il rapporto C/N del residuo organico e degradabilità

Specie	C (%)	N (%)	P (%)	S (%)	K (%)	C/N
Mais ( <i>Zea mais</i> )	44	1,4	0,2	0,17	0,9	31.4
Cavolo ( <i>Brassica oleracea</i> )	42	4,3	0,45	1,6	2,5	9.8
Avena ( <i>Avena sativa</i> )	40	0,5	0,22	0,12	2,4	80.0
Erba medica ( <i>Medicago sativa</i> )	45	3,3	0,28	0,44	0,9	13.6
Legno di pino ( <i>Pina excelsa</i> )	46	0,13	0,006	0,005	0,03	353.8
Batteri ( <i>Escherichia coli</i> )	50	15	3,2	1,1	-	3.3
Attinomiceti ( <i>Streptomyces cerevisiae</i> )	50	11	1,5	0,4	1,8	4.5
Lieviti ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )	47	6,2	0,7	0,3	2,0	7.6
Funghi ( <i>Penicillium chrysogenum</i> )	44	3,4	0,6	0,4	0,6	12.9
Lombrichi ( <i>Lumbricus terrestris</i> )	46	10	0,9	0,8	1,1	4.6
Letame bovino	37	2,8	0,54	0,7	5,1	13.2

Composizione chimica elementare (% della sostanza secca)  
di alcune piante, di altre entità biotiche e del letame

Il rapporto C:N della sostanza organica del suolo è mediamente pari a 12:1

# Qualità del residuo organico



Alta/media  
qualità

Bassa  
qualità

(da Weil & Brady, 2017)

Effetto del contenuto in lignina, polifenoli e rapporto C/N del residuo organico sul rilascio di N solubile nel suolo.

Valori soglia: lignina, 20%; polifenoli, 3%; C/N, 25-30.

# Qualità del residuo organico

Tab. IV.2 - Influenza del contenuto di lignina e di polifenoli, e del valore del rapporto C:N sulla qualità di residui vegetali di piante coltivate in ambiente tropicale umido e temperato subumido (modificata da Brady e Weil, 2008).

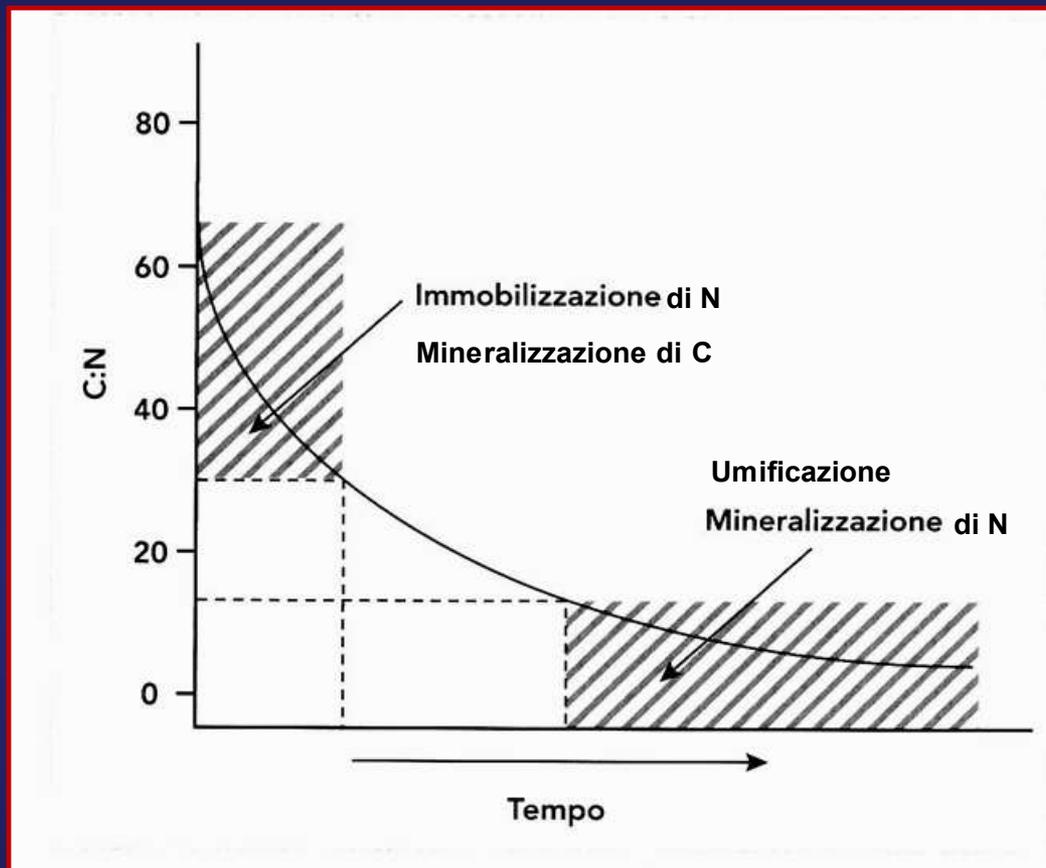
Specie vegetali	Materiale organico vegetale	Lignina %	Polifenoli %	Azoto totale %	C:N	Qualità del residuo
<i>Gliricidia sepium</i> (Giricidia)*	Residui della potatura	12	1,6	3,5	13	Alta
<i>Leucaena leucocephala</i> * (Acacia pallida)	Residui della potatura	13	5,0	3,5	13	Medio-alta
<i>Oryza sativa</i> (Riso)*	Residui colturali	5	0,6	1,0	42	Media
<i>Zea mays</i> (Mais)*	Residui colturali	7	0,6	1,1	43	Media
<i>Dactyladenia barteri</i> *	Fieno	47	4,1	1,6	28	Bassa
<i>Poa trivialis</i> (Fienarola dei prati)**	Residui colturali	8	0,2	2,2	19	Medio-alta
<i>Glycine max</i> (Soia)**	Residui colturali	9	0,2	2,2	20	Medio-alta
<i>Zea mays</i> (Mais)**	Residui colturali	7	0,3	1,5	28	Media
<i>Acer saccharinum</i> (Acero argenteo)**	Foglie	11	4,8	1,4	34	Media
<i>Carya illinoensis</i> (Pecan)**	Foglie	25	2,1	1,1	42	Medio-bassa

\* Piante coltivate in ambiente tropicale umido (Nigeria)  
 \*\* Piante coltivate in ambiente temperato subumido (Missouri, USA)

Valori soglia: lignina, 20%; polifenoli, 3%; C/N, 25-30

Va osservato che nella lettiera di qualità alta e medio-alta il limite massimo della biodegradazione (perdita per mineralizzazione) ha valore più basso

# Il rapporto C/N del residuo organico e i processi di mineralizzazione/immobilizzazione di C e N nel suolo



Quando  $C/N > 30$  prevale l'immobilizzazione microbica di N e la perdita di C per mineralizzazione

Quando  $C/N < 20$  prevale la mineralizzazione di N e l'umificazione