

*sei*  
scheda

**FORESTA DEMANIALE LEDERA,  
SANTO STEFANO QUISQUINA, AGRIGENTO**



## FORESTA DEMANIALE LEDERA, S. STEFANO QUISQUINA, AGRIGENTO

### *Indicatori studiati*

Chimici: TOC %, TEC %, CHA+FA %, HR %, DH %, HI.

Approfondimenti: termoanalisi degli orizzonti organici.

Biologici: C della biomassa microbica, respirazione del suolo, C biomassa/TOC, quoziente metabolico.

### *Descrizione geografica*

L'area di studio ricade entro il demanio forestale Ledera sui monti Sicani, nella Sicilia centro-occidentale. Si tratta di una superficie ampia 5000 m<sup>2</sup> posta ad una quota di 1030 m s.l.m., rimboschita a file nel 1956 per una metà con Pino d'Aleppo (*Pinus halepensis* Miller) e per la rimanente metà con Cedro dell'Atlante [*Cedrus Atlantica* (Endl) Carrière]. Da rilevazioni effettuate dal 1951 al 1990, il clima è risultato caratterizzato da una piovosità media annua di 800 mm in 85 giorni piovosi, con valori massimi in gennaio e febbraio (136 e 123 mm) e minimi in giugno e luglio (12 e 8 mm), e da una temperatura media annua di 13,5°C, con valori massimi in luglio ed agosto (21,7 e 22°C) e minimi in gennaio e febbraio (6 e 6,5°C), che nei suoli dell'area determinano un regime udometrico xerico e un regime termometrico mesico.

Nella valutazione dell'impatto sul suolo delle diverse pratiche di forestazione, lo studio dell'influenza della composizione della lettiera sulla pedogenesi in ecosistemi forestali assume particolare rilievo per gli stretti rapporti evolutivi che si instaurano nel tempo tra suolo e vegetazione. Con il presente studio si è voluto verificare in quale misura l'apporto di sostanza organica proveniente da essenze vegetali diverse utilizzate per la riforestazione possa modificare le caratteristiche chimiche e biochimiche del suolo fino ad influenzarne la pedogenesi. Sono stati pertanto presi in considerazione parametri di qualità del suolo, chimici e microbiologici, direttamente legati al ciclo del carbonio.

Lo studio è stato effettuato aprendo per ogni specie arborea, in due file omologhe, dieci profili di suolo per ciascuna tipologia forestale scegliendo piante comparabili (per età, stato fitosanitario, vigore, altezza, diametro del tronco) e ad una distanza di 1 metro dalla base del tronco, in modo da annullare eventuali differenze nello *steam flow* (Dazzi, 1996)



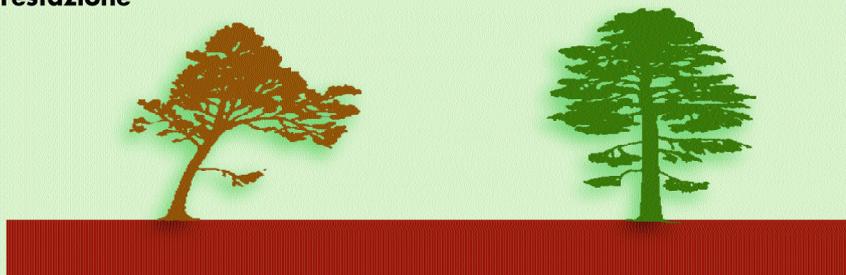
**FIGURA 1.**  
**FORESTA DEMANIALE LEDERA**

(FOTO A. BENEDETTI).

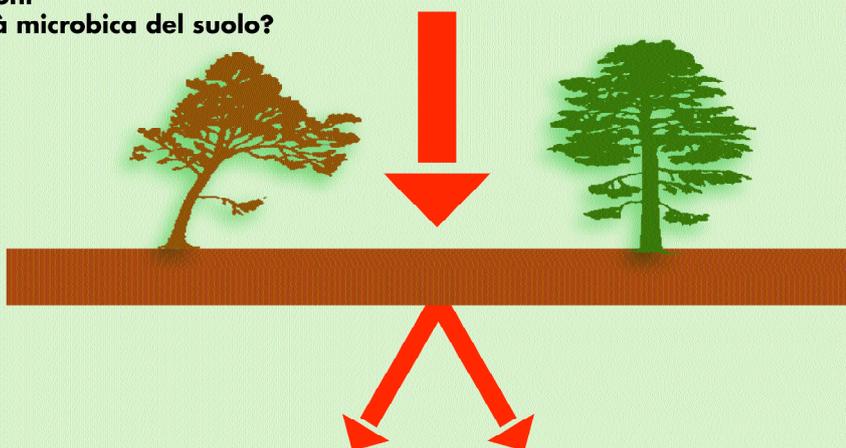
*Caratteristiche del suolo -*

<b>Località:</b> Contrada La Donna -
Demanio Ledera del comune di S. Stefano Quisquina (Agrigento).
<b>Coordinate (UTM 32):</b> —33S UB 7104 6436.
<b>Uso del suolo:</b> bosco
<b>Vegetazione:</b> Pino d'Aleppo e Cedro dell'Atlante.
<b>Materiale pedogenetico:</b> calcare dolomitico.
<b>Morfologia:</b> montana.
<b>Elemento morfologico:</b> versante
<b>Pendenza:</b> 7-8% circa.
<b>Quota:</b> 1025-1030 m s.l.m.
<b>Rocciosità:</b> scarsa
<b>Pietrosità:</b> comune
<b>Falda:</b> assente
<b>Erosione:</b> assente.
<b>Ruscellamento superficiale:</b> non rilevato
<b>Drenaggio:</b> normale
<b>Profondità utile per le radici:</b> 30 cm (con possibilità di sfruttare eventuali fratture della roccia)
<b>Classificazione:</b> Lithic Haploxeroll (Soil Survey Staff, 2006). Leptic Chernozem (Eutric) (IUSS-WRB, 2006)
<b>Descritto da:</b> C. Dazzi nel 1996
<b>Data della classificazione:</b> ottobre 2006

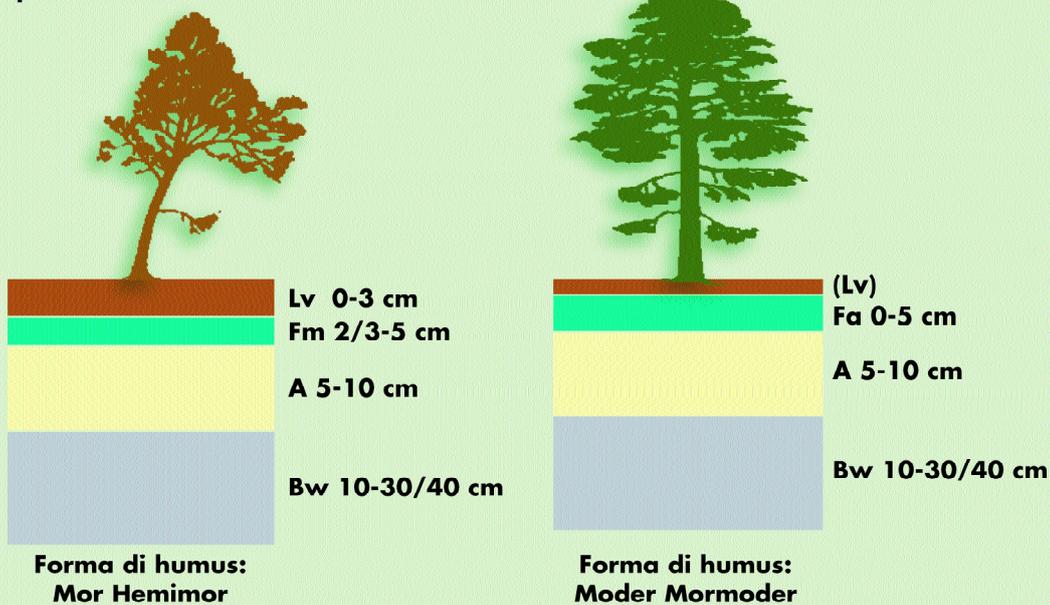
1956 - riforestazione



Modificazioni dell'attività microbica del suolo?



1996 - campionamento



Forme di humus descritte da Dazzi, 1996, secondo Green et al., 1993.

<b>Lv</b>	6-3 cm. Aghi, strobili e rametti di Pino; umido; appiattito al suolo <u>non compatto; legnoso; radici assenti; nessun organismo osservato.</u>
<b>Fm</b>	3-0 cm. Umido; feltroso- compatto; aghiforme; abbondante micelio bianco; radici assenti; nessun organismo osservato.
<b>Ah</b>	0-8 cm. Bruno rossastro scuro (5YR3/3) franco-sabbioso-argilloso, bruno rossastro scuro (5YR2/2) umido; struttura poliedrica sub-angolare, molto fine, fine e media, forte; poroso; resistente allo stato umido; 10% di scheletro spigoloso, grossolano, medio e minuto; comuni radici, fini e medie; effervescenza assente; limite graduale, lineare.
<b>Bw</b>	8-30 cm. Bruno scuro (7.5YR3/2) franco argilloso, bruno molto scuro (7.5YR2/2) umido; struttura poliedrica angolare e talora sub-angolare, media, forte; poroso; poco resistente allo stato umido; 15% di scheletro spigoloso, grossolano, medio e minuto; poche radici, grossolane; effervescenza assente; limite abrupto, irregolare.
<b>R</b>	30+ cm. Calcare dolomitico.

*Note:* presenza di lombrichi fino al contatto litico. Attività radicale normale.

**TABELLA I.**

**VALORI MEDI DI ALCUNI PARAMETRI CHIMICI**

pedons/ vegetazione/orizzonte	Ca <sup>2+</sup> (me %)	Mg <sup>2+</sup> (me %)	K <sup>+</sup> (me %)	Na <sup>2+</sup> (me %)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	N (‰)	pH
1-10/Cedro / Fa	175,0	93,4	10,61	1,83	186	10,66	6,9
11-20/Pino / Fm	142,4	57,6	7,83	1,84	181	10,81	6,6
	NS	NS	P≤0,01	NS	NS	NS	NS
1-10/Cedro / A	33	41	1,52	0,31	34	3,52	7,2
11-20/Pino / A	36,7	44	1,75	0,32	46	4,43	7,2
	NS	NS	P≤0,01	NS	NS	NS	NS
1-10/Cedro / B	25,1	25,2	1,17	0,4	19	21,0	6,34
11-20/Pino / B	29,4	24,0	1,52	0,36	19	22,5	7,24
	NS	NS	P≤0,05	NS	NS	NS	P≤0,01

(fonte Dazzi, 1996); P= significatività della differenza (t test Student); NS= differenza non significativa

**INDICATORI CHIMICI**
**TABELLA II.**
**PARAMETRI DESCRITTIVI DALLA SOSTANZA ORGANICA: C ORGANICO TOTALE (TOC); C ORGANICO ESTRAIBILE (TEC); C UMICO E FULVICO ( $C_{HA+FA}$ ); ESTRAIBILITÀ (TEC/TOC); TASSO, GRADO ED INDICE DI UMIFICAZIONE (HR, DH E HI).**

Pedons/vegetazione/ orizzonte	TOC (g kg <sup>-1</sup> )	Corg/N	TEC (g kg <sup>-1</sup> )	$C_{(HA+FA)}$ (g kg <sup>-1</sup> )	TEC/TOC	HR (%)	DH (%)	HI
1-10 / Cedro / (Lv)*	343,2		218,7	133,9	0,637	39	61	0,39
11-20/ Pino / Lv	305,5		182,8	129,6	0,602	43	71	0,41
1-10/ Cedro / Fa	253,4	25,0	162,7	107,7	0,642	43	66	0,51
11-20/ Pino / Fm	351,6	27,5	202,3	143,3	0,575	41	71	0,41
	P<0,010	NS	P<0,010	P<0,005	NS	NS	NS	NS
1-10 / Cedro / A	65,0	20,2	42,0	29,0	0,657	45	69	0,45
11-20/ Pino / A	93,0	21,4	57,0	43,0	0,617	46	75	0,33
	P<0,005	NS	P<0,010	P<0,025	NS	NS	NS	NS
1-10 / Cedro / B	2,9	13,8	20,0	13	0,742	45	65	0,54
11-20/ Pino / B	3,1	14,2	21,0	14	0,669	46	67	0,50
	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

\* =presente in soli due profili

P= significatività della differenza (t test Student);

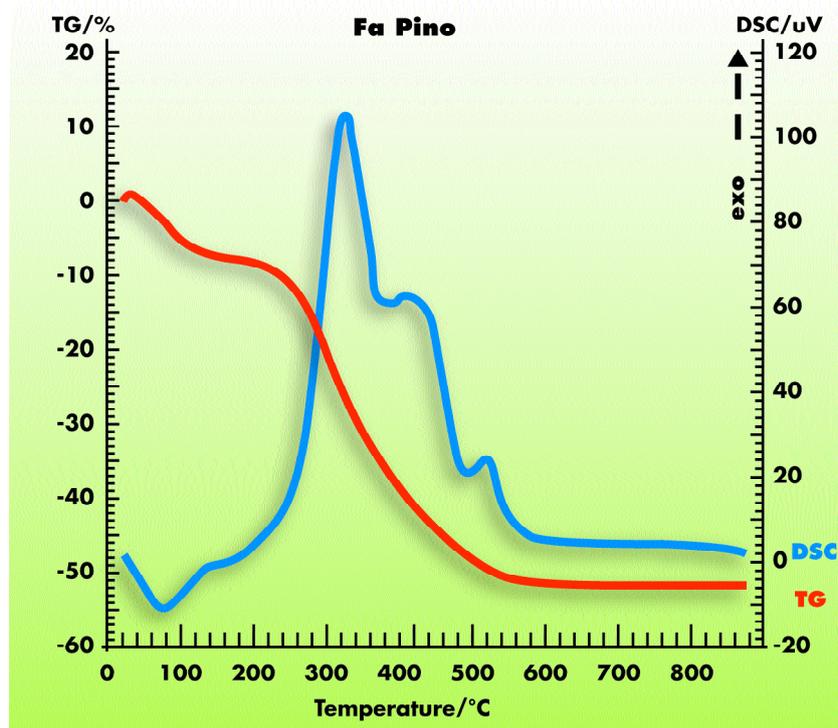
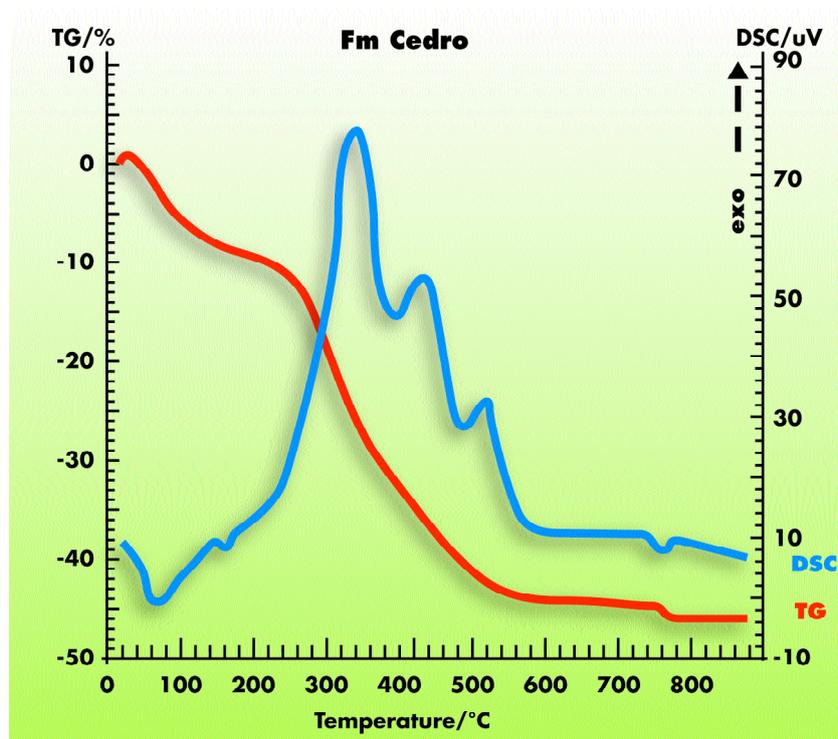
NS= differenza non significativa

I risultati dell'indagine pedologica precedentemente condotta (Dazzi, 1996) avevano messo in evidenza differenze significative nel profilo della forma di humus sviluppatosi sotto le due essenze vegetali: sotto Pino era stata riscontrata la presenza di un orizzonte Lv di circa 3 cm sovrastante un orizzonte Fa caratterizzato da humus di tipo *Mor*, *Hemimor*, mentre sotto Cedro la forma di humus era stata scritta all'Ordine *Moder* Gruppo *Mormoder* e l'orizzonte Lv era stato riscontrato in soli due profili. I risultati dello studio avevano, inoltre, evidenziato una tendenza all'acidificazione dei suoli sotto Cedro ed una maggiore concentrazione di ioni potassio nell'orizzonte minerale di superficie, mentre in quello di profondità sotto Pino prevaleva il calcio (Tabella I).

Nella tabella II è riportata la distribuzione del carbonio organico lungo il profilo nelle diverse forme (totale, estraibile ed umificato) insieme ai valori dei parametri dell'umificazione. È possibile notare la maggiore concentrazione di carbonio negli orizzonti F ed A sotto Pino che sotto Cedro e l'elevata significatività delle differenze, a cui tuttavia non corrispondono differenze significative tra i parametri dell'umificazione. Se ne può trarre la conclusione che dopo circa quaranta anni dalla riforestazione (il campionamento dei suoli è stato effettuato nel 1996) i pedons sottostanti le due diverse essenze vegetali si sono differenziati per la "quantità" di sostanza organica accumulata, sia totale che umificata, ma che non si sono verificate apprezzabili differenze in termini di abbondanza relativa delle forme umificate, non umificate e totali. Infatti, risultano confrontabili i valori dei parametri dell'umificazione: il tasso di umificazione HR, che esprime la "qualità" del carbonio organico totale, il grado di umificazione DH, relativo alla "qualità" del carbonio organico estraibile, l'indice di umificazione HI, che esprime il rapporto relativo tra frazioni non umiche ed umiche estratte.

**APPROFONDIMENTI: TERMOGRAMMI DSC E TG**

Indicazioni sul livello di stabilità termica della sostanza organica del suolo sono state ottenute applicando le tecniche di termoanalisi ai campioni provenienti dagli orizzonti organici. Mentre le cinetiche di decomposizione e ossidazione termicamente indotte non sono risultate sensibilmente differenziate dal punto di vista qualitativo (Figura 2), le quantità di sostanza organica coinvolte sono invece differenti (Tabella III). In particolare, i dati dedotti dalle curve termogravimetriche TG, che possono essere valutati quali indici di stabilità termica, hanno evidenziato per l'orizzonte F sotto Pino una maggiore quantità di sostanza organica (Esotot), caratterizzata a sua volta da una maggiore labilità termica (Eso1\*100/Esotot), rispetto a quanto riscontrato sotto Cedro.



**FIGURA 2.**  
**TERMOGRAMMI DI**  
**CALORIMETRIA A SCANSIONE**  
**DIFFERENZIALE (DSC) E**  
**TERMOGRAVIMETRIA (TG) DI**  
**CAMPIONI TAL QUALI DI SUOLO**  
**DEGLI ORIZZONTI F SOTTO**  
**CEDRO E PINO.**

**TABELLA III.**

**INDICI DI STABILITÀ TERMICA DELLA SOSTANZA ORGANICA DEGLI ORIZZONTI ORGANICI: TEMPERATURE DI PICCO T<sub>p</sub> (°C), PERDITE DI PESO (%) RELATIVE ALLE SOMMA DELLE FRAZIONI ORGANICHE COINVOLTE NELLE REAZIONI ESOTERMICHE (ESOTOT), PERCENTUALE RELATIVA DELLA FRAZIONE PIÙ TERMOLABILE RISPETTO AL TOTALE (ESO1\*100/EXOTOT).**

vegetazione/orizzonte	temp.picco (°C) 1 <sup>a</sup> esoterma	temp.picco (°C) 2 <sup>a</sup> esoterma	temp.picco (°C) 3 <sup>a</sup> esoterma	Esotot (% s.s.)	Corg/ Esotot	Eso1*100/ Esotot (% )
Cedro / (Lv)*	341,7	435,2	515,9	47,93	0,56	62,09
Pino / Lv	328,7	409,8	510,0	50,82	0,61	60,20
Cedro / Fm	331,7	435,9	515,3	49,23	0,57	61,8
Pino / Fa	328,4	420,9	524,9	60,02	0,63	66,8
				P<0,050	NS	P<0,010

\* presente in soli 2 profili;

P= significatività della differenza (t test Student);

NS= differenza non significativa

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI CITATI

- Dazzi C. 1996. *Tassonomia del forest floor e caratteristiche di fertilità di suoli forestali sotto Pino d'Aleppo (Pinus halepensis Miller) e Cedro dell'Atlante [Cedrus Atlantica (Endl) Carrière] nei monti Sicani*. Boll. Società Italiana della Scienza del Suolo, 8: 51-61.
- Dell'Abate M. T., Pinzari F., Petronio B.M., Dazzi C. 2002. *Soil humic acids formation and characteristics in a xeric Mollisol reforested with two tree species*. In: *Developments in Soil Science, Volume 28B* (A. Violante, P.M. Huang, J.M. Bollag, L. Gianfreda Eds.) Elsevier Science B.V., pp. 393-404.
- Green R.N., Trowbridge R.L., Klinka K. 1993. *Towards a Taxonomic classification of Humus forms*. Supplement to Forest Science, Vol. 39, n. 1.
- IUSS Working Group WRB. 2006. *World reference base for soil resources 2006, 2<sup>nd</sup> edition*. World Soil Resources Report N° 103, FAO, Rome
- Soil Survey Staff. 2006. *Keys to soil Taxonomy*. 10<sup>th</sup> edition. USDA-NRCS.

#### Studio condotto da

M.T. Dell'Abate, F. Pinzari, A. Benedetti e C. Dazzi

#### Realizzazione della scheda a cura di

M.T. Dell'Abate.

## INDICATORI BIOLOGICI

TABELLA IV.

VALORI DI BIOMASSA MICROBICA, QUOZIENTE C-BIOMASSA / CARBONIO ORGANICO TOTALE, RESPIRAZIONE BASALE E RESPIRAZIONE SPECIFICA ( $qCO_2$ ).

Pedons/vegetazione/ orizzonte	Bc (mg g <sup>-1</sup> )	Bc/TOC (%)	CO <sub>2</sub> -C basale (mg CO <sub>2</sub> -C kg <sup>-1</sup> suolo h <sup>-1</sup> )	qCO <sub>2</sub> (mg CO <sub>2</sub> -C mg <sup>-1</sup> Cmic h <sup>-1</sup> )
1-10 / Cedro / A	724	1,12	41,7	0,0024
11-20/ Pino / A	694	0,77	59,2	0,0036
	NS	P<0,01	NS	P<0,025
1-10 / Cedro / B	205	0,71	9,0	0,0022
11-20/ Pino / B	184	0,60	10,2	0,0024
	NS	NS	NS	NS

P= significatività della differenza (t test Student);

NS= differenza non significativa

TABELLA V.

VALORI DI CARBONIO POTENZIALMENTE MINERALIZZABILE (C<sub>0</sub>), COSTANTE DI VELOCITÀ (K) E CARBONIO TOTALE MINERALIZZATO (C<sub>m</sub>) DURANTE IL PERIODO DI OSSERVAZIONE (28 GIORNI)

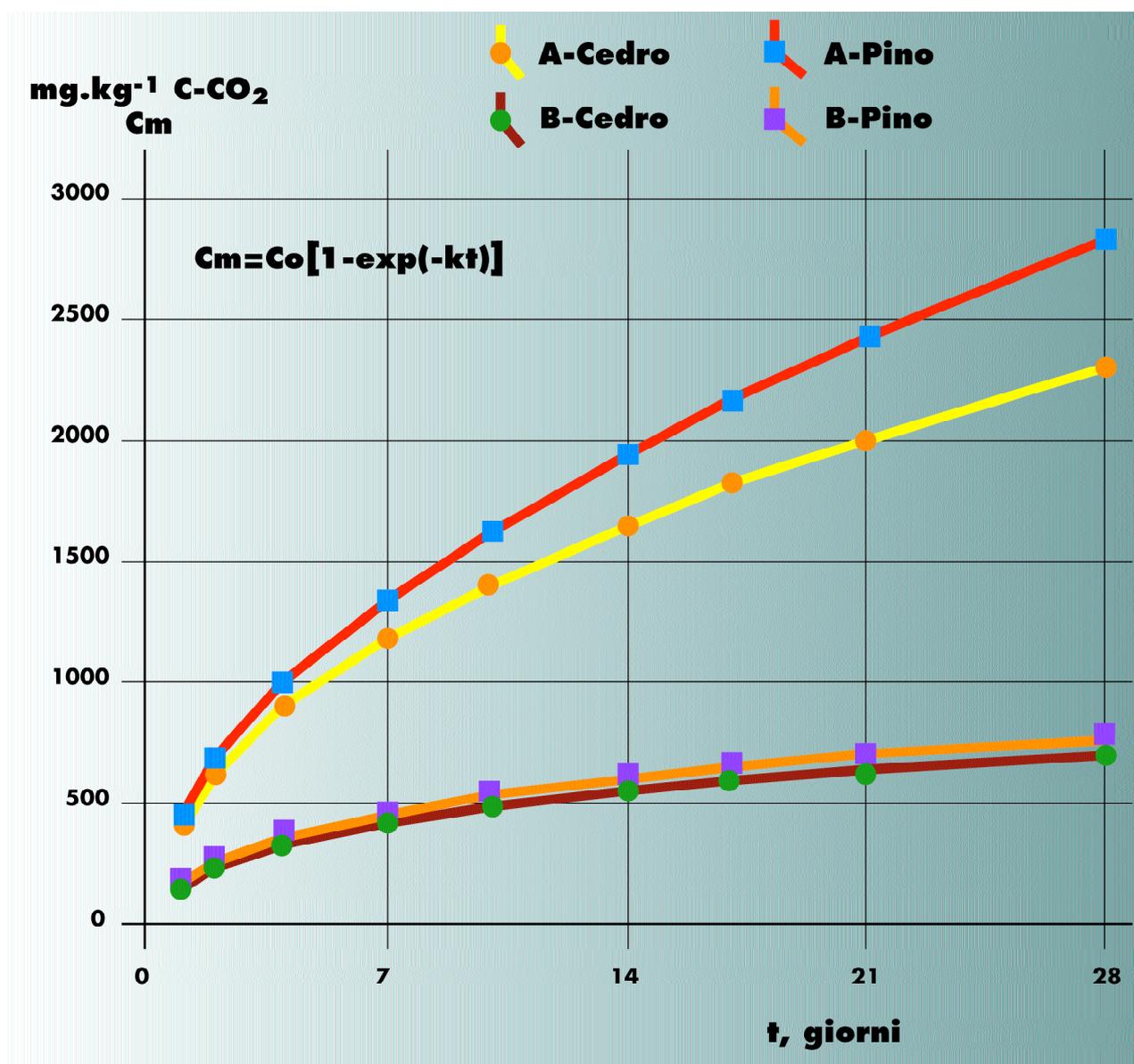
Pedons/vegetazione/ orizzonte	C <sub>0</sub> (mg CO <sub>2</sub> -C kg <sup>-1</sup> suolo)	k	C <sub>m</sub> (mg CO <sub>2</sub> -C kg <sup>-1</sup> suolo)
1-10 / Cedro / A	2297,6	0,113	2294,3
11-20/ Pino / A	2952,7	0,167	2833,6
	P<0,2	P<0,5	P<0,2
1-10 / Cedro / B	663,1	0,15	695,5
11-20/ Pino / B	728,9	0,15	765,9
	P<0,4	NS	P<0,5

P= significatività della differenza (t test Student);

NS= differenza non significativa

Una maggiore quantità di biomassa microbica, non solo in valore assoluto ma anche in rapporto al contenuto di carbonio organico, è presente nell'orizzonte A del suolo sotto cedro, dove l'attività metabolica è caratterizzata da una situazione di maggiore stabilità o equilibrio metabolico rispetto alla situazione omologa sotto pino. In quest'ultimo caso, infatti, un pool microbico di dimensioni inferiori sostiene una maggiore attività respiratoria sia totale che potenziale ed un più veloce turnover del carbonio (Tab. V). Per quanto riguarda l'efficienza metabolica, sotto pino si osservano (Tab. IV) valori maggiori di respirazione basale e respirazione specifica (quoziente metabolico), che possono essere interpretati o come segnali di stress metabolico o rappresentativi di una situazione di instabilità dell'ecosistema microbico che sembra preludere alla formazione di un suolo con profilo più dinamico ed evoluto. In quest'ultima direzione, infine, sembrano indirizzare i risultati di altre indagini condotte nella stessa area di studio e relative all'evoluzione delle caratteristiche di fertilità dei suoli indotte dal rimboscimento (Dazzi et al., 1996), la dinamica quali-quantitativa della mesofauna (Dazzi et al., 1997) e la presenza e distribuzione di metalli pesanti (Bellanca et al., 1997).

**FIGURA 3**  
**CURVE DI RESPIRAZIONE GIORNALIERA E CUMULATIVA PER I DIVERSI**  
**ORIZZONTI DEI DUE PEDON.**



**RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI CITATI**

- Bellanca A., Dazzi C., Neri R., Palombo B. 1997. *Distribuzione di metalli pesanti in profili di suoli forestali della Sicilia: implicazioni pedogenetiche e qualità del suolo*. Atti Convegno annuale Società Italiana Scienza del Suolo, 335-345.
- Dazzi C. 1996. *Tassonomia del forest floor e caratteristiche di fertilità di suoli forestali sotto Pino d'Aleppo [(Pinus halepensis (Miller))] e Cedro dell'Atlante [(Cedrus Atlantica (Endl))] nei Monti Sicani (Sicilia Occidentale)*. Boll. Società Italiana della Scienza del Suolo, 8: 51-61.
- Dazzi C., La Mela Veca S., Vacante G. 1996. *Caratteristiche e distribuzione dei suoli forestali del bosco Ledera sui monti Sicani (Sicilia Occidentale)*. Boll. Società Italiana della Scienza del Suolo, 8: 295-307.
- Dazzi C., Di Pisa A., La Mela Veca S., Massa B., Vacante G. 1997. *Una definizione della qualità dei suoli forestali in rapporto alla pedofauna*. Atti Convegno annuale Società Italiana Scienza del Suolo, 381-392.
- Pinzari F., Dell'Abate M.T., Benedetti A., Dazzi C. 2001. *Effets of a 40-years afforestation made up by Cedrus atlantica and Pinus halepensis on the soil chemistry and fertility of a Mediterranean soil*. Canadian Journal of Soil Science, 81(5):553-560.
- Pinzari F., Dell'Abate M. T., Benedetti A., Dazzi C. 2002. *Energy use in the A and B horizons of the soil under a Pine and a Cedar stand*. In: Developments in Soil Science, Volume 28B (A. Violante, P.M. Huang, J.M. Bollag, L. Gianfreda Eds.) Elsevier Science B.V., pp. 405-414 .

**Studio condotto da**

F. Pinzari, M.T. Dell'Abate, A. Benedetti e C. Dazzi

**Realizzazione della scheda a cura di**

M.T. Dell'Abate.

**CONCLUSIONI**

**Indicatori chimici.** Il confronto tra i profili di suolo sottostanti alle due diverse essenze vegetali evidenzia come la sostanza organica rappresenti un indicatore significativo ai fini dello sviluppo del profilo di suolo non solo negli orizzonti organici ma anche in quelli minerali. In questo caso è la quantità di sostanza organica accumulata, sia totale che umificata, ad essere significativamente diversa nelle due situazioni ecologiche mentre i parametri dell'umificazione (DH e HR) risultano meno sensibili, in quanto valori normalizzati rispetto al contenuto di carbonio organico totale ed estraibile. Per quanto riguarda le caratteristiche chimico-fisiche della lettiera e delle rispettive forme di humus, l'analisi termogravimetrica ha permesso di riscontrare differenze significative nelle quantità di frazioni termicamente più labili, che ben si accordano con il diverso turnover della sostanza organica che è stato riscontrato mediante misure di attività della biomassa microbica.

**Indicatori biologici.** Il diverso metabolismo microbico riscontrato sotto le due essenze vegetali ha messo in evidenza lo stretto rapporto che si è instaurato tra tipo di vegetazione e sviluppo di suolo. Sotto pino, dove viene accumulata più sostanza organica nel suolo, il pool microbico sostiene una maggiore attività respiratoria ma mostra una minore efficienza energetica, ovvero una più elevata respirazione specifica della biomassa microbica. Gli indicatori considerati hanno reso possibile evidenziare un diverso turnover del carbonio organico che fa presupporre per il suolo sotto pino una possibile maggiore evoluzione pedologica rispetto al suolo sotto cedro, dove invece si riscontrano condizioni di maggiore equilibrio metabolico e stabilità.

Si deve notare che in questo caso-studio è particolarmente evidente la stretta connessione tra gli indicatori chimici relativi alla sostanza organica e quelli biologici attinenti alla biomassa microbica del suolo, che insieme forniscono utili chiavi di lettura per la valutazione dell'efficacia del tipo di riforestazione effettuata ai fini della qualità del suolo. In generale, sebbene le specie forestali utilizzate non siano le migliori per il particolare ambiente dei monti Sicani, occorre considerare il ruolo positivo da esse svolto per aver contribuito a contrastare processi erosivi. I suoli originari ancora presenti in aree limitrofe non boscate, infatti, si presentano poco profondi o superficiali, mal strutturati e poco dotati in sostanza organica ed in elementi della fertilità.