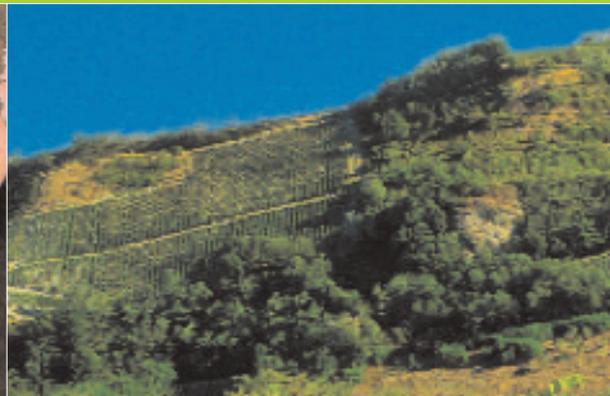




**COLDIRETTI
MACERATA**

LA SOSTANZA ORGANICA

“IL CUORE DEL TERRENO AGRICOLO”



COORDINAMENTO:

CLAUDIO GAGLIARDINI
VICEDIRETTORE COLDIRETTI MARCHE

PROGETTAZIONE ED ELABORAZIONE TESTO:

DOTTOR SAURO PETRELLI
CONSULENTE PROGETTO - SERVIZIO TECNICO COLDIRETTI MACERATA

*SI RINGRAZIA I DOTTORI TIBERI MAURO E CIABOCCO GIOVANNI,
DEL SERVIZIO SUOLI DELL'AGENZIA SERVIZI SETTORE
AGROALIMENTARE DELLE MARCHE (ASSAM).*

GRAFICA E IMPAGINAZIONE:

MASSIMILIANO PAOLONI

LA SOSTANZA ORGANICA

"IL CUORE DEL TERRENO AGRICOLO"

SOMMARIO

<i>INTRODUZIONE</i>	..5
<i>PREMESSA</i>	..6
<i>LA SOSTANZA ORGANICA NEL SUOLO AGRICOLO</i>	..8
<i>IL DESTINO DELLA SOSTANZA ORGANICA IMMESA NEL TERRENO</i>	..9
<i>FORMAZIONE DELL'HUMUS</i>	..10
<i>CHE COSA SUCCEDA AL TERRENO DURANTE LA FORMAZIONE DELL'HUMUS</i>	..10
<i>QUALITA' DEL MATERIALE ORGANICO DI PARTENZA E FORMAZIONE DI HUMUS</i>	..11
<i>QUANTO HUMUS C'E' IN UN TERRENO</i>	..12
<i>SITUAZIONE DELLA DOTAZIONE DI HUMUS NEI TERRENI MACERATESI</i>	..13
<i>BILANCIO UMICO</i>	..18
<i>MINERALIZZAZIONE DELL'HUMUS NEL TERRENO</i>	..18
<i>CALCOLO DELLA QUANTITA' DI HUMUS PRODOTTO DALLA SOSTANZA ORGANICA APPORTATA</i>	..20
<i>LE FUNZIONI DELLA SOSTANZA ORGANICA</i>	..21
<i>AZIONI SULLA STRUTTURA DEL TERRENO</i>	..21
<i>STABILITA' DELLA STRUTTURA</i>	..23
<i>EFFETTI SULLA LAVORABILITA' DEL SUOLO</i>	..24
<i>FUNZIONE NUTRITIVA</i>	..25
<i>AZIONI SULLO SVILUPPO DELLA FLORA MICROBICA</i>	..26
<i>INFLUENZA DELLA SOSTANZA ORGANICA SUL POTERE TAMPONE DEL TERRENO</i>	..27

<i>POTERE ASSORBENTE</i>	..29
<i>CAPACITA' DI SCAMBIO CATIONICO</i>	..29
<i>INTERAZIONI TRA SOSTANZA ORGANICA ED PESTICIDI</i>	..30
<i>FUNZIONE ENZIMATICA E FISILOGICHE</i>	..30
<i>CAPACITA' DI ASSORBIMENTO DELL'ACQUA</i>	..31
<i>EFFETTI SUL COLORE E CALORE DEL TERRENO</i>	..31
<i>EFFETTI SULL'EROSIONE</i>	..32
<i>AZIONE NOCIVA DELLA SOSTANZA ORGANICA</i>	..32
<i>RISCHI DOVUTI ALLA DIMINUZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA NEL SUOLO</i>	..32
<i>CAUSE DELLA DIMINUZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA NEL SUOLO</i>	..33
<i>COME FARE PER LIMITARE LA PERDITA DI SOSTANZA ORGANICA</i>	..34
<i>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</i>	..35
<i>BIBLIOGRAFIA</i>	..36

INTRODUZIONE

La sostanza organica contenuta nel suolo è la più grande riserva di carbonio organico sulla terra, stimata in 1.500 miliardi di tonnellate, mentre nell'atmosfera sono presenti circa 720 miliardi di tonnellate di carbonio sotto forma di anidride carbonica, e solo 560 si trovano nella biomassa vegetale. Le suddette forme sono rimaste in equilibrio fino all'avvento dell'era industriale e all'utilizzo in maniera massiccia di combustibili fossili che, unitamente alla deforestazione e al cambiamento dei sistemi colturali avvenuti nelle società avanzate, sono la causa di una forte diminuzione della biomassa vegetale e della sostanza organica nel suolo. La diminuzione di composti organici nel terreno è un fattore negativo per il delicato equilibrio che si è stabilito attraverso i secoli fra terreno, piante, microrganismi e che ha consentito lo sviluppo e il mantenimento della vita sul pianeta. Con l'avvento dei concimi minerali si è pensato che fosse arrivato il momento di poter provvedere alla nutrizione delle piante coltivate in maniera più efficiente, quasi matematica, e di potere uscire dalla logica delle rotazioni e della distribuzione di sostanza organica. Questa supposizione ha determinato un più elevato utilizzo di concimi minerali e un apporto minore di materiale organico, che sta portando i nostri terreni vicino ad una soglia di pericolosità nei confronti della fertilità. Conservare la sostanza organica assume anche un'importanza ambientale per combattere il disastro socio-economico derivante dal progredire dei fenomeni erosivi e di desertificazione. Tali aspetti sono stati considerati in sede europea e sono alla base dell'obiettivo n° 2 - "Sostanza organica del suolo", inserito nei Criteri di Gestione Obbligatoria, previsti nella condizionalità agricola, obbligatoria per le imprese che accedono ai benefici della Politica Agricola Comune. Considerata l'importanza agronomica della sostanza organica, il presente opuscolo ha lo scopo di tratteggiare brevemente la sua evoluzione nel terreno, le sue peculiari funzioni, i rischi di un suo eccessivo calo e le azioni da intraprendere per contrastarne il declino.

PREMESSA

Prima di iniziare a parlare di sostanza organica è necessario fare un breve cenno sul terreno e sui suoi costituenti, perché il sistema suolo esprime la massima fertilità quando tutti i componenti si trovano in uno stato di equilibrio ottimale e possono interagire tra di loro. Per terreno agrario si intende lo strato superficiale della "crosta" terrestre derivante dalla trasformazione della roccia minerale provocata da fattori climatici e biologici. Su tale strato interviene l'uomo che ottiene le produzioni agricole che gli consentono di vivere.

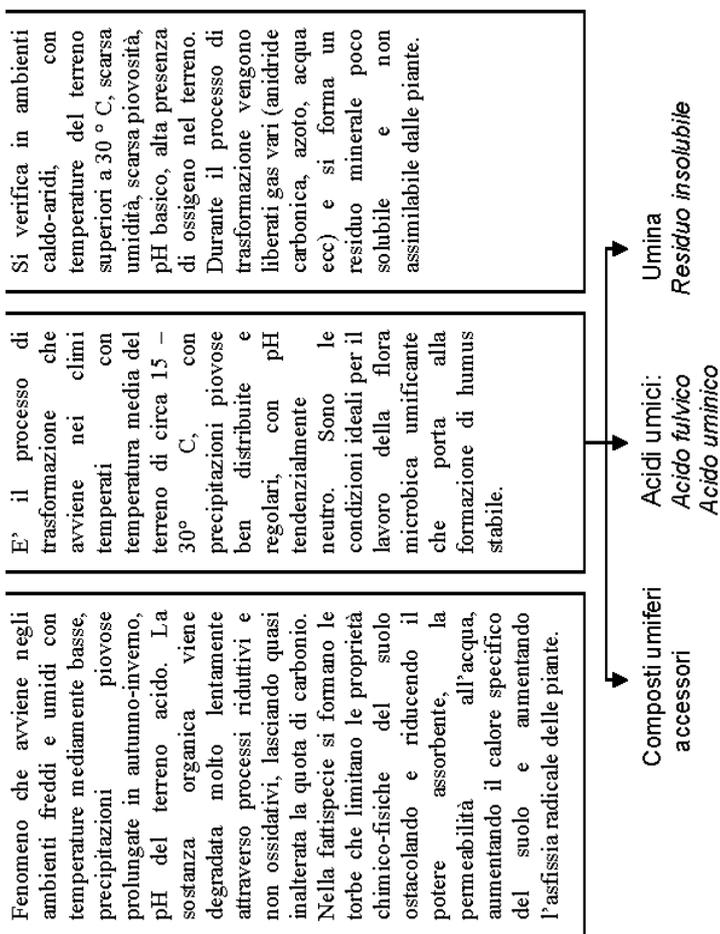
Le funzioni fondamentali del terreno agrario sono:

- 1) Servire da supporto alle piante.
- 2) Favorire l'accrescimento delle radici ed assicurare l'alimentazione idrica delle piante.
- 3) Consentire la vita dei microrganismi che svolgono una moltitudine di attività e sono capaci di creare le condizioni di vita in un terreno.
- 4) Consentire alle radici di reperire gli elementi occorrenti per la nutrizione armonica ed equilibrata delle piante.

FERTILITÀ FISICA

FERTILITÀ BIOLOGICA

FERTILITÀ CHIMICA



LA SOSTANZA ORGANICA NEL SUOLO AGRICOLO

In un suolo agricolo - perché sia tale - accanto alle sostanze minerali deve essere sempre presente la sostanza organica, che è un complesso di sostanze di varia origine e composizione, che svolgono funzioni altamente specifiche e insostituibili.

Molto spesso si confondono le sostanze organiche con le sostanze umiche (humus), che sono sostanzialmente differenti dalle prime, anche se tra di loro esiste uno strettissimo legame, in quanto l'humus deriva dalla trasformazione della sostanza organica. E' per questo che occorre tenere sempre presente quanto segue:

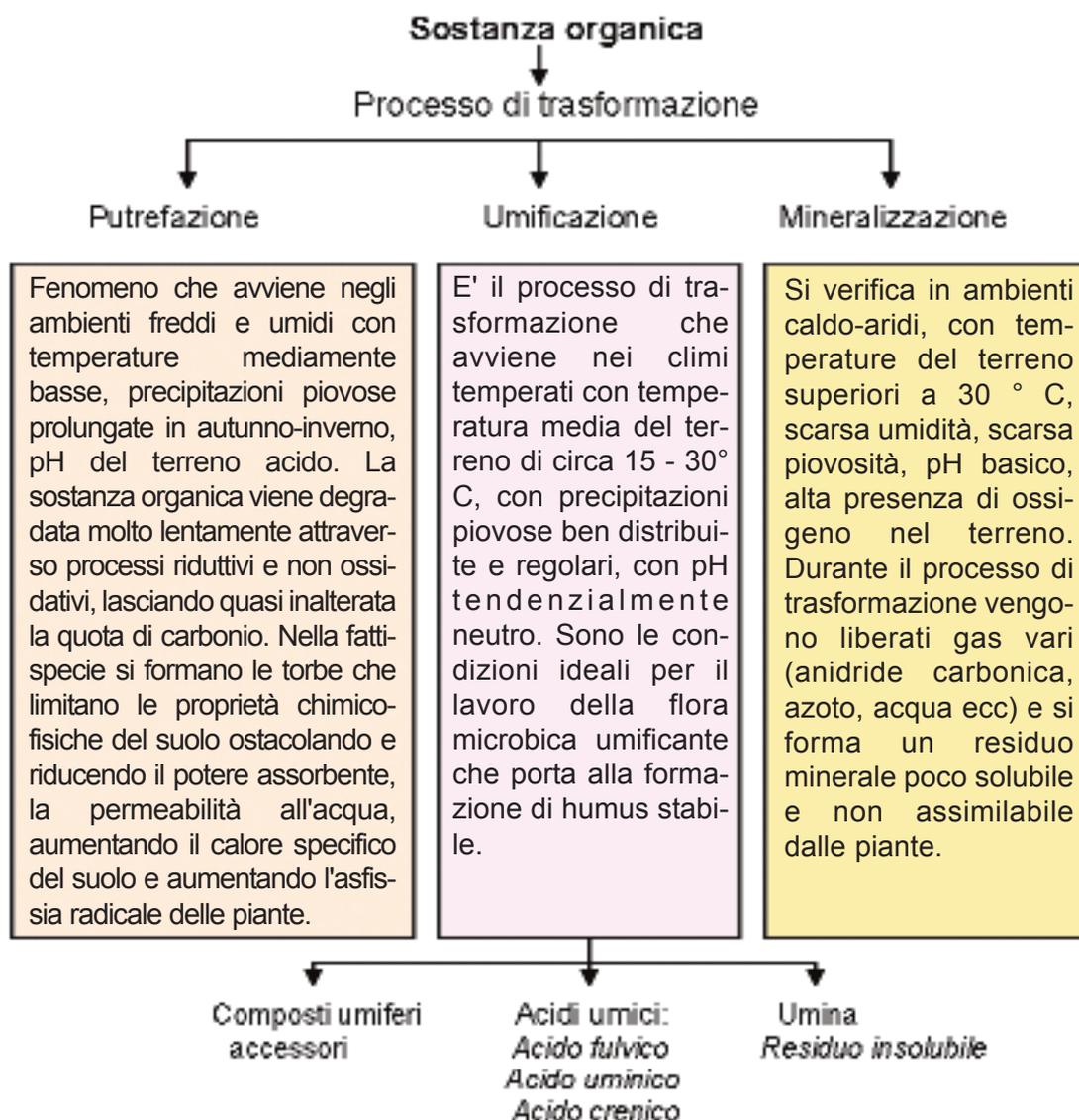
- Le sostanze organiche sono costituite da residui vegetali, da residui animali e da quelle apportate dall'uomo. Pertanto nella categoria vengono comprese le sostanze organiche indecomposte, quelle in via di trasformazione ed i prodotti umici derivati.

- Le sostanze umiche vere e proprie (humus) annoverano tutti i prodotti ottenuti dalla più o meno profonda alterazione e trasformazione chimico-fisica della sostanza organica di partenza. E' all'humus che si attribuiscono le principali proprietà strutturali e nutritive della frazione organica del terreno.

Esistendo comunque uno stretto legame tra le due categorie, l'imprenditore accorto deve fornire al terreno un'ottima sostanza organica per ottenere, al termine della sua trasformazione, una frazione umica eccellente.

IL DESTINO DELLA SOSTANZA ORGANICA IMMESSA NEL TERRENO

La sostanza organica che arriva nel terreno trova un ambiente pedoclimatico che influenza in misura determinante i processi di trasformazione che vengono di seguito indicati.



Delle possibili vie di trasformazione della sostanza organica, quella più importante è il processo di umificazione, con la formazione di humus il quale non è un composto chimico ben definito, ma una miscela di composti di differente peso molecolare, che presenta un comportamento e una composizione abbastanza costante.

È un colloide(1) dotato di elevate proprietà e non facilmente biodegradabile.

(1) Colloide: materiale organico (humus) o inorganico (forme argillose) costituito da particelle di piccolissime dimensioni con elevata superficie di scambio per la presenza di cariche elettriche.

FORMAZIONE DELL'HUMUS

Il processo di umificazione consiste nella demolizione chimica dei componenti (principi chimici) della sostanza organica di partenza e nella formazione di nuovi composti molto complessi che formano l'humus. Alla formazione dell'humus concorrono una moltitudine di organismi spesso specializzati e la loro attività è fortemente condizionata dalla situazione ambientale e dalle fonti alimentari. Qualora nel terreno si verificano condizioni non favorevoli, l'attività di trasformazione viene sospesa, per poi riprendere non appena si ripresentano le condizioni favorevoli. All'arrivo nel terreno della sostanza organica inizia la febbrile attività di milioni di individui che agiscono ed intervengono secondo una sequenza ben definita. A titolo di esempio si riporta schematicamente cosa avviene subito dopo l'interramento della paglia di cereali. Il processo inizia con l'attacco del materiale da parte dei batteri cellulolitici, che disgregano la cellulosa in composti più semplici; intervengono poi i batteri proteolitici che attaccano le proteine, liberando catene di amminoacidi. La presenza di amminoacidi stimola la crescita degli schizomiceti che demoliscono gli amminoacidi liberando azoto ammoniacale. La diminuzione degli amminoacidi porta alla diminuzione dell'attività degli schizomiceti e ad un aumento dei batteri che ossidano l'ammoniaca in nitriti, successivamente sostituiti da altri ceppi che trasformano i nitriti in nitrati. I processi di demolizione della sostanza organica generano molecole semplici che seguono i seguenti destini:

- in parte vanno perse come acqua o gas (anidride carbonica, ammoniaca ecc.);
- in parte vengono trattenute nel terreno e vanno a formare la parte minerale del suolo;
- altre attraversano il terreno (es. nitrati) e, se non catturati dalle piante, vanno nelle falde acquifere sotterranee;
- infine altre molecole vanno a produrre la sostanza organica stabile contribuendo al processo di umificazione.

CHE COSA SUCCEDDE AL TERRENO DURANTE LA FORMAZIONE DELL'HUMUS ?

Nel processo di trasformazione della sostanza organica in humus avvengono dei processi molto complessi che possono generare competizioni tra le piante e gli orga-

nismi preposti alla demolizione della sostanza organica. L'effetto più eclatante si manifesta nei confronti dell'azoto che è la fonte energetica indispensabile per compiere il lavoro di trasformazione e che può creare situazioni di fame di azoto per la coltura che segue l'interramento della sostanza organica. A titolo di esempio può essere citato il caso dell'interramento della paglia di cereali che contiene molta cellulosa. Per decomporre 30 grammi di cellulosa è necessario l'apporto di un grammo di azoto, per la trasformazione microbica di 100 grammi di paglia di frumento, contenente circa il 37% di cellulosa e soltanto lo 0,4% circa di azoto, occorre impiegare un supplemento di 0,8 grammi di azoto assimilabile, che i microrganismi asportano dal terreno. La conseguenza è che la coltura che viene seminata poco dopo l'interramento della paglia potrà soffrire per un'insufficienza di azoto, mentre ciò sarà più attenuato qualora la semina avvenga in epoca lontana dall'incorporamento della paglia nel suolo. L'azoto che viene utilizzato dalla flora microbica non viene perso, ma viene restituito in tempi e forme che non sempre corrispondono alle esigenze di sviluppo della pianta coltivata. A tutto ciò si potrà porre rimedio mantenendo elevato il tasso di sostanza organica nel suolo, oppure aumentando in maniera adeguata la dose di azoto somministrata alla specie che segue l'interramento della sostanza organica. Le maggiori quantità di azoto da impiegare sono in relazione alla velocità di degradazione della sostanza organica, che dipende dalla sua composizione chimica, dal rapporto carbonio/azoto (C/N), e dalle dimensioni del materiale interrato. Nella fattispecie l'agricoltore può solo intervenire sulle dimensioni del materiale immesso nel terreno, provvedendo al massimo grado di sminuzzamento per consentire un'elevata superficie di contatto con il terreno e per offrire ai microrganismi ampie superfici di attacco.

QUALITÀ DEL MATERIALE ORGANICO DI PARTENZA E FORMAZIONE DI HUMUS

La qualità dell'humus è strettamente legata alla qualità del materiale di partenza che influenza molto i processi di trasformazione ed i tempi di rilascio degli elementi nutritivi contenuti. Uno dei principali fattori in gioco è il rapporto tra il carbonio (C) e l'azoto (N). In generale si può indicare che interrando materiali ricchi di fibra, che contengono poco azoto rispetto al carbonio, pochi elementi nutritivi sono prontamente disponibili nel breve periodo, mentre gran parte della massa andrà a formare

humus stabile. Al contrario se interriamo una sostanza vegetale con un rapporto carbonio/azoto equilibrato (es. sovescio di piante fresche, ricche di acqua e povere di fibra), la quasi totalità della sostanza organica sarà mineralizzata liberando immediatamente gli elementi nutritivi, mentre solo una piccola parte di essa (fibra) entrerà nel processo di umificazione. Ciò sta ad indicare che per ottenere un humus stabile, il materiale organico immesso nel terreno deve essere formato da vegetali contenenti elevate quantità di lignina e cellulosa.

QUANTO HUMUS C'E' IN UN TERRENO?

La quantità di humus presente nel terreno è molto variabile, la sua percentuale di presenza consente di classificare i suoli in:

Classificazione del terreno	Contegno in humus
Molto poveri	meno dell'1%
Poveri	dall'1 al 2%
Medi	dal 2 al 3%
Ricchi	Oltre il 3%

Secondo molti autori il tasso di humus stabile nel terreno deve essere correlato alla percentuale di argilla; il che consente di classificare i suoli in:

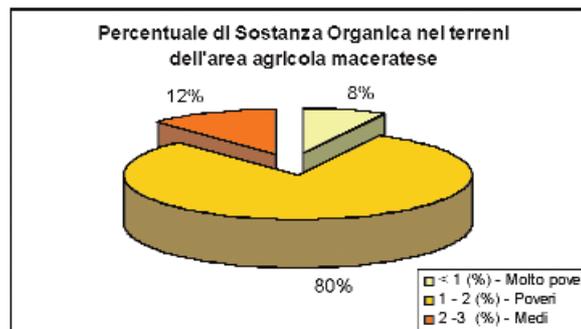
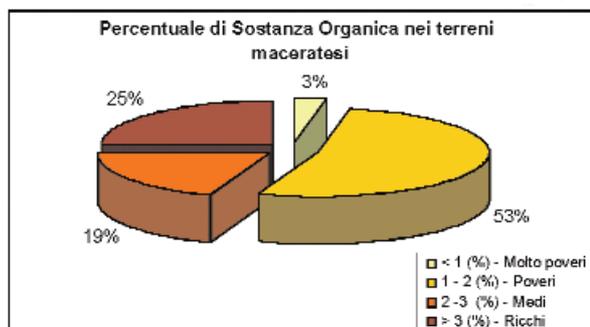
Terreno	Humus %		
	Argilla < 10 %	ARGILLA 10 – 30 %	ARGILLA > 30 %
Molto povero	< 1,3	< 1,5	< 1,6
Povero	1,3 – 1,6	1,5 – 1,8	1,6 – 2,0
Mediamente dotato	1,6 – 1,8	1,8 – 2,3	2,0 – 2,8
Ben dotato	1,8 – 2,0	2,3 – 2,5	2,8 – 3,0
Ricco	2,0 – 4,0	2,5 – 5,0	3,0 – 6,0
Molto ricco	> 4,0	> 5,0	> 6,0

Da Nino Mori e Giovanni Barbieri

SITUAZIONE DELLA DOTAZIONE DI HUMUS NEI TERRENI MACERATESI

Il terreno agricolo della provincia di Macerata a partire dal 2002 è oggetto, da parte del Servizio Suoli dell'Agenzia Servizi Settore Agroalimentare delle Marche (ASSAM), di analisi pedologiche, determinazioni analitiche fisico-chimiche e interpretazioni pedoclimatiche che hanno portato alla costituzione del Sistema Informativo Suoli della regione Marche e alle cartografie pedologiche derivate. Dall'estrazione e dall'analisi di circa 1.313 campioni di suolo di cui circa 800 negli orizzonti superficiali, ad una profondità compresa tra 0 e 30 cm, sono scaturiti i risultati riportati nelle carte tematiche I° e II° che mettono in evidenza la percentuale di sostanza organica e il contenuto di argilla nei terreni maceratesi. Procedendo all'interpolazione dei due dati analitici, si ricavano le carte tematiche III e IV che fanno emergere una situazione poco tranquillizzante della dotazione di sostanza organica nei terreni maceratesi.

Inoltre i dati analitici raccolti mettono in evidenza che il 53% del territorio maceratese è povero di Sostanza Organica con valori compresi tra l' 1 - 2 %. Se poi analizziamo solamente le aree collinari dove si concentrano le attività agricole, escludendo le dorsali montuose e le alte colline più interne, vediamo che la percentuale di territorio definito povero di sostanza organica sale all'80% e viene completamente esclusa la classe definita ricca, con un contenuto di S.O. > 3%, come si può vedere dai grafici sotto riportati.





Legenda

Sostanza Organica (%)

< 1

1 - 2

2 - 3

> 3

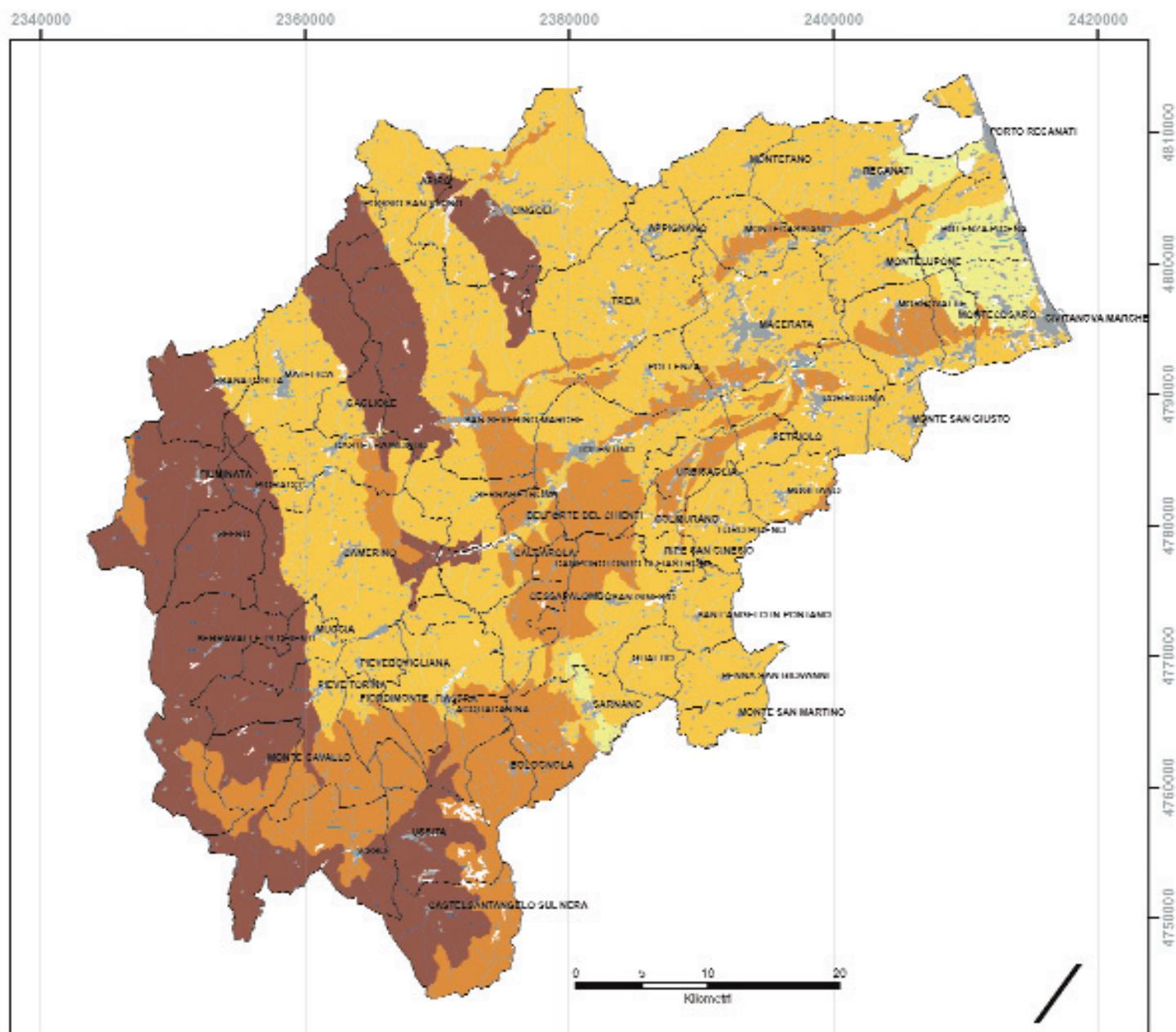
() I limiti comunali

Fidificati

Fiumi

Carta del contenuto di sostanza organica nei suoli della provincia di Macerata (0-30cm)

SCALA 1:400.000





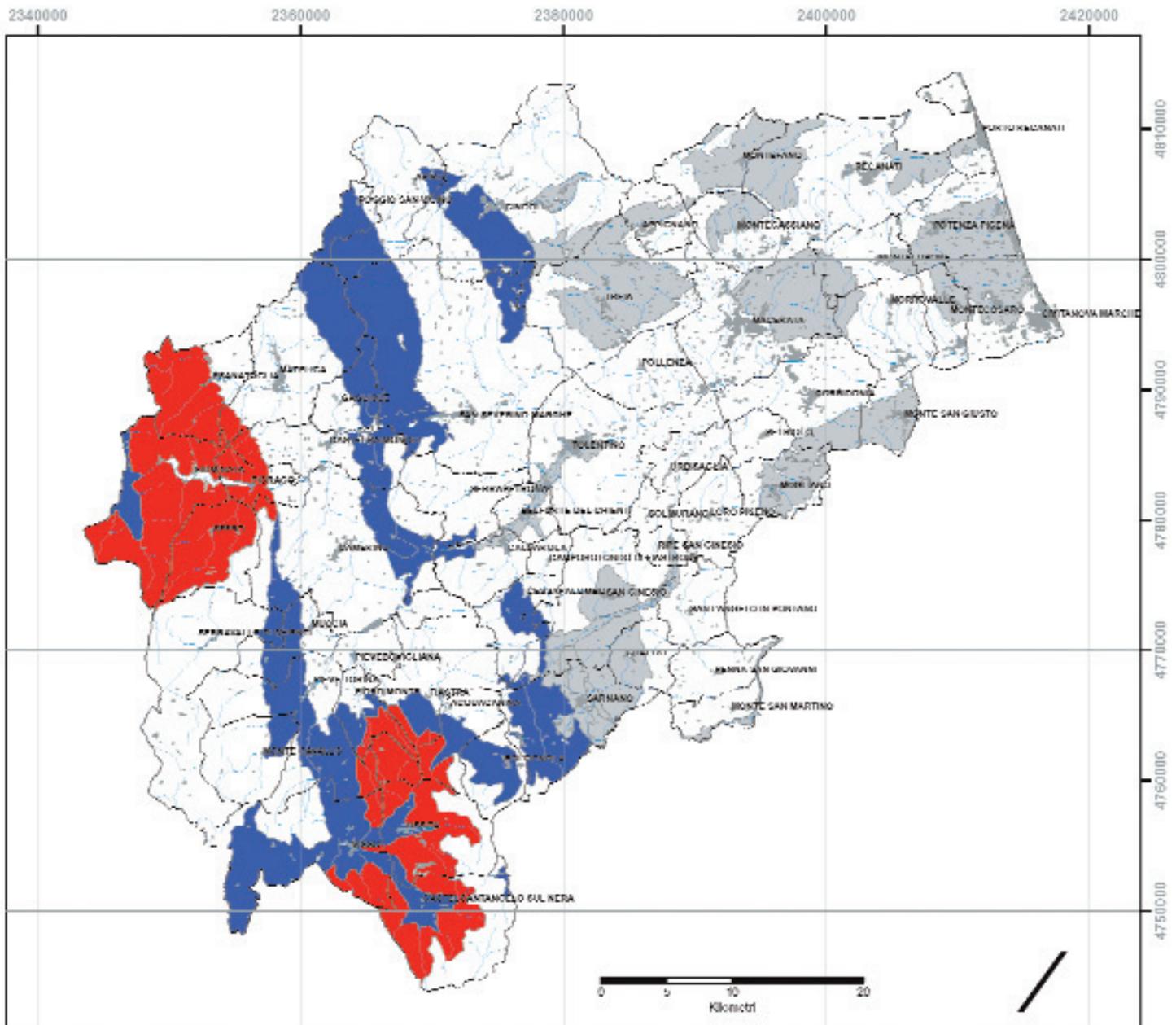
Carta del contenuto di sostanza organica nei suoli della provincia di Macerata (0-30cm) con percentuale di Argilla 10 - 30 %

SCALA 1:400.000

Legenda

Sostanza Organica (%)

- < 1,5
- 1,5 - 1,8
- 1,8 - 2,3
- 2,3 - 2,5
- 2,5 - 5
- > 5
- I limiti comunali
- I edificati
- Fiumi



Legenda

Sostanza Organica (%)

< 1,6

1,6 - 2,8

2,8 - 3

3 - 6

> 6

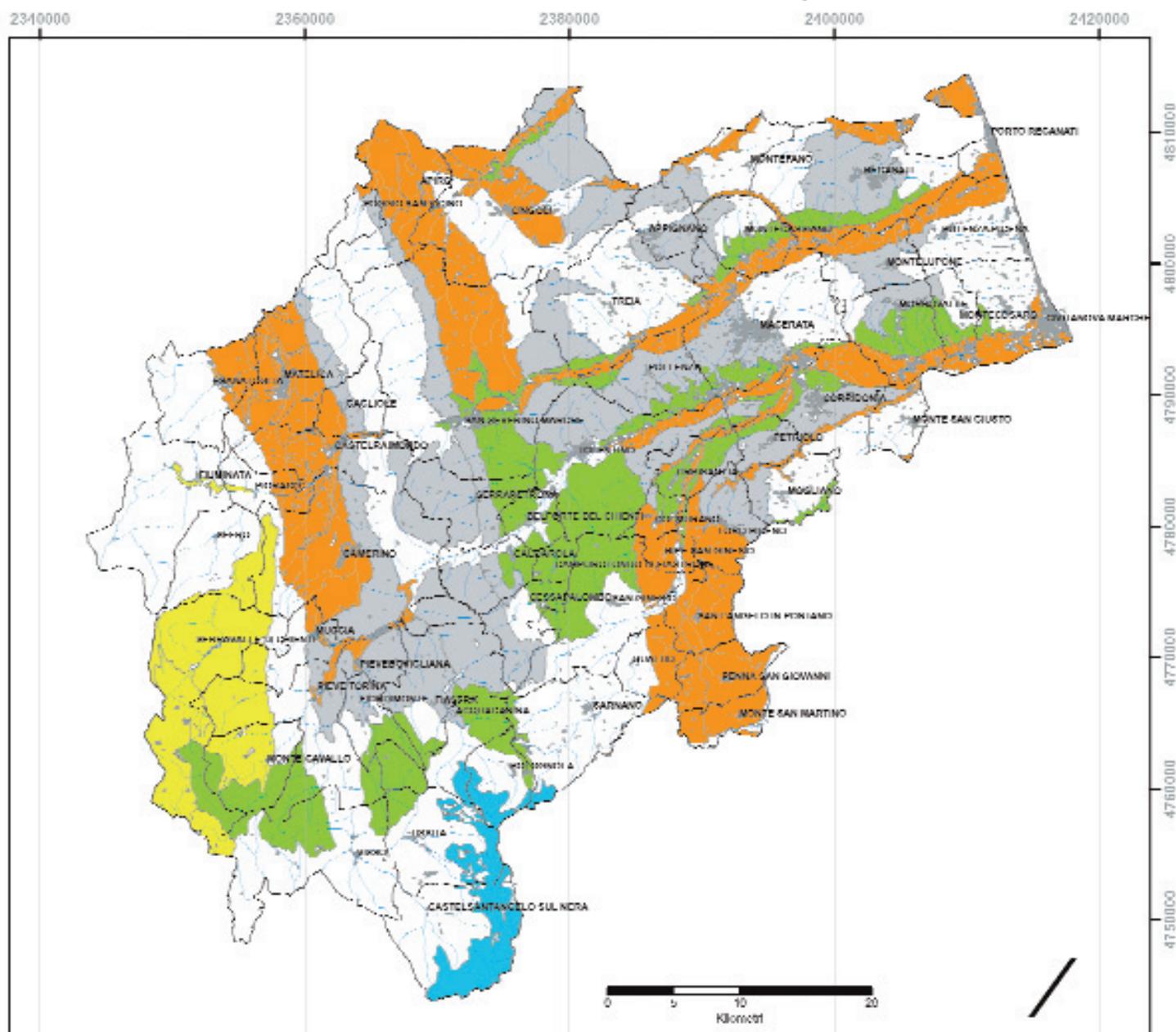
Limiti comunali

I dificati

I fiumi

Carta del contenuto di sostanza organica nei suoli della provincia di Macerata (0-30cm) con percentuale di Argilla > 30 %

SCALA 1:400.000



BILANCIO UMICO

Il calcolo del bilancio umico di un terreno serve a verificare se c'è equilibrio tra l'humus che si mineralizza e quello che si forma. La valutazione del consumo (coefficiente di mineralizzazione) e della produzione di humus (coefficiente isoumico), non è un metodo molto preciso, ma è più che sufficiente a rivelare una tendenza evolutiva della fertilità organica del suolo.

MINERALIZZAZIONE DELL'HUMUS NEL TERRENO

L'humus che si forma nel terreno non si accumula in esso ma va incontro a processi di trasformazione che portano alla sua distruzione liberando elementi nutritivi, gas, acqua, ecc., in quantità variabili in rapporto alla granulometria e ai fattori pedoclimatici quali: temperatura, umidità, pH, porosità ecc., che sono poi quelli che influenzano la riproduzione dei microrganismi.

La determinazione del coefficiente di mineralizzazione dell'humus è molto complessa, ma è stato dimostrato di essere vicini alla realtà, utilizzando i seguenti indici di distruzione correlati alla granulometria del terreno:

Classificazione del terreno	Percentuale di distruzione dell'humus
Terreni pesanti (argillo limosi ecc.)	1,8 %
Terreni di medio impasto (componenti presenti in maniera bilanciata)	2,0 %
Terreni leggeri o soffici (sabbiosi ecc.)	2,2 %

Alcuni ricercatori ritengono che il tasso di mineralizzazione aumenti anche al 2,5% ed è più elevato nei terreni a grana grossolana, perché più arieggiati. Perciò il fabbisogno di sostanza organica è maggiore nei terreni sabbiosi e a grana grossa. Osservando il tasso di mineralizzazione si nota che, partendo da una buona dotazione, se non ci fosse reintegrazione organica, nell'arco di circa 50 anni un terreno vedrebbe distrutto il suo patrimonio organico, raggiungendo la completa sterilità. Comunque nella pratica, la scarsa suscettività del terreno a produrre, si manifesta già quando si raggiungono tassi di sostanza organica inferiori all'1%.

Per effettuare il calcolo della distruzione dell'humus occorrono tre parametri:

- a) il peso del terreno;
- b) la percentuale e il contenuto di humus nel suolo;
- c) il coefficiente di mineralizzazione attribuito in relazione alle caratteristiche pedologiche del terreno.

Peso del terreno - Prendiamo per esempio un terreno di medio impasto che ha mediamente un peso di circa 1,25 t/ m³. Il peso di un ettaro di terreno per la profondità dello strato arabile considerato a 0,30 m di profondità, sarà pari a 3.000 m³ (10.000 m² x 0,30 m), che moltiplicato per 1,25 determina un peso di 3.750 t pari a 3.750.000 Kg.

Percentuale e contenuto di humus nel terreno. Per conoscere quanto humus è presente nel terreno è necessario moltiplicare il suo peso per la percentuale di humus rilevata dalle analisi del terreno stesso, che per es. ammettiamo sia pari ad 1,7%. Quindi il terreno contiene una quantità di humus equivalente a 63.750 Kg (3.750.000 x 1,7 / 100 = 63.750).

Determinazione della quantità di humus che si mineralizza in un anno

Per determinare i chilogrammi di humus che si mineralizzano in un anno sarà sufficiente moltiplicare la quantità di humus presente nel terreno per il coefficiente di mineralizzazione specifico; per esempio il 2%.

Nella fattispecie si determina che almeno 1.275 kg di humus (63.750 x 2%) va incontro al processo di mineralizzazione.

CALCOLO DELLA QUANTITA' DI HUMUS PRODOTTO DALLA SOSTANZA ORGANICA APPORTATA

Quando si vuole calcolare la quantità di humus che si forma in un terreno occorre prendere in considerazione il "coefficiente isoumico", vale a dire la quantità in peso di humus stabile (sostanza secca) formata dall'unità in peso (sostanza secca) di un determinato materiale organico di partenza. Ogni sostanza organica genera una diversa quantità di humus come risulta dalla seguente tabella:

Sostanza organica di partenza	Coefficiente isoumico
Letame: - ben maturo, composto da feci, urine e paglia di cereali.	fino a 0.5
- parzialmente maturo	da 0.3 a 0.35
- fresco e paglioso	0.25
Paglia di cereali (Frumento, orzo)	da 0.15 a 0.2
Radici di cereali	0.15
Residui di Girasole	0.2
Stocchi di Mais	0.12

Nessuna sostanza organica indecomposta ha un coefficiente isoumico superiore al 50% ed è questo il massimo coefficiente di trasformazione che può essere attribuito al famoso "burro nero"; letame maturo, ricordo storico ma non più realtà agricola, che proveniva dalla "coltivazione" accurata del letame fresco naturale, con irrorazioni ripetute di colaticcio e rivoltato per più mesi. Pertanto il calcolo della produzione di humus è molto semplice, ad esempio: se apportiamo al terreno 10.000 chili di letame fresco e paglioso che mediamente contiene il 35% di sostanza secca, e consideriamo un coefficiente isoumico di 0,25, si ricava un quantitativo di humus di circa 870 Kg ($10.000 \times 0,35 \times 0,25$). Il calcolo sui residui vegetali segue lo stesso schema. Ad esempio la paglia di cereali ha non meno dell'85% di sostanza secca ed un coefficiente isoumico di 0,2; dunque un quintale di paglia produce 17 Kg di humus. In pratica se interriamo in un ettaro 40 quintali di paglia e stoppie, si otterrà una quantità in humus di circa 850 Kg.

Il risultato è che su un terreno di medio impasto, che mineralizza annualmente 1.275 Kg di humus, la restituzione proveniente dalla sola paglia e stoppie non copre la perdita annua. La conseguenza è un impoverimento di humus del terreno.

E' corretto precisare che il bilancio umico non si fa anno per anno ma si calcola sul ciclo di avvicendamento delle colture previsto sullo stesso appezzamento.

Analizzando l'evoluzione degli indirizzi produttivi delle aziende maceratesi, emergono notevoli preoccupazioni per il mantenimento di un tasso accettabile di fertilità organica, in quanto nel corso del tempo si è assistito ad una drastica riduzione degli allevamenti zootecnici, si è verificata una considerevole contrazione delle superfici coltivate con i prati poliennali e si è notevolmente espansa la coltivazione dei cereali e delle specie sarchiate, che a lungo andare non potrà non generare ripercussioni negative sulla fertilità organica del suolo. Gli esempi utilizzati per esplicitare il sistema di calcolo del bilancio umico, evidenziano che non è cosa semplice aumentare l'humus nel terreno, o meglio, evidenziano quanto questo lavoro debba essere un obiettivo costante dell'operatore qualunque sia il livello di partenza della fertilità del suo terreno.

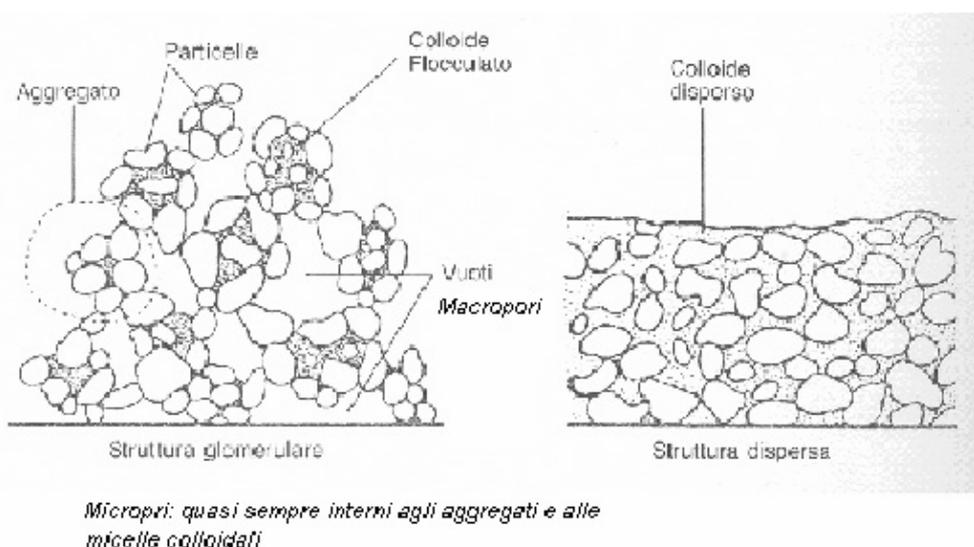
LE FUNZIONI DELLA SOSTANZA ORGANICA

In senso generale, alla sostanza organica, si deve la conservazione dell'energia vitale prodotta dalle piante attraverso il processo della fotosintesi clorofilliana, che solo parzialmente viene utilizzata dal mondo vivente. Le funzioni che la sostanza organica svolge in un suolo agricolo sono innumerevoli, insostituibile e indispensabili; le principali di esse vengono di seguito sinteticamente illustrate.

AZIONI SULLA STRUTTURA DEL TERRENO

Il terreno agrario si compone di particelle di diverso diametro che si dispongono nello spazio in maniera complessa e articolata. Quando si affronta questo argomento si parla di "struttura del terreno", che può assumere aspetti variabili nel tempo e può repentinamente modificarsi. Un terreno può presentarsi senza struttura - "astrutturato"-, o con una struttura più o meno stabile nel tempo. Si dice che un terreno è senza struttura quando le particelle più piccole occupano gli spazi lasciati dalle particelle più grandi, fino ad arrivare ad ottenere una struttura compatta, che non consente o ostacola in maniera significativa, la cir-

colazione dell'aria e dell'acqua. Un terreno così formato risulterà invivibile da parte delle piante e dagli esseri viventi. Mentre quando le particelle sono raggruppate in grumi o aggregati porosi irregolari, soffici, con diametro variabile da qualche millimetro, a un centimetro, si dice che il terreno è "strutturato". La disposizione dei grumi nello spazio consente la formazione di grandi pori (macropori o interstizi di dimensioni superiori ai 10 micron (2)), che favoriscono un rapido allontanamento dell'acqua eccedentaria durante i periodi piovosi (permeabilità), senza creare ambienti asfittici. Tutto ciò assicura la presenza di aria nel terreno che consente la respirazione del sistema radicale, la formazione di humus, lo sviluppo di un'adeguata flora microbica, ecc.. Nell'interno dei grandi grumi troviamo piccoli pori (micropori - pori o interstizi di dimensioni ridotte 8 - 10 micron), capaci di trattenere l'acqua con sufficiente energia, per contrastarne l'evaporazione durante i periodi asciutti.



Schema delle strutture dello stesso terreno prima e dopo la distruzione degli aggregati (da Rotini, modificata)

Una buona struttura consente lo sviluppo delle radici, non solo di quelle più grandi, che hanno il compito della stabilità statica della pianta, ma soprattutto delle piccole e delle giovani, che sono destinate all'assorbimento degli elementi nutritivi e dell'acqua. La temperatura dello strato arativo di un terreno con buona struttura è più elevata, da 0,5 a 2°C, rispetto a quella di un analogo terreno mal strutturato, influenzando in maniera positiva l'insieme delle reazioni chimiche e biologiche di un terreno. La sostanza organica resta la maggiore artefice della struttura del suolo, agendo

(2) E' un'unità di misura della lunghezza corrispondente a un milionesimo di metro

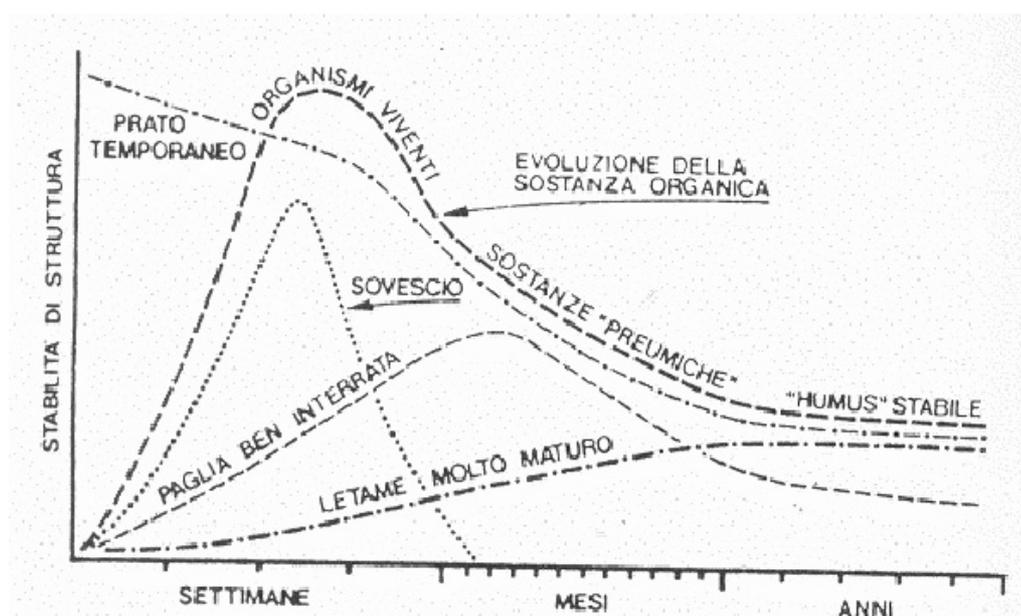
come cementante delle particelle minerali. A questo proposito si può affermare che se in un terreno diminuisce la sostanza organica aumenta la sua densità e diminuisce la sua porosità (3). A sua volta diminuisce l'aerazione, lo sviluppo delle radici e dell'attività microbiologica e quindi diminuisce la fertilità nel suo insieme. Quando la porosità scende al di sotto del 30% cominciano a manifestarsi nella vegetazione sintomi di sofferenza e in modo particolare fenomeni di asfissia. Quindi la fertilità di un terreno e la produttività delle piante sono strettamente legate alla presenza e al tipo di struttura che viene ad instaurarsi nel suolo. Soprattutto le colture a ciclo annuale mostrano una grande sensibilità e reattività alla situazione strutturale del suolo: infatti, il loro accrescimento dipende molto dal normale e regolare sviluppo del loro apparato radicale. La struttura è un fattore determinante della fertilità in quanto da essa dipendono i rapporti fra fase solida, liquida e gassosa del terreno. L'influenza positiva della sostanza organica sul terreno ha azioni diverse in relazione alla tipologia del terreno. Ad esempio in un terreno sabbioso si ha il miglioramento della stabilità alle azioni deformanti del suolo e migliora la stabilità dei menischi dell'acqua tra le particelle. Nei terreni ricchi di limo il mantenimento di un buon stato strutturale contrasta la formazione della crosta superficiale del terreno, che impedisce l'emergenza delle piantine, l'infiltrazione dell'acqua e la circolazione dell'aria. Per quanto riguarda i terreni argillosi si riduce la formazione di spaccature dovute alla contrazione e al rigonfiamento dei fillosilicati. Grosse crepe possono modificare in maniera sostanziale il comportamento dell'acqua e dell'aria nel terreno, possono portare alla rottura delle radici con effetti negativi sulla produttività delle piante. In seguito all'effetto cementante svolto dall'humus, i terreni argillosi, compatti, umidi ed asfittici divengono soffici e permeabili all'aria e all'acqua; quelli sabbiosi ed incoerenti prendono invece consistenza ed acquistano un proprio colloidismo, migliorando le caratteristiche fisiche e chimiche.

STABILITA' DELLA STRUTTURA

Per stabilità della struttura si intende il mantenimento nel tempo delle caratteristiche acquisite. In un terreno povero di colloidali, e in particolare di humus, gli aggregati si formano temporaneamente, e una volta saturi di acqua tendono a disgregarsi nei loro costituenti elementari. Ciò genera delle conseguenze alle quali l'agricoltore deve

(3) Porosità: Insieme di spazi vuoti nel terreno dove circola aria e acqua. Sia tratta di un parametro che influenza direttamente la vita sia della microflora e microfauna.

reagire con tutti i mezzi disponibili per cercare di mantenere nel tempo una stabilità strutturale. Tra questi quello più efficace è l'aumento della sostanza organica nel terreno. L'azione della materia organica sulla formazione dei grumi si spiega dapprima con l'attività microbica, che accompagna la sua trasformazione in humus, successivamente con il fatto che a seguito di questa si formano dei prodotti di decomposizione più o meno solubili, trasportati con l'acqua del suolo. Presto o tardi tali prodotti, il più delle volte mescolati con l'argilla colloidale, sono depositati sui costituenti minerali, come una sorta di pellicola umica od argillo-umica, che li avvolge per comporre un insieme strutturale. Grazie a questa pellicola, l'idratazione dei grumi e degli aggregati è fortemente ridotta, e la loro dissoluzione non avviene anche dopo la saturazione in acqua. La struttura cioè è stabile. La stabilità è influenzata nel tempo dal tipo della sostanza organica, come si evidenzia dal diagramma riportato.



Influenza della sostanza organica sulla stabilità della struttura del terreno
(Da Sequi)

Inoltre non è da trascurare l'effetto positivo che ha il calcio sul fenomeno di strutturazione del terreno per la sua influenza sulla dinamica dell'humus e delle argille. I terreni strutturati non daranno luogo a zolle dure e compatte durante la stagione secca, né diverranno plastici come argilla da mattoni, nei periodi fortemente piovosi.

EFFETTI SULLA LAVORABILITA' DEL SUOLO

La lavorabilità di un terreno argilloso è influenzata positivamente dalla sostanza organica: la plasticità(4), la tenacità (5) e la adesività (6) si riducono rendendo più prolungato lo stato di tempera, oltre che meno faticosa la lavorazione.

Una buona presenza di sostanza organica nel terreno, consentirà di disporre di tempi di intervento più ampi e migliori condizioni di lavorabilità.

FUNZIONE NUTRITIVA

Molto importante risulta la funzione nutritiva dell' humus nei confronti delle piante che avviene attraverso il processo di mineralizzazione, inteso come un'evoluzione della sostanza organica straordinariamente importante dal punto di vista agronomico perché consente il rilascio di notevoli quantità di nutrienti.

Basti considerare che il 5% della sostanza organica mineralizzata è azoto e lo 0,5% fosforo prontamente disponibili per le piante.

Se in un terreno si mineralizzano 1.275 Kg di sostanza organica per anno equivale disporre di circa 64 unità di azoto e circa 15 unità di fosforo.

La mineralizzazione può avvenire anche a temperature vicino allo zero, ma si ha notevole accelerazione man mano che essa si eleva per raggiungere valori massimi nei mesi più caldi. La mineralizzazione è più rapida nei terreni neutri o leggermente alcalini, è massima verso la superficie del terreno, e diminuisce con la profondità.

Giustamente la sostanza organica si può considerare importante sorgente di elementi utili per lo sviluppo delle piante, non solo per quanto riguarda il fosforo, il potassio, il calcio, il magnesio, il ferro, l'azoto e indirettamente il carbonio, ma anche per certe sostanze più rare che hanno una funzione prevalentemente catalitica.

(4) La plasticità è la proprietà posseduta dal terreno di cambiare forma sotto l'azione di una forza e di mantenerla anche quando è cessata l'attività di tale forza. La plasticità è fortemente diminuita dalla sostanza organica e dallo stato strutturato.

(5) La tenacità è rappresentata dalle forze di coesione che tendono a legare insieme le particelle terrose ed esprime la resistenza che il terreno offre alla penetrazione e all'avanzamento degli organi lavoranti degli attrezzi.

(6) L'adesività esprime la tendenza del terreno ad aderire alle superfici di contatto con gli organi lavoranti degli attrezzi. L'adesività è la causa degli aumenti degli sforzi richiesti per l'aratura a causa dell'ampia superficie di contatto della "fetta" di terra con il versoio dell'aratro.

Infatti in essa si trovano pure manganese, nichelio, zinco, cobalto, cadmio, piombo, arsenico ecc...

La sostanza organica reagendo poi in vario modo con la frazione minerale del terreno, facilita la mobilitazione di molti elementi a vantaggio delle colture. Nei terreni calcarei rallenta l' insolubilizzazione del fosforo e offre alle colture ed ai microrganismi il ferro in forme accessibili, evitando l'insorgere della clorosi. Decomponendosi arricchisce l'aria del terreno e quella del soprassuolo di anidride carbonica, con l'effetto di permettere una più intensa fotosintesi.

Essa regola lo sviluppo della flora microbica e le sue attività, fornendo il materiale energetico e plastico, indispensabile per l'accrescimento e per le altre funzioni fisiologiche dei microrganismi. La sostanza organica tra i vari componenti del suolo è senz' altro la più reattiva dal punto di vista chimico.

Un criterio di giudizio che può dare un'idea realistica del valore dell' humus è quello della misura della "superficie specifica", che è il rapporto tra superficie e il peso di una sostanza, e viene ritenuto un buon indice di reattività soprattutto nel terreno, dove la maggior parte delle reazioni avviene su superfici all'interfaccia tra solido e liquido. E' all' humus che i ricercatori attribuiscono una superficie molto estesa compresa tra 600 e 800 m²/g, e superiore a quella di qualsiasi argilla.

La sostanza organica si lega con i nutrienti in modo tale da agevolare l'assorbimento da parte delle radici, le quali secernendo delle sostanze chelanti sono in grado di asportare i nutritivi dell' humus stesso. Non a caso con l'impoverimento di humus del suolo l'efficacia dei concimi minerali diminuisce progressivamente.

AZIONI SULLO SVILUPPO DELLA FLORA MICROBICA

La sostanza organica rappresenta l'elemento indispensabile per la vita microbica di un terreno. I fattori che influenzano la presenza e la quantità dei microrganismi nel suolo sono molti e vanno dal tenore idrico, alla presenza di sostanze organiche e umiche; all'aerazione, alla temperatura; alla reazione e alla costituzione chimica del terreno. Anche le colture ospitate nel terreno, il tipo di coltivazione e gli andamenti climatici stagionali, possono favorire lo sviluppo di particolari gruppi di microrganismi.

Tutti i fenomeni che avvengono nel terreno, sono più o meno direttamente promossi, o condizionati, dall'attività dei microrganismi, tanto che le sostanze nutritive non disponi-

bili per le piante superiori, sono rese tali dall' organizzazione della flora microbica. Il buon funzionamento del sistema terreno, che si esprime attraverso la fertilità è strettamente legato alla quantità (7) e alla funzionalità dei microrganismi in esso presenti, che devono trovare le condizioni ottimali per il loro sviluppo.

Molto spesso è carente la condizione alimentare e quindi, l'apporto di sostanza organica in quantità adeguata risulta determinante per attivare, in brevissimo tempo, una flora microbica scarsamente presente, o poco attiva.

La diminuzione del tasso di sostanza organica nel terreno, porta alla morte dei microrganismi che sono legati alla presenza di composti organici.

La scarsa attività biologica del suolo ha un'influenza negativa sulla disponibilità degli elementi nutritivi, riduce la capacità di ritenzione idrica, rende i terreni in pendenza molto suscettibili all'erosione.

La morte della microflora e della microfauna rompe l'ecosistema fra microrganismi - terreno - pianta; causando una diminuzione della fertilità e quindi della produttività fino ad arrivare alla sterilità assoluta.

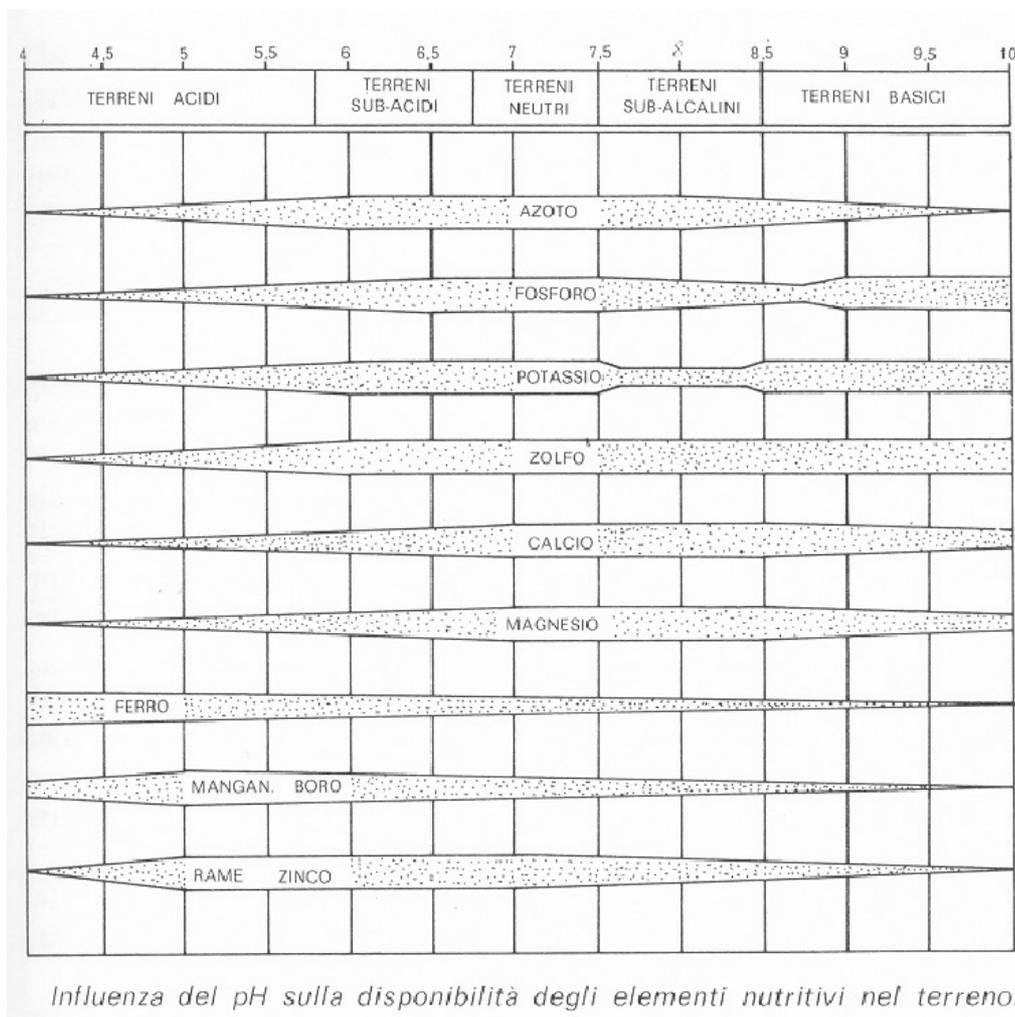
La limitata attività biologica è anche causa della ridotta mancata alterazione dei residui vegetali e della proliferazione di microrganismi dannosi per le colture.

INFLUENZA DELLA SOSTANZA ORGANICA SUL POTERE TAMPONE DEL TERRENO

Per potere tampone del suolo si intende la capacità di questo di opporsi ad ogni variazione della sua reazione chimica, indicata convenzionalmente con il termine "pH", che rappresenta la proporzione di ioni H^+ e OH^- presenti nella soluzione circolante del terreno. L'importanza che ha il pH nei confronti di tutte le colture agrarie è molto elevata e lo si desume dal fatto che la stragrande maggioranza di esse esprimono il loro massimo potenziale produttivo, quando crescono in un terreno che mostra una reazione neutra, o solo leggermente basica.

(7) Solamente la presenza di batteri nei primi 15 cm del terreno viene valutata fra 3 e 35 qli/ha, mentre nei terreni a leguminose la biomassa batterica arriva a 40 - 70 qli/ha. Gli attinomiceti sono presenti normalmente in pari peso ai batteri, mentre i funghi in quantità doppia. Le alghe vengono valutate fra 50 e 500 Kg/Ha, mentre gli insetti ed altri animali si considera possano essere presenti in quantità compresa tra i 5 e i 20 qli/ha. Considerando che nei nostri climi un ciclo di moltiplicazione microbica dura mediamente dai 30 ai 50 giorni, variando da pochi giorni nei periodi più favorevoli della primavera e autunno, alla stasi dell'inverno e della stagione siccitosa, si ottiene che in un ettaro ogni anno, si avvicendano alcune centinaia di quintali di microrganismi.

Sia in condizioni acide, che basiche, viene fortemente limitata la possibilità di poter utilizzare gli elementi nutritivi fondamentali nella loro interezza o anche solo parzialmente come indicato nella tabella che segue.



La presenza di una buona dotazione di colloidi umici, che hanno un forte potere tampone, ostacola i cambiamenti rapidi della reazione del suolo assicurando le condizioni migliori per la nutrizione delle piante. Un suolo è tanto più tamponato quanto più è ricco di colloidi e pertanto di humus.

POTERE ASSORBENTE

Si chiama potere assorbente la capacità del suolo di trattenere elementi utili alla nutrizione delle piante svolgendo un ruolo regolatore sui sali disciolti nella soluzione circolante.

Esso infatti tende a opporsi alle variazioni chimica della composizione della soluzione circolante nel suolo dovuta all'apporto di fertilizzanti, all'attività microbica e ad altri processi che tendono ad aumentare il contenuto di elementi chimici disciolti.

In questo aspetto del funzionamento del terreno l'humus gioca un ruolo fondamentale e insostituibile per assicurare una buona fertilità.

Nel caso che questa attività non si verifichi, gli elementi chimici contenuti nella soluzione circolante del terreno, vanno ad arricchire gli strati del sottosuolo dando origine al dilavamento o lisciviazione degli elementi nutritivi, con aumento del rischio di inquinamento delle falde sotterranee.

CAPACITA' DI SCAMBIO CATIONICO

Per capacità di scambio cationico (CSC) si intende la massima quantità di cationi che un colloide può scambiare. Dipende dai colloidali argillosi, ma anche dalla sostanza organica in rapporto alla sua quantità e dello stato di evoluzione del processo di umificazione. La capacità di scambio cationico della sostanza organica umificata si valuta fra 100 e 500 meq/100 g, molto superiore, fino a 4 - 5 volte, a quella dei minerali dell'argilla; come di seguito riportato.

Capacità di scambio cationica di alcuni minerali argillosi:

- caolinite 3 - 15 meq/100g
- illite 10 - 40
- clorite 10 - 40
- halloysite 40 - 50
- montmorillonite 80 - 150
- vermiculite 100 - 150.

La capacità di scambio cationico dell'humus, rispetto ai costituenti minerali, contribuisce nella misura di circa il 50% sul totale della capacità di scambio del terreno. Tale percentuale varia secondo il tipo di copertura vegetale, secondo le condizioni climatiche e il tipo di suolo.

INTERAZIONI TRA SOSTANZA ORGANICA ED PESTICIDI

L'interazione della sostanza organica con i pesticidi è molto complessa, perché dipende dalla struttura chimica del pesticida. Molto sinteticamente i fenomeni di interazione tra sostanza organica e pesticidi possono essere di:

- assorbimento più o meno elevato, con la possibilità di un rilascio più o meno lento, che influenza considerevolmente la degradazione del principio attivo distribuito;
- immobilizzazione, cioè il pesticida viene complessato dalle molecole umiche e in questa forma può essere assorbito dalle radici delle piante.

E' una situazione da considerare con molta cautela in quanto può essere facilitato l'ingresso dei pesticidi nella catena alimentare.

Per queste proprietà della sostanza organica occorrono dosaggi più elevati dei diserbanti quando si opera in terreni ricchi in humus. I fenomeni descritti evitano le perdite dei pesticidi per dilavamento, volatilità, approfondimento e ruscellamento, mantenendoli in sito e quindi meno soggetti ad inquinare le riserve idriche. L'attività biologica della flora microbica, legata alla sostanza organica, facilita la demolizione dei pesticidi con conseguente minore persistenza. Tutti gli insetticidi, fungicidi, nematocidi ed erbicidi possono avere un'azione negativa sulla biomassa del terreno, in quanto abbastanza sensibile alle loro azioni, e con capacità riproduttive lente; mentre la microflora, qualora danneggiata, è in grado di ricostituirsi con rapidità.

FUNZIONE ENZIMATICA E FISIOLOGICHE

Per quanto riguarda l'influenza della sostanza organica sulle attività enzimatiche, essa si manifesta con la maggiore disponibilità di elementi nutritivi per le piante. Molte macro molecole non potrebbero essere assimilate se non fossero rapidamente idrolizzate da enzimi presenti nella sostanza organica. Un caso interessante è quello delle fosfatasi responsabili dell'idrolisi delle macro molecole fosforiche (soprattutto nel periodo invernale, quando l'attività microbica è molto bassa), presenti nelle spoglie degli organismi morti creando per le piante una riserva di fosfati a pronta assimilazione. Altro esempio riguarda la trasformazione dei composti lisciviabili in ioni facilmente assorbibili dal complesso di scambio del terreno, come avviene per l'urea, che sotto l'azione dell'enzima ureasi viene trasformata in ioni ammonio.

L'azoto ureico non viene trattenuto dal terreno, lo ione ammonio sì. Le funzioni derivanti dalle attività enzimatiche e fisiologica della sostanza organica del terreno risultano le meno conosciute, anche se stanno emergendo in tutta la loro importanza. Queste funzioni specifiche, svolgono un ruolo molto importante nel regolare lo sviluppo delle piante in modo armonico ed equilibrato. Tali funzioni sono proprie delle sostanze umiche che intervengono sulla nutrizione vegetale, influenzando favorevolmente l'assorbimento radicale, e facilitando lo sviluppo delle radici. Intervengono sulla divisione e sulla distensione cellulare, ostacolando, attraverso la biosintesi proteica, l'invecchiamento delle cellule. E' un'importante gruppo di proprietà delle sostanze umiche che si esplicano in misura favorevole sulla germinazione dei semi, sullo sviluppo precoce delle piante, su un più facile superamento delle crisi di trapianto, su una maggiore espansione fogliare, su una sorta di valorizzazione delle riserve interne della pianta per meglio utilizzare quelle esterne.

CAPACITA' DI ASSORBIMENTO DELL'ACQUA

Gli acidi umici hanno una spiccata capacità di trattenimento dell'acqua, che fa sì che essi si rivestono di spesse pellicole di liquido. Inoltre hanno una struttura spugnosa con spazi vuoti interni, che spiega la loro peculiare affinità per l'acqua e, di conseguenza, l'elevata capacità idrica che li porta ad incorporare acqua fino a 15 volte il proprio peso (25 volte ed in certe torbe). I colloidi umici sono in grado anche di assorbire umidità dall'atmosfera, il che aiuta ad evitare l'essiccamento ed il crepacciamento dei terreni. La loro affinità con l'acqua consente di migliorare significativamente le proprietà di ritenzione idrica dei terreni sciolti o sabbiosi.

EFFETTI SUL COLORE E CALORE DEL TERRENO

Il tipico colore scuro di molti terreni è dovuto alla presenza di humus che può facilitare il riscaldamento del suolo modificandone il grado termico. I colloidi organici secchi inumidendosi sviluppano calore il quale può raggiungere anche le 20 calorie per chilogrammo di sostanza secca. La capacità dell'humus di trattenere calore, crea in primavera, l'ambiente adatto alla nascita delle piante, e quell'ambiente "temperato", che è l'ideale per i processi biochimici che si sviluppano nel suolo.

EFFETTI SULL'EROSIONE

L'humus attraverso i meccanismi di assorbimento dell'acqua e la sua partecipazione alla creazione e stabilizzazione della struttura del terreno, interviene in misura efficace nel contrastare l'erosione del suolo. Infatti lo sfaldamento degli aggregati e il ruscellamento dell'acqua sul terreno, portano alla perdita degli strati superficiali del suolo ricchi di materiali nutritivi, che una volta arrivati nei corsi d'acqua provocano fenomeni di eutrofizzazione e intasamento delle reti scolanti. La diminuzione della sostanza organica tende ad aggravare il fenomeno provocando un progressivo aumento della predisposizione del suolo all'erosione.

AZIONE NOCIVA DELLA SOSTANZA ORGANICA

Possibili effetti tossici della sostanza organica possono essere legati a certi composti isolati dalla frazione umica, quali ad esempio, la vanillina, l'acido diidrossisterico, l'acido benzoico, varie aldeidi, composti fenolici, ecc.. Tuttavia tali sostanze allo stato libero sarebbero presenti in piccole quantità e facilmente decomposte da numerosi batteri e funghi, da non risultare nocive alle colture. Altri possibili effetti nocivi possono essere collegati con l'acidità costituzionale dei composti organici; la reazione del terreno in questo caso raramente supera il valore pH 4.

RISCHI DOVUTI ALLA DIMINUZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA NEL SUOLO

La diminuzione della sostanza organica in un terreno lo espone ad altissimi rischi di peggioramento della fertilità. Gli aspetti chimico-nutritivi della fertilità sono importanti, ma possono essere corretti, mentre quelli fisici sono molto più difficili da correggere, perché per il loro miglioramento, il fattore, che più di ogni altro è chiamato in causa, è la sostanza organica. La diminuzione della sostanza organica fa sì che terreni porosi, stabili, non soggetti a far crosta, diventano sempre più tenaci, difficili da lavorare, formano grosse zolle difficilmente sgretolabili e che, anche se sgretolate a forza, alla prima pioggia si spappolano e si ammassano. Su questa strada si va incontro ad un aumento dei costi di produzione e alla dilapidazione, in breve tempo, di ciò che in fatto di fertilità si è creato in decenni.

Il grosso rischio è che la nostra agricoltura sia sempre più svantaggiata nei confronti delle agricolture del centro - Europa, perché, là, si ha a che fare con terreni di ottimo impasto, per cui non vi sono problemi di struttura. Ben diversamente stanno le cose da noi che abbiamo terreni argillosi nei quali il fattore limitante è lo stato fisico assolutamente insoddisfacente per eccesso di micro-porosità. Il pericolo che noi corriamo non è una caduta rapidissima del potenziale produttivo; ma una degradazione lenta, forse troppo lenta per allarmare l'agricoltore, ma comunque reale e inesorabile e pertanto ancora più pericolosa.

CAUSE DELLA DIMINUIZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA NEL SUOLO

L'attività agricola tende a modificare profondamente il tenore di sostanza organica del suolo. La perdita di sostanza organica risulta massima con la coltivazione di sarciate, di cereali ecc., e minima in presenza di rotazioni in cui si avvicendano leguminose. Le cause della sua diminuzione possono essere sintetizzate in:

- 1) *Lavorazioni del terreno.* La maggior potenza dei trattori ha indotto gli agricoltori ad arare sempre più profondamente, contribuendo a diluire la sostanza organica presente nello strato attivo. La presenza di zolle dure come sassi sulla superficie sta a dimostrare che la struttura ricavata dalla lavorazione non ha carattere di stabilità. Manca evidentemente la sostanza organica. Le lavorazioni aumentano la superficie del terreno esposta all'atmosfera, favorendo l'alternanza di cicli di inumidimento ed essiccamento, che aumentano la mineralizzazione della sostanza organica. Alcune operazioni (come la fresatura se eseguita a forte velocità dell'organo lavorante), agiscono in maniera negativa sulla struttura glomerulare del suolo, specie se eseguite su terreno non in tempera. Anche le lavorazioni troppo profonde, oltre a portare in superficie strati inerti del terreno, portano la sostanza organica e i nutrienti ad una profondità eccessiva, fuori della portata dell'apparato radicale più attivo della coltura. La sostanza organica così collocata non può godere della sufficiente presenza di aria e di flora microbica per una regolare umificazione.
- 2) *Diminuzione degli allevamenti con mancata produzione di letame.*
- 3) *Cambiamento dei sistemi di allevamento con aumento della produzione di liquami e non di letami.*
- 4) *Cambiamento degli ordinamenti colturali, con la sostituzione delle colture miglioratrici*

(prati poliennali), con colture depauperanti, magari più redditizie, ma che a lungo andare possono compromettere la capacità produttiva dei terreni.

5) *Intensificazione nell'uso di mezzi tecnici di sintesi.*

COME FARE PER LIMITARE LA PERDITA DI SOSTANZA ORGANICA

Per mantenere e migliorare la dotazione di sostanza organica nel terreno, occorre mettere in atto tutte quelle strategie possibili; tra queste possono essere indicate:

- 1) Riduzioni/limitazioni delle lavorazioni del terreno. Partendo dalla constatazione che almeno l'80% della sostanza organica si trova nei primi 15 - 30 cm dello strato lavorabile di un suolo, risulta evidente che occorre mantenere e concentrare tale fattore di fertilità in questo strato, con l'adozione, dove è possibile, di sistemi di lavorazione sostitutivi dell'aratura profonda (lavorazioni a due strati, ripuntatura ecc. ecc.). A parità di quantità di residui, la loro incorporazione in una massa terrosa di 2.000 m³/ha anziché di 4.000 (come avviene portando la profondità di aratura da 20 a 40 cm) non è la stessa cosa e consentirebbe di raddoppiare la percentuale di sostanza organica nello strato più superficiale del terreno. Non è inverosimile che l'esperienza porti a una revisione dei concetti sull'utilità delle lavorazioni profonde. Il loro vantaggio principale, rappresentato dal miglior bilancio idrico, potrebbe passare in secondo piano di fronte al bilancio umico.
- 2) Apporto massiccio di letame, che rappresenta la chiave di volta per elevare la fertilità agronomica dei terreni.
- 3) Coltivazione di colture intercalari (Crover-crops) da interrare.
- 4) Reintroduzione delle leguminose da foraggio: l'erba medica, in primo luogo, che è la regina delle foraggere. Un medicaio di 3 - 4 anni migliora la fertilità del terreno in maniera eccezionale, ne migliora visibilmente la struttura e lo prepara a rese elevate.
- 5) Interramento costante di tutti i residui colturali, compresa la paglia di cereali.
- 6) Utilizzazione di concimi organici.
- 7) Utilizzazione di compost di qualità garantita.
- 8) Alternanza tra colture che richiedono molte lavorazioni e altre che ne richiedono meno o nessuna, per riparare i danni agronomici apportati dalle prime.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il mantenimento della fertilità del terreno su un livello non inferiore a quello che la nostra generazione ha trovato, è un imperativo categorico, imposto dai nostri doveri, verso le generazioni di domani, che deve essere anteposto ad ogni considerazione di ordine contingente (Bonciarelli - Università di Agraria di Perugia).

Pertanto sembra logico concludere esortando gli agricoltori che hanno a cuore il futuro produttivo delle proprie aziende, di considerare molto attentamente il problema del bilancio unico delle combinazioni colturali che stanno adottando, o che intendono adottare. Raccomandare a chiunque sia investito di pubblico potere di valutare l'immensa portata economica e sociale, del rischio del calo produttivo su ampie zone del nostro territorio, e prendere al riguardo, le misure possibili per contenere il fenomeno nei limiti ragionevoli di tempo e di spazio. Ricordare a tutti l'opportunità di evitare decisioni e iniziative che portano alla distruzione della sostanza organica nel terreno che potrebbe portare a morte l'agricoltura. Bisogna acquisire il concetto che il terreno è una cosa vivente e che per questo ha bisogno anche di riposo. Esso è uno dei beni più preziosi dell'umanità che consente la vita dei vegetali, degli animali e dell'uomo, ed essendo una risorsa limitata che si distrugge facilmente, deve essere attentamente preservato. Certo è un discorso difficile da fare, quello di rinunciare o ridurre una coltura redditizia, perché depaupera il terreno e introdurre un'altra che migliora lo stesso e ne perpetua la capacità produttiva, però è meno conveniente dal punto di vista economico. Comunque non va mai dimenticato quanto detto da Cicerone "Non siamo nati soltanto per noi".

BIBLIOGRAFIA

- Nino Mori e Giovanni Barbieri - Guida all'analisi e alla concimazione del terreno - Edagricole.
- La concimazione organica - nella teoria e nella pratica - SCAM-Servizio Agronomia.
- Alvise Comel - Il terreno - manuale di pedologia per gli agricoltori - Ed agricole.
- Renzo Landi - Agronomia e ambiente - Edagricole.
- I. Santoni - Conoscere il terreno per produrre di più - Reda.
- Cermis - Compost in agricoltura - Una risorsa per l'agricoltura dai rifiuti - Quaderno scientifico - divulgazione.
- E. Santoni - Conoscere il terreno per produrre di più - Reda.
- Lucani Tombesi - Elementi di scienza dal suolo e di biologia vegetale Guida alla interpretazione delle analisi dei terreni - Edagricole.
- R.G. Burns, G. Dell'Agnola, S. Miele, S.Nardi, G.Savoini, M.Schnitzer, P.Sequi, D.Vanghan, S.A. Visser - Sostanze umiche: effetti sul terreno e sulle piante -Reda.
- Russel - Il terreno e la pianta - fondamenti di agronomia -Edagricole.
- Orfeo Turno Rotini - Gli elementi fitonutritivi e la fertilità del terreno - Edagricole.
- Francesco Bonciarelli - Agronomia - Ed agricole.



**OPUSCOLO REALIZZATO NELL'AMBITO DEL PROGETTO DAL TITOLO:
"IL RIORIENTAMENTO DELL'IMPRESA AGRICOLA TRAMITE L'ANALISI ECONOMICA"
L.R. 37/99 -P.O. 2006 LINEA DI AZIONE: "CONSULENZA E ASSISTENZA SPECIALISTICA
ALL'IMPRESA" - SOTTOAZIONE: "CONSULENZA ALLA GESTIONE".**

COORDINAMENTO:

CLAUDIO GAGLIARDINI
VICEDIRETTORE COLDIRETTI MARCHE

PROGETTAZIONE ED ELABORAZIONE TESTO:

DOTTOR SAURO PETRELLI
CONSULENTE PROGETTO - SERVIZIO TECNICO COLDIRETTI MACERATA

*SI RINGRAZIA I DOTTORI TIBERI MAURO E CIABOCCO GIOVANNI,
DEL SERVIZIO SUOLI DELL'AGENZIA SERVIZI SETTORE
AGROALIMENTARE DELLE MARCHE (ASSAM).*

GRAFICA E IMPAGINAZIONE:

MASSIMILIANO PAOLONI