

The following is the established format for referencing this article:

Vittozzi, P. et al. (2004) Decomposizione della lignina in lettiera di aghifoglie e latifoglie incubate in una foresta temperata e in una foresta boreale. In: Casagrandi, R. & Melià, P. (Eds.) Ecologia. Atti del XIII Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia (Como, 8-10 settembre 2003). Aracne, Roma, p. 87-93.
[online] URL: <http://www.xiiicongresso.societaitalianaecologia.org/articles/Vittozzi-83.pdf>

Decomposizione della lignina in lettiera di aghifoglie e latifoglie incubate in una foresta temperata e in una foresta boreale

P. Vittozzi^a, A. De Marco^a, A. Fierro^a, A. Virzo De Santo^a, B. Berg^b.

^aDipartimento di Biologia Vegetale, Università di Napoli Federico II-Via Foria 223, 80139 Napoli

^bLehrstuhl für Bodenökologie, Universität Bayreuth, Dr Hans Frisch Strasse 1-3, DE-944 48, Bayreuth-Germany

Abstract: In questa ricerca è stata seguita la dinamica della lignina durante la decomposizione delle lettiera di *Populus tremula* L. (foglie verdi e brune), *Betula pubescens* Ehrh., *Pinus contorta* L., *Pinus pinea* L., e *Pinus sylvestris* L. (foglie verdi e brune) incubate in due differenti condizioni climatiche, in una abetina sul Monte Taburno (Italia) e in una foresta boreale a Jädraås (Svezia). I risultati mostrano che le sette lettiera presentano modelli diversi di degradazione della lignina e che le condizioni dei due siti ne regolano la velocità di decomposizione e la concentrazione nel peso residuo. In *P. tremula* L., foglie verdi, la degradazione della lignina a Jädraås inizia fin dalle prime fasi di decomposizione della lettiera. Nelle altre lettiera si osserva una fase di accumulo prima della fase di decomposizione; quest'ultima è sempre più veloce a Jädraås. La concentrazione di lignina nella lettiera residua negli stadi avanzati di decomposizione è sempre più elevata nelle lettiera incubate al Monte Taburno. I risultati della ricerca indicano che le condizioni ambientali influenzano la degradazione della lignina e esercitano un importante controllo sull'accumulo di carbonio nel suolo.

Keywords: decomposizione; lignina; lettiera; clima.

1. INTRODUZIONE

Il processo di decomposizione è una fase fondamentale del ciclo della materia che assicura il funzionamento e il mantenimento della stabilità degli ecosistemi terrestri. La decomposizione è condizionata e regolata sia da fattori biotici (la qualità della lettiera, il tipo e l'abbondanza degli organismi decompositori) che abiotici (il clima e le condizioni edafiche).

La qualità della lettiera è un fattore che esprime le caratteristiche strutturali e chimiche della lettiera ed è indice della decomponibilità della materia organica, ad opera dei microrganismi [Swift, 1979]. L'influenza del clima sulla degradazione della materia organica morta si manifesta per lo più su scala regionale, mentre sono le proprietà della lettiera a condizionare maggiormente il processo su scala locale [Meentmeyer, 1978].

Le concentrazioni di macro e micronutrienti, la presenza più o meno abbondante di molecole complesse quali chitine, cellulose, emicellulose e lignine, particolarmente recalcitranti alla degradazione enzimatica [Melillo et al., 1982; Berg & Cortina, 1995; Fioretto et al., 2001] condizionano notevolmente il processo degradativo, influenzandone la velocità ma anche la dinamica del rilascio o dell'immobilizzazione

dei nutrienti [Berg & Staaf, 1981; Fioretto et al., 1998; Rutigliano et al., 1998].

Berg & Staff [1980] hanno proposto un modello di decomposizione a due fasi; nella prima fase la velocità di decomposizione è esponenziale, nella seconda fase la velocità di decomposizione, estremamente bassa, tende a zero fino a raggiungere un valore asintotico. Il valore asintotico e cioè il valore limite di peso perso, dipende dalle caratteristiche qualitative della lettiera: *Pinus contorta* può raggiungere il 100% di peso perso, *Pinus sylvestris* circa 89%, *Betula pubescens* 55% [Berg, 1995]. Sebbene il modello sia stato osservato e confermato in molti sistemi forestali, non sono ancora noti i meccanismi che determinano l'asintoto. Molti autori [Berg & Staff, 1980; Melillo et al., 1982] considerano la dinamica della lignina come fattore responsabile del fenomeno. La lignina, essendo una molecola recalcitrante, rallenta sia gli stadi iniziali della decomposizione che gli stadi tardivi [Melillo et al., 1982] nei quali la sua concentrazione aumenta in seguito alla scomparsa delle sostanze facilmente degradabili [Berg et al., 1984]. Dati recenti, dimostrano evidenti effetti del clima sulla qualità della materia organica del suolo e sulla dinamica di decomposizione della lignina.

Secondo Bringmark e Bringmark [1991] la materia organica formatasi in condizioni climatiche diverse, differisce nel contenuto di carboidrati immediatamente disponibili e nella resistenza alla degradazione offerta dalle frazioni più vecchie. Kurz-Besson [2000] ha osservato che la lettiera incubata in un sito a clima caldo e umido presenta, allo stesso stadio di decomposizione, un maggior accumulo di composti recalcitranti rispetto ad un sito a clima freddo e secco. Berg et al. [1993] hanno trovato che nella lettiera di pino silvestre incubata in differenti condizioni climatiche la concentrazione di lignina nelle fasi avanzate di decomposizione era tanto più elevata quanto maggiore era la velocità di decomposizione nelle fasi iniziali. Infine, Mc Tiernan et al. [2003] riportano che la decomposizione della lettiera di pino silvestre produce materia organica con concentrazioni di lignina più alte nelle regioni con clima caldo-umido che in ambienti a clima freddo e secco.

In questa ricerca è stata seguita la decomposizione della lignina in tre lettieri di latifoglie, *Betula pubescens* Ehrh. (foglie verdi), *Populus tremula* L. (foglie verdi e brune), e quattro lettieri di conifere *Pinus sylvestris* L. (foglie verdi e brune), *Pinus pinea* L. (foglie brune), *Pinus contorta* L. (foglie brune), incubate in due siti, a Jädraås e al Monte Taburno con caratteristiche climatiche ed edafiche molto diverse, per verificare gli effetti della qualità della lettiera e del clima sulla composizione della materia organica nelle fasi più avanzate di decomposizione.

2. AREE DI STUDIO

La ricerca è stata condotta in due stazioni con condizioni climatiche ed edafiche diverse. Uno dei siti scelti era localizzato nella foresta boreale di *Pinus sylvestris* L. a Jädraås (Svezia) ad una altitudine di 185 m s.l.m. (60°49'N; 16°30'E, a 200 Km a NE di Stoccolma) In questo sito la temperatura media annua è 2,9°C, e le precipitazioni annue ammontano a 609 mm e l'evapotraspirazione reale (AET) è pari a 472. Il suolo della stazione di Jädraås, un Typic Haploryod, [USDA, 1998] è ricoperto da uno strato di lettiera spesso circa 4,5 cm, e presenta uno strato di humus di tipo mor, con valori di pH compresi tra 3,9-4,2. Il suolo nei primi 5 cm è povero di nutrienti. L'altra stazione scelta è in Italia nella foresta temperata di *Abies alba* Mill. sul Monte Taburno (41°06'N; 14°36'E, 42 Km NE di Napoli, Campania) ad un'altitudine di 1100 m s.l.m.. La temperatura media annua è di 7,9°C, e le precipitazioni medie annue del Monte Taburno corrispondono a 2166 mm, mentre l'AET è di 561. Il suolo del M. Taburno è un Typic Hapludand [USDA, 1998], ricco in nutrienti essenziali, e ricoperto da uno strato di

lettiera di 1,82 cm, e da uno strato di humus di tipo mull, con pH pari a 6,0.

3. MATERIALI E METODI

Sono state utilizzate sette lettieri diverse, prelevate in differenti località: *Betula pubescens* Ehrh. (foglie verdi), *Populus tremula* L. (foglie verdi e brune), *Pinus sylvestris* L. (foglie verdi e brune), *Pinus pinea* L. (foglie brune), ed infine *Pinus contorta* L. (foglie brune).

In particolare gli aghi di *Pinus contorta* L. e *Pinus sylvestris* L. sono stati raccolti da una pineta di circa 40 anni situata su un suolo sabbioso a Kappsjon presso Malung, in Svezia (60°33' N, 13°44' E, 375 m s.l.m.). Le foglie brune di *Pinus contorta* L. e di *Pinus sylvestris* L. sono state raccolte all'abscissione per scuotimento dei rami. Le foglie verdi di *Pinus sylvestris* L. sono state raccolte direttamente sugli alberi. Le foglie brune di *Pinus pinea* L. sono state raccolte all'abscissione in una pineta di circa 40 anni localizzata a Terzigno, sulle pendici sud-est del Vesuvio (40°49' N, 14°28' E, 1100 m s.l.m.). Le foglie brune di *Populus tremula* L. sono state raccolte all'abscissione, quelle verdi di *Populus tremula* L. e *Betula pubescens* Ehrh. sono state raccolte direttamente dagli alberi nella stazione di Jädraås.

Le lettieri prelevate da vari siti sono state fatte seccare all'aria a temperatura ambiente. Per la decomposizione sono stati preparati sacchetti di terilene, contenenti circa 2 g di lettiera, con maglie di 1mm. Per seguire la decomposizione e la dinamica della lignina le sette lettieri sono state incubate in 25 punti diversi di un'area prescelta, nella pineta di Jädraås e nell'abetina del Monte Taburno. I sacchetti di lettiera sono stati incubati, al Monte Taburno il 24/05/95, e a Jädraås il 09/11/1994. I sacchetti di lettiera sono stati prelevati ad intervalli di circa tre mesi, per circa 3 anni da ciascuno dei 25 punti di incubazione per sito. La perdita di peso della lettiera è stata determinata gravimetricamente. La differenza di peso secco rispetto al peso iniziale noto, rappresenta il peso perso per decomposizione che è stato espresso in % del peso iniziale.

Per determinare la quantità di lignina è stata utilizzata una procedura sperimentale suddivisa in due fasi: il metodo delle fibre acido deterso secondo Goering-Van Soest [1970] e il metodo di Klason [Kirk & Obst, 1970]. La metodica consente di eliminare gradualmente dal materiale utilizzato le macromolecole strutturali (cellulosa, emicellulosa, lipidi, zuccheri) fino ad ottenere, come principale sostanza rimanente, la lignina. L'analisi del contenuto di lignina è stata compiuta su lettiera seccata in stufa a 75°C e finemente polverizzata con un polverizzatore (Fristch, 00.502) con biglia e pareti in agata. Le misure sono state eseguite su due prove parallele,

partendo da 500 mg per ogni prova. La quantità di lignina ai diversi stadi di decomposizione è stata espressa come mg/g di lettiera residua e come mg/g di lettiera iniziale.

I dati di degradazione della lignina sono rappresentati mediante funzioni polinomiali di terzo ordine che bene evidenziano i cambiamenti nel contenuto di lignina durante la decomposizione della lettiera.

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

4.1 Perdita di peso

I siti di incubazione di Jädraås e del Monte Taburno, oltre ad essere interessati da regimi climatici diversi, presentano naturalmente differenze anche per quel che riguarda le condizioni edafiche.

In particolare l'humus del Monte Taburno mostra un contenuto in elementi, sia in forma totale che disponibile, maggiore rispetto a Jädraås, tranne che per il P disponibile (Tabella 1).

Le foglie di *P. tremula* e *B. pubescens* sono più ricche di nutrienti rispetto agli aghi che per la loro struttura xeromorfa sono più ricchi di C (Tabella 1). Le foglie brune di *P. tremula* e *P. sylvestris* mostrano concentrazioni di N, P, K, Mg e S più basse rispetto alle foglie verdi (Tabella 1), probabilmente per l'effetto della traslocazione di questi elementi durante la senescenza. Il Ca, invece, si accumula nelle foglie senescenti (Tabella 1). Il contenuto di lignina varia a seconda della lettiera (Tabella 1). Le latifoglie presentano un contenuto di lignina più basso rispetto alle aghifoglie, anche se *Populus tremula*

ha una concentrazione di lignina molto simile a quella determinata in *Pinus sylvestris*, foglie verdi. In particolare la concentrazione più alta, 347 mg/g, è stata registrata per *Pinus contorta* e il valore più basso, 179 mg/g, per *Betula pubescens* (Tabella 1). La dinamica di decomposizione è stata seguita per ciascuna delle sette lettieri per un periodo di circa 3 anni. Tutte le lettieri presentano una maggiore decomposizione al Monte Taburno dove si registra una perdita di peso fino al 70- 80% mentre a Jädraås il valore di peso perso raggiunge il 60-65% (Figura 1).

In entrambi i siti è stato osservato che i valori più alti di decomposizione sono stati raggiunti dalle lettieri di *Betula pubescens* e *Populus tremula*, foglie verdi e brune. Sia alla stazione del Monte Taburno che alla stazione di Jädraås (Figura 1) è stato osservato un andamento a due fasi del processo decompositivo, conforme al modello asintotico della decomposizione proposto da Berg & Staff [1980], con l'unica eccezione di *Pinus contorta* che mostra una curva di decomposizione a tendenza lineare.

I valori limite di decomposizione delle lettieri in esame sono riportati nella tabella 2, e sono calcolati utilizzando l'equazione proposta da Berg et al. [1995]:

$$m.l. = m(1 - e^{-kt/m})$$

dove m.l. rappresenta la perdita di peso espressa in %; t è il tempo espresso in giorni; m la massima perdita di peso e k la velocità di decomposizione. Il valore limite più alto (85.05%) è raggiunto dalla lettiera di *P. sylvestris* (foglie verdi) incubata al M. Taburno (Tabella 2).

Tabella 1: Contenuto in macronutrienti e lignina della lettiera iniziale. Sono anche riportate le concentrazioni di nutrienti (contenuto totale e frazione disponibile) nell'humus del M. Taburno e di Jädraås. v=foglie verdi; b=foglie brune; tc=contenuto totale; af=frazione disponibile

	Ca (mg/g)	K (mg/g)	Mg (mg/g)	P (mg/g)	N (mg/g)	S (mg/g)	C (mg/g)	Lignina (mg/g)
Lettieria								
<i>B. pubescens</i> (v)	9.5	9	3.37	1.96	24.3	1.54	483.0	179
<i>P. tremula</i> (v)	8.4	14.2	2.29	2.12	24.2	1.87	503.7	230
<i>P. tremula</i> (b)	17.1	6.3	2.13	0.63	6.8	1.37	505.9	243
<i>P. sylvestris</i> (v)	3.9	5.9	0.79	1.36	12.1	0.81	515.9	239
<i>P. sylvestris</i> (b)	5.6	0.5	0.34	0.20	3.6	0.44	532.2	278
<i>P. pinea</i> (b)	7.1	5.9	2.40	0.57	3.0	0.44	507.7	312
<i>P. contorta</i> (b)	8.7	0.5	1.06	0.29	3.1	1.36	529.7	347
Humus								
Taburno (tc)	19.99	17.7	4.76	2.84	8.5	--	110.2	
Taburno (af)	7.73	0.23	0.23	0.01	--	--	--	
Jädraås (tc)	3.23	10.9	0.98	0.47	10.6	--	448.3	
Jädraås (af)	0.79	0.13	0.06	0.06	--	--	--	

Tabella 2: Valore limite delle lettiere incubate al M. Taburno e a Jädraås, calcolato seguendo l'equazione di Berg et al., 1995. Sono anche riportate le differenze significative tra le lettiere incubate nei due siti: *=P<005; **=P<0.01. v=foglie verdi; b=foglie brune.

Lettieria	Taburno	Jädraås
<i>B. pubescens</i> (v)	69.56 (±2.13)*	62.28 (±2.28)*
<i>P. tremula</i> (v)	79.71 (±3.68)**	62.74 (±2.10)**
<i>P. tremula</i> (b)	77.63 (±3.90)**	63.00 (±2.12)**
<i>P. sylvestris</i> (v)	85.05 (±9.62)*	72.76 (±3.45)*
<i>P. sylvestris</i> (b)	74.34 (±5.58)	82.86 (±9.39)
<i>P. pinea</i> (b)	67.76 (±8.06)	77.76 (±10.85)

Le lettiere di *B. pubescens*, *P. tremula* (foglie verdi e brune) e *P. sylvestris* (foglie verdi), mostano valori limite significativamente più alti (Tabella 2) quando incubate al M. Taburno. Al contrario *P. sylvestris* (foglie brune) e *P. pinea* raggiungono valori limite maggiori a Jädraås, anche se le differenze non sono significative (Tabella 2). Durante la prima fase di decomposizione (un periodo di 400 - 500 giorni di incubazione) si osserva (Figura 1) una rapida perdita di peso di tutte le lettiere, indipendentemente dal sito di incubazione, attribuibile sia alla degradazione microbica che ai processi di lisciviazione dei componenti solubili. In questo periodo, la decomposizione delle lettiere procede più velocemente al Monte Taburno, probabilmente a causa delle condizioni climatiche di questo sito, più favorevoli all'attività dei microrganismi.

Nel periodo successivo la decomposizione rallenta (Figura 1), verosimilmente per la scomparsa dei componenti più degradabili e per l'accumulo di quelli recalcitranti, come lignina e tannini, che inibiscono il processo degradativo. Inoltre, le aghifoglie si decompongono meno delle latifoglie (Figura 1), come era prevedibile in base alle maggiori concentrazioni iniziali di lignina (Tabella 1) e al minor contenuto in nutrienti (Tabella 1).

In entrambi i siti, inoltre, è stato riscontrato che le lettiere di foglie e aghi verdi raggiungono livelli più alti di decomposizione, rispetto a foglie e aghi bruni. Anche in questo caso la maggiore perdita di peso è probabilmente da collegare alle concentrazioni più elevate di nutrienti nelle foglie verdi (Tabella 1).

4.2 Dinamica della lignina

Le sette lettiere studiate differiscono per il loro contenuto iniziale di lignina (Tabella 1), che va da 179 mg/g in *B. pubescens* a 346 mg/g in *P.*

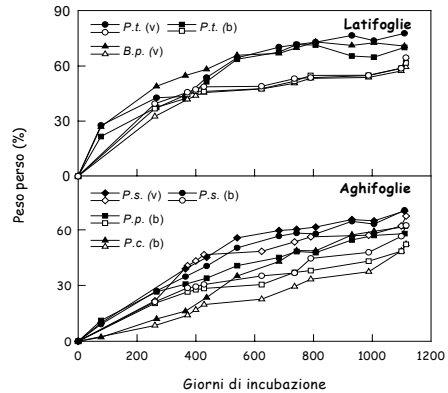


Figura 1: Perdita di peso registrata nelle due stazioni di Taburno (simboli pieni) e Jädraås (simboli vuoti) per le lettiere di: *Betula pubescens* Ehrh. (*B.p.*); *Populus tremula* L. (*P.t.*); *Pinus sylvestris* L. (*P.s.*); *Pinus pinea* L. (*P.p.*) e *Pinus contorta* L. (*P.c.*). Le lettere v e b stanno in tutti i casi per foglie verdi e brune rispettivamente.

contorta, e in particolare le aghifoglie sono più ricche di lignina delle latifoglie.

Nella figura 2 sono riportate le concentrazioni di lignina nella lettiera residua al 10 %, 20 % e 40 % di peso perso e al valore limite di decomposizione. Sono, inoltre, riportati anche i valori della concentrazione iniziale di lignina nelle lettiere. La concentrazione di lignina riferita al valore limite non è riportata per *P. contorta* perché questa lettiera non raggiunge l'asintoto durante il processo decompositivo.

Dai risultati ottenuti emerge che tutte le lettiere manifestano una tendenza all'incremento della concentrazione di lignina durante il processo di decomposizione (Figura 2). Con il procedere della decomposizione, le lettiere perdono i costituenti organici più degradabili; la lignina invece, essendo una sostanza particolarmente recalcitrante, verrà decomposta solo più tardi e lentamente; pertanto la sua concentrazione nella massa residua di lettiera va progressivamente aumentando. Inoltre dal confronto tra le stesse lettiere incubate nei due siti diversi, si evidenzia che l'accumulo di lignina è maggiore al Monte Taburno rispetto a Jädraås (Figura 2). Solo per *P. tremula* (foglie brune) al Monte Taburno si nota un decremento della concentrazione di lignina rispetto al valore iniziale nella lettiera residua al 10% e al 20% di peso perso, e per *P. tremula* (foglie verdi) incubata a Jädraås la riduzione della concentrazione di lignina si osserva nella lettiera residua al 10 %, 20 % e 40 % di peso perso (Figura 2). L'incremento della concentrazione della lignina non rispecchia necessariamente l'aumento della quantità di questo componente ma potrebbe dipendere semplicemente dalla

degradazione delle altre sostanze. La tendenza all'incremento della concentrazione di lignina nella lettiera residua è confermata anche al valore limite di decomposizione per tutte le lettiere in entrambi i siti, ad eccezione di *P. sylvestris* (foglie verdi) a Jädraås. In figura 3 è riportata la quantità di lignina ai diversi stadi di decomposizione, in mg per grammo di lettiera iniziale. Questa rappresentazione permette di evidenziare le variazioni della quantità di lignina nel tempo indipendentemente dalle variazioni relative agli altri componenti. Nella figura 3 sono, inoltre, riportate le curve ricavate dall'equazione polinomiale di terzo ordine che dà la migliore interpolazione dei dati sperimentali. Il grafico evidenzia che la dinamica della lignina è diversa a Jädraås e al Monte Taburno. Per tutte le lettiere incubate al Monte Taburno, ad eccezione di *P. tremula*, foglie brune, si osserva nella prima fase di decomposizione un incremento della quantità di lignina seguito da un decremento in corrispondenza del 15-30% di peso perso (Figura 3). Per la lettiera di *P. tremula*, foglie brune, incubata al Monte Taburno si osserva invece un decremento iniziale di lignina ed un successivo

corrispondenza del 50% di peso perso, mentre per *P. sylvestris*, foglie verdi, alla iniziale degradazione segue un successivo accumulo intorno al 15% di peso perso (Figura 3). Comunque la degradazione di lignina al Monte Taburno inizia sempre in una fase più avanzata di decomposizione rispetto Jädraås (Figura 3).

5. CONCLUSIONI

I risultati di questo lavoro mostrano che le sette lettiere presentano modelli diversi di degradazione della lignina. Le lettiere di *B. pubescens*, *P. sylvestris* (foglie brune), *P. pinea* e *P. contorta* mostrano in entrambi i siti di incubazione una fase di accumulo della lignina prima della fase degradativa. Nelle lettiere di *P. tremula* e *P. sylvestris*, foglie verdi, incubate a Jädraås, e nella lettiera di *P. tremula*, foglie brune, incubata al Monte Taburno, si osserva una iniziale fase degradativa della lignina seguita da una fase di accumulo. Nelle fasi più avanzate del processo decompositivo, la quantità di lignina nella lettiera residua allo stesso stadio di decomposizione è sempre più elevata nelle lettiere incubate al Monte Taburno.

Queste differenze tra siti possono essere dovute ad un effetto differenziale del clima sugli organismi decompositori. Flanagan e Veum [1974] in una serie di esperimenti di respirazione di funghi artici, hanno evidenziato che le attività ligninolitica e cellulolitica erano simili sia a bassa che a temperatura ambiente; invece la decomposizione dell'amido e della pectina era inibita a bassa temperatura. Berg et al. [1993] hanno trovato che la lettiera di pino silvestre incubata in differenti siti in Svezia presentava incrementi della concentrazione della lignina in funzione del peso perso più forti nei siti meridionali, dove i valori di evapotraspirazione erano più elevati. Secondo questi autori le differenze sono imputabili all'interazione di fattori che limitano l'attività dei decompositori oppure alla composizione della comunità microbica.

Essi hanno ipotizzato, inoltre, che le condizioni climatiche che favoriscono la decomposizione della cellulosa non influenzano allo stesso modo la decomposizione della lignina, cosicché l'elevata velocità di decomposizione della frazione costituita da cellulosa, farebbe aumentare più velocemente la concentrazione di lignina. Mc Tiernan et al. [2003] in uno studio sulla decomposizione della lettiera di *Pinus sylvestris* in 15 siti lungo un transetto climatico dalla foresta di Golia, in Calabria (39°24'N), alla foresta di Grunewald, in Germania (56°08'N), hanno osservato differenti dinamiche di accumulo e perdita delle diverse frazioni carboniose, dell'azoto e delle ceneri. In particolare la concentrazione di lignina nella lettiera residua al

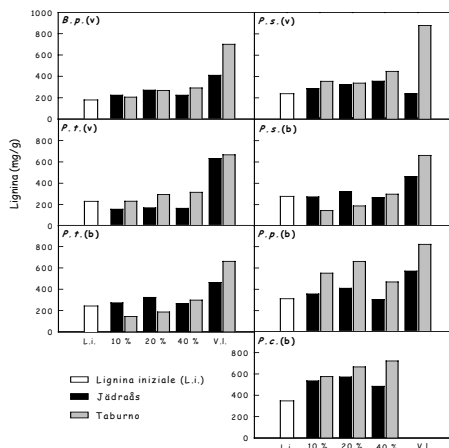


Figura 2: Concentrazione della lignina nella lettiera iniziale (L.i.) e nella lettiera residua al 10 %, al 20 %, al 40 % e al valore limite di decomposizione (V.l.) per le lettiere incubate nelle due stazioni di Taburno e Jädraås. v=foglie verdi e b=foglie brune.

accumulo (Figura 3). Anche le lettiere incubate a Jädraås, mostrano un iniziale incremento della lignina, seguito da degradazione, tranne *P. tremula*, foglie verdi, e *P. sylvestris*, foglie verdi (Figura 3). In particolare nella lettiera di *P. tremula*, foglie verdi, la lignina viene degradata fin dalle prime fasi del processo decompositivo e fa registrare un sensibile accumulo solo in

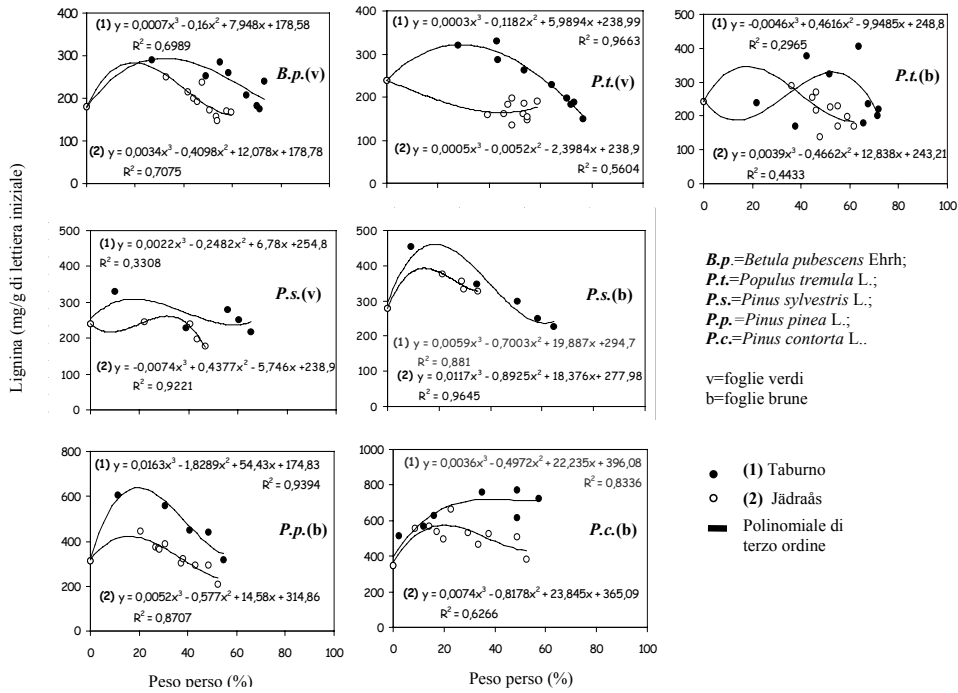


Figura 3: Quantità di lignina mg/g di lettiera iniziale a vari stadi di decomposizione.

50 % di peso perso variava da 260 a 430 mg/g ed era positivamente correlata all'umidità. Inoltre la degradazione della lignina era correlata negativamente all'evapotraspirazione reale e questo portava alla conclusione che la decomposizione dello stesso tipo di lettiera in diverse condizioni climatiche determina la formazione di materia organica più recalcitrante in siti più caldi e più umidi che in quelli freddi e secchi. I risultati di questo studio confermano per sette diversi tipi di lettiera che in condizioni di clima più caldo ed umido durante la decomposizione si accumula materia organica più ricca di lignina e quindi più recalcitrante. Pertanto si può affermare che, a parità di qualità della lettiera, il clima può esercitare un importante controllo nell'accumulo di carbonio nel suolo. Accanto all'influenza del clima va anche considerata l'interazione delle condizioni edafiche. La più lenta degradazione della lignina a M. Taburno rispetto a Jädraås può essere spiegata da diversi livelli di azoto nei due suoli. Se la concentrazione dell'azoto viene riferita alla sostanza organica, che è la frazione biologicamente attiva del terreno, i valori in tabella 1 relativi alla concentrazione dell'azoto risultano rispettivamente 38,2 mg/g per Monte Taburno contro 12,8 mg/g a Jädraås. Un supporto a questa ipotesi può essere fornita dai dati di

Eriksson et al. [1990] che hanno confrontato l'influenza dell'azoto sulla repressione dei sistemi enzimatici ligninolitici di funghi isolati da terreni poveri e ricchi di azoto.

6. BIBLIOGRAFIA

- Berg, B., & H., Staff, Decomposition rate and chemical changes of Scots pine needle litter. Influence of chemical composition. In: Structure and function of northern coniferous forest. An ecosystem study (T. Persson ed.) Ecological Bull., Stockholm, 32, 373-390, 1980.
- Berg, B., & H., Staff, Leaching, accumulation and release of nitrogen from decomposing forest litter. In: Terrestrial Nitrogen Cycles. Processes, Ecosystem Strategies and management Impact. Ecological Bull., Stockholm, 33: 163-178, 1981.
- Berg, B., G. Ekbohm, B. Söderström, H. Staff, Reduction of decomposition rates of Scots pine needle litter due to heavy-metal pollution. Water, Air, Soil, Pollut 59, 165-177, 1991.
- Berg, B., C. McClaugherty, M. Johansson, Litter mass-loss rates in late stages of decomposition at some climatically and nutritionally. Long-term decomposition in

- Scots pine forest. VIII. Canadian Journal of Botany 71, 680-692, 1993.
- Berg, B., J. Cortina, Nutrient dynamics in some decomposing leaf and needle litter types in a *Pinus sylvestris* forest. Scand. J. For. Res., 10: 1-11, 1995.
- Berg, B., C. McClougherty, A. Virzo De Santo, M.B. Johansson, G. Ekbohm, Decomposition of litter and soil organic matter-can we distinguish a mechanism for soil organic matter buildup? Scan. J. For. Res., 10: 108-119, 1995.
- Bringmark, E., L. Bringmark, Large-scale pattern of mor layer degradability in Sweden measured as standardized respiration. In: Allard, B., Borén, H., Grimval, A. (Eds.) Humic Substances in Aquatic and Terrestrial Environment, Springer-Verlag, Berlin, pp.255-259, 1991.
- Eriksson, K.E., R.A. Blanchette, P. Ander, Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components. Springer Series in wood science, Springer Verlag, Berlin, 1990.
- Fioretto, A., A. Musacchio, A. Andolfi, A. Virzo De Santo, Decomposition dynamic of litters of various pine specie in a Corsican pine forest. Soil Biology & Biochemistry 30, 721-727, 1998.
- Fioretto, A., S. Papa, G. Sorrentino, A. Fuggi, Decomposition of *Cistus incanus* leaf litter in a Mediterranean maquis ecosystem: mass loss, microbial enzyme activities and nutrient changes. Soil Biology & Biochemistry 33, 311-321, 2001.
- Flanagan, P.W., A.K. Veum, Relationship between respiration, weight loss, temperature and moisture in organic residues. In Holding, A.J., Heal, O. W., Mac Lean, S.F. Flanagan P.W. (Eds), Soil organism and decomposition in tundra, Tundra Biome Steering Committee, pp. 249-277, 1974.
- Goering, H.K., P.J. Van Soest, Forage Fiber Analysis. Agricultural Handbook, n° 379, 1970.
- McTiernan, K. B, M.M. Coûteaux., B. Berg, M.P Berg, R. Calvo de Anta, A. Gallardo, W. Kratz, P. Piussi, J. Remacle, A. Virzo De Santo, Changes in chemical composition of *Pinus sylvestris* needle litter during decomposition along a Euraean coniferous forest climatic transect. Soil Biology & Biochemistry 35, 801-812, 2003.
- Melillo, J.M., J.D. Aber, and J.F. Muratore, Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. Ecology 63, 621-626, 1982.
- Meentmeyer, V., Macroclimate and lignin control of litter decomposition rates. Ecology 59: 465-472, 1978.
- Kirk, T.K, and J.R. Obst, Lignin determination. Method in enzymology 161, 87- 101, 1998.
- Kurz-Besson, C., Dècomposition de litières de pin (*P. sylvestris*, *P. halepensis*, et *P. Pinaster*) dans un transect climatique européen: role de la qualité des litières et du climat. Phd Thesis, University of Paris XI, Orsay, France, 280 pp., 2000.
- Rutigliano, F., A. Alfani, L. Bellini, A. Virzo De Santo, Nutrient dynamics in decaying leaves of *Fagus sylvatica* L. and needles of *Abies alba*. Mill. Biol. Fertil. Soils 27, 119-126, 1998.
- Swift, M.J., O.W. Heal, J.M. Anderson, Decomposition in terrestrial ecosystem. Studies in Ecology, vol.5. Blackwell Scientific, Oxford, UK (365 pp), 1979.
- USDA-Natural Resources Conservation Service, Keys to soil taxonomy Jädraås my. Eighth edition, Washington D.C., 1998.