



APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

Le formiche come strumento di biomonitoraggio: applicazioni in campo ecotossicologico e di riqualificazione ambientale

G. Santini, L. Tucci, E. Gramigni

**Dipartimento Biologia Evoluzionistica 'Leo Pardi'
CESPRO
Università degli Studi di Firenze**





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale

Le formiche come Bioindicatori

- ampia distribuzione
- elevata diversità
- ecologia e tassonomia **generalmente** ben conosciute
- ruolo chiave negli ecosistemi
- colonie permanenti, stabili e longeve
- facilità di riconoscimento e campionamento





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

Utilizzate per il biomonitoraggio in diversi contesti ambientali

- Agroecosistemi
- Impianti forestali
- Ripristino aree minerarie ...

...in differenti aree geografiche

- Australia
- America Latina
- Stati Uniti





APAT

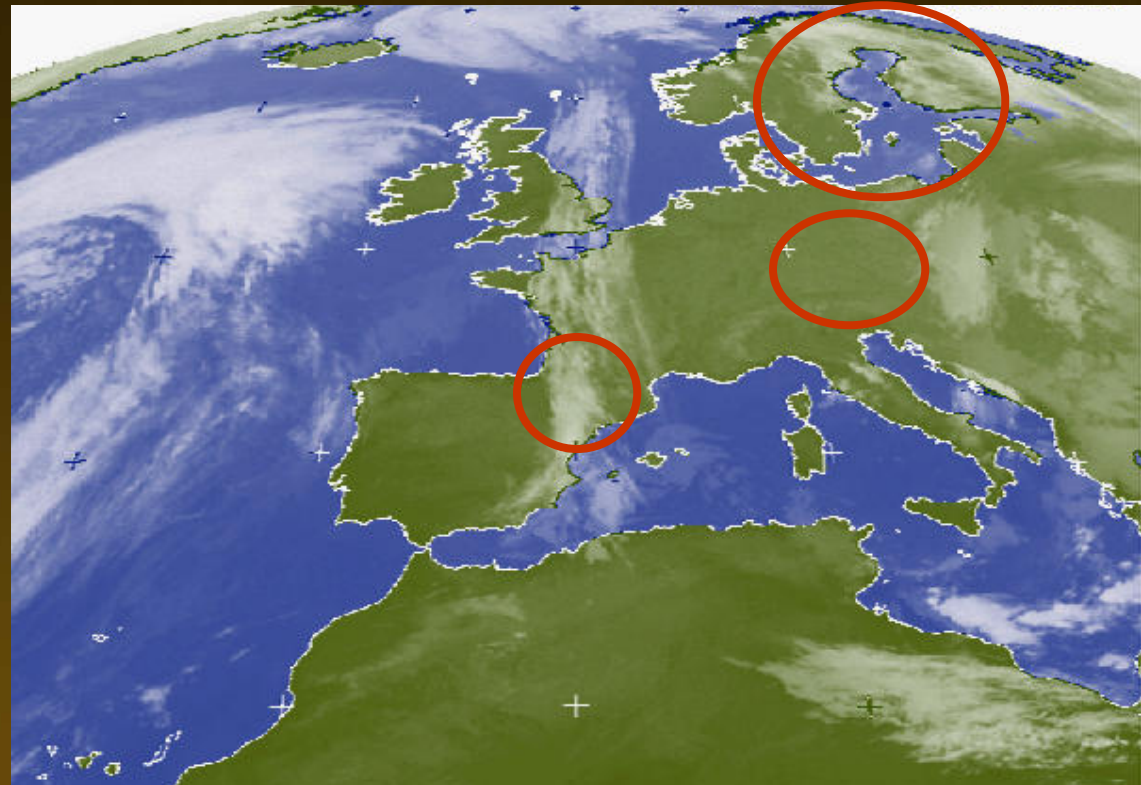
Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

Scarso uso in Europa **NONOSTANTE** che ecologia e comportamento di molte specie siano ben note

-Bacino Mediterraneo:
Cambiamenti uso del suolo
Es. Gomez *et al.*, 2003





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

Applicazioni

1- Analisi comunità nel ripristino di un sito degradato

2- Le formiche come indicatori di contaminazione da metalli in traccia





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

Caso 1: ripristino sito minerario



Sito minerario Cavriglia (AR)





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

✓ Mobilizzazione di oltre 300 Mt di materiale argilloso depositato in un sistema di discariche che coprono circa 1100 ha





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

- ✓ Circa 250 ha sono stati destinati a rimboschimenti
- ✓ realizzati in tempi diversi (a partire dalla fine degli anni 60).





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

Scopo della Ricerca

Valutare la possibilità di utilizzo della mirmecofauna nel biomonitoraggio delle operazioni di ripristino ambientale

- Struttura di comunità
- Specie indicatrici
- Gruppi funzionali





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale

Schema del campionamento

- 'Trattamento'

- incolto
- bosco 'giovane' (10 a)
- bosco 'vecchio' (20 a)
- bosco 'in posto' (40 a)

4 livelli

ciascun trattamento replicato due volte





APAT

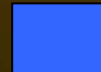
Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Disegno campionamento

Workshop tematico:

Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale

Trattamento



Plot(Tratt)



Repliche
(griglie)



Totale 24 griglie, 216 trappole





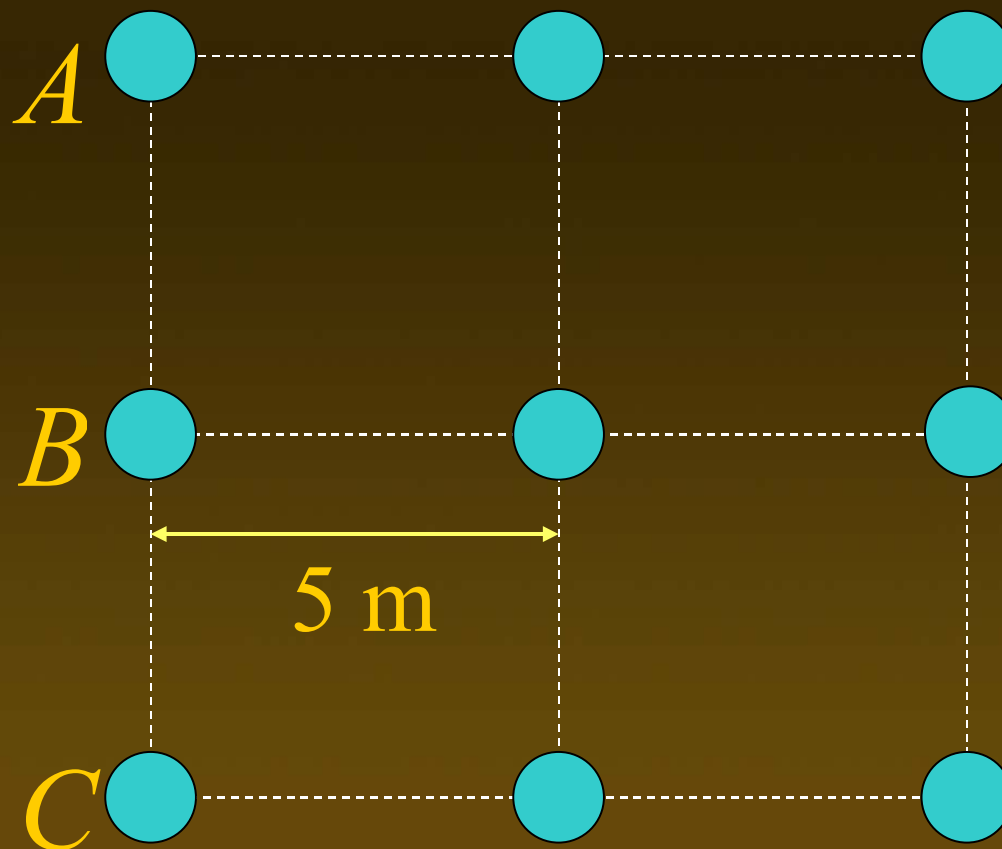
APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

Griglie campionamento





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

Tipi ambientali

Incolto





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

Tipi ambientali

Bosco 'giovane'
(Circa 10 anni)





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

Tipi ambientali



Bosco 'vecchio'
(Circa 20 anni)





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

Tipi ambientali

Bosco 'in posto'
(Circa 40 anni)





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale

Procedura sperimentale

- trappole montate 7 giorni prima dell'inizio della raccolta
- trappole aperte per 5 giorni
- campionamento ripetuto in MAGGIO e SETTEMBRE/OTTOBRE

Dati ambientali

- Struttura vegetazione (specie/altezza)
- *Canopy cover*
- Temperatura min./Max - Umidità relativa min./Max





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale

- *Hemispherical canopy photography*

- Immagini scansionate
(1300 dpi) analizzate con
Gap Light Analyzer

$$F_{2,12} = 0.4, P > 0.7$$





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

24 Specie

3395 individui - Maggio

774 individui - Settembre

Formicinae

Camponotus truncatus

Formica cinerea

Formica cunicolaria

Formica gagates

Lasius emarginatus

Lasius fuliginosus

Lasius niger

Lasius paralienus

Plagiolepis pygmaea

Myrmicinae

Aphaenogaster subterranea

Crematogaster scutellaris

Myrmecina graminicola

Myrmica rubra

Myrmica sabuleti

Myrmica specioides

Temnothorax parvulus

Temnothorax unifasciatus

Temnothorax gr. tuberculatum

Temnothorax sp.

Tetramorium caespitum

Stenammina striatulum

Dolichoderinae

Tapinoma ambiguum

Tapinoma simrothi

Ponerinae

Ponera coarctata





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

Risultati - Misure univariate

Source	df	Richness		Diversity	
		MS	F	MS	F
A) May					
Habitat	3	10.2639	1.70 ^{n.s.}	5.1479	1.79 ^{n.s.}
Plot (Habitat)	4	6.0417	3.45 [*]	2.8778	1.98 ^{n.s.}
Residuals	16	1.7500		1.4548	
B) October					
Habitat	3	2.1528	0.21 ^{n.s.}	0.2333	1.24 ^{n.s.}
Plot (Habitat)	4	10.375	5.41 ^{**}	0.0191	0.1 ^{n.s.}
Residuals	16	1.9167		0.2294	

* = P<0.05

** = P<0.01





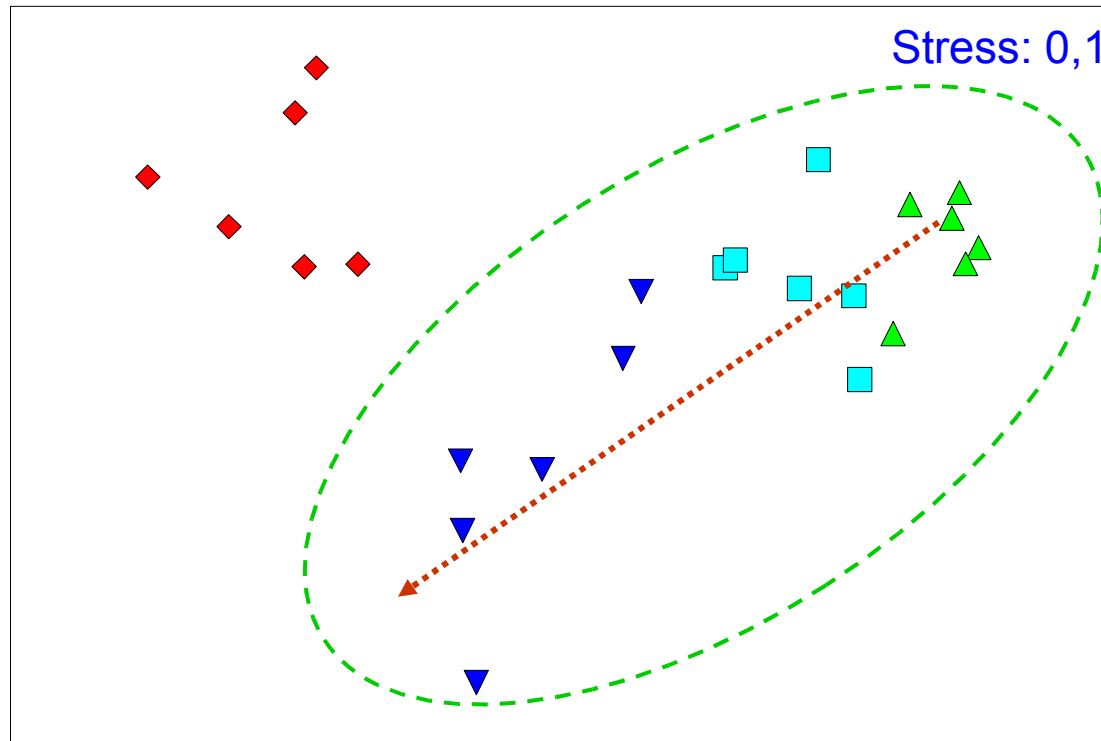
APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale

non-metric MDS bidimensionale





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

Risultati NP-MANOVA

Source	df	Abundance		Presence	
		MS	F	MS	F
A) May					
Habitat	3	11361.7	<u>8.35</u> ^{**}	9853.1	<u>11.02</u> ^{**}
Plot (Habitat)	4	1360.7	2.49 ^{n.s.}	893.7	2.11 ^{n.s.}
Residuals	16	546.7		423.6	
B) October					
Habitat	3	11688.0	<u>5.29</u> ^{**}	11420.0	<u>5.28</u> ^{**}
Plot (Habitat)	4	2208.5	2.53 ^{n.s.}	2163.9	3.01 ^{n.s.}
Residuals	16	872.1		718.1	

**** = P<0.01**





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

Gruppi funzionali (Andersen 1995)

OP = opportunists

DD = dominant Dolichoderine

CCS = cold climate specialists

GM = generalised Myrmicine

CR = Criptic

IndVal (Dufrene & Legendre 1997)

- Indice di quanto una specie sia indicatrice di una determinata tipologia ambientale. Combina informazioni sulla

SPECIFICITY

FIDELITY

- Possibile testare la significatività mediante test di permutazione



Species	Fg	Habitat types						
		of	of+ma	ma	ma+oa	oa	oa+wo	wo
<i>T.caespitum</i>	OP	98.88	61.27					
<i>F.cinerea</i>	OP	60.36	76.92					
<i>T.simrothi</i>	DD	56.25	58.96					
<i>T.ambiguum</i>	DD	89.62	91.46					
<i>M.specioides</i>	OP	79.03	82.27					
<i>L.niger</i>	CCS			66.67				
<i>L.paralienus</i>	CCS				92.9	75.35		
<i>L.unifasciatus</i>	CCS						67.05	
<i>A.subterranea</i>	CR						71.71	89.26
<i>L.emarginatus</i>	CCS						53.54	80.77
<i>T.gr.tuberum</i>	CCS							96.19
<i>F.gagates</i>	OP							83.33
<i>C.scutellaris</i>	GM							88.24
<i>T.parvulus</i>	CCS							81.9
<i>S.striatula</i>	CCS							66.67

OP = opportunists
 DD = dominant dolichoderine
 CCS = cold climate specialists
 GM = generalised Myrmicine
 CR = Criptic

of = incolto
 ma = bosco giovane
 oa = bosco vecchio
 wo = bosco in posto



Habitat types

Species	Fg	of	of+ma	ma	ma+oa	oa	oa+wo	wo
<i>T.caespitum</i>	OP							
<i>F.cinerea</i>	OP							
<i>T.simrothi</i>	DD							
<i>T.ambiguum</i>	DD							
<i>M.specioides</i>	OP							
<i>L.niger</i>	CCS							
<i>L.paralienus</i>	CCS							
<i>L.unifasciatus</i>	CCS							
<i>A.subterranea</i>	CR							
<i>L.emarginatus</i>	CCS							
<i>T.gr.tuberum</i>	CCS							
<i>F.gagates</i>	OP							
<i>C.scutellaris</i>	GM							
<i>T.parvulus</i>	CCS							
<i>S.striatula</i>	CCS							



OP = opportunisti
 DD = dominant dolichoderine
 CCS = cold climate specialists
 GM = generalised Myrmicine
 CR = Criptic

of = incolto
 ma = bosco giovane
 oa = bosco vecchio
 wo = bosco in posto



Habitat types

Species	Fg	of	of+ma	ma	ma+oa	oa	oa+wo	wo
<i>T.gr.tuborum</i>	CCS							
<i>F.gagates</i>	OP							
<i>C.scutellaris</i>	GM							
<i>T.parvulus</i>	CCS							
<i>S.striatula</i>	CCS							
						67.05		
						71.71	89.26	
						53.54	80.77	
							96.19	
							83.33	
							88.24	
							81.9	
							66.67	

OP = opportunists
 DD = dominant dolichoderine
 CCS = cold climate specialists
 GM = generalised Myrmicine
 CR = Criptic

of = incolto
 ma = bosco giovane
 oa = bosco vecchio
 wo = bosco in posto



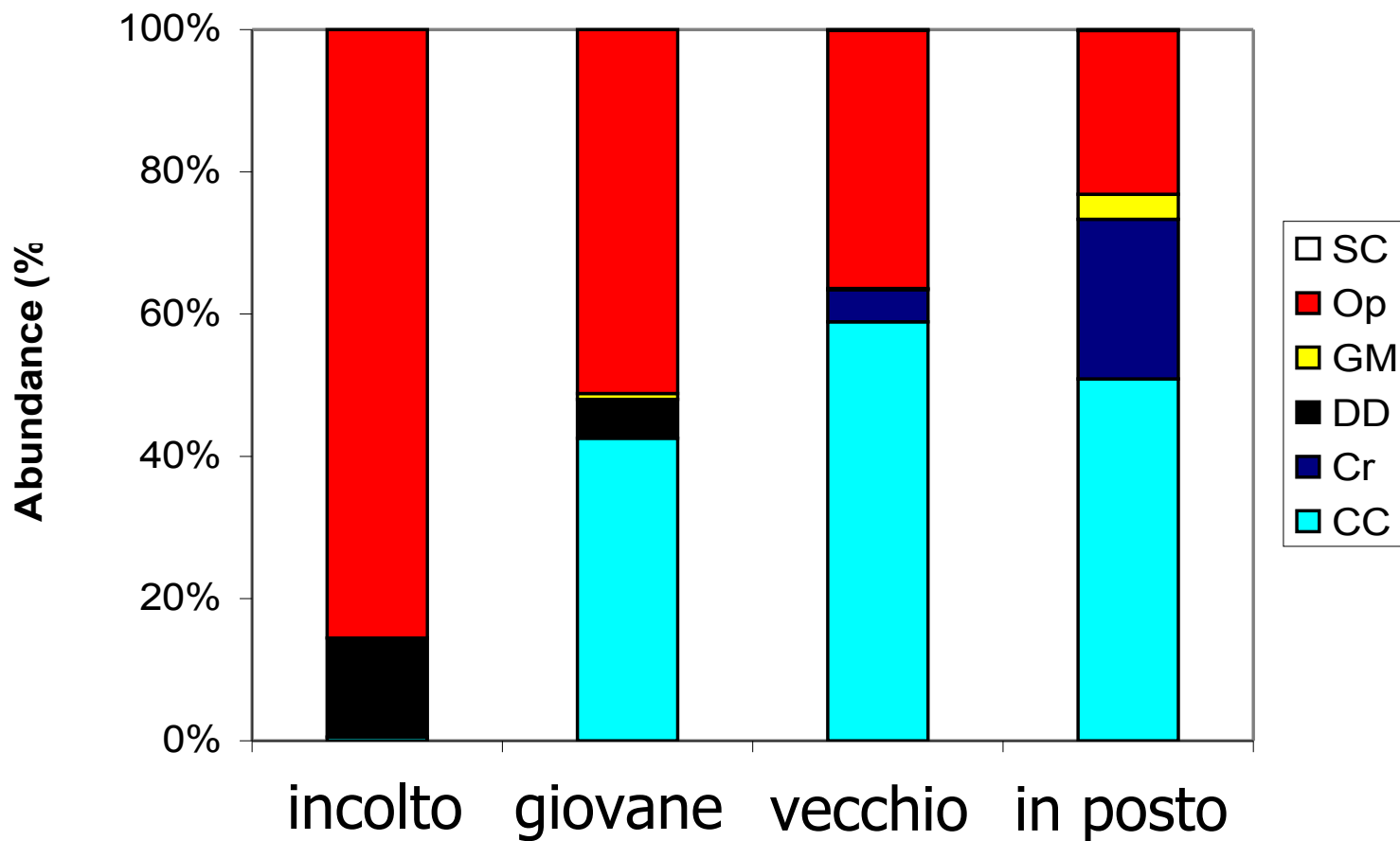


APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale

Conclusioni -1

- L'analisi della mirmecofauna si è dimostrata **sensibile** a cambiamenti nelle caratteristiche strutturali dell'habitat ma sufficientemente **robusta** nei confronti dei possibili vizi di campionamento e di effetti stagionali.
- Punti critici:
 - Ottenere una migliore definizione delle specie indicatrici di particolari contesti ambientali
 - Gruppi funzionali: davvero utili?





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale

Caso 2: *Crematogaster scutellaris* come indicatore di inquinamento da metalli in ambiente urbano

- Specie molto comune
- Facilmente riconoscibile
- Colonie numerose
- Ruolo ecologico complesso (predatore, spazzino, allevatore di Omotteri)
- All'apice delle gerarchie di dominanza





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

campionamento

- 2 livelli di campionamento (urbano / non urbano)
- Ciascun livello replicato due volte (4 siti di campionamento)
- Da ciascun sito prelevati 4 campioni (da colonie diverse)
- Ciascun campione costituito da 15 individui
- Stesso numero di campioni di materiale vegetale e suolo





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**



Prato 1



Prato 2



Travalle



Le Croci





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale

Analisi

- Concentrazioni di

- Pb

- Cu

- Zn

- Ni

- Mn

- Cd



ICP Massa





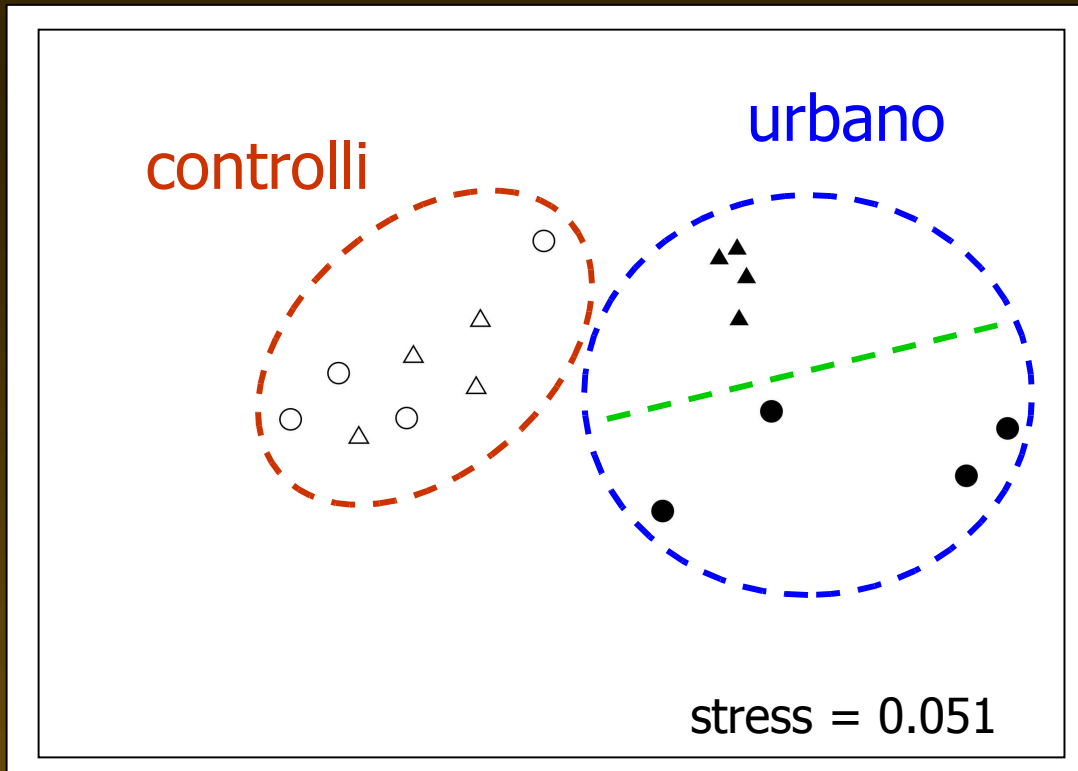
APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale

Risultati – analisi multivariata



Configurazione 'migliore'
di quello ottenuto da
materiale vegetale e
suolo





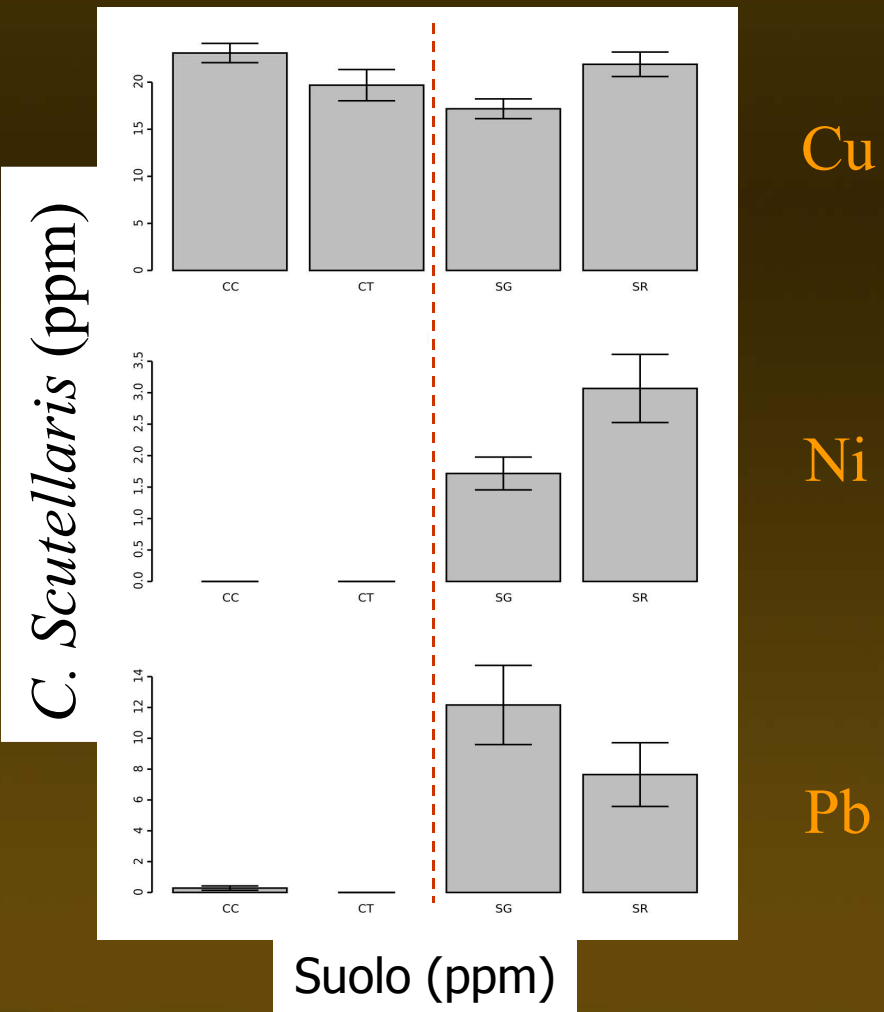
APAT

Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

Biodiversità dei suoli italiani: indicatori ed applicazioni verso una normativa nazionale

controllo urbano



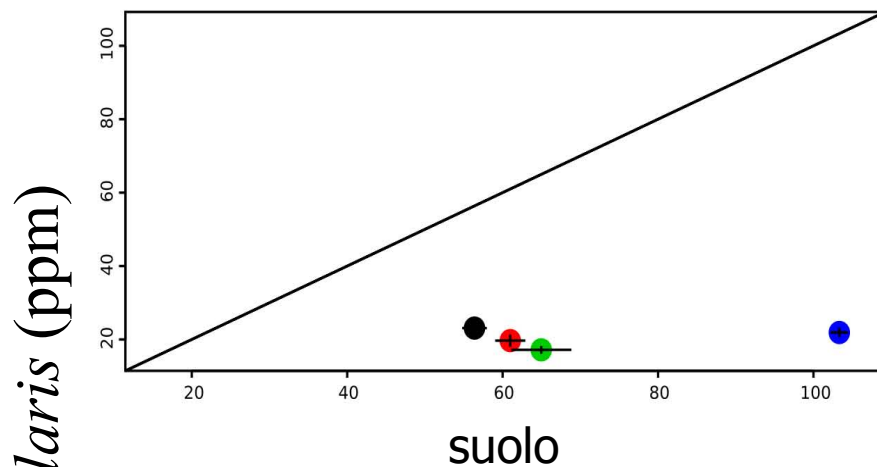


APAT

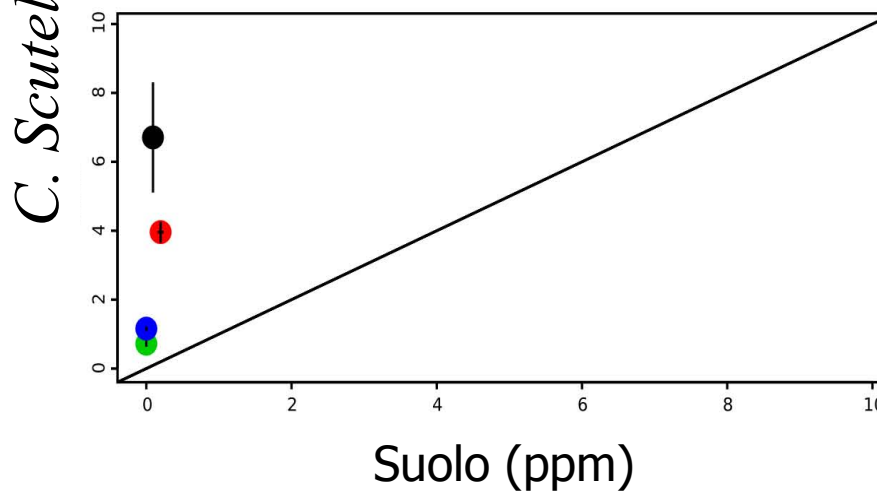
Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale



Cu



Cd





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

Discussione – 2

- Buone potenzialità di utilizzo
- Aspetti critici
 - Selezione specie: confronti interspecifici
 - Aumento il campionamento ambientale
 - Particolato
 - Differenti specie vegetali
 - Altri organismi nella rete trofica (prede, afidi)
 - Chiarire metabolismo dei metalli ed identificare possibili biomarkers





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Workshop tematico:

**Biodiversità dei suoli italiani:
indicatori ed applicazioni verso
una normativa nazionale**

Ringraziamenti

- Prof. G. Chelazzi
- Dr. L. Ottonetti
- Dr. F. Frizzi

