

The background of the slide features a dense network of bare, dark tree branches against a light, hazy sky. The branches are intricate and spread across the entire frame, creating a complex, web-like pattern. The overall tone is muted and naturalistic.

# Monitoraggio della biodiversità per una gestione forestale sostenibile

Sabina Burrascano, Francesco M. Sabatini, Carlo Blasi

Sapienza University of Rome

# Sommario

## Introduzione

Foreste temperate e biodiversità

Foreste vetuste come riferimento

## Approcci al monitoraggio

Caratteri strutturali

Ricchezza di specie

Beta-diversità

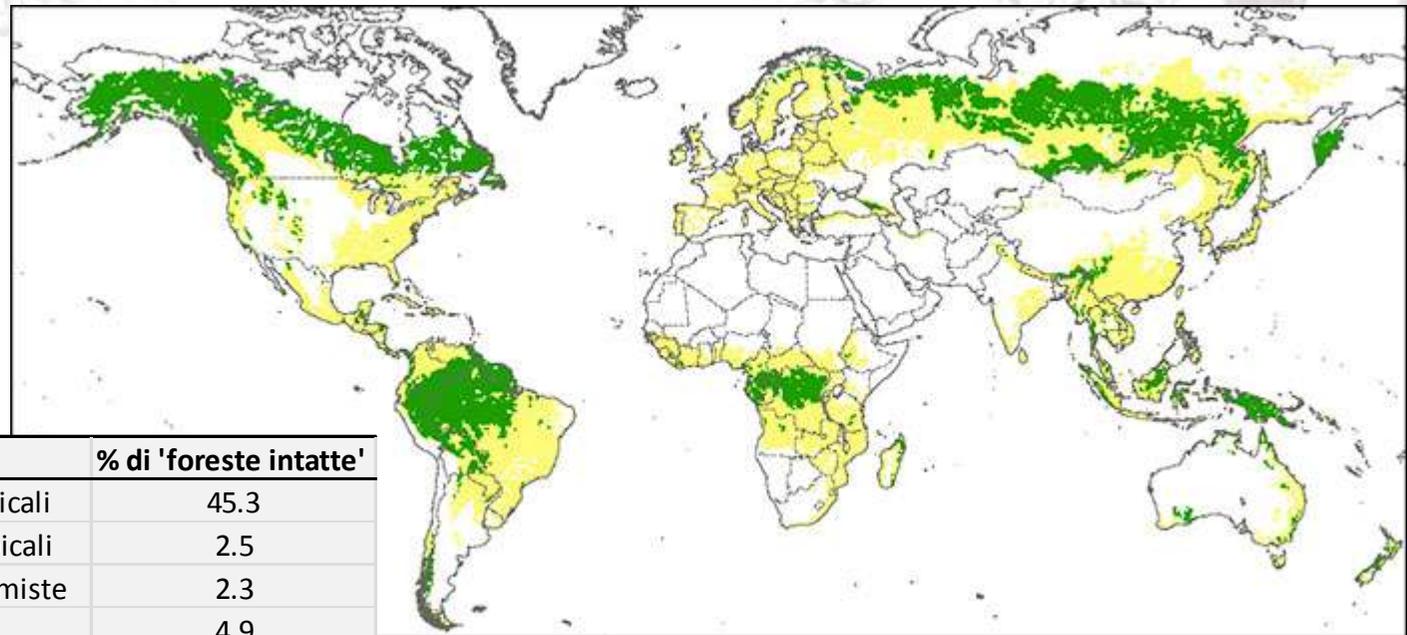
Indicatori biologici



Le foreste delle zone temperate sono le più ridotte in estensione ed alterate a livello globale:

- coprono il 30-35% della loro estensione potenziale contro il 45 e 65% delle foreste tropicali e boreali (Silander 2001);
- Nelle zone temperate sono presenti solo il 7.2% delle foreste intatte del mondo (Potapov et al., 2008).

Bioma	Estensione potenziale (milioni di km <sup>2</sup> )	Estensione attuale (milioni di km <sup>2</sup> )
Foreste boreali	12.2	8.0-11.5
Foreste tropicali	29	14.2-15.6
Foreste temperate	14.6	4.6-6.8
Totale	55.8	26.8-33.9



Bioma	% di 'foreste intatte'
Foreste chiuse tropicali e subtropicali	45.3
Foreste aperte tropicali e subtropicali	2.5
Foreste temperate di latifoglie o miste	2.3
Foreste temperate di conifere	4.9
Foreste boreali	43.8

*Intact Forest Landscapes* in verde, aree forestate in giallo

## Foreste temperate e biodiversità

Le foreste delle zone temperate hanno un importante ruolo nella conservazione di numerosi organismi: dalle piante vascolari, ai licheni; dagli invertebrati ai grandi mammiferi ai funghi.



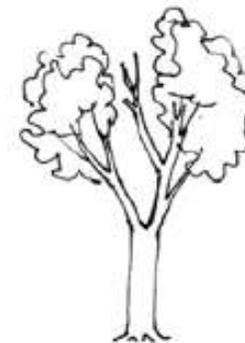
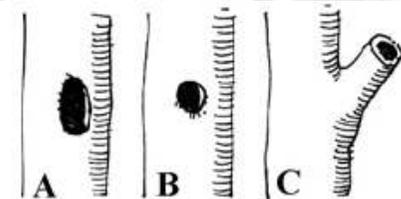
Foreste vetuste come riferimento

In particolare le foreste negli stadi successionali più avanzati sono ricche in microhabitat e caratterizzate da un'elevata continuità ecologica (Franklin & Spies 1991; Keddy & Drummond 1996; CBD; GSPC).

Specie che richiedono tempi lunghi per la colonizzazione



Microhabitat legati all'eterogeneità strutturale



## Foreste vetuste come riferimento

Per monitorare gli effetti della gestione è utile avere come riferimento un bosco non gestito, dove sia in atto una dinamica naturale e siano rappresentate anche le fasi successionali più avanzate.



**Albero schiantato nella foresta di Bialowieza**



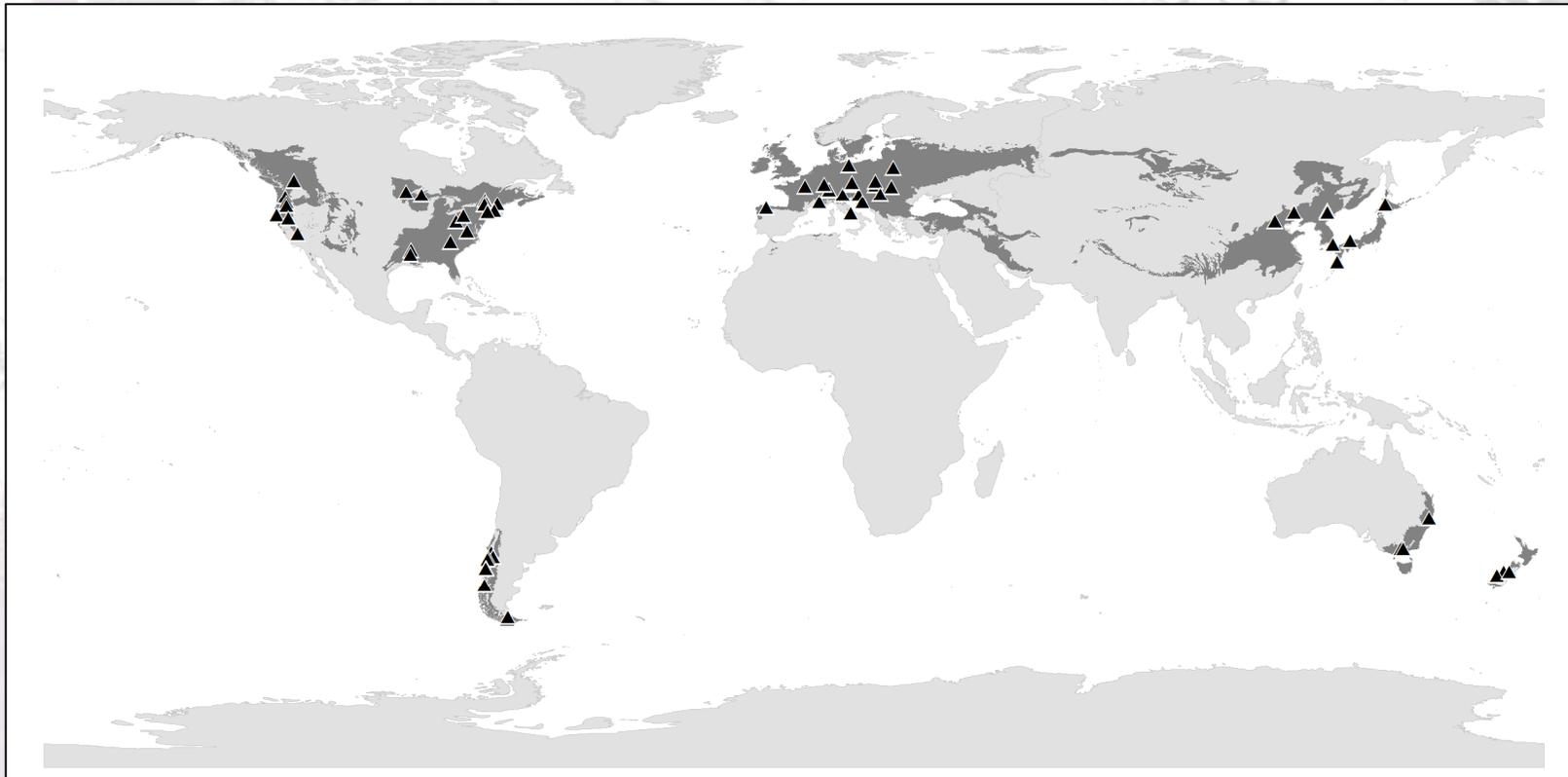
**Esempio di albero abbattuto per il ripristino del legno morto – Bosco Fontana**

Lo studio delle foreste vetuste può costituire la base per sviluppare sistemi selvicolturali che imitino i processi naturali coniugando necessità socio-economiche ed il mantenimento di un'ampio spettro di servizi ecosistemici (Franklin et al. 2002, Bauhus et al. 2009).

## Caratteri strutturali delle foreste vetuste

Il contributo dello studio di foreste vetuste alla definizione di pratiche di gestione sostenibile è limitato dalle differenze tra diversi tipi forestali e dalla scarsità di aree nelle fasi successionali più avanzate (Oliver and Larson 1990, Brang 2005).

Per mettere in evidenza caratteristiche comuni e variabilità tra le foreste vetuste temperate in differenti regioni abbiamo analizzato i dati relativi a 100 boschi derivanti da 70 articoli scientifici internazionali.



# Caratteri strutturali delle foreste vetuste

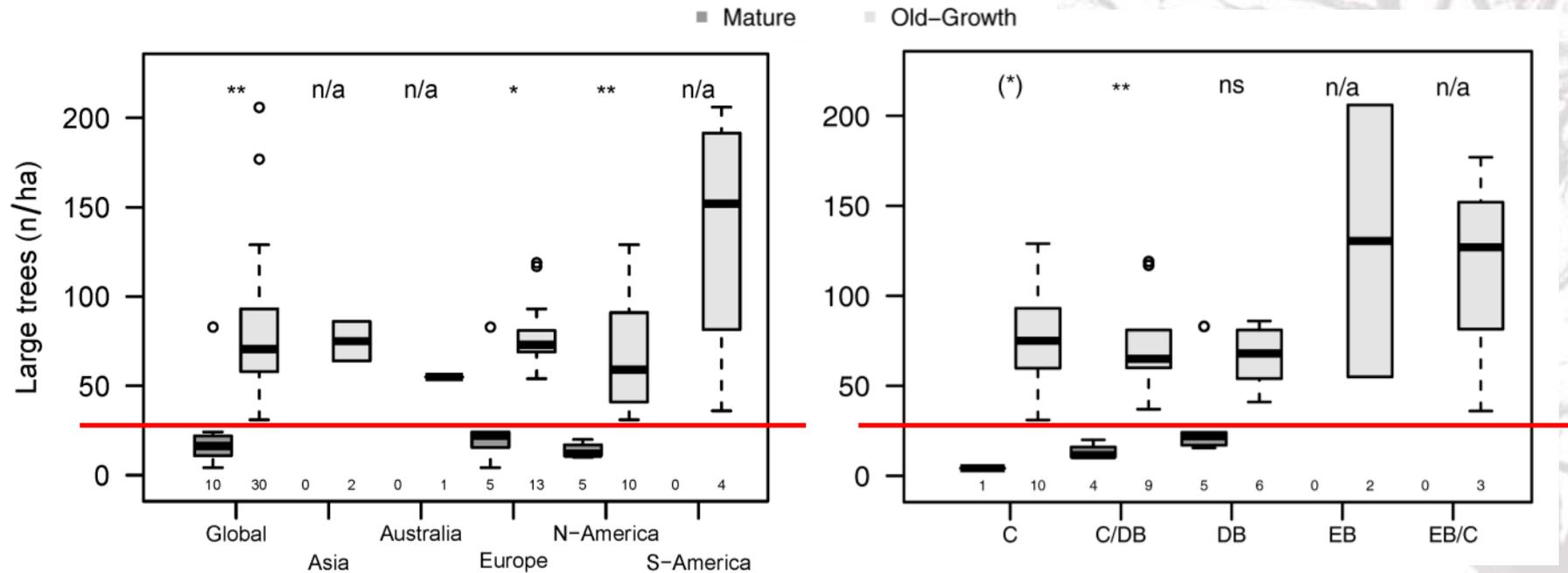
Attraverso una ricerca sul Web of Science sono stati selezionati articoli che analizzassero le caratteristiche strutturali di boschi vetusti e boschi maturi.

The screenshot shows the Web of Science interface with the following details:

- Header: WEB OF KNOWLEDGE™ | DISCOVERY STARTS HERE | THOMSON REUTERS
- Navigation: Sign In | Marked List (0) | My EndNote Web | My ResearcherID | My Citation Alerts | My Saved Searches | Log Out | Help
- Search Options: Search | Author Finder | Cited Reference Search | Advanced Search | Search History
- Search Results: Web of Science SM. Results: (TS= (old-growth AND structur\* AND (volume or biomass))) AND Language=(English) AND Document Types=(Article). Timespan=All Years. Databases=SCIEXPANDED, ESCL ABHCI, CPC-S, CPCI-SBH. Lemmatization=On.
- Refine Results: 319 results. Page 1 of 32. Sort by: Publication Date - newest to oldest.
- Highlighted Articles:
  - Coarse woody debris in Australian forest ecosystems: A review** by Gemma Woldendorp\* and Rodney J. Keenan. *Austral Ecology* (2009) 36, 854-863.
  - MATURE AND OLD-GROWTH RIPARIAN FORESTS: STRUCTURE, DYNAMICS, AND EFFECTS ON ADIRONDACK STREAM HABITATS** by E. Kraft and Dana R. Warren. *Ecological Applications* 17(1): 2007, pp. 853-864.
  - Structural pattern of a near-natural beech forest (*Fagus sylvatica*) (Serrahn, North-east Germany)** by Goddert von Oheimb\*, Christina Westphal, Holger Tempel, Werner Härdtle. *Forest Ecology and Management* 212 (2005) 251-261.
  - Forest structure in space: a case study of an old growth spruce-fir forest in Changbaishan Natural Reserve, PR China** by Jiquan Chen\* and Gay A. Bradshaw†.
  - Structural and environmental characterization of old-growth temperate rainforests of northern Chiloé Island, Chile: Regional and global relevance** by Álvaro G. Gutiérrez\*, Juan J. Armesto†, Juan-Carlos Aravena‡, Martín Carmona§, Natalia V. Carrasco¶, Duncan A. Christie\*, María-Paz Peña\*, Cecilia Pérez\*, Andreas Huth\*.

Le foreste vetuste hanno mostrato caratteristiche comuni a livello globale:

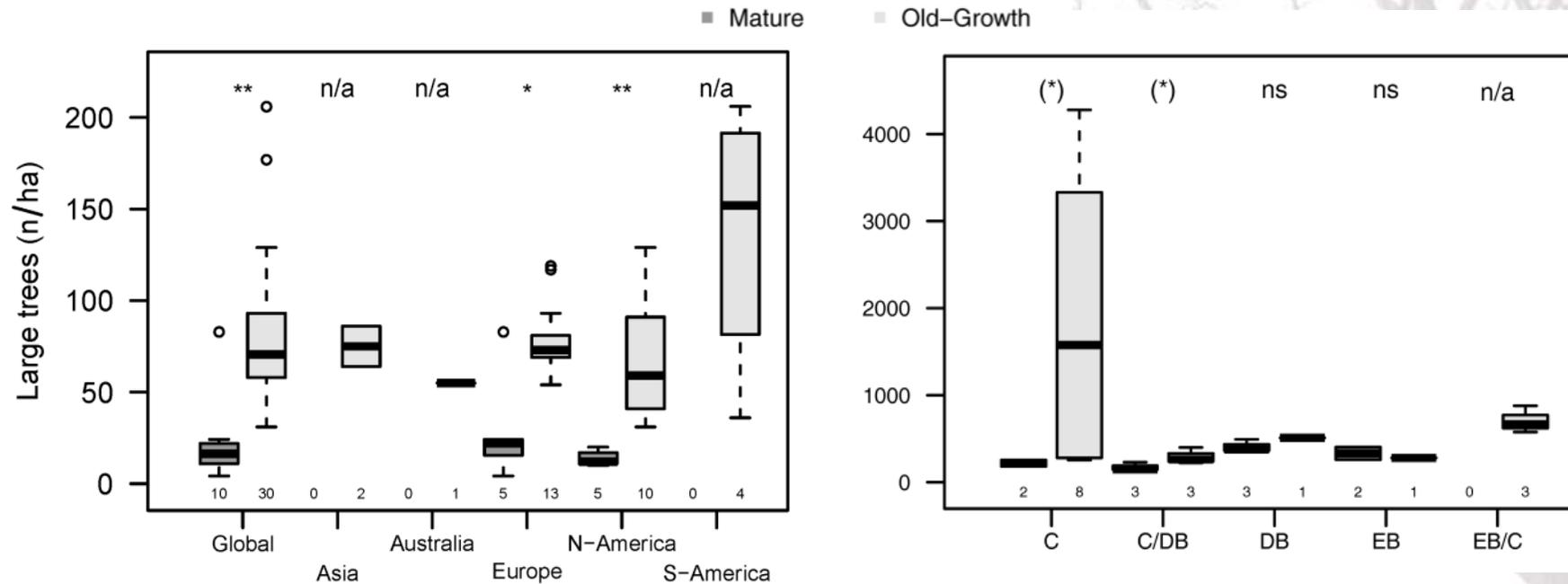
1. Una maggiore densità di alberi di notevoli dimensioni (DBH > 50 cm)



Per le foreste vetuste europee una densità minima di alberi con DBH > 70 cm per ettaro era stata definita (Nilsson et al. 2002). Sulla base dei dati globali si può definire un limite di 30 alberi con DBH > 50 cm per ettaro che potrebbe essere usato come riferimento sia a livello globale che europeo.

Le foreste vetuste hanno mostrato caratteristiche comuni a livello globale:

## 2. Quantità più elevate di biomassa del soprassuolo

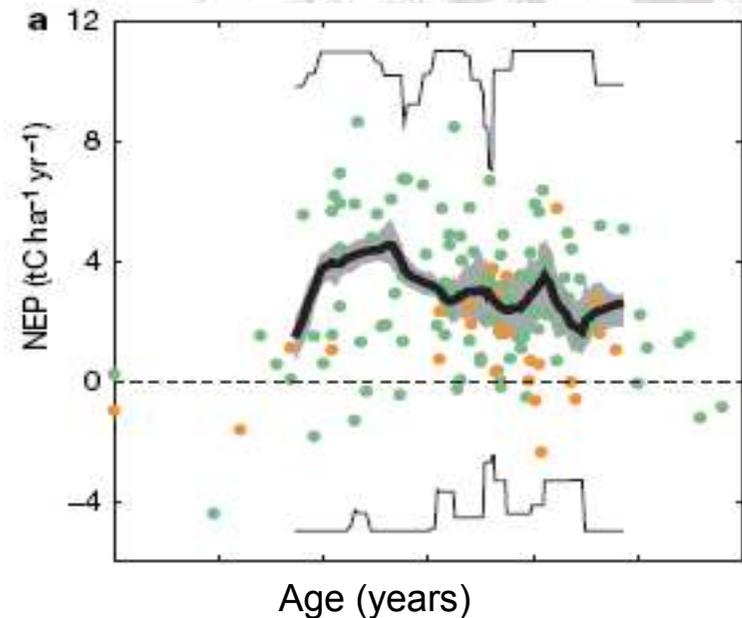


Le foreste vetuste ospitano livelli significativamente più alti di biomassa del soprassuolo rispetto alle foreste mature e rappresentano quindi un importante serbatoio di carbonio.

La biomassa epigea è correlata positivamente all'età.

	Latitude		Longitude		Altitude		Temperature		Precipitation		Age	
	$\rho$	n	$\rho$	n	$\rho$	n	$\rho$	n	$\rho$	n	$\rho$	n
Basal area	-0.14	71	0.11	71	<b>-0.26</b> *	75	0.16	42	<b>0.43</b> ***	66	<b>0.48</b> ***	59
Stem density	<b>-0.29</b> *	67	0.08	67	-0.01	70	0.12	40	0.25	58	-0.04	55
LLT	-0.03	29	0.13	29	0.05	31	-0.28	17	0.31	22	<b>0.48</b> *	22
LAB	0.16	12	0.07	12	0.04	15	-0.07	6	0.02	14	<b>0.65</b> **	18
QMD	0.20	66	-0.07	66	-0.05	70	-0.11	39	0.03	57	<b>0.34</b> *	53
CWD	<b>0.58</b> **	21	<b>0.51</b> *	21	-0.04	26	<b>-0.54</b> *	12	0.21	21	0.27	23

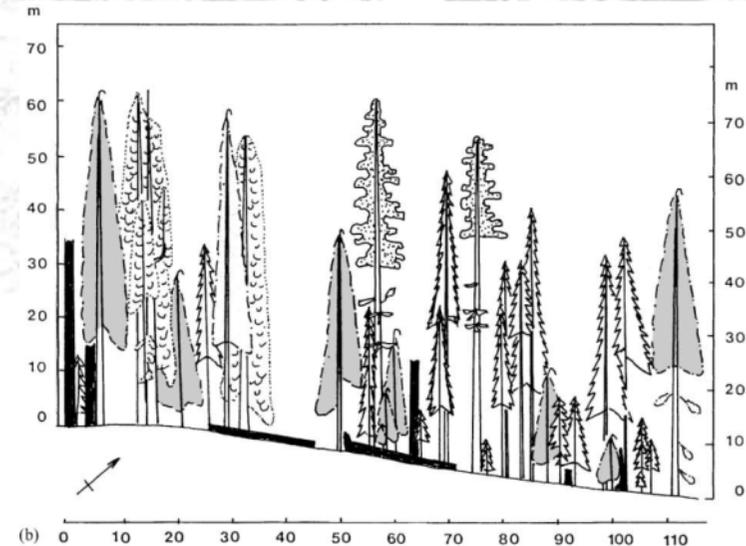
Questo risultato è in accordo con recenti modelli di flussi di carbonio nelle foreste temperate e boreali, che supportano l'ipotesi di una potenziale continua accumulazione di carbonio negli stadi successionali più avanzati (Luyssaert et al. 2008).



## Caratteri strutturali delle foreste vetuste

Le foreste vetuste presentano quantità più elevate di biomassa in relazione a:

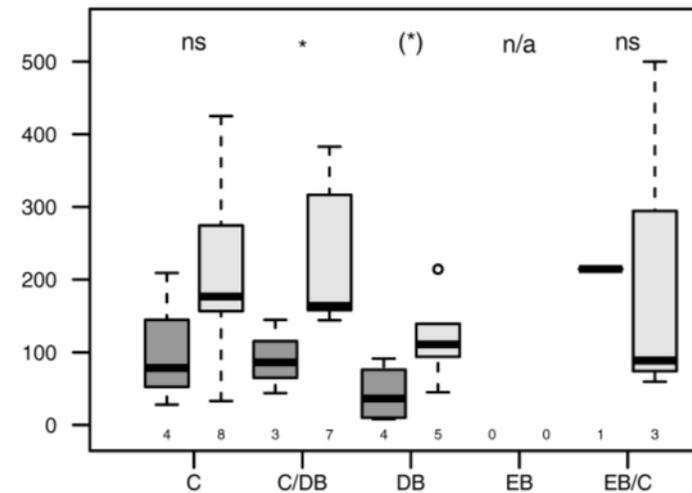
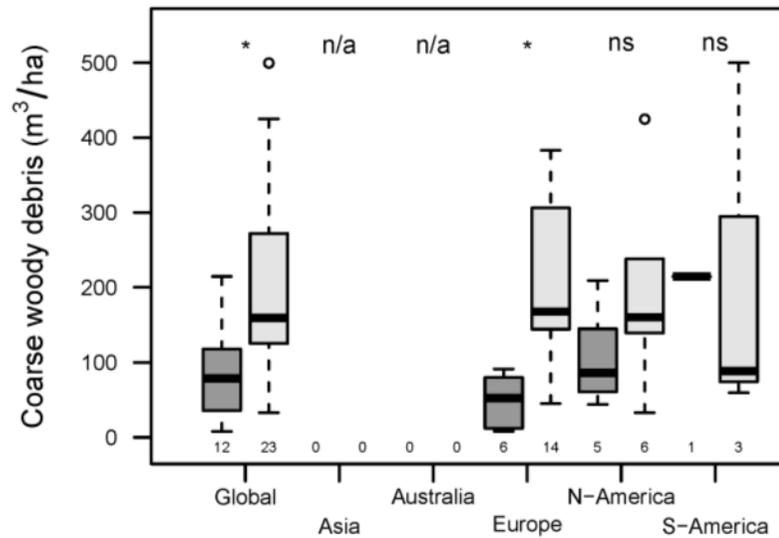
1. una volta multistratificata e diversificata che permette l'accumulo di biomassa tramite la co-presenza di specie e classi di età che occupano strati e nicchie differenti (Keith et al. 2009, Wirth et al. 2009);



2. La possibilità per gli alberi di notevoli dimensioni di accumulare biomassa per secoli (Xu et al. 2012).

Le foreste vetuste hanno mostrato caratteristiche comuni a livello globale:

### 3. Quantità più elevate di legno morto



Non è possibile definire un limite minimo valido a livello globale per la quantità di legno morto in quanto le quantità di legno morto variano molto in relazione alle condizioni climatiche (Mackensen et al. 2003), e alle differenze nelle caratteristiche delle piante (Cornwell et al. 2009).



Un recente studio ha messo in evidenza come in Europa la ricchezza di specie di molti gruppi tassonomici sia influenzata negativamente dalla gestione.

Paillet et al. 2010

*Conservation Biology* 

*Review*

## **Biodiversity Differences between Managed and Unmanaged Forests: Meta-Analysis of Species Richness in Europe**

YOAN PAILLET,<sup>1,2</sup> LAURENT BERGÈS,<sup>1,20</sup> JOAKIM HJÄLTÉN,<sup>3</sup> PÉTER ÓDOR,<sup>4</sup> CATHERINE AVON,<sup>1</sup> MARKUS BERNHARDT-RÖMERMANN,<sup>5</sup> RIENK-JAN BIJLSMA,<sup>6</sup> LUC DE BRUYN,<sup>7,8</sup> MARC FUHR,<sup>2</sup> ULF GRANDIN,<sup>9</sup> ROBERT KANKA,<sup>10</sup> LARS LUNDIN,<sup>9</sup> SANDRA LUQUE,<sup>2</sup> TIBOR MAGURA,<sup>11</sup> SILVIA MATESANZ,<sup>12</sup> ILONA MÉSZÁROS,<sup>13</sup> M.-TERESA SEBASTIÀ,<sup>14,15</sup> WOLFGANG SCHMIDT,<sup>5</sup> TIBOR STANDOVÁR,<sup>4</sup> BÉLA TÓTHMÉRÉSZ,<sup>16</sup> ANNELI UOTILA,<sup>17</sup> FERNANDO VALLADARES,<sup>12</sup> KAI VELLAK,<sup>18</sup> AND RISTO VIRTANEN<sup>19</sup>

Le foreste non gestite sono risultate più ricche soprattutto in specie di coleotteri saproxilici, muschi, licheni e funghi.

Per le piante vascolari sono state evidenziati risultati contrastanti

Anche in Appennino centrale sono stati svolti confronti in termini di ricchezza di specie tra boschi gestiti e vetusti

Valle Cervara – PN Abruzzo. Lazio and Molise

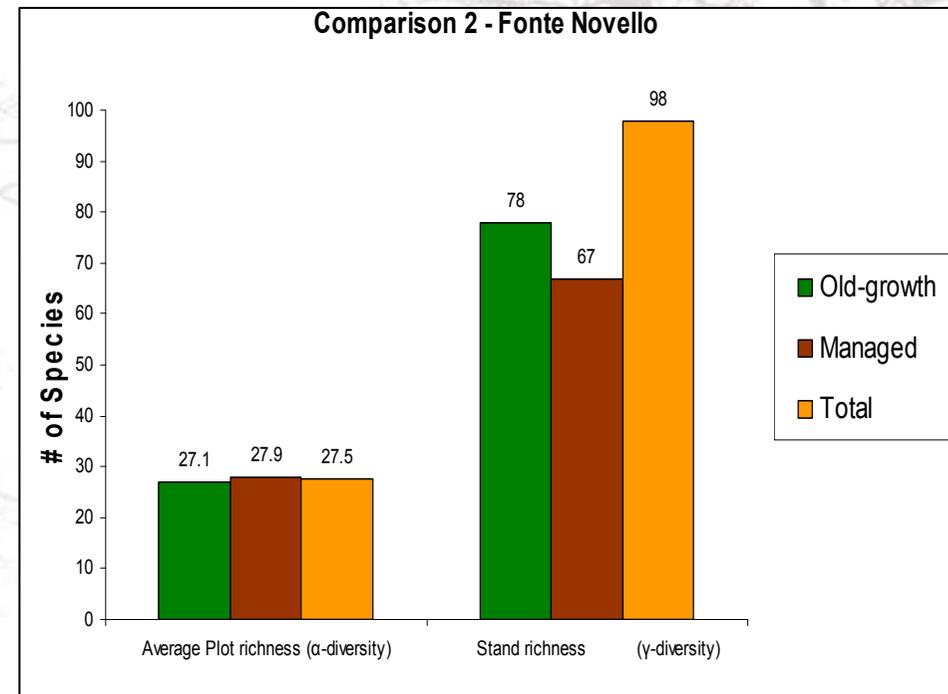
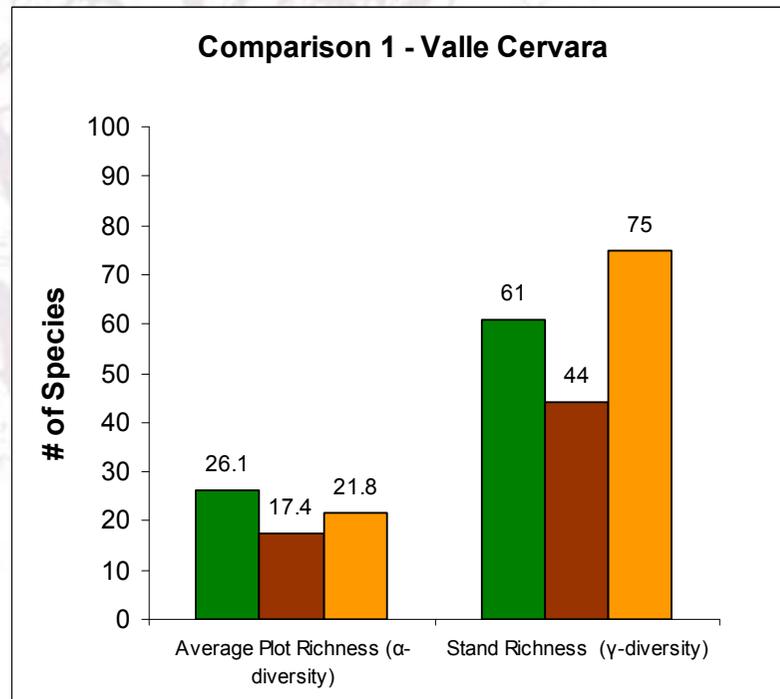


Area di confronto: Vallone Ciafassa  
Substrato: Calcare  
Altitudine: 1600-1850; Esposizione: nord  
Associazione di riferimento: *Cardamino kitaibelii-Fagetum sylvaticae*

Fonte novello – PN Gran Sasso Laga



Area di confronto: Tassete  
Substrato: marnoso arenaceo/calcare  
Altitudine: 1275-1450; Esposizione: Est  
Associazione di riferimento: *Cardamino kitaibelii-Fagetum sylvaticae*



	Valle cervara		Fonte Novello	
	Gestito	Vetusto	Gestito	Vetusto
<b>Ricchezza di specie (<math>\alpha</math>-div)</b>	16.7 ± 5.9	26.1* ± 7.7	27.1 ± 5.6	27.9 ± 5.0
<b><math>\beta</math>-div</b>	27.3	34.9	39.9	50.1
<b>Ricchezza totale (<math>\gamma</math>-div)</b>	44	61	67	78

Burrascano, Lombardi, Marchetti 2009. *Plant Biosystems*.

Sabatini, Burrascano, Blasi 2010. *Ita.For.Mont*.

La beta-diversità è la variazione della composizione specifica tra siti

**Eterogeneità  
strutturale**

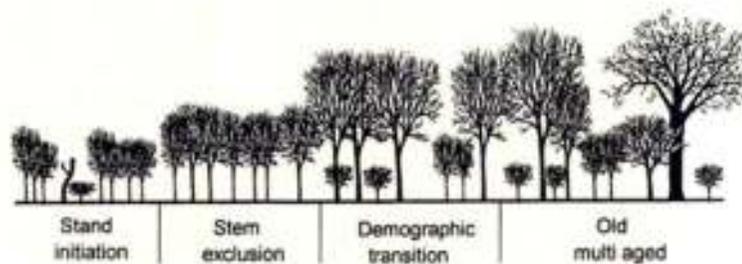


**Eterogeneità  
ecologica**



**Beta-Diversità**

In che misura l'eterogeneità strutturale determina un aumento in beta-diversità?



da Wirth et al. 2009; Emborg et al. 2000

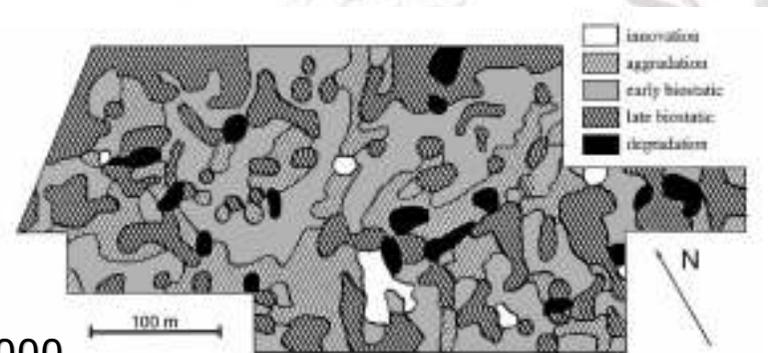


Fig. 4. The shifting mosaic of the studied plot (10x10 ha), mapped in Seung-Sik, 1992.

## **Continuità ecologica**

La permanenza del bosco permette la colonizzazione 'lenta' di organismi altamente specializzate di ambiente forestale



## Implicazioni per la gestione

Sulla base dei risultati di questo studio si potranno applicare diverse strategie gestionali

**Eterogeneità strutturale**



**Continuità ecologica**



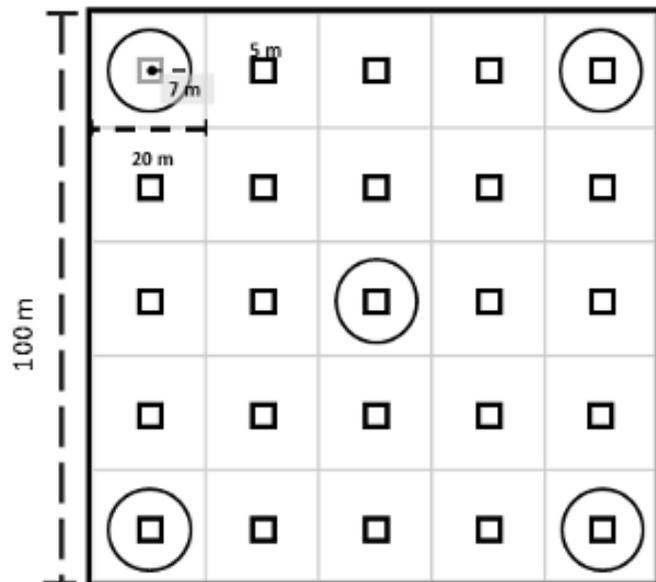
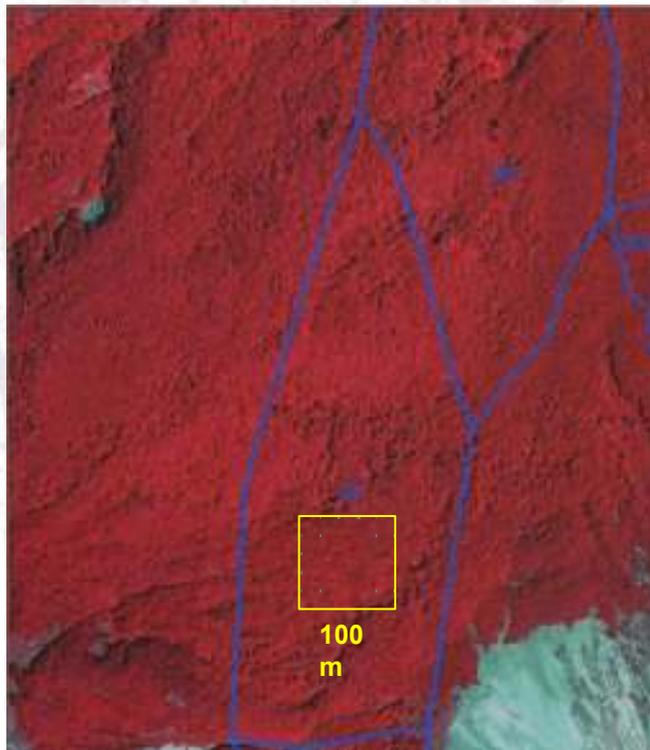
Efficacia di pratiche di gestione mirate ad aumentare l'eterogeneità strutturale



La conservazione deve passare per l'istituzione di aree di riserva integrale

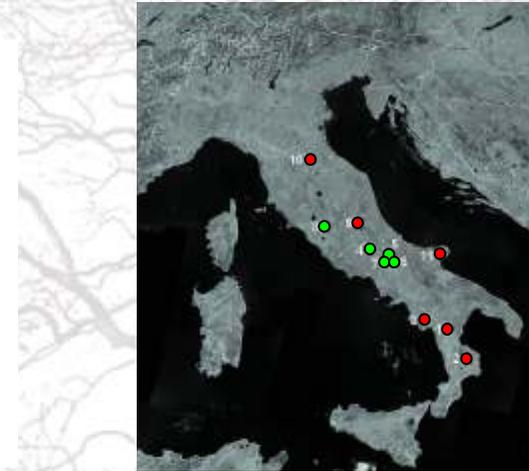
1 area di campionamento di 1 ettaro per ciascun bosco (100 x 100 m)

All'interno una griglia sistemata individua 25 quadrati di (5 x 5 m)

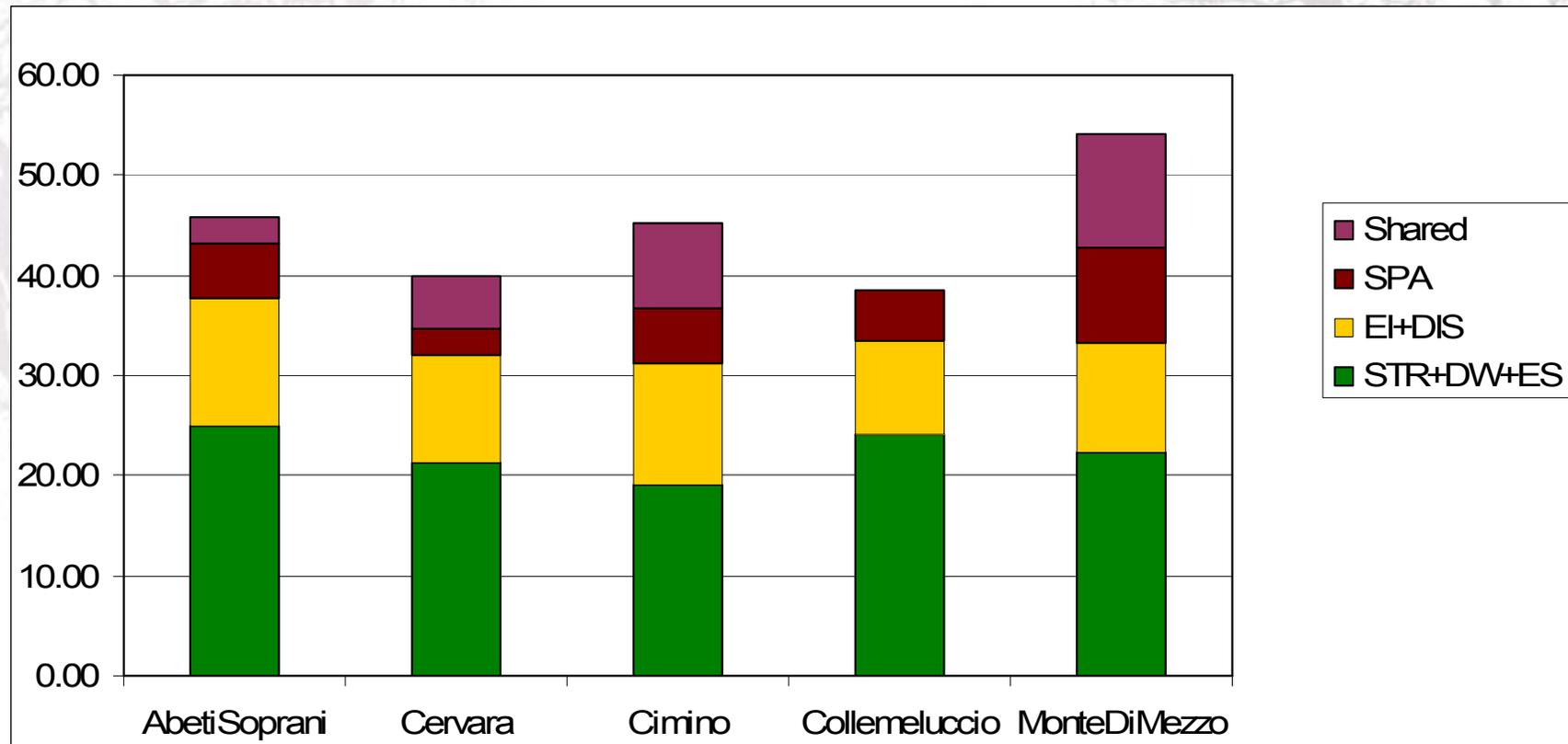


## 8 boschi a differente livello di eterogeneità strutturale in Appennino

ID	Foresta	Prov.	Tipo	Altitudine (m a.s.l.)	T Media Annuo (°C)	P Media Annuo (mm)	Area Plot (ha)	Anni dall'ultimo intervento	Specie Dominanti	Associazione di riferimento
1	Cozzo Ferriero	PZ	1	1700-1750	7.3	1350	0.16	80	Faggio	Ranunculo brutii-Fagetum sylvaticae
2	Fosso Cecita	CS	2	1140-1200	9.9	1180	0.45	110	Pino laricio, Cerro	Hypochoerido-Pinetum calabricae
3	Monte Sacro	SA	1	1330-1550	7.1	1600	0.2	60	Faggio	Ranunculo brutii-Fagetum sylvaticae
4	Val Cervara	AQ	1	1730-1830	7.2	1211	0.97	no ref	Faggio	Cardamino kitaibelli-Fagetum sylvaticae
5	Abeti Soprani	IS	3	1250-1450	8.4	1124	1	30	Abete bianco, Faggio, Cerro	Pulmonario apenninae-Abietetum albae
6	Collemeluccio	IS	3	900-1000	9.2	960	0.99	50	Faggio, Cerro	Pulmonario apenninae-Abietetum albae
7	Monte di Mezzo	IS	1	950-1150	8.6	1022	0.98	55	Faggio, Cerro	Anemone apenninae-Fagetum sylvaticae
8	Monti Cimini	VT	1	925-1053	14.3	1300	1	61	Faggio	Allo pendulini-Fagetum sylvaticae
9	Fonte Novello	TE	1	1340	10	1071	1	310	Faggio	Cardamino kitaibelli-Fagetum sylvaticae
10	Sasso Fratino	FC	1	950-1050	9	1689	0.92	51	Faggio, Abete bianco	Cardamino heptaphyllae-Fagetum sylvaticae/ Aceri platanoidis-Fagetum sylvaticae
11	Gargano Pavari	FG	1	720-800	11.6	1041	1	56	Faggio	Anemone apenninae-Fagetum sylvaticae



4 aree di monitoraggio nella Penisola Iberica e nei Balcani per ampliare l'analisi a livello sud-europeo



- STR – Struttura viva  
 DW – Legno morto  
 ES – Variabili ambientali correlate alla struttura  
 SPA – Effetto delle distanze spaziali  
 EI – Variabili ambientali indipendenti dalla struttura  
 DIS – Disturbo

Hermy et al., 1999



22 articoli scientifici sono alla base di una lista di 132 specie di piante legate alle foreste più antiche in 8 paesi (Belgium, Czech Republic, Denmark, Germany, Great Britain, Netherlands, Poland, Sweden)

Nilsson et al., 1995

### Tree-Dependent Lichens and Beetles as Indicators in Conservation Forests

SVEN G. NILSSON,<sup>\*</sup> ULF ARUP,<sup>†</sup> RICKARD BARANOWSKI,<sup>‡</sup> AND STEFAN EKMAN<sup>§</sup>

<sup>\*</sup>Department of Ecology and Zoocology, Lund University, Ecology Building, S-223 62 Lund, Sweden

<sup>†</sup>Department of Systematic Botany, Lund University, Ö. Vallgatan 18-20, S-223 61 Lund, Sweden

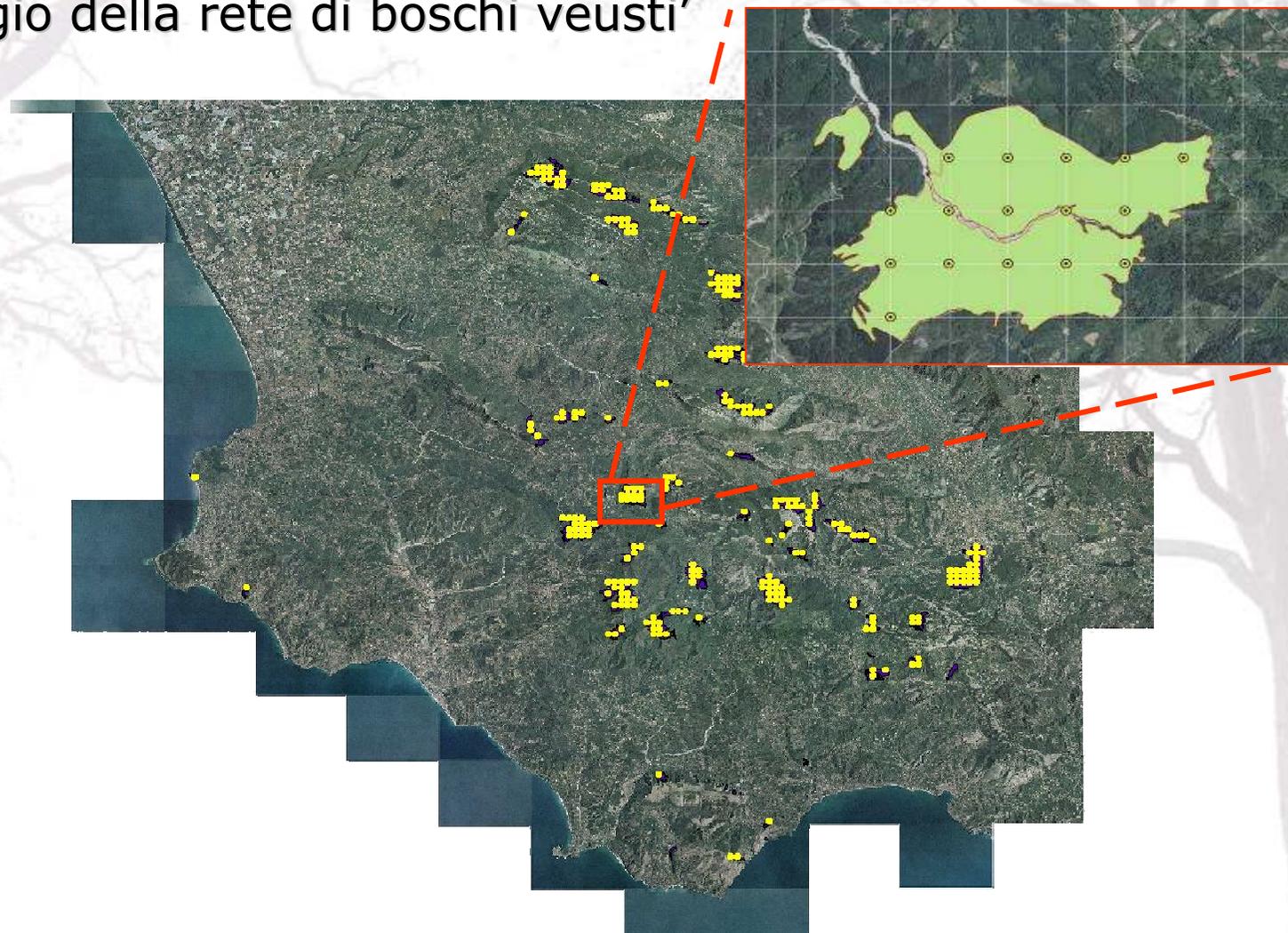
<sup>‡</sup>Department of Zoology, Lund University, Helgonavägen 3, S-223 62 Lund, Sweden

<sup>§</sup>Department of Systematic Botany, Lund University, Ö. Vallgatan 18-20, S-223 61 Lund, Sweden

Uno studio svolto in Svezia ha definito specie licheniche indicatrici di continuità ecologica e di coleotteri che indicano caratteri strutturali di foresta vetusta.

# Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano

## 'Monitoraggio della rete di boschi veusti'



## Obiettivi

Identificare indicatori biologici:

- Specie indicatrici di condizioni di vetustà
- Indicatori più generali per la gestione



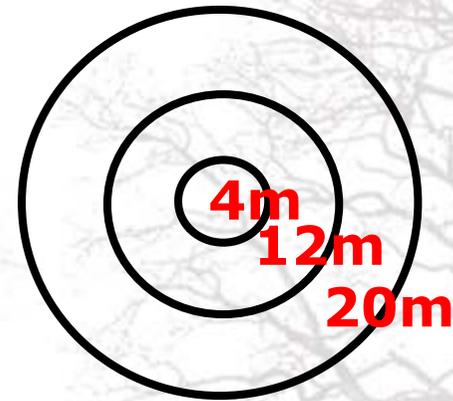
## Indicatori biologici



Campionamento di I livello – 132 aree

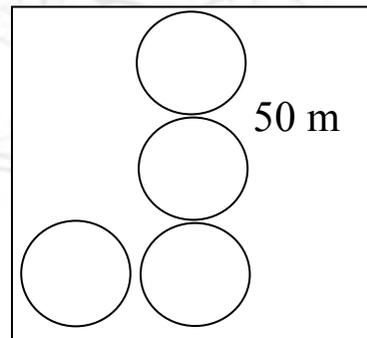
Rilievo strutturale

Rilievo floristico

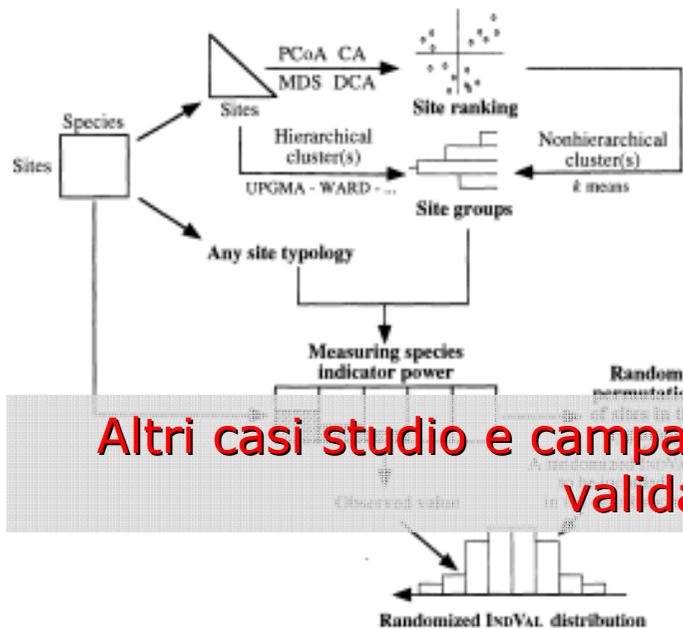


Campionamento di II livello – 36 units - Diversi gruppi tassonomici

- Licheni
- Briofite
- Funghi
- Uccelli
- Coleotteri



# Indicator Species Analysis (Dufrene & Legendre 1997)



**Altri casi studio e campagne di monitoraggio sono necessari per validare questi indicatori!**

Beech forests	Indicator value	p*	
<i>Saxifraga rotundifolia rotundifolia</i>	42,8	0,0159	*
<i>Primula vulgaris vulgaris</i>	18,4	0,0497	*
<i>Cardamine chelidonia</i>	43,9	0,0519	
<i>Veronica montana</i>	22,5	0,0644	
<i>Stellaria media media</i>	20,2	0,0656	
<i>Allium ursinum ucrainicum</i>	28,6	0,0780	
<i>Moehringia trinervia</i>	34,3	0,0816	
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	19,5	0,0865	
<i>Sambucus nigra</i>	14,3	0,0984	
<b>Mesophilous mixed forests (<i>Thalictro aquilegiifolii-Quercetum cerridis</i>)</b>			
<i>Asperula taurina taurina</i>	54	0,0068	**
<i>Populus tremula</i>	55,5	0,0080	**
<i>Panicum sylvaticum balticum</i>	45	0,0418	*
<i>Samolus angustiflorus angustiflorus</i>	33,5	0,0457	*
<i>Saxifraga rotundifolia rotundifolia</i>	43,9	0,0896	
<i>Bryonia dioica</i>	27,1	0,0938	
<i>Arum italicum italicum</i>	24,2	0,0966	
<i>Luzula sylvatica</i>	33,7	0,1415	
<b>Turkish oak forests (<i>Lathyro digitati-Quercetum cerridis</i>)</b>			
<i>Prunus avium avium</i>	88,9	0,0042	*
<i>Carpinus betulus</i>	78,3	0,0085	*
<i>Vinca major major</i>	74	0,0109	*
<i>Euonymus europaeus</i>	66,7	0,0235	*
<i>Rumex sanguineus</i>	60	0,0239	
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	57,7	0,0506	
<i>Euphorbia amygdaloides amygdaloides</i>	56,6	0,0524	
<i>Cornus mas</i>	50,8	0,0570	
<i>Daphne laureola</i>	53,3	0,0570	
<i>Vinca minor</i>	53,8	0,0589	
<i>Tamus communis</i>	49,3	0,0713	
<i>Lathyrus venetus</i>	45	0,0806	

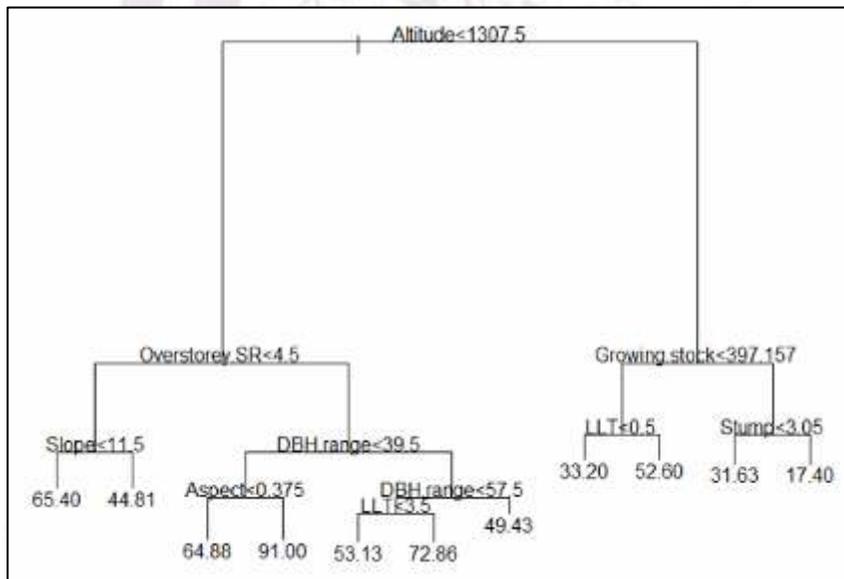
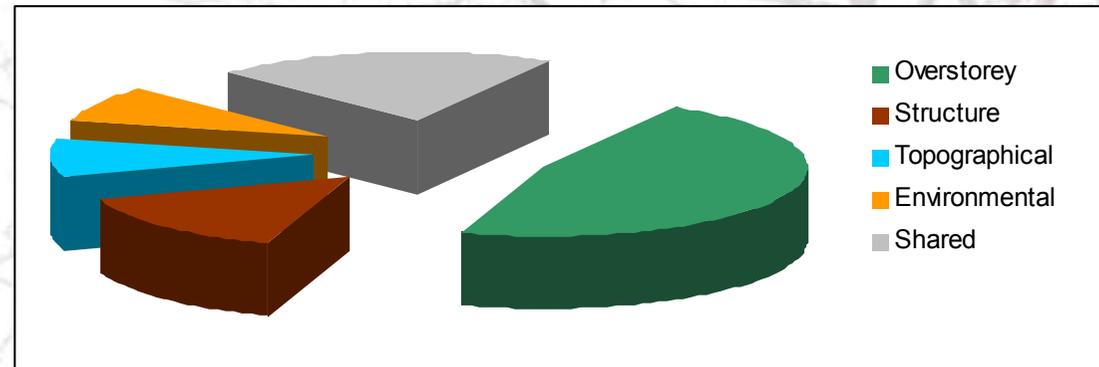
Specie 'lente' (Hermy et al. 1999; Verheyen et al. 2003)

Specie di gap

Specie arboree



La composizione della volta arborea è molto importante nel determinare la composizione del sottobosco. Costituisce il 47% della varianza spiegata.



Anche i dati di ricchezza di specie della volta arborea e del sottobosco sono strettamente correlati.

Gli stadi di sviluppo più avanzati possono costituire un utile riferimento nei piani di monitoraggio volti a definire pratiche di gestione sostenibile.

L'analisi comparativa della struttura dello stadio maturo e di foresta vetusta offre interessanti spunti per facilitare la presenza di numerosi microhabitat rilevanti per diversi gruppi tassonomici.

L'analisi della ricchezza di specie permette di evidenziare i sistemi più efficaci nel mantenimento di elevati livelli di biodiversità

L'importanza dell'eterogeneità strutturale dei sistemi forestali è messa in evidenza da studi relativi alla beta-diversità

Gli indicatori biologici sono strumenti importanti nei piani di monitoraggio, devono essere identificati tramite studi ad hoc e validati attraverso numerosi casi studio ed azioni di monitoraggio prolungate.

Grazie per l'attenzione!

### Ringraziamenti:

Michele Aleffi, Paolo Audisio, Mattia Azzella, Sandro Bonacquisti, Giorgio Brunialti, Ugo Chiavetta, Piermaria Corona, Gabriele De Filippo, Eva Del Vico, Laura Facioni, Barbara Ferrari, Eleonora Giarrizzo, Vito M. Granito, William S. Keeton, Edda Lattanzi, Fabio Lombardi, Dario Lunghini, Marco Marchetti, , Michela Marignani, Annamaria Persiani, Carrie Pucko, Sonia Ravera, Leonardo Rosati, Agnese Tilia.

### Contatti:

[sabinaburrascano@gmail.com](mailto:sabinaburrascano@gmail.com)

[www.plantsdontlie.com](http://www.plantsdontlie.com)