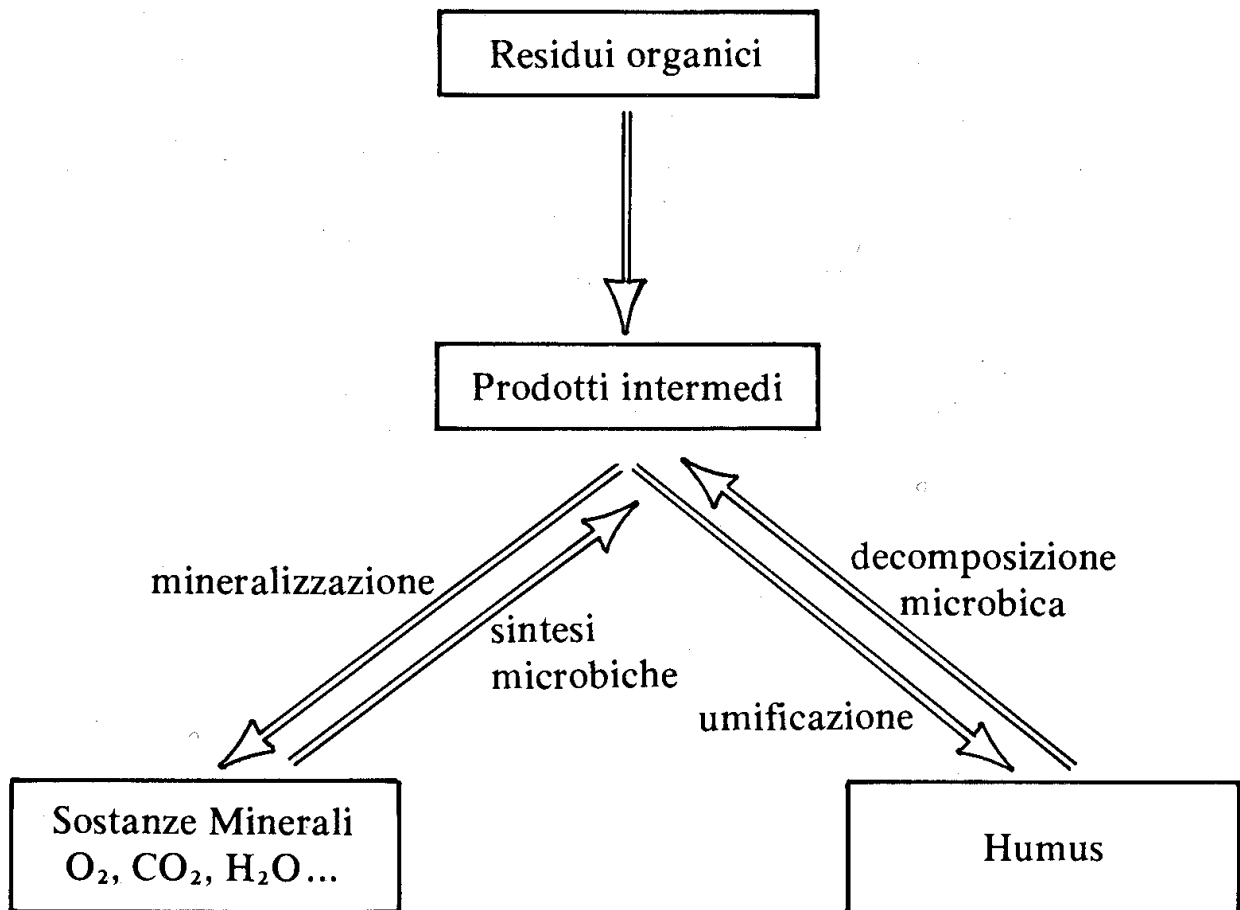


LA SOSTANZA ORGANICA NEL TERRENO

Nel terreno la S.O. si trova in differente stadi di evoluzione:



Gli attori della umificazione

Lombrichi

Assicurano il mescolamento nel suolo dei residui organici

Portano la sostanza organica a contatto con i microrganismi



Batteri

Crescono rapidamente quando della sostanza organica è aggiunta al suolo

Veloce degradazione dei componenti semplici: zuccheri, aminoacidi, proteine (alta qualità).

Lenta degradazione dei componenti complessi: cellulosa, emicellulosa, lignina, chitina (bassa qualità).



Millepiede



Formiche

Insetti del suolo ed altri artropodi

Svolgono un lavoro di amminutamento dei residui organici

Consentono ai microrganismi del suolo di accedere a tutte le parti dei residui organici

Gli attori della umificazione

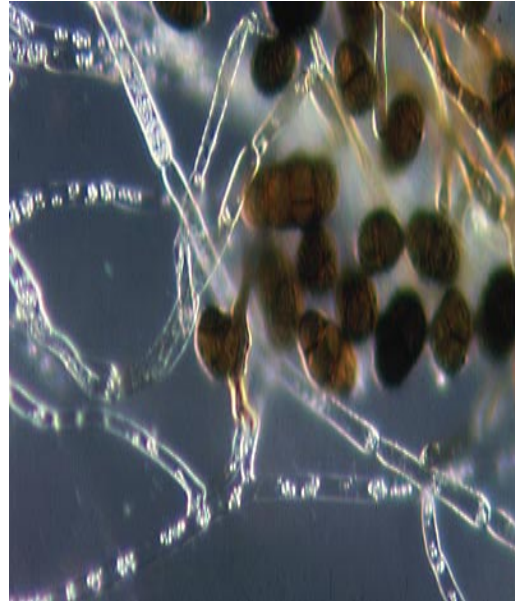
Funghi

Crescita lenta in conseguenza di aggiunta

al suolo di sostanza organica

Capaci di degradare molecole complesse come emicellulose, cellulosa, chitina.

Rendono accessibili agli altri microrganismi molecole facilmente degradabili protette da quelle complesse (es. parete cellulare)



Protisti e Nematodi

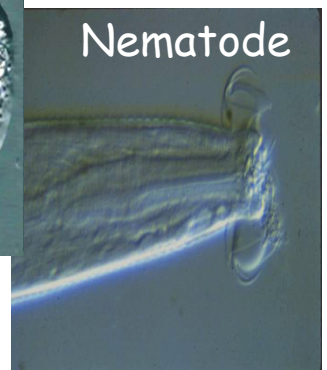
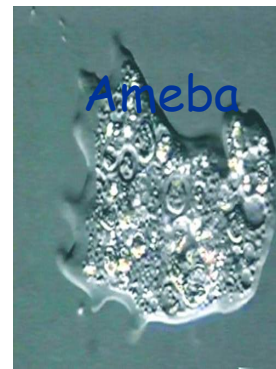
Si nutrono dei decompositori primari (batteri, funghi, attinomiceti)

Rilasciano nutrienti contenuti nei decompositori primari

Attinomiceti

Sono dominanti nella fase terminale della decomposizione

Sono capaci di decomporre composti molto complessi e resistenti: cellulosa, chitina, lignina e cere.



L' **humus** è un composto di natura polimerica con composizione incostante a seconda della genesi,

- ad elevato peso molecolare
- con caratteristiche colloidali
- **molto resistente al deterioramento**
- con rapporto C/N ≈ 10 ($\approx 50\%$ C e 5% N)

Durante il processo di umificazione si perde C e quindi si ha concentrazione di N

Paglia di cereali	C/N ≈ 80
Residui pagliosi	C/N ≈ 40
Letame med. mat.	C/N ≈ 35
Letame maturo	C/N ≈ 25



Caratteristiche delle sostanze humiche

Le sostanze humiche rappresentano la matrice organica più diffusamente distribuita negli ecosistemi del nostro pianeta. Oltre che nei terreni, nei quali costituiscono circa l'80 % della sostanza organica, le sostanze humiche si ritrovano anche nelle acque dove rappresentano circa il 50 % del carbonio organico disciolto.

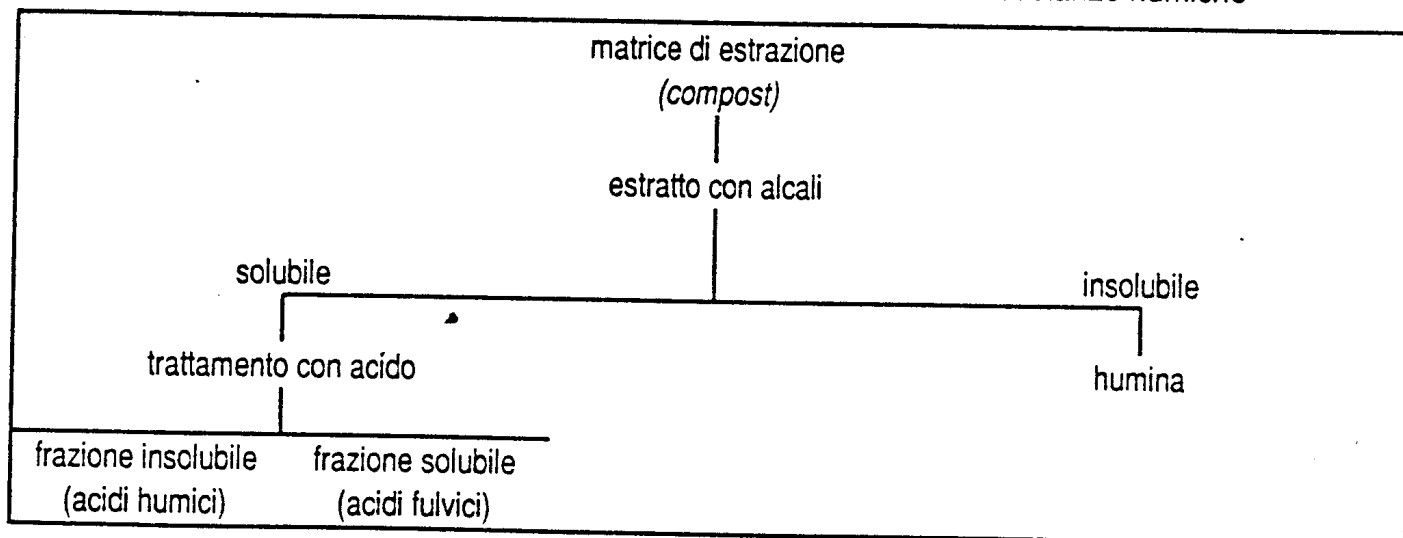
Esse comprendono un'ampia categoria di composti organici, caratterizzati da colorazioni che variano dal giallo al nero, con pesi molecolari compresi tra poche centinaia e centinaia di migliaia di dalton. I suddetti composti presentano una struttura molecolare di natura polimerica e costituiscono il prodotto di una rielaborazione chimica e biologica di componenti vegetali ed animali e della attività di sintesi ad opera di alcuni gruppi microbici.

La maggior parte degli studiosi del settore sono ormai d'accordo nel suddividere le sostanze humiche in tre frazioni, caratterizzate principalmente da diversa solubilità in alcali e acidi diluiti:

- a) humina, insolubile sia in acidi che in alcali;
- b) acidi humici, solubili in alcali ma insolubili in soluzioni acide;
- c) acidi fulvici, solubili sia in soluzioni acide che basiche.

Sulla base delle caratteristiche di solubilità sono stati sviluppati vari metodi di estrazione e purificazione delle diverse frazioni humiche, riconducibili però tutti allo schema generale riportato in figura 4

Figura 4 - Schema di estrazione, frazionamento e classificazione delle sostanze humiche

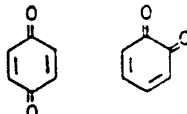
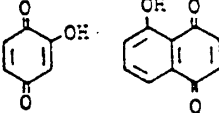
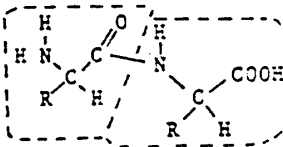


Caratteristiche analitiche e strutturali delle sostanze humiche

Particolare interesse viene rivolto alle caratteristiche analitiche e strutturali delle sostanze humiche. Ciò poiché queste determinano la reattività e le possibili interazioni con altre componenti dell'ecosistema nel quale le sostanze humiche si trovano. I dati riportati nella letteratura scientifica evidenziano

che le sostanze humiche consistono di un insieme eterogeneo di composti polimerici a base aromatica con gruppi funzionali e/o catene alifatiche sostituenti (tab. 4). Non è quindi possibile dare un'unica formula di struttura rappresentativa delle molecole humiche (Stevenson and Buttler, 1969; Schnitzer and Khan, 1972).

Tabella 4 - Alcuni gruppi strutturali importanti delle molecole humiche (Modificata da Stevenson 1982a)

Amino	$-NH_2$	Anidride	$R-\overset{O}{\parallel}C-O-\overset{O}{\parallel}C-R'$
Amine	$R-\overset{H}{\underset{H}{C}}-NH_2$	Imina	$R-\overset{H}{C}=NH$, $R-CH=NH$
Amide	$R-\overset{O}{\parallel}C-NH_2$	Imino	$=NH$
Alcol	$R-CH_2OH$	Etere	$R-CH_2-O-CH_2-R'$
Aldeide	$R-\overset{H}{C}=O$, $R-CHO$	Estere	$R-\overset{O}{\parallel}C-O-R'$, $R-COOR'$
Carbossile	$R-\overset{O}{\parallel}C-OH$, $R-COOH$	Chinone	
Ione carbossilato	$R-\overset{O}{\parallel}C-O^-$, $R-COO^-$	Idrossi chinone	
Enolo	$R-CH=CH-OH$	Peptide	
Chetone	$R-\overset{O}{\parallel}C-R'$, $R-CO-R'$		
Chetoacido	$R-\overset{O}{\parallel}C-COOH$		
Carbonile insaturo	$H \ H \ H$ $-C=C-C=O$		

Studi sulla composizione elementare hanno messo in evidenza differenze tra le varie frazioni di composti humici considerati. In particolare, mentre gli acidi humici contengono una maggiore percentuale di C, N e S, gli acidi fulvici sono più ricchi in atomi di ossigeno. Altre caratteristiche analitiche differenziali sono il maggior contenuto di gruppi carbossilici, chetonici, alcolici negli acidi fulvici rispetto a quanto avviene negli acidi humici (tab. 5).

Tabella 5 - Contenuto elementare di acidi humici e acidi fulvici (Modificata da Stevenson, 1982a)

Contenuto elementare di acidi humici e fulvici (campioni essiccati e privi di ceneri)		
Elementi %	Acidi Fulvici	Acidi Humici
C	40 - 50	50 - 60
O	44 - 50	30 - 35
H	4 - 6	4 - 6
N	<1 - 3	2 - 6
S	0 - 2	0 - 2

FUNZIONI DELLA SOSTANZA ORGANICA NEL SUOLO

1.Nutrizione: Mette a disposizione in modo lento ma continuo elementi nutritivi (N, P, K ecc.)

2.Stimolo: sull' accrescimento e sull' assorbimento radicale (mediante composti intermedi quali aminoacidi, nucleotidi, vitamine, auxine, antibiotici ecc.)

3.Azione sulla microflora e microfauna

4.Aumento della C.S.C.

5.Miglioramento delle proprietà fisiche: struttura, permeabilità, capacità di trattenuta idrica, sofficità ecc.

Tab. 14.1 — **Classificazione dei terreni in base al contenuto in humus (da Gaucher, 1968)**

humus (%)	denominazione del terreno	note
0-2	povero	—
2-5	mediamente dotato	—
5-10	abbastanza ricco	Il termine «umifero» compare nella denominazione: es. sab-bioso-umifero
10-15	ricco	Il termine «umo» compare nella denominazione: es. umo-sab-bioso
> 15	molto ricco	Sovente è un terreno torboso

Tab. 14.2 — **Limiti di una buona dotazione in humus in funzione del contenuto in argilla del terreno**

Argilla (%)	humus (%)
< 10	1,5-2,0
10-30	2,0-2,5
> 30	2,5-3,0

FATTORI CHE INFLUENZANO L'EVOLUZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA

•Tipo di sostanza organica:

Quantità prodotta annualmente

Composizione chimica (la lignina fornisce humus in maggior misura rispetto a composti solubili, amido e cellulosa)

Rapporto C/N: C/N=25 opt; C/N<10 o >50 sono più favorevoli alla mineralizzazione.

•Clima:

in funzione principalmente di temperatura e piovosità (climi caldi aridi \Rightarrow ossidazione S.O. \Rightarrow mineralizzazione S.O. \Rightarrow EREMACAUSI)

•Tipo di terreno:

In base al rapporto fase solida, liquida, gassosa. Una elevata presenza di ossigeno \Rightarrow mineralizzazione

Scarsa presenza di ossigeno \Rightarrow torbificazione

•Intervento antropico:

Lavorazioni

Sistemazioni

Concimazioni

Irrigazioni

Avvicendamento

Ecc.

TRASFORMAZIONE DELLA S.O. NEL TERRENO, BILANCIO DELLA S.O. E BILANCIO UMICO.

Coefficiente isoumico: Quantità di humus stabile formato (dopo la decomposizione, **tempo minimo 3 anni**) dall' unità di peso di un determinato materiale organico (K_1)

Dipende principalmente dalle caratteristiche del materiale organico di partenza.

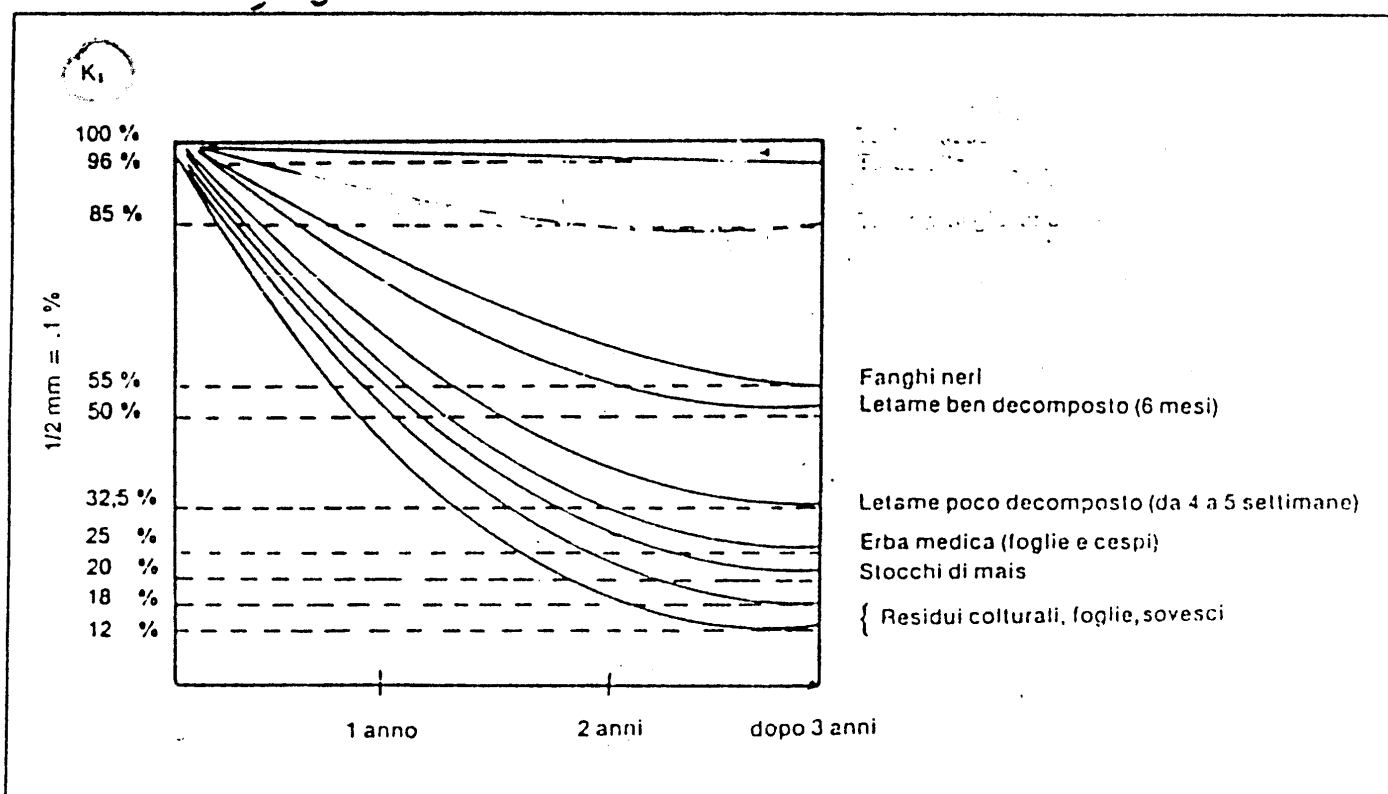


Fig. 5 - Tasso di decomposizione medio e coefficienti iso-umici (K_1) di alcune fonti di sostanza organica. (Prats, 1970)

Caratteristiche dei materiali organici suscettibili di fornire humus (da Panero, s.d.)

prodotto	sostanza secca %	sostanza organica %	rapporto C/N	coeff. isoumico (K₁)	humus stabile prodotto per q.le di prodotto tal quale (K₁ X S.O.) kg
Residui vegetali					
residui di mais	84,4	76,63	52	20%	15,326
paglia avena	87,00	80,64	100	15%	12,036
paglia grano	88,91	82,79	111	15%	12,418
paglia orzo	86,40	81,14	87	15%	12,170
paglia segale	88,50	83,99	63	15%	12,600
piante girasole	85,00	55,00	30	20%	11,000
piante sorgo secco	85,00	66,00	95	20%	13,200
sanse olive	91,51	68,55	32	20%	13,700
bucce pomodoro	90,00	86,50	31	20%	17,00
farina vinaccioli	89,00	86,25	23	20%	17,00
Concimi organici					
letame bovino	22,00	16,40	29	30%	4,920
letame equino	30,00	26,30	23	30%	7,900
letame suino	28,00	25,00	31	30%	7,500
letame ovino	35,40	31,80	22	30%	9,540
pollina ovaiole fresca	68,80	40,00	6	30%	12,00
pollina ovaiole secca	85,80	63,00	7	30%	18,900
pollina polli fresca	38,00	29,00	11	30%	8,700
torba naturale	40,00	29,00	20	all'es.	
pollina fr. ovaiole leggere	58,19	24,98	7	30%	7,500
pollina fr. polli carne	65,08	39,37	8	30%	12,000
pollina fr. pollastre	65,33	39,75	7	30%	12,000
Materiali verdi					
erba medica	19,6	17,97	16	25%	4,492
prato stabile	17,56	15,76	19	20%	3,150
erbaio avena	13,94	12,39	22	20%	2,478
foglie barbabietola	11,62	9,58	18	25%	2,395
foglie e colletti barbabietola	13,64	11,87	21	25%	2,967
erbaio colza	8,34	6,97	12	25%	1,742
erbaio loietto	18,65	17,09	30	20%	3,418
erbaio giovane mais ibrido	12,58	11,73	37	20%	2,346
erbaio primaverile (33% veccia, 9% pisello, 58% avena)	13,45	12,20	35	25%	3,050
erbaio autunnale (40% veccia, 30% pisello, 30% avena)	12,07	10,78	15	25%	2,692
erbaio orzo	13,65	12,39	22	20%	2,476
erbaio pisello	13,01	12,10	15	25%	3,025
erbaio segale	14,09	12,77	18	20%	2,554
erbaio sorgo ibrido	18,07	17,05	61	20%	3,410
erbaio veccia	13,85	12,75	15	25%	3,187
erbaio trif. incarnato	11,02	10,03	16	25%	2,500
erbaio vigna sinen.	11,47	10,13	15	25%	2,500
Materiali secchi					
stocchi e paglie mais ibrido	86,00	80,76	81	20%	16,152
fieno di medica	82,77	74,38	17	25%	18,595
fieno prato stabile	84,03	74,88	20	20%	14,970

coefficienti isoumici e restituzione di humus in base alle rese (da Bartolini R., *Il ciclo della fertilità*, 1986).

	Coefficiente isoumico	Resa media		Resa buona		Resa ottima	
		t S.O. per ha	kg humus	t S.O. per ha	kg humus	t S.O. per ha	kg humus
bietola	0,12	5	600	7	840	8	960
patata	0,15	0,3	45	0,5	75	0,8	120
colza:							
radici	0,15	2	300	2,5	375	3	450
stelo	0,15	5	750	6	900	7	1.050
mais:							
radici	0,15	2	300	3	450	4	600
stelo e cartocci	0,12	4	480	6	720	7	840
medica	0,20	3	600	4	800	5	1.000
prato	0,15	4	600	5	750	6	900
frumento:							
radici	0,15	2	300	2,5	375	3	450
paglia	0,12	4	480	5	600	6	720
orzo:							
radici	0,15	1	150	1,5	225	2	300
paglia	0,12	3	360	3,5	420	4	480
avena:							
radici	0,15	2	300	2,5	375	3	450
paglia	0,12	4	480	5	600	6	720
letame:							
ben compostato	0,50	5	2500	8	4000	10	5000
poco compostato	0,40	5	2000	8	3200	10	4000
paglioso	0,25	5	1250	8	2000	10	2000

1. Un quintale di paglia darà quindi

Coefficiente di distruzione dell'humus o tasso di mineralizzazione:

Frazione di humus che viene **annualmente** mineralizzato, asportato e lisciviato dal terreno (K_2).

Dipende principalmente dal tipo di terreno in funzione della sua macroporosità e relativo potenziale redox. Varia tra 2.5% (terreni sabbiosi) all' 1% (terreni argillosi)

Tab. 5 - Valori di K_2 in funzione del terreno (da: Odet J., 1989 e Zuang H., 1982).

TIPO DI TERRENO	argilla ‰	calcare ‰	pH	K_2 %
Sabbioso neutro	50	2	7.0	2.0
Sabbioso acido	50	0	5.0	1.0
Sabbioso calcareo	50	100	8.0	1.7
Limoso medio	150	2	7.5	1.6
Limoso argilloso	220	2	7.5	1.3
Limoso calcareo	100	300	8.1	0.9
Argilloso	380	2	7.5	1.0
Argilloso calcareo	300	150	8.0	0.7

Tab.6 - Tasso di decomposizione dell'humus in diversi terreni (K_2).
Da: Bertolini R., *Il ciclo della fertilità*, Edagricole, Bologna 1986.

Sabbia	0,025
Sabbia-limo	0,02
Sabbia-argilla	0,018
Limo-argilla	0,012
Limo	0,015
Limo leggero	0,017
Argilla	0,010
Argilla-sabbia	0,012
Terreno calcareo (+ di 20%)	0,08
Terreno calcareo (+ di 50%)	0,004

BILANCIO DELLA SOSTANZA ORGANICA

Sostanza organica persa per mineralizzazione, asportazione e lisciviazione (P) = Contenuto iniziale di s.o. x K2

Es. cont. in S.O. = 2%

Prof. 30 cm

Densità apparente 1.2 t/m³

Contenuto in S.O. 720 q/ha

Terreno medio limoso; K2 = 1.6%

$$P = 720 \times 0.016 = 11.5 \text{ q/ha}$$

Sostanza organica apportata con i residui colturali (A) = Residui colturali x K1

Es: Frumento

Si interrano stoppie e paglia, 30 q/ha, K1 = 0.12

radici, 15 q/ha, K1 = 0.15

$$A = 30 \times 0.12 + 15 \times 0.15 = 5.8$$

BILANCIO (\pm Variazioni di S.O.) = A - P

Es.

$A - P = 5.8 - 11.5 = - 5.7 \text{ q/ha}$ di sostanza organica persa per anno $\Rightarrow 720 / 5.7 = 126$ cioè in 126 anni si esaurirebbe la sostanza organica nel suolo

Quanta S.O. devo apportare per portare in pareggio il bilancio della S.O. nel suolo (Q) ?

$$Q=(H \times K2)/K1$$

Dove:

Q= sostanza organica da apportare al terreno per mantenere costante il suo contenuto in humus (in s.s.)

H= quantità di humus presente

K2= coefficiente di distruzione dell' humus nel terreno

Considerato

K1= coefficiente isoumico del fertilizzante organico che si intende utilizzare

Es.

Se nell' esempio precedente intendo fertilizzare con letame bovino (K1=0.30)

$Q=(720 \times 0.016)/0.30=38.4$ q/ha di s.s. di letame

Poiché il letame ha un contenuto di s.s. del 20%

$38.4/0.2=192$ q/ha di letame bovino fresco.

FERTILIZZANTI ORGANICI

Prodotto, ricco di carbonio organico di origine naturale, capace di influenzare i vari aspetti fisici, chimici e biologici della fertilità.

- **Di origine animale**

- Orine
- Deiezioni solide
- Sangue
- Ossa
- Cornunghia
- Residui di pesca
- Farina di carne
- Residui di cuoio
- Cascami di lana
- Pennone
- Crisalidi
- Guano
- Farina d' ossa

- **Di origine vegetale**

- Residui colturali o sovescio parziale
- Sovescio totale
- Torba
- Panelli
- Vinacce
- Foglie secche
- Alghe
- Borlanda

- **Di origine mista**

- Letame
- Terricciati
- Spazzature e immondizie di città

LETAME

Ottenuto dalle deiezioni solide e liquide degli animali in stabulazione, mescolate a materiali vari che costituiscono la lettiera e sottoposte ad un processo, più o meno spinto, di fermentazione e maturazione.

Le caratteristiche sono fortemente variabili in funzione:

- Della specie animale (ovini ed equini danno un letame asciutto, ricco di elementi nutritivi e che sviluppa molto calore dopo la fermentazione)
- Del tipo di stabulazione
- Del tipo e quantità di lettiera utilizzata (paglia di grano, mais, trucioli ecc.)
- Del processo di maturazione seguito

Di conseguenza il coefficiente isoumico può variare tra 0.2 e 0.5 così come la composizione chimica.

Tab. 14.3 — Composizione del letame bovino (% sul tal quale)

Tipo di letame	sostanza secca	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃
fresco e paglioso	20-30	0,3-0,5	0,2-0,3	0,5-0,7	0,4-0,5	0,1 -0,2	0,1
matturo	15-25	0,4-0,6	0,2-0,3	0,6-0,8	0,5-0,6	0,15-0,25	0,1-0,2

Dosi di impiego: dalle 20 alle 60 t ha⁻¹

Modalità di spargimento: Spandiconcime (deve seguire l' aratura)

Epoca di somministrazione: Autunnale

INTERRAMENTO DEI RESIDUI COLTURALI O SOVESCIO PARZIALE

Interramento di quelle parti di piante che non costituiscono la produzione per la quale la coltura è stata eseguita.

Tab. 14.8 — **Quantità di residui vegetali che possono lasciare nel terreno alcune colture erbacee**

Pianta e parti di essa	sostanza secca (t/ha)
barbabietola (foglie e colletti)	3-5
colza da seme (esclusi i semi)	4-7
frumento (stoppie e radici)	1,5-3
frumento (paglia)	3-6
girasole (esclusi i «semi»)	5-10
loiessa da seme (radici + paglia)	4-8
mais (stoppie + radici)	3-5
mais (stocchi)	4-8
medica di tre anni (radici + cespi)	4-6
medica di tre anni (c.s. + ultimo sfalcio)	5-8
patata (fusti + foglie)	3-6
pomodoro (fusti + foglie)	5-9
tabacco (fusti)	3-5

Problemi:

- I residui con rapporto C/N alto (>25) impoveriscono momentaneamente il terreno in N minerale e possono ridurre la produttività.

Si può prevenire l' effetto depressivo maggiorando la concimazione azotata di 1 Kg ogni 100 Kg di s.s. interrata (dai 15 ai 30 Kg/ha di N nel caso di paglia di frumento).

- Esaltazione di attacchi parassitari
- Per accelerare i tempi di degradazione è utile utilizzare trinciastocchi o trinciasarmenti.

SOVESCIO TOTALE

Interramento di tutta la vegetazione di una coltura eseguita appositamente per tale scopo.

Le specie più utilizzate sono: *favino, trifoglio, lupino, veccia, ultimo sfalcio di prati, segale, orzo, colza*.

Molto spesso può essere utile associare il sovescio alle esigenze di difesa dall'erosione (cover crops) o per ridurre il rischio di lisciviazione di composti azotati (catch crop, utili sia per ridurre l'impatto ambientale che per evitare perdite di azoto).

Apporto di sostanza organica da 4 a 7 t/ha di s.s.

Conviene ritardare al massimo lo sfalcio (dopo la fioritura) per aumentare il quantitativo di biomassa e per ottenere un prodotto meno acquoso e più ricco in lignina, e, pertanto, con un coefficiente isoumico più alto (si aggira tra 0.1-0.2).

SVANTAGGI:

Eseguire un sovescio significa rinunciare al prodotto della coltura. Questo problema non sussiste per i frutteti e vigneti.

Tab. 14.9 — Concimi organici azotati (questa dicitura deve comparire sulla etichetta assieme alla denominazione del tipo). È obbligatoria la dichiarazione del titolo in azoto organico

denominazione	derivazione e preparazione	titolo minimo ammesso (% di N organico)
Borlanda essiccata ¹	Residuo della distillazione di liquidi idroalcolici ottenuti per fermentazione di sostanze zuccherine	3
Borlanda fluida ¹	Residuo della distillazione di liquidi idroalcolici ottenuti per fermentazione di sostanze zuccherine	1,5
Cascami di lana	Residui della lavorazione della lana e dei suoi manufatti	8
Cornunghia naturale	Residui di corna e unghie allo stato naturale	9
Cornunghia torrefatta	Residui di corna e unghie torrefatte	9
Crisalidi	Crisalidi di baco da seta sgrassate	5
Cuotarioli	Ritagli di cuoio eventualmente trattati con acido solforico ed essiccati	5
Cuoio torrefatto	Ritagli di cuoio torrefatti	5
Farina di carne (Carniccio)	Residui della lavorazione della carne, eventualmente trattati con acido solforico, disseccati e macinati	4
Miscela di concimi organici	Miscela di vari tipi di concimi organici azotati	5
Paneli	Residui di lavorazione di semi oleosi essiccati	3
Pelli e crini (Pelliccino o pellicini)	Residui della lavorazione delle pelli	5
Pennone	Scarto di piume e penne di animali domestici	10
Sangue secco	Sottoprodotto della macellazione essiccato e polverizzato	9
Carniccio fluido	Sospensione di residui lavor. carne	3
Epitelio animale idrol.	Residuo epitelio animale	4

¹ Per questo concime è richiesta la dichiarazione del titolo in K₂O solubile in acqua che non deve essere inferiore al 6% nella prima e al 4% nella seconda

Tab. 14.10 — Concimi organici NP (questa dicitura deve comparire in etichetta assieme alla denominazione del tipo)

Denominazione	derivazione e preparazione	N totale	P, O, totale	N + P, O, totale	titolo minimo accettato (%)
Concime d'ossa	Ossa non degelatinate e residui di macellazione trattati con acido solforico	2	11	13	
Farina d'ossa	Ossa sgrassate, seccate e macinate	2	18	20	
Farina d'ossa degelatinata	Ossa sgrassate, degelatinate, seccate e macinate	1	15	20	
Farina di pesce	Residui della lavorazione del pesce, essiccati	5	3	8	
Guano	Escrementi di uccelli acquatici	3	3	6	
Miscela di concimi organici NP	Miscela di vari tipi di concimi organici NP	3	3	6	
Pollina essiccata	Escrementi di volatili domestici	2	2	5	
Ruffetto d'ossa	Residuo della lavorazione delle ossa	3	12	15	
Residui di macellazione idrol.	R. mac. indrolizz. parz. a 130°C	3	2	5	

¹ La % di N organico è indicazione di identificazione. Il fosforo totale, anche se non in forma organica, deve costituire parte integrante della matrice organica.

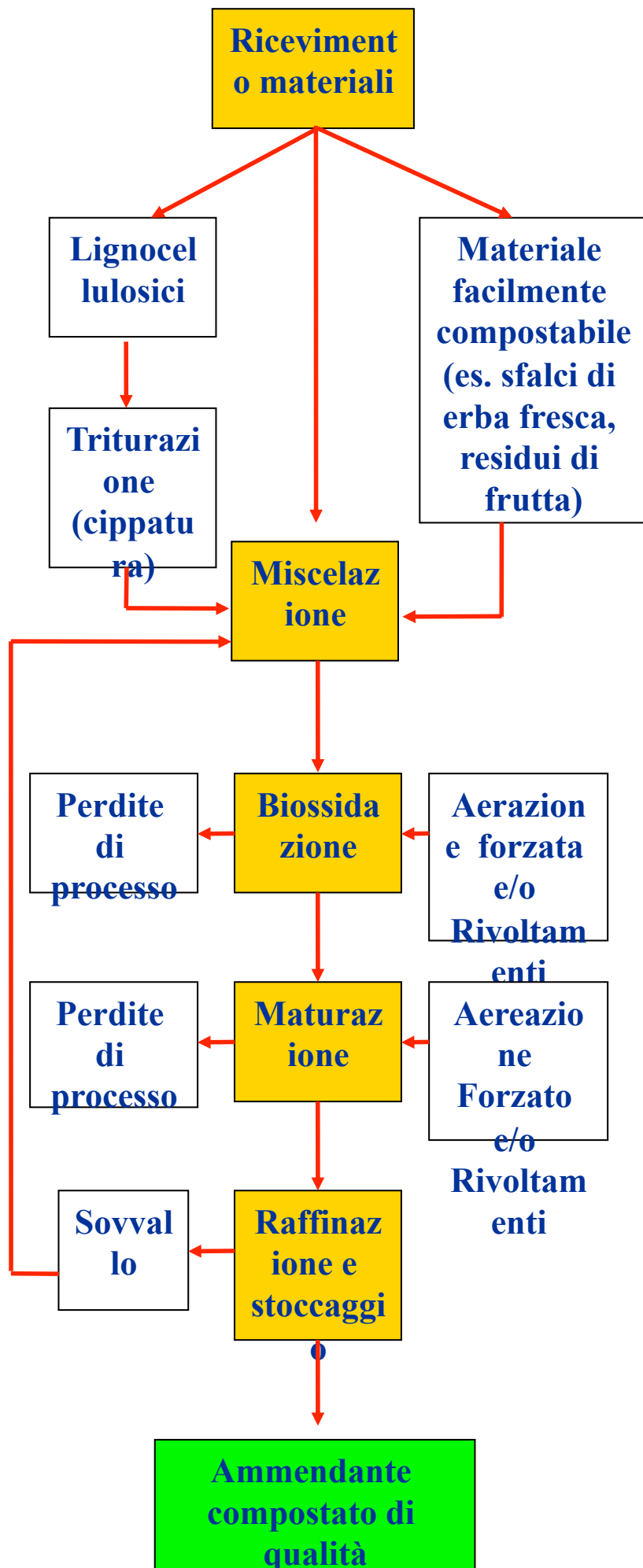
compostaggio

“Processo di bioconversione di tipo ossidativo, termofilo ed esotermico, in condizioni controllate a carico di matrici organiche, che porta ad acqua, anidride carbonica, calore e compost”

Cos'è il compost?

Dal latino *compositum*, costituito da più materiali

Sostanza organica stabilizzata ricca di humus



<u>Cosa Utilizzare</u>	<u>Come</u>	<u>Cosa Non Utilizzare</u>	<u>Perché</u>
Resti di frutta ed ortaggi	ridotte a pezzi	Plastica e gomma	non degradabile
Fiori e foglie seccate (non malate)	triturati	Olio esausto	inquinante
Fondi di caffè o tè	scolati da eventuali liquidi	Vernici ed inchiostri	altamente inquinanti
Gusci di uova	schiacciati	Pile e medicinali scaduti	altamente inquinanti
Piume, capelli	distribuiti bene	Tessuti sintetici, vetro	non degradabile
Potature e sfalci d'erba	triturati	Sezioni aperte Ceramica e metalli	inquinanti

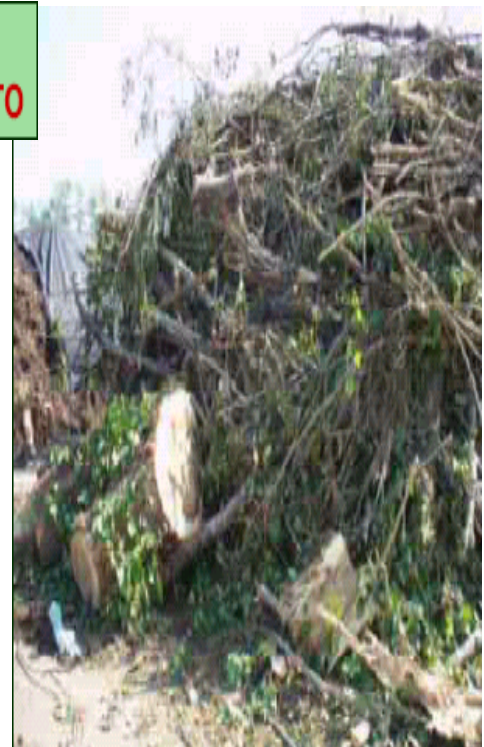
Tipi di Compost utilizzati

**AMMENDANTE
COMPOSTATO VERDE**



**AMMENDANTE
COMPOSTATO MISTO**

Umido
+
verde

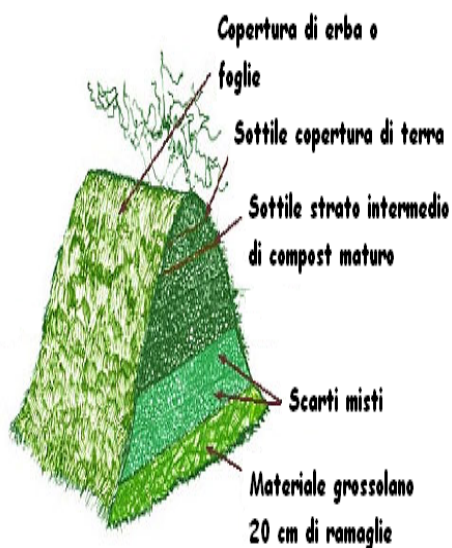


Tecniche di compostaggio

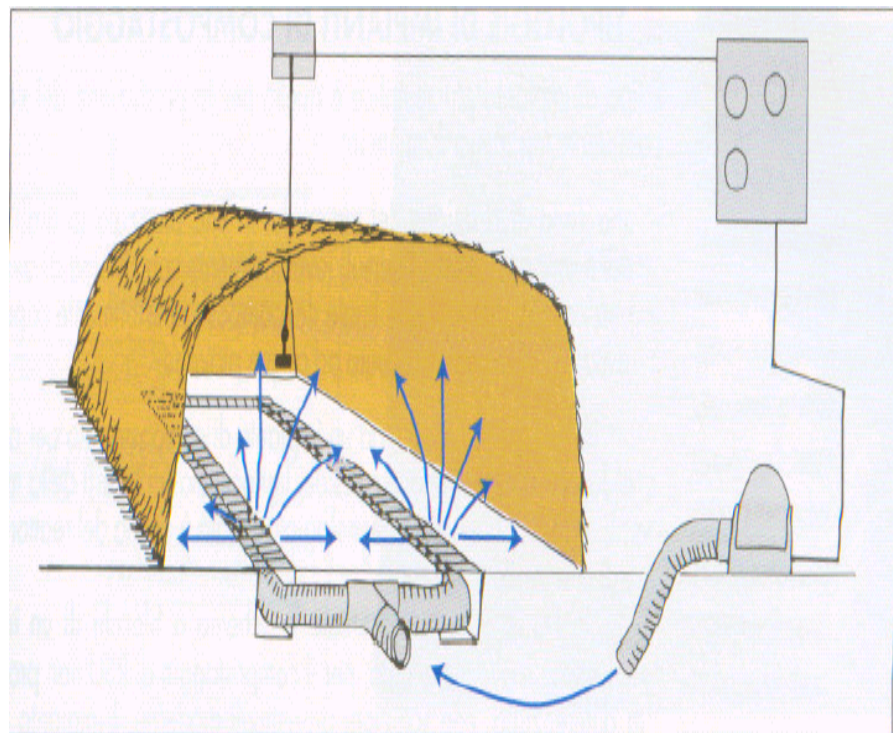
Cumulo
rivoltato

Cumuli
trapezoidali

Rivoltati



Cumulo statico con
aerazione forzata



Reattore a fossa

Rivoltamento con
macchina sulla fossa

Serra per mantenere
temperature elevate



reflui zootecnici

Gli effluenti zootecnici fluidi sono costituiti dalle deiezioni, solide e liquide, degli animali, mescolate con le eventuali lettiere, a cui si aggiungono acque di bevanda e di lavaggio e residui di alimento.

Il contenuto in s.s. si mantiene al di sotto del 10% (liquame) o del 20% (liquiletame).

Tab. 2.7. Impiego agronomico degli effluenti zootecnici: vantaggi e svantaggi.

VANTAGGI	SVANTAGGI
<ul style="list-style-type: none">- apporto di elementi nutritivi- apporto di sostanza organica:<ul style="list-style-type: none">- migliora la struttura del terreno- migliora la fertilità del terreno- incrementa la catena del detrito- più economica eliminazione degli effluenti zootecnici rispetto alle tecniche di depurazione, più costose e sofisticate	<ul style="list-style-type: none">- basso titolo in elementi fertilizzanti soprattutto per i liquami- difficoltà nel valutare il titolo in elementi fertilizzanti- maggiori difficoltà e costi per la distribuzione rispetto ai concimi chimici- possibili fenomeni di inquinamento ambientale legati soprattutto all'applicazione di grandi volumi di liquami

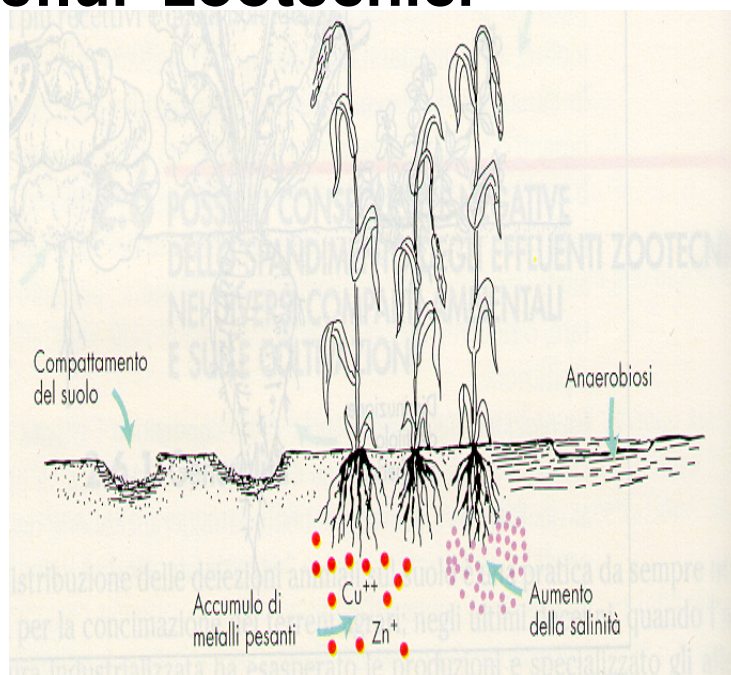
Possibili effetti negativi sull'ambiente legati all'uso dei reflui zootecnici

- sul suolo
- sulle acque superficiali
- sulle acque profonde
- sull'atmosfera
- sui prodotti agricoli



Possibili effetti negativi **sul suolo** legati all'uso dei reflui zootecnici

- Eccessivo apporto di elementi fitonutritivi



Tab. 2.6. Composizione chimica dei liquami prodotti da bovini, suini ed avicoli.

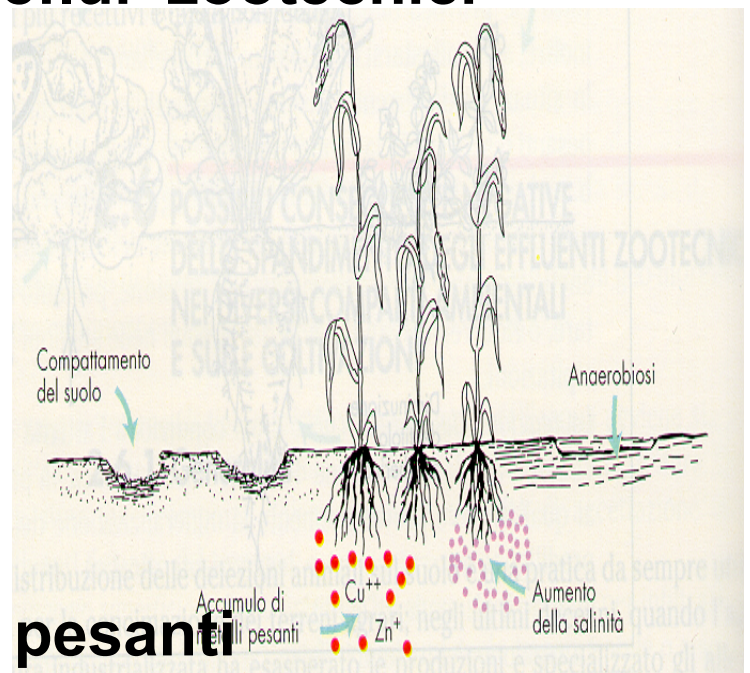
	Sostanza secca (% t.q.)	Solidi volatili (% SS)	Azoto (Kg/t - t.q.)	Fosforo (Kg/t - t.q.)	Potassio (Kg/t - t.q.)	Rame (mg/kg SS)	Zinco (mg/kg SS)
Bovini da latte	10-16	75-85	3,9-6,3	1,0-1,6	3,2-5,2	40-70	150-750
Bovini da carne	7-10	75-85	3,2-4,5	1,0-1,5	2,4-3,9	40-70	150-750
Vitelli carne bianca	0,6-2,9	60-75	1,3-3,1	0,1-1,8	0,4-1,7	30-60	600-1100
Suini	1,5-6,0	65-80	1,5-5,0	0,5-2,0	1,0-3,1	250-800	600-1000
Ovaiole	19-25	70-75	10-15	4,0-5,0	3,0-7,5	40-130	390-490

(Ripreso da "Manuale per la gestione e l'utilizzazione agronomica dei reflui zootecnici" - C.R.P.A. - Regione Emilia Romagna).

Possibili effetti negativi **sul suolo** legati all'uso dei reflui zootecnici

- Accumulo di sali con effetti negativi anche sulla struttura

- **Accumulo di metalli pesanti** (elementi chimici con p.s. > 4,6 g cm⁻³)



Pericolosi perché

- Non biodegradabili
- Sono o trattenuti dai terreni (specie se argillosi), o insolubilizzati o complessati nelle sostanza organica
- Tollerati da diverse piante, ma tossici oltre un certo limite
- Vengono "passati" tal quali agli erbivori
- Si bioaccumulano lungo le catene alimentari
- In eccesso sono tossici per gli esseri viventi

Possibili effetti negativi **sul suolo** legati all'uso d

• Accumulo di metalli

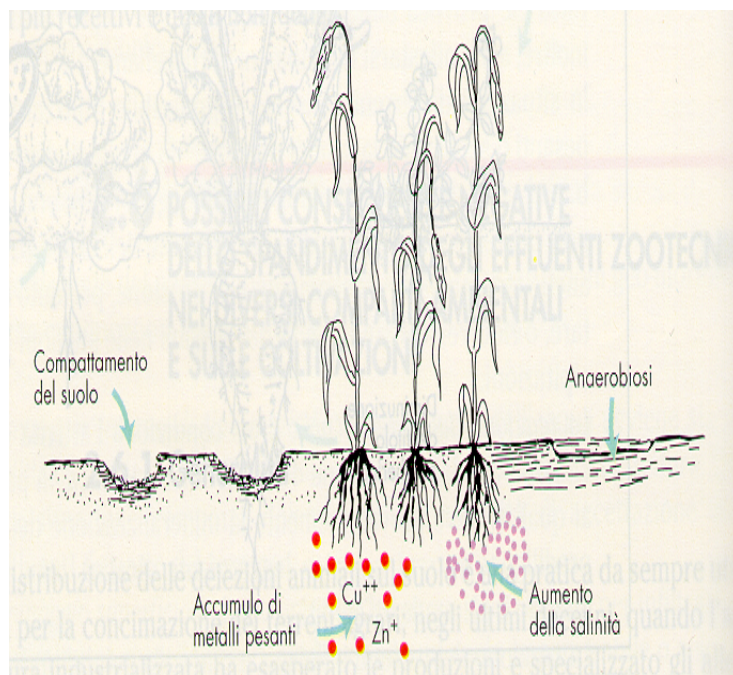
Nei reflui zootecnici si
particolarmente presenti
e Zinco

Tab. 26.1. Principali caratteristiche tossicologiche e fonti di diffusione dei metalli pesanti.

Metallo	Impieghi produttivi	Effetti tossici
Cadmio	Rivestimenti metallici (industrie galvaniche), pile, fitofarmaci e concimi fosforici, impurezza in prodotti a base di zinco, polivinilcloruro (PVC).	Altamente tossico e bioaccumulabile; danni ai reni, decalcificazione delle ossa.
Cromo	Concerie, rivestimenti metallici, coloranti.	Più pericoloso nella forma esavalente che in quella trivalente; cancro apparato respiratorio, dermatiti.
Mercurio	Vernici, pile, usi medici.	Colpisce il sistema nervoso, letale in alte dosi; bioaccumulabile.
Nichel	Rivestimenti metallici (industrie galvaniche), coloranti, carbone e oli combustibili.	Probabile cancerogeno (tumore ai polmoni).
Piombo	Vetri, ceramiche, vernici, batterie, benzina (rappresenta la fonte maggiore di immissione nell'ambiente).	Danni al sistema cardiocircolatorio (anemia), nervoso e renale. La tossicità cronica è nota come saturnismo (malattia professionale di alcune categorie professionali come i tipografi). Si deposita nelle ossa.
Rame	Rivestimenti metallici, utensili, tessuti sintetici, trattamenti antiparassitari, integratore alimentare per suini.	Tossicità potenziale, ma meno elevata rispetto agli altri metalli.
Zinco	Rivestimenti metallici (industrie galvaniche), pneumatici, integratore alimentare per suini.	Non caratterizzato da forte tossicità nell'uomo. Fitotossico e bioaccumulabile in ambienti acquatici.

Possibili effetti negativi **sul suolo** legati all'uso dei reflui zootecnici

- **Anaerobiosi del suolo**

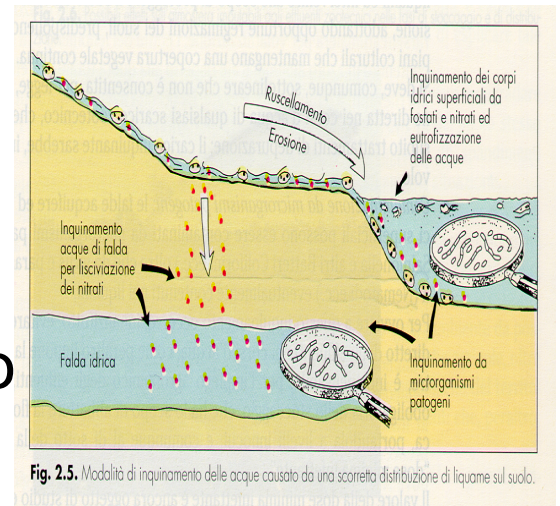


L'eccesso di sostanza organica induce un'elevata attività dei microrganismi aerobi che sottraendo ossigeno alla fase gassosa del suolo determinano anaerobiosi funzionale.

Possibili effetti negativi **sulle acque** legati all'uso dei reflui zootecnici

•Acque superficiali

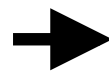
Il ruscellamento superficiale di *nitrati*, *fosfati*, *fitonutrienti* e *sostanza organica* sino a raggiungere i corpi idrici di superficie provoca il fenomeno dell'**eutrofizzazione**



Apporto di fitonutrienti (fosforo in particolare per la crescita delle alghe)



Abnorme sviluppo algale rispetto alla capacità di pascolo dello zooplancton, con conseguente aumento degli organismi decompositori

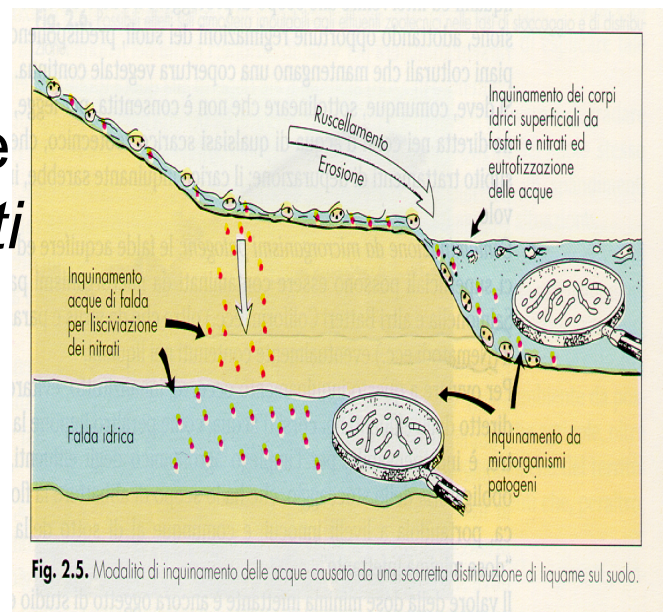


Riduzione della trasparenza, **deficit di ossigeno**

Possibili effetti negativi **sulle acque** legati all'uso dei reflui zootecnici

•Acque superficiali

Il ruscellamento superficiale di *nitrati*, *fosfati*, *fitonutrienti* e *sostanza organica* sino a raggiungere i corpi idrici di superficie provoca il fenomeno dell'**eutrofizzazione**



Conseguenze dell' eutrofizzazione →

- Riduzione bio diversità
- non più potabili
- non più ricreative
- alghe producono tossine
- ambiente anossico per *Clostridium bot.*
- morte org. animali

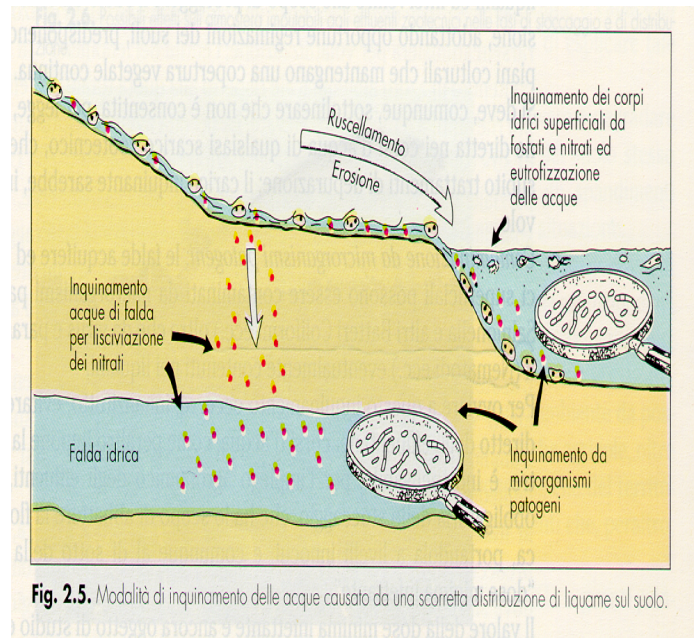


Possibili effetti negativi **sulle acque** legati all'uso dei reflui zootecnici

•Acque di falda

Lisciviazione e accumulo di **nitriti**

L'inquinamento delle acque di falda è il più pericoloso perché queste hanno scarso potere autodepurativo e tempi di recupero molto lunghi

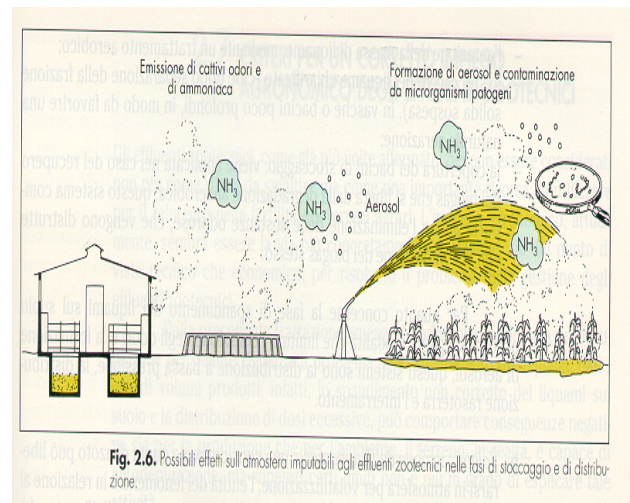


Sia per le acque superficiali che per quelle di falda sussiste inoltre il rischio di contaminazione da parte di microrganismi patogeni quali *batteri (Salmonella e Coliformi)*, *virus e parassiti animali (nematodi)*.

Possibili effetti negativi **sull'atmosfera** legati all'uso dei reflui zootecnici

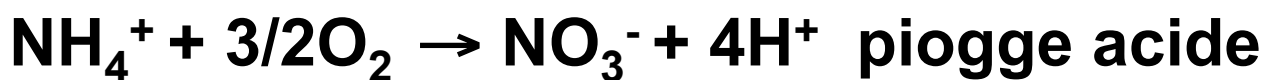
•Emissione di cattivi odori

Causati da *ammoniaca*, *idrogeno solforato*, *solfo di carbonio*, *mercaptani*, *etil e tiamine*, *fenoli* etc.



•Volatilizzazione dell'ammoniaca

Nelle ore immediatamente seguenti la distribuzione si può perdere fino al 70-80% dell'azoto totale apportato.



-danni alla vegetazione per attacco alla molecola di clorofilla

-danni al suolo per mobilizzazione di fitonutrienti (anche metalli pesanti)

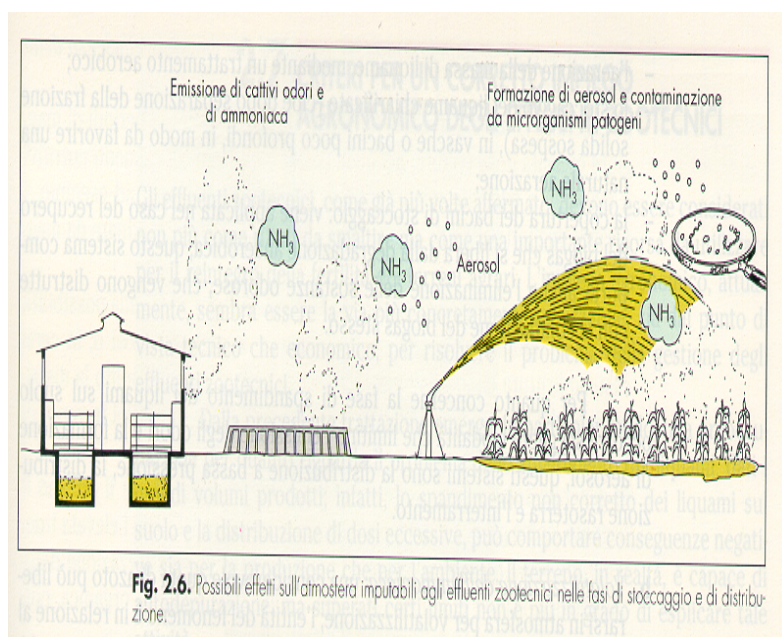
-danni indiretti all'uomo (ingresso metalli pesanti nelle catene alimentari)

-danni ai manufatti (corrosione di metalli, edifici, pietre calcaree)

Possibili effetti negativi **sull'atmosfera** legati all'uso dei reflui zootecnici

•Contaminazione da microrganismi patogeni

particelle solide e liquide dell'ordine di 50 micrometri



Possibili effetti negativi sui prodotti agricoli legati all'uso dei reflui zootecnici

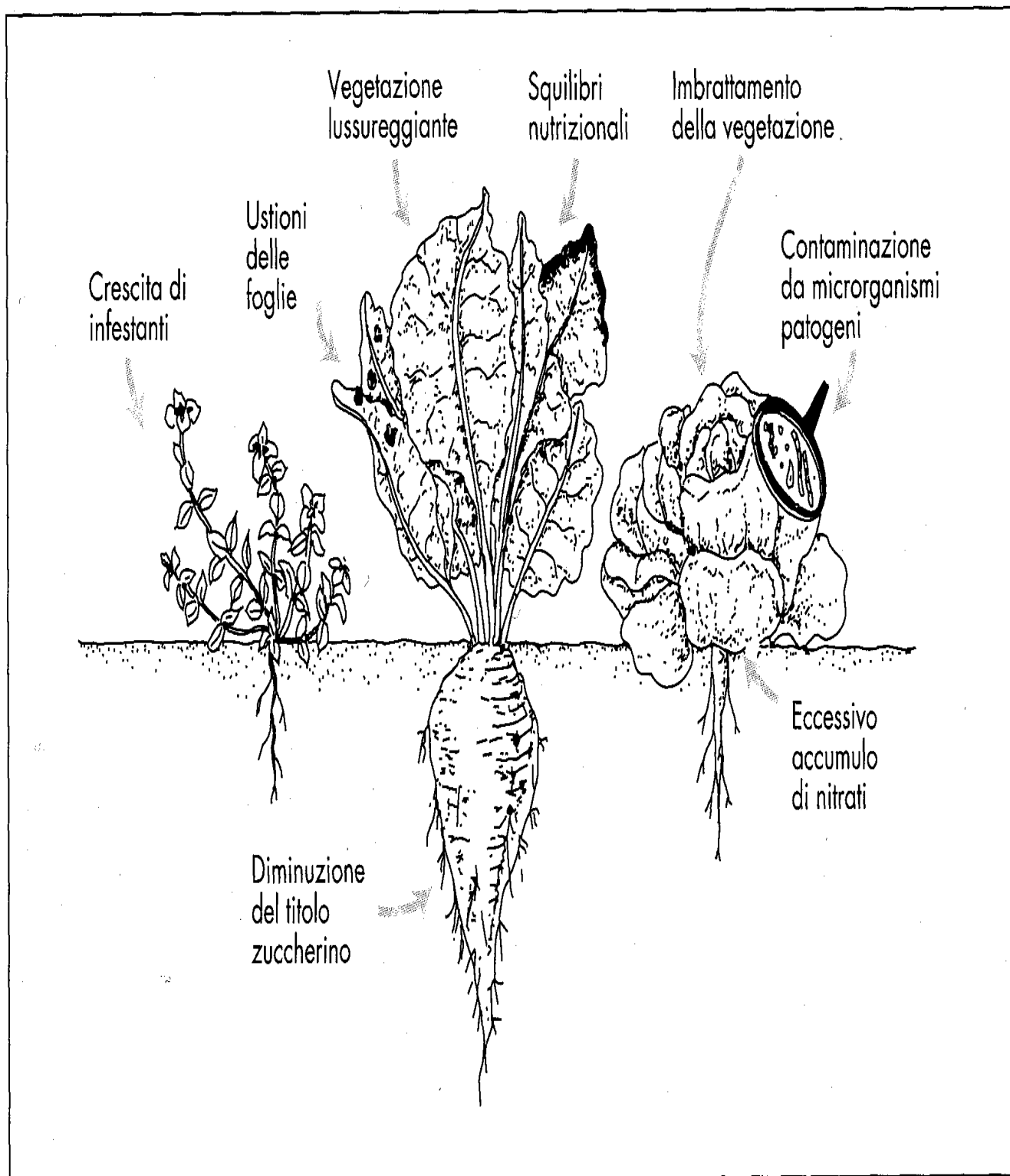


Fig. 2.3. Possibili effetti negativi sulle colture in seguito alla distribuzione di liquame.

Possibilità di intervento nel settore agricolo:

-
- Applicazione dei reflui in quantità adeguata ai fabbisogni delle colture
- Scegliere periodo di utilizzo appropriati alle asportazioni delle colture
- Utilizzo delle “Catch crop” in coltura intercalare
- Scegliere modalità di distribuzione che limitino le volatilizzazioni in atmosfera
- Rispettare i vincoli normativi vigenti

- **Programmare a livello territoriale l’uso dei reflui e la capacità ricettiva in reflui**
in base:
 - alle caratteristiche pedo-climatiche e al bilancio idrico del territorio (ZAPO e ZAO)
 - alla eventuale presenza, in superficie e profondità, di corpi idrici da preservare
 - morfologia del territorio (ruscellamento e erosione)
 - alle car. pedologiche (profondità, tessitura, conducibilità idraulica, S.O., pH etc)
 - alle caratteristiche geologiche
 - tipo di reflui
 - quadro normativo vigente