

Evoluzione della sostanza organica in suoli rappresentativi dell'Altopiano della Sila

Sidari M* ⁽¹⁾, Muscolo A ⁽¹⁾, Cianci V ⁽¹⁾, Attinà E ⁽²⁾, Vecchio G ⁽³⁾, Zaffina F ⁽³⁾

(1) Dipartimento di Agrochimica ed Agrobiologia. Università degli Studi "Mediterranea" di Reggio Calabria. Piazza San Francesco, 4 - 89061 Gallina (RC); (2) Dipartimento di Biotecnologie per il Monitoraggio Agro-Alimentare ed Ambientale. Università degli Studi "Mediterranea" di Reggio Calabria. Località Feo di Vito, 89060 Reggio Calabria; (3) Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo - Sezione "Tecnologia del Suolo". Via Cagliari, 15 - 88063 Catanzaro Lido (CZ) - *corresponding author: msidari@unirc.it

Abstract: *Organic-matter evolution of soils from Sila uplands (Calabria, Italy).* Soil organic matter (SOM) has long been known for its central role in chemical, biochemical and physiological soil processes. Efforts in optimizing crop production, minimizing environmental pollution, and enhancing soil quality require a better understanding of the nature and evolution of soil organic matter for its proper management. Four sites on the Sila Mountains (representative of an area of about 9000 ha) were evaluated to study the turnover of the soil organic matter. The SOM of four sites studied undergoes to a fast mineralization process in the sites S₁, S₃ and S₄, a pastureland, a grass-pastureland, and a cropland, respectively. An opposite trend is observed in the S₂ site, under mixed forest of coniferous and broadleaf, where prevailed the humification process.

Keywords: Sostanza organica, Suolo, Capacità d'uso, Fertilità.

Received: Mar 10, 2005 - Accepted: Jul 18, 2005

Citation: Sidari M, Muscolo A, Cianci V, Attinà E, Vecchio G, Zaffina F, 2005. Evoluzione della sostanza organica in suoli rappresentativi dell'Altopiano della Sila.. Forest@ 2 (3): 296-305. [online] URL: <http://www.sisef.it/>

Introduzione

Il suolo è una risorsa naturale rinnovabile solo in condizioni favorevoli e, in ambienti sottoposti a forte pressione antropica, diventa un patrimonio limitato che può essere facilmente distrutto. Gli sforzi per ottimizzare la produzione agricola, minimizzando l'inquinamento ambientale e migliorando la qualità del suolo, richiedono una puntuale conoscenza della natura e della dinamica della sostanza organica del terreno, che influenza in modo marcato le proprietà chimico-fisiche del suolo (Post et al. 1982).

La sostanza organica, sotto la forma più stabilizzata di humus (Soil Science Society of America 1987), è stata da tempo riconosciuta come responsabile, più di altri fattori, della regolazione e della produttività dei terreni ed è ritenuta, inoltre, il fattore più importante nel processo di origine e sviluppo degli ecosistemi. La relazione tra processi pedogenetici, fertilità del suolo e resa delle colture, può essere interpretata sulla base dell'evoluzione della sostanza

organica del suolo (Stevenson 1994, Fox 1995, Buol et al. 1997). Nei processi di formazione del suolo è infatti la sostanza organica che conferisce al substrato detritico capacità di ritenzione idrica, capacità termica, resistenza meccanica; essa contribuisce alla nutrizione delle piante costituendo di per sé una riserva prontamente disponibile di elementi nutritivi, e mantenendone altri a disposizione delle radici, nonostante la loro forma insolubile, attribuendo così al suolo una nuova proprietà: la fertilità. A causa della sua enorme importanza, la stima della sostanza organica è fondamentale per la valutazione della fertilità e della produttività del suolo (Seybold et al. 1998), al fine di una ottimale pianificazione del territorio e di una sua razionale utilizzazione.

Partendo dalla considerazione che, in determinate condizioni ambientali, vi sono rapporti definiti tra ciclo evolutivo della sostanza organica e condizioni ambientali, l'obiettivo del presente lavoro è quello di valutare i principali caratteri analitici e studiare

l'evoluzione della sostanza organica di suoli dell'Altopiano della Sila Grande. A tal proposito, sono stati descritti e campionati quattro profili di suolo, rappresentativi di una area complessiva di 9000 ha.

Materiali e metodi

L'Altopiano Silano è caratterizzato da un massiccio granitico paleozoico che si eleva nel cuore della Calabria, con un'altitudine media di 1300 m s.l.m. Sono state prese in considerazione quattro stazioni e sono stati descritti e campionati i profili di 4 suoli rappresentativi di aree omogenee dell'Altopiano. Il clima dell'intera area oggetto di studio risulta essere moderatamente caldo in estate (temperatura media del mese di agosto intorno ai 18 °C), molto freddo d'inverno (temperatura media del mese di gennaio intorno ad 1 °C) ed è caratterizzato da un moderato deficit idrico estivo. Secondo la classificazione climatica proposta da Köppen & Geiger (1928), tale clima viene definito come Csb, ovvero temperato umido, con stagione estiva secca e temperatura estiva massima inferiore a 22 °C.

Il regime idrico dei suoli è stato definito secondo il *Newhall Simulation Model* (Newhall 1991). Dai dati climatici di base e dalle successive elaborazioni si ricava che il regime termico dei suoli della zona è mesico, con temperature medie comprese tra 8 e 15 °C, mentre il regime di umidità è di tipo udico, vale a dire la sezione di controllo non è secca per più di 90 giorni cumulativi. Pochi suoli presentano un regime di umidità di tipo xerico, per la presenza di uno scarso contenuto di sostanza organica e per la limitata profondità.

Il sito S₁, localizzato in località Campo dell'Alto, 1134 m s.l.m., evolutosi su depositi fluvio-lacustri, è utilizzato a pascolo (tab. 1). Il sito S₂, localizzato in località Campeggio di Spezzano della Sila (CS), a 1425 m s.l.m., evolutosi su un substrato geologico di rocce acide intrusive (micascisti), è ricoperto da un bosco misto con prevalenza di faggio (*Fagus sylvatica* L.) ed in secondo ordine di pino (*Pinus laricio* Poiret) (tab. 1). Il sito S₃, localizzato in località Righio del comune di San Giovanni in Fiore (CS), a 1353 m s.l.m., evolutosi su un substrato geologico alluvionale, è destinato a prato-pascolo (tab. 1). Il sito S₄, localizzato in località Miglianò di Celico (CS), a 1217 m s.l.m., evolutosi su un substrato geologico di granito, è coltivato a patata. Si tratta di suoli alle prime fasi di evoluzione (tab. 1).

I campioni di suolo sono stati asciugati all'aria e setacciati (< 2mm) prima di effettuare le analisi chimico-fisiche. La granulometria è stata determinata con

un idrometro Bouyoucos (1962); il pH è stato misurato in una sospensione suolo:acqua 1:2.5. Il carbonio organico (CO) è stato determinato mediante ossidazione col bicromato (Walkley & Black 1934); la percentuale di sostanza organica è stata ottenuta moltiplicando la percentuale di CO per il fattore 1.72. L'azoto totale (N) è stato determinato utilizzando il metodo Kjeldahl (Bremner 1996). La capacità di scambio cationico (CSC) è stata determinata mediante il metodo ammonio acetato (Sumner & Miller 1996). Le basi di scambio sono state dosate per spettrofotometria in assorbimento atomico. Il potassio scambiabile è stato estratto in 1M NH₄OAc e determinato mediante fotometro a fiamma.

Per definire lo stato di umificazione della sostanza organica sono stati determinati i seguenti parametri: indice di umificazione (HI), grado di umificazione (DH%) e tasso di umificazione (HR%). In breve, i componenti umici sono stati estratti con una soluzione 0.1 M di sodio pirofosfato e idrossido di sodio (Metodi Ufficiali di Analisi Chimica del Suolo 1994). L'estratto totale (TEC) è stato frazionato nella componente umificata [acidi umici (HA) e acidi fulvici (HF)] ed in quella non-umificata (NH) ed il contenuto in carbonio organico di tali frazioni purificate è stato valutato con metodo ossidimetrico impiegando K₂Cr₂O₇ 1 N. I parametri di umificazione sono stati calcolati nel seguente modo:

$$HI = NH / (HA + HF)$$

$$DH \% = 100 \cdot (HA + HF) / TEC$$

$$HR \% = 100 \cdot (HA + HF) / TOC$$

In tale formula TOC rappresenta il carbonio organico totale, determinato secondo il metodo Springer & Klee (Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali 1994).

L'indice di umificazione rappresenta il rapporto tra la frazione non umificata del carbonio estratto mediante soluzione alcalina e gli acidi fulvici ed umici purificati su colonna di polivinilpirrolidone (PVP). Tale indice è normalmente 0.5 o più e si avvicina allo zero per estratti molto umificati.

Il grado di umificazione rappresenta il rapporto tra gli acidi umici e fulvici e il carbonio organico totale estratto. Il suo valore è 100% quando il carbonio organico estratto è completamente umificato. Il tasso di umificazione, che rappresenta il rapporto tra gli acidi umici e fulvici ed il carbonio organico totale, è un parametro proporzionale allo stato di umificazione della sostanza organica (Gigliotti et al. 1999).

I suoli sono stati classificati in accordo sia con il sistema WRB che con il sistema USDA (IUSS-ISRIC-

Tab. 1 - Descrizione delle stazioni Sila₁ - Sila₄.

| Caratteristiche | Sila ₁ | Sila ₂ | Sila ₃ | Sila ₄ |
|-------------------------------------|------------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|
| Coord. U.T.M. (X) | 627019 | 623415 | 631349 | 624028 |
| Coord. U.T.M. (Y) | 4359185 | 4354412 | 4353202 | 4359309 |
| Località | Campo dell'Alto | Campeggio | Righio | Miglianò |
| Comune | - | Spezzano della Sila (CS) | S. Giovanni in Fiore (CS) | Celico (CS) |
| Quota (m s.l.m.) | 1134 | 1425 | 1353 | 1217 |
| Fisiografia | Terrazzo fluvio-lacustre | Versante concavo | Superficie sub- pianeggiante | Versante rettilineo |
| Pendenza (%) | - | 25 | - | 20 |
| Esposizione | - | NNE | - | ENE |
| Sub. Geologico | Sedimenti fluvio-lacustri | Micascisti | Alluvioni | Granito |
| Parent material | Sedimenti fluvio-lacustri | Micascisti | Alluvioni | Granito |
| Profondità substrato litico (cm) | > 150 | > 150 | > 110 | > 50 |
| Uso del suolo | Pascolo | Bosco misto di faggio e pino laricio | Prato/pascolo | Patata |
| Pietrosità superficiale | Assente | Scarsa da pietre piccole | Assente | Abbondante da pietre piccole |
| Profondità utile (cm) | > 150 | > 130 | 55 | 50 |
| Limitazioni alle radici | Nessuna | Nessuna | Disponibilità di ossigeno | Contatto paralitico |
| Disponibilità di ossi- geno | Buona | Buona | Buona | Buona |
| Deflusso superficiale | Trascurabile | Alto | Trascurabile | Molto basso |
| Drenaggio interno | Ben drenato | Ben drenato | Piuttosto mal drenato | Ben drenato |
| Permeabilità | Moderatamente alta | Moderatamente alta | Moderatamente bassa | Alta |
| AWC (mm) | 204 | 200 | 122 | 107 |
| Erosione | Assente | Idrica diffusa moderata | Assente | Idrica diffusa debole |
| Aspetti superficiali | - | - | - | Arato di recente |
| Note | - | Presenza di una tasca dovuta probabilmente ad una radice de- composta. Presenza a 40 cm di un livello scuro molto proba- bilmente dovuto a "bruciature" remote | - | Lavorazioni a rittochino |

FAO-ISSDS 1999, Soil Survey Staff 1998).

La valutazione della capacità d'uso, che ha lo scopo di dare indicazioni sulla possibile utilizzazione agricola o forestale di un suolo, in rapporto al rischio che deriva dall'impiego delle varie tecniche colturali, è stata ottenuta seguendo la metodologia della

"Land Capability Classification" (LCC). Il metodo non considera la potenzialità dei suoli rispetto ad usi particolari o specifiche colture, ma assegna ad ogni tipo pedologico una capacità d'uso generica, che tiene conto di tutti i suoi parametri permanenti e, quindi, non modificabili da interventi antropici.

Tab. 2 - Descrizione dei profili S₁ e S₂.

| Oriz- zonte | Descrizione |
|------------------------------|--|
| Profilo S₁ | |
| Oa | 10-0 cm; umido; colore nero (10YR 2/1); struttura grumosa subangolare da fine a media, fortemente sviluppata; friabile; molte radici molto fini; attività biologica scarsa da anellidi; effervescenza nulla; limite chiaro lineare. |
| A | 0-43 cm; umido; colore nero (10YR 2/1); franco sabbioso; struttura poliedrica subangolare da fine a media, fortemente sviluppata; friabile; scheletro assente; pori molto scarsi molto fini; molte radici da molto fini a fini; attività biologica scarsa da anellidi; effervescenza nulla; limite graduale lineare. |
| AB | 43-57 cm, umido; colore bruno scuro (10YR 3/3); franco sabbioso; struttura poliedrica subangolare da media a grande, fortemente sviluppata; friabile; scheletro assente; pori comuni da molto fini a fini; radici comuni molto fini e poche grossolane; attività biologica scarsa da anellidi; effervescenza nulla; limite chiaro irregolare. |
| Bw | 57-100 cm; umido; colore bruno giallastro scuro (10YR 4/6); franco sabbioso; struttura poliedrica subangolare da media a grande, fortemente sviluppata; friabile; scheletro comune da molto piccolo a piccolo; pori molto scarsi molto fini; poche radici molto fini; attività biologica assente; effervescenza nulla; limite abrupto lineare. |
| 2CB | 100-125 cm; umido; colore bruno giallastro (10YR 5/6); screziature rosso scuro (2.5YR 3/6) comuni da piccole a medie; sabbioso franco; struttura poliedrica subangolare da fine a media, debolmente sviluppata; friabile; scheletro abbondante medio; pori molto scarsi molto fini; radici assenti; attività biologica assente; effervescenza nulla; limite abrupto lineare. |
| 3C | 125-150 cm e oltre; umido; colore giallo brunastro (10YR 6/6); sabbioso franco; effervescenza nulla; limite sconosciuto. |
| Profilo S₂ | |
| Oi | 0-5 cm; lettiera |
| A₁ | 0-20 cm; umido; colore bruno molto scuro (10YR 2/2); franco sabbioso; struttura principale granulare media e secondaria grumosa media, moderatamente sviluppate; friabile; scheletro scarso molto piccolo, arrotondato; pori comuni da fini a medi; molte radici da molto fini a fini; attività biologica comune da anellidi; effervescenza nulla; limite chiaro lineare. |
| A₂ | 20-40 cm; umido; colore bruno scuro (10YR 3/3); franco sabbioso; struttura principale poliedrica subangolare grande e secondaria granulare media, moderatamente sviluppate; friabile; scheletro scarso molto piccolo, arrotondato; pori comuni da molto fini a fini; molte radici da molto fini a fini; attività biologica comune da anellidi; effervescenza nulla; limite chiaro lineare. |
| Bw₁ | 40-55/80 cm; umido; colore bruno giallastro scuro (10YR 4/4); franco; struttura poliedrica subangolare grande, moderatamente sviluppata; resistente; scheletro scarso molto piccolo, arrotondato; pori comuni da molto fini a fini; molte radici molto fini; attività biologica assente; effervescenza nulla; limite chiaro ondulato. |
| Bw₂ | 55/80-110 cm; umido; colore bruno giallastro scuro (10YR 4/6); franco sabbioso; struttura poliedrica subangolare grande, moderatamente sviluppata; resistente; scheletro scarso molto piccolo, arrotondato; pori comuni molto fini; molte radici molto fini e poche grossolane; attività biologica assente; effervescenza nulla; limite graduale lineare. |
| BC | 110-130 cm; umido; colore bruno giallastro (10YR 5/6); franco sabbioso; struttura poliedrica subangolare media, debolmente sviluppata; friabile; scheletro scarso molto piccolo, arrotondato; pori scarsi molto fini; radici comuni molto fini e poche grossolane; attività biologica assente; effervescenza nulla; limite chiaro lineare. |
| C | 130 cm e oltre; umido; colore bruno giallastro (10YR 5/6); franco sabbioso; incoerente; scheletro comune molto piccolo, arrotondato; effervescenza nulla; limite sconosciuto. |

Risultati e discussione

Stazione Sila₁

Nelle tabelle 1 e 2 sono riportate, rispettivamente, le descrizioni della stazione Sila₁ (tab. 1) e del profilo

S₁ (tab. 2). Nelle tabelle 4 e 5 sono riassunte le caratteristiche chimico-fisiche (tab. 4) e la composizione della frazione organica del profilo S₁ (tab. 5).

Come si osserva dalle tabelle 1 e 2, il suolo campionato e descritto si evolve su depositi fluvio-lacustri.

Tab. 3 - Descrizione dei profili S₃ e S₄.

| Oriz- zonte | Descrizione |
|------------------------------|--|
| Profilo S₃ | |
| A | 0-10 cm; umido; colore bruno giallastro molto scuro (10YR 3/2); franco; struttura grumosa media, fortemente sviluppata; molto friabile; scheletro assente; pori molto abbondanti da molto fini a grandi; radici abbondanti da molto fini a fini; attività biologica comune da anellidi e artropodi; effervescenza nulla; limite chiaro lineare. |
| A₂ | 10-25 cm; umido; colore bruno scuro (10YR 3/3); franco limoso; struttura principale poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; friabile; scheletro assente; pori molto abbondanti da molto fini a grandi; molte radici da molto fini a fini; attività biologica comune da anellidi e artropodi; effervescenza nulla; limite chiaro lineare. |
| AB₁ | 25-40 cm; umido; colore bruno molto scuro (10YR 2/2); franco limoso; struttura poliedrica subangolare grande, fortemente sviluppata; resistente; scheletro assente; pori molto abbondanti da molto fini a grandi; molte radici da molto fini a fini e comuni molto grossolane; poche radici molto fini; attività biologica comune da anellidi e artropodi; effervescenza nulla; limite chiaro lineare. |
| AB₂ | 40-55 cm; umido; colore bruno molto scuro (10YR 2/2); franco limoso; struttura poliedrica subangolare grande, fortemente sviluppata; resistente; scheletro assente; pori comuni da fini a medi; poche radici da molto fini a fini; attività biologica scarsa da anellidi e artropodi; effervescenza nulla; limite chiaro lineare. |
| 2Cg₁ | 55-85 cm; umido; colore grigio verdastro (5BG 5/1); screziature giallo rossastre (7.5YR 6/8) comuni piccole localizzate nella matrice; franco; massivo; scheletro assente; pori scarsi da fini a medi; radici assenti; attività biologica assente; effervescenza nulla; limite chiaro lineare. |
| 2Cg₂ | 85-110 cm e oltre; umido; colore grigio verdastro (5BG 6/1); screziature giallo rossastre (7.5YR 6/8) comuni piccole localizzate nella matrice; franco sabbioso; massivo; scheletro assente; radici assenti; attività biologica assente; effervescenza nulla; limite sconosciuto. |
| Profilo S₄ | |
| A | 0-25 cm; umido; colore da bruno a bruno scuro (10YR 4/3); franco sabbioso; struttura poliedrica subangolare da grande a molto grande, fortemente sviluppata; friabile; scheletro comune molto piccolo; pori abbondanti da fini a medi; radici comuni da molto fini a fini; attività biologica comune da anellidi e artropodi; effervescenza nulla; limite chiaro lineare. |
| Bw | 25-50 cm; umido; colore bruno (10YR 4/4); franco sabbioso; struttura principale poliedrica subangolare grande, fortemente sviluppata; resistente; scheletro frequente molto piccolo; pori abbondanti da fini a medi; poche radici medie; attività biologica comune da anellidi e artropodi; effervescenza nulla; limite chiaro lineare. |
| C | 50 e oltre cm; umido; colore giallo bruno (10YR 7/6); franco sabbioso; sciolto; scheletro abbondante molto piccolo; pori abbondanti da molto fini a medi; pori da fini a medi; poche radici molto fini; attività biologica comune da anellidi e artropodi; effervescenza nulla; limite sconosciuto. |

Ha una tessitura che va da limosa a sabbioso-franca. E' profondo-molto profondo, acido, ben drenato, con scheletro piccolo, da assente a comune e con una riserva idrica da elevata a molto elevata. Analizzando il profilo, il processo pedogenetico dominante è dato dall'accumulo di materia organica, soprattutto negli orizzonti superficiali. Tale accumulo può essere imputato anche all'azione bloccante dell'alluminio sulla sostanza organica (il contenuto

in alluminio estratto in ossalato è all'incirca il 2%, dato non tabulato). Al di sotto dell'orizzonte Oa, caratterizzato dalla presenza elevata di radici di natura erbacea, dove si ha un alto contenuto di materiale organico altamente decomposto e un contenuto in fibre sminuzzate minore del 17% in volume, vi è un orizzonte A, organo-minerale, caratterizzato da una struttura poliedrica subangolare, da fine a media, fortemente sviluppata. Questo orizzonte è caratte-

rizzato da una bassa densità apparente (0.8 g/cm^3), pH molto acido (5.2 - tab. 4) ed un elevato contenuto in sostanza organica (13.3 %). Il rapporto C/N e gli indici di umificazione, calcolati lungo il profilo, denotano una buona e rapida mineralizzazione della sostanza organica presente (tab. 5). Il suolo ha un valore elevato di CSC ed è povero in calcio, elemento necessario a impartire al suolo condizioni ottimali di reazione, struttura e attività biologica. Sotto l'orizzonte A è presente un orizzonte di transizione AB con caratteristiche sia dell'orizzonte sovrastante A che dell'orizzonte B sottostante. Quest'ultimo si presenta ben strutturato, con un contenuto di sostanza organica pari all'1.7 % che potrebbe essere dovuto alla migrazione della stessa in profondità, per la presenza di un sistema altamente drenante. Successivamente, si passa ad una sequenza di orizzonti C di deposizione fluviale e lacustre, molto poveri in sostanza organica, con bassa capacità di scambio cationico. In generale, si tratta di un suolo con una buona aggregazione.

Per quanto riguarda la capacità d'uso del suolo, il profilo considerato presenta delle limitazioni legate essenzialmente alle caratteristiche chimiche dei pedotipi. In particolare, il pH pari a 5.2 dell'orizzonte superficiale ed il tasso di saturazione in basi del 23.9 % fanno ricadere il suolo considerato nella classe di capacità d'uso III. Tali suoli, per definizione, presentano intense limitazioni che riducono la scelta delle piante e/o richiedono speciali pratiche conservative.

Stazione Sila₂

Nelle tabelle 1 e 2 sono riportate, rispettivamente, le descrizioni della stazione S₂ (tab. 1) e del profilo S₂ (tab. 2), sito in località Campeggio di Spezzano della Sila (CS), sotto *Fagus sylvatica* e *Pinus laricio*. Nelle tabelle 4 e 5 sono riportate, rispettivamente, le caratteristiche chimico-fisiche (tab. 4) e la composizione della frazione organica del profilo oggetto di studio (tab. 5).

Come si osserva dalle tabelle 1 e 2, il profilo descritto si evolve su rocce acide intrusive, che si presentano molto alterate e fratturate. La facilità di alterazione del substrato favorisce la pedogenesi, che forma suoli profondi con orizzonti cambici ben sviluppati. Il suolo descritto ricade su un versante concavo con una pendenza del 25 %, ricoperto da bosco misto di faggio e pino laricio. In particolare, il suolo è caratterizzato da una lettiera indecomposta formata da foglie di faggio e da aghi di pino (orizzonte Oi). Al di sotto sono presenti due

orizzonti organo-minerali, A₁ e A₂, di colore scuro, rispettivamente 10YR 2/2 e 10YR 3/3, con una struttura fortemente sviluppata, grumosa e granulare nell'orizzonte A₁ e poliedrica subangolare nell'orizzonte A₂. Entrambi gli orizzonti hanno un alto contenuto di sostanza organica, un rapporto C/N maggiore di 12 e un grado di umificazione che si mantiene intorno all'83% (tab. 5). Gli orizzonti cambici sottostanti hanno un colore bruno giallastro, una struttura poliedrica subangolare grande, moderatamente sviluppata, un contenuto di sostanza organica maggiore del 2 % e un rapporto C/N abbastanza elevato, soprattutto nell'orizzonte BC, dimostrando una buona distribuzione della sostanza organica lungo il profilo e una elevata attività biologica anche negli orizzonti profondi. In particolar modo, gli orizzonti profondi sono caratterizzati dalla presenza di residui degli apparati radicali, che sono visibili per il colore più scuro rispetto alla matrice del suolo e per la loro forma cilindrica. Sotto l'orizzonte Bw₂ si ha un orizzonte di transizione BC e successivamente si ha l'alterite (orizzonte C) che costituisce la *parent material* su cui si evolve il suolo. In generale, si tratta di un suolo molto acido, con buona aggregazione, molto ricco in sostanza organica lungo tutto il profilo, con una media CSC (tab. 4, tab. 5). Gli indici riportati (C/N, HI, DH% e HR%) dimostrano che il processo degradativo della sostanza organica evolve verso l'umificazione, piuttosto che verso la mineralizzazione.

Oltre alle limitazioni di carattere chimico, il fattore pendenza (>21 %) fa ricadere tale suolo nella classe di capacità d'uso IV. Per definizione, tali suoli presentano limitazioni molto forti che restringono la scelta delle piante e/o richiedono una gestione molto accurata.

Stazione Sila₃

Le tabelle 1 e 3 riportano, rispettivamente, la descrizione della stazione Sila₃ (tab.1) e del profilo S₃ (tab. 3), sito in località Righio del comune di San Giovanni in Fiore (CS). Nelle tabelle 4 e 5 sono riportate le caratteristiche chimico-fisiche e la composizione della frazione organica del profilo oggetto di studio.

Per quanto riguarda il profilo S₃, si può notare che sotto i 55 cm di profondità è presente un orizzonte idromorfo di colore grigio verdastro (5BG 6/1), a causa della costante presenza di acqua che, in alcuni periodi dell'anno, crea condizioni riducenti con liberazione di ferro bivalente. Nei periodi dell'anno in

Tab. 4 - Descrizione dei profili S₃ e S₄.

| Orizzonte | Profondità (cm) | Sabbia (%) | | | | | Limo (%) | | | Argilla % | pH | | DA | CS | MS | SS | KS | CSC | SB | |
|------------------------------|--------------------|-----------------|--------|-------|------|---------------|----------|--------|------|--------------|--------------|------------------|-----|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|
| | | Molto grossa | Grossa | Media | Fine | Molto fine | Totale | Grosso | Fine | Totale | <0.002 mm | H ₂ O | KCl | g/ cm ³ | meq/ 100g | meq/ 100g | meq/ 100g | meq/ 100g | meq/ 100g | (%) |
| <i>Profilo S₁</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oa | 10-0 | 1.2 | 2.8 | 6.8 | 8.4 | 8.4 | 27.6 | 44.4 | 16.0 | 60.4 | 12.0 | 5.4 | 4.1 | 0.8 | 3.3 | 1.6 | 0.2 | 0.6 | 25.8 | 22.1 |
| A | 0-43 | 4.0 | 10.0 | 14.0 | 17.0 | 17.0 | 62.0 | 12.0 | 21.0 | 33.0 | 5.0 | 5.2 | 4.3 | 0.8 | 4.3 | 0.5 | 0.4 | 0.1 | 22.5 | 23.9 |
| AB | 43-57 | 6.0 | 11.0 | 13.0 | 15.0 | 16.0 | 61.0 | 9.4 | 24.0 | 33.4 | 5.6 | 5.2 | 4.5 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0.0 | 13.7 | 8.9 |
| Bw | 57-100 | 11.0 | 9.0 | 13.0 | 18.0 | 17.0 | 68.0 | 11.0 | 2.0 | 13.0 | 19.0 | 5.3 | 4.8 | 1.1 | 1.8 | 1.5 | 0.1 | 0.2 | 17.7 | 14.4 |
| 2CB | 100-125 | 3.0 | 8.0 | 16.0 | 24.0 | 23.0 | 74.0 | 10.5 | 11.0 | 21.5 | 4.5 | 5.5 | 4.3 | 1.2 | 1.1 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 8.8 | 21.4 |
| 3C | 125-150 | 6.0 | 14.0 | 26.0 | 23.0 | 14.0 | 83.0 | 6.1 | 6.8 | 12.9 | 4.1 | 5.4 | 4.5 | 1.2 | 1.5 | 0.5 | 0.1 | 0.4 | 7.6 | 32.3 |
| <i>Profilo S₂</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A ₁ | 0-20 | 13.4 | 13.8 | 12.2 | 10.4 | 7.4 | 57.2 | 12.8 | 14.0 | 26.8 | 16.0 | 5.2 | 4.2 | 0.9 | 1.3 | 0.4 | 0.1 | 0.5 | 13.6 | 13.6 |
| A ₂ | 20-40 | 12.6 | 13.4 | 12.0 | 9.8 | 7.8 | 55.6 | 12.4 | 16.0 | 28.4 | 16.0 | 5.3 | 4.3 | 1.0 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 12.6 | 6.9 |
| Bw ₁ | 40-55/80 | 11.6 | 12.2 | 10.2 | 8.2 | 6.0 | 48.2 | 13.8 | 16.0 | 29.8 | 22.0 | 5.2 | 4.3 | - | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 13.4 | 5.2 |
| Bw ₂ | 55/80-110 | 12.0 | 13.8 | 11.6 | 8.8 | 8.8 | 55.0 | 13.0 | 12.0 | 25.0 | 20.0 | 5.4 | 4.2 | - | 0.3 | 0.4 | - | 0.2 | 10.8 | 8.6 |
| BC | 110-130 | 19.2 | 17.0 | 13.8 | 9.8 | 6.6 | 66.4 | 11.6 | 10.0 | 21.6 | 12.0 | 5.4 | 4.3 | - | 0.5 | 0.4 | - | 0.2 | 11.6 | 9.9 |
| <i>Profilo S₃</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A ₁ | 0-10 | 5.8 | 11.0 | 11.2 | 8.8 | 6.8 | 43.6 | 24.4 | 24.0 | 48.4 | 8.0 | 5.4 | 4.5 | 0.5 | 9.7 | 2.0 | 0.2 | 1.5 | 28.8 | 46.3 |
| A ₂ | 45-93 | 2.8 | 7.8 | 7.8 | 6.6 | 4.6 | 29.6 | 34.4 | 28.0 | 62.4 | 8.0 | 5.3 | 4.2 | 0.6 | 6.0 | 1.1 | 0.1 | 0.6 | 28.5 | 27.6 |
| AB ₁ | 25-40 | 6.6 | 9.4 | 8.6 | 7.6 | 4.2 | 36.4 | 25.6 | 26.0 | 51.6 | 12.0 | 5.5 | 4.4 | 0.6 | 9.2 | 1.3 | 0.1 | 0.5 | 29.1 | 38.4 |
| AB ₂ | 40-55 | 14.8 | 6.6 | 3.8 | 2.6 | 0.8 | 28.6 | 23.4 | 30.0 | 53.4 | 18.0 | 5.6 | 4.8 | 0.5 | 5.7 | 3.5 | 0.3 | 0.3 | 30.4 | 65.0 |
| 2Cg ₁ | 55-85 | 3.8 | 6.2 | 10.0 | 13.8 | 15.8 | 49.6 | 10.4 | 28.0 | 38.4 | 12.0 | 5.9 | 4.2 | - | 5.8 | 2.1 | 0.2 | 0.1 | 8.6 | 94.8 |
| 2Cg ₂ | 85-110 | 3.0 | 6.2 | 10.8 | 16.6 | 20.6 | 57.2 | 8.8 | 24.0 | 32.8 | 10.0 | 4.0 | 3.2 | - | 5.0 | 2.0 | 0.2 | 0.1 | 7.6 | 96.0 |
| <i>Profilo S₄</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0-25 | 17.2 | 19.6 | 17.2 | 11.8 | 7.0 | 72.8 | 5.2 | 13.9 | 19.1 | 8.1 | 5.5 | 4.5 | 1.1 | 4.3 | 1.4 | - | 0.3 | 15.8 | 37.3 |
| Bw | 25-50 | 18.0 | 19.4 | 16.2 | 11.0 | 6.6 | 71.2 | 4.8 | 15.9 | 20.7 | 8.1 | 5.4 | 4.3 | 1.1 | 3.6 | 1.1 | - | 0.4 | 14.1 | 36.2 |
| C | 50 ed oltre | 16.0 | 20.8 | 18.4 | 12.0 | 7.6 | 74.8 | 7.2 | 9.9 | 17.1 | 8.1 | 5.6 | 4.3 | 1.2 | 4.5 | 1.5 | - | 0.4 | 14.5 | 44.1 |

Tab. 5 - Carbonio organico (CO), sostanza organica (SO), azoto (N) totale, C/N ed indici di umificazione dei profili S₁-S₄.

| Orizzonte | Profondità (cm) | SO % | CO (g/kg) | N tot (g/kg) | C/N | DH % | HR % | HI |
|------------------------------|-----------------|------|-----------|--------------|------|------|------|------|
| Profilo S₁ | | | | | | | | |
| Oa | 10-0 | 13.6 | 79.0 | 3.2 | 24.7 | 59.0 | 44.0 | 0.7 |
| A | 0-43 | 13.3 | 77.3 | 10.6 | 7.3 | 59.0 | 45.0 | 0.7 |
| AB | 43-57 | 3.0 | 17.4 | 4.7 | 3.7 | 58.0 | 39.0 | 0.7 |
| Bw | 57-100 | 1.7 | 9.8 | 3.8 | 2.5 | 61.0 | 37.0 | 0.6 |
| 2CB | 100-125 | 0.7 | 4.1 | 1.0 | 4.1 | 59.0 | 35.0 | 0.7 |
| 3C | 125-150 | 0.7 | 4.1 | 1.0 | 4.1 | 58.5 | 40.0 | 0.7 |
| Profilo S₂ | | | | | | | | |
| A ₁ | 0-20 | 5.3 | 31.2 | 2.4 | 13.1 | 84.0 | 64.0 | 0.2 |
| A ₂ | 20-40 | 4.1 | 23.6 | 1.9 | 12.6 | 83.0 | 64.0 | 0.2 |
| Bw ₁ | 40-55/80 | 3.1 | 17.9 | 1.7 | 10.3 | 82.0 | 63.0 | 0.2 |
| Bw ₂ | 55/80-110 | 2.1 | 12.5 | 1.5 | 8.5 | 82.0 | 61.0 | 0.2 |
| BC | 110-130 | 2.9 | 16.9 | 1.3 | 13.1 | 80.0 | 60.0 | 0.3 |
| Profilo S₃ | | | | | | | | |
| A ₁ | 0-10 | 12.9 | 75.7 | 9.2 | 8.2 | 63.0 | 46.0 | 0.6 |
| A ₂ | 10-25 | 11.5 | 67.4 | 9.1 | 7.4 | 56.0 | 43.0 | 0.8 |
| AB ₁ | 25-40 | 11.6 | 67.9 | 7.5 | 9.0 | 54.0 | 41.0 | 0.8 |
| AB ₂ | 40-55 | 11.1 | 65.0 | 8.1 | 8.0 | 53.0 | 42.0 | 0.8 |
| 2Cg ₁ | 55-85 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| 2Cg ₂ | 85-110 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Profilo S₄ | | | | | | | | |
| A | 0-25 | 7.7 | 45.1 | 7.0 | 6.4 | 58.0 | 41.0 | 0.7 |
| Bw | 25-50 | 8.7 | 51.5 | 7.2 | 7.1 | 60.0 | 42.0 | 0.7 |
| C | 50 e oltre | 6.0 | 35.9 | 6.1 | 5.9 | 54.0 | 48.0 | 0.8 |

cui il livello della falda si abbassa si instaurano invece condizioni ossidanti con la formazione di screziature rosse (7.5YR 6/8), dovute alla liberazione di ferro trivalente. Gli orizzonti Cg sono poco interessati dalla pedogenesi, infatti si presentano massivi ed in essi è ancora riconoscibile la struttura sedimentaria della roccia originaria. I livelli superficiali hanno una tessitura franca o franco limosa, una struttura grumosa o poliedrica subangolare fortemente sviluppata. Entrambi gli orizzonti A e AB hanno un alto contenuto in sostanza organica (circa 11 %). Il rapporto C/N è circa 8 e rimane costante lungo tutto il profilo fino ad una profondità di 55 cm, evidenziando un sostanziale equilibrio tra i processi di umificazione e mineralizzazione. Negli ultimi 2 orizzonti (2Cg₁ e 2Cg₂) si osserva invece la scomparsa della sostanza organica

e dell'azoto, indice di una rapida mineralizzazione della sostanza organica. Ciò è confermato dagli indici di umificazione. L'alto valore della CSC osservato fino alla profondità di 55 cm è relazionabile soprattutto all'elevato contenuto di sostanza organica (tabb. 4, 5). Vengono classificati come Umbrisol con i qualificativi Humic in quanto il contenuto in sostanza organica è superiore all'1 % fino a 50 cm di profondità e Gleyic per la presenza di figure riducenti entro 100 cm dalla superficie del suolo.

I pedotipi delle depressioni localizzate nella stazione oggetto di studio rientrano nella classe di capacità d'uso III per fattori chimici legati essenzialmente al valore 5.3-5.4 del pH dell'orizzonte superficiale ed, inoltre, per la presenza della falda idrica a 110 cm di profondità. Quest'ultima condiziona il sistema di aereazione del suolo che, in tal caso, risulta mal drenato.

Stazione Sila₄

Nelle tabelle 1 e 3 sono riportate, rispettivamente, le descrizioni della stazione Sila₄ (tab. 1) e del profilo S₄ (tab. 3), sito in località Miglianò di Celico (CS). Nelle tabelle 4 e 5 sono riportate le caratteristiche chimico-fisiche (tab. 4) e la composizione della frazione organica del profilo oggetto di studio (tab. 5).

La maggior parte dell'altopiano della Sila viene utilizzato per la coltivazione della patata (Lulli et al. 2002).

Il profilo di suolo S₄ si evolve su un versante a debole pendenza, con substrato pedogenetico costituito da graniti molto alterati e fratturati. In effetti, più che di roccia granitica si può parlare di sabbione granitico, che si spinge a notevole profondità dalla superficie del piano campagna. Il suolo è acido, di natura sabbioso franca ed è mediamente profondo, la pedogenesi ha agito in modo tale da formare due orizzonti A e Bw ben dotati in sostanza organica (circa l'8 %) e un orizzonte profondo C dove è possibile notare una leggera diminuzione della stessa. Il rapporto C/N e gli indici di umificazione indicano che lungo tutto il profilo prevale il processo di mineralizzazione della sostanza organica, anche a causa delle continue e ripetute lavorazioni meccaniche che distruggono la struttura del suolo, causando un rimescolamento ed un ringiovanimento del suolo. Il suolo presenta una media CSC (tab. 4, tab. 5). Nell'orizzonte C è possibile, nonostante l'alterazione, riconoscere la struttura e la natura granitica della roccia di origine. Il suolo ricade nella classe di capacità d'uso III. Le limitazioni d'uso sono legate principalmente al modesto spessore del suolo (compreso tra 50 e 100 cm), alla moderata pendenza (compresa tra 16 e 20 %) ed al pH pari a 5.5.

Conclusioni

Dalle osservazioni effettuate si evince che i suoli oggetto di studio sono alle prime fasi di evoluzione (Inceptisuoli); infatti, la pedogenesi ha formato orizzonti cambici per alterazione *in situ* delle rocce granitiche e dei sedimenti di origine fluvio-lacustre. I risultati ottenuti evidenziano, inoltre, che tra i suoli messi a confronto il suolo forestale, sotto vegetazione di *Fagus sylvatica* e *Pinus laricio*, è quello che presenta la migliore distribuzione di sostanza organica lungo tutto il profilo, con un miglior grado di umificazione.

Mettendo invece a confronto tra di loro i tre suoli sottoposti a forte pressione antropica, risulta evidente come il maggior contenuto di sostanza organi-

ca, dovuto alla costante decomposizione dei residui vegetali, è riscontrato nel suolo adibito a prato-pascolo, fino ad una profondità di 55 cm. Il suolo coltivato a patata presenta un contenuto di sostanza organica più basso rispetto agli altri suoli. Ciò può essere attribuito alle ripetute lavorazioni che ne favoriscono i processi di degradazione. Considerati gli indici riportati, si può osservare come lungo tutto il profilo dei tre suoli antropizzati prevale il processo di mineralizzazione, rispetto a quello di umificazione.

Appare quindi interessante notare come il suolo, che rappresenta il cardine degli equilibri ambientali e nel contempo una risorsa naturale rinnovabile solo in condizioni favorevoli, in ambienti sottoposti a forte pressione antropica diventa un patrimonio particolarmente vulnerabile al degrado, con un calo della fertilità naturale dovuta a tecniche di gestione agronomica che portano nel tempo ad un impoverimento della sostanza organica e, di conseguenza, ad una alterazione delle proprietà fisiche e chimico-fisiche dei suoli.

Bibliografia

- Bouyoucos GJ (1962). Hydrometer method improved for making particle-size analyses of soils. *Agronomy Journal* 54: 464-465.
- Bremner JM (1996). Total Nitrogen . In: *Methods of Soil Analysis* (Sparks DL ed), Soil Science Society of America, Madison, pp. 1085-1121.
- Buol SW, Hole FD, McCracken RJ, Southard RJ (1997). *Soil Genesis and Classification*, 4th ed. Iowa State, Univ. Press, Ames, IA.
- Fox TR (1995). The influence of low-molecular-weight organic acids on properties and processes in forest soils. In: *Carbon Forms and Functions in Forest Soils* (McFee WW, Kelly JM eds), Soil Science Society of America, Madison Wi., pp. 43-62.
- Gigliotti G, Businelli D, Giusquiani PL (1999). Composition changes of soil humus after massive application of urban waste compost: a comparison between FT-IR spectroscopy and humification parameters. *Nutrient cycling in Agroecosystem* 55: 23-28.
- IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS (1999). *World Reference Base for Soil Resources*. Versione italiana a cura di E.A.C. Costantini e C. Dazzi. ISSDS, Firenze.
- Köppen W, Geiger R (1928). *Handbuch der Klimatologie*, Berlin.
- Lulli L, Vecchio G, Caruso AM, Valboa G, Gualtieri A (2002). Indagine sulle condizioni pedoambientali per una produzione sostenibile di patata (Sila Piccola - Calabria).

- Rivista di Agronomia 36: 94-99.
- Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali (1994). *Metodi Ufficiali di Analisi Chimica del Suolo*. ISMEA, Roma.
- Newhall F (1972). Calculation of Soil Moisture Regimes from the Climatic Record. Revision 4, USDA Soil Conservation Service, Washington DC.
- Post WM, Emanuel WR, Zinke PJ, Stangenberger AG (1982). Soil carbon pools and world life zones. *Nature* 298: 156-159.
- Seybold CA, Mausbach MJ, Karlen DL, Rogers HH (1998). Quantification of soil quality. In: *Soil process and the carbon cycle*. CRC Press London, pp. 387-404.
- Soil Science Society of America (1987). Glossary of soil science terms. SSSA, Madison, Wi.
- Soil Survey Staff (1998). *Keys to Soil Taxonomy*, 8th ed., USDA, Washington.
- Stevenson FG (1994). *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. 2nd Ed. Wiley & Sons, New York.
- Sumner ME, Miller WP (1996). Cation exchange capacity and exchange coefficients. In: *Methods of Soil Analysis* (Sparks DL ed), Soil Science Society of America, Madison, pp. 1201-1253.
- Walkley A, Black IA (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37: 29-38.