

# Incrementare la biodiversità dei suoli forestali: effetto del diradamento selettivo in due pinete di *Pinus nigra*



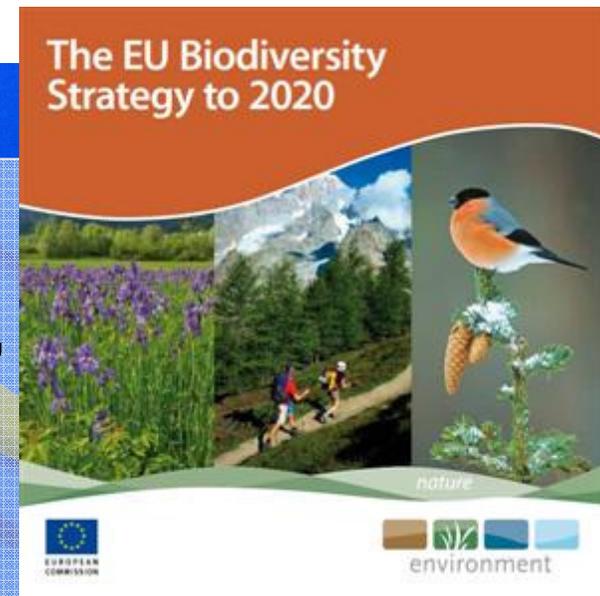
# EU Biodiversity Strategy to 2020

Soil biodiversity is analysed considering its main components (flora, fungi, bacteria, mesofauna, nematods and microarthropods), according with the EU 2020 Biodiversity Strategy (2011/2307(INI)).

In particular:

**TARGET 3** - Increase the contribution of agriculture and forestry to maintaining and enhancing biodiversity:

1. **Action 11** - Encourage forest holders to protect and enhance forest biodiversity
2. **Action 12** - Integrate biodiversity measures in forest management plans



**L'obiettivo principale del progetto è valutare gli effetti di un diradamento selettivo di un bosco di pino nero sulla biodiversità del suolo**



<http://www.selpibio.eu/>



# Gestione forestale del pino nero

Il pino nero è una delle specie più rappresentative ed utilizzate per il rimboschimento in Italia, grazie alla sua rapida crescita e capacità adattative anche in ambienti molto degradati.



**Negli anni 60'-70's il pino nero è stato “temporaneamente” utilizzato per il recupero di molte aree**

## Inquadramento storico

- Pinete di *Pinus nigra* utilizzate in rimboschimenti per aree intensamente sfruttate e/o abbandonate (1950-1960)
- Densità elevata -> necessari molteplici diradamenti (ogni 15 anni ca.)



## Inquadramento storico

- Protezione contro erosione del suolo
- Coprono un'area di 236.465 ettari, circa il 23% del totale di boschi di conifere, in Toscana circa 20.500 ettari (INFC, 2005)

### **TUTTAVIA**

- Scarsa retribuzione degli assortimenti retraibili dai diradamenti -> diradamenti disattesi -> capacità produttive ridotte





# Il diradamento tradizionale

Il diradamento tradizionale prevede un “taglio dal basso” che consente di lasciare il maggior numero di piante di maggior qualità.



Tuttavia, la copertura delle chiome rimane pressoché inalterata

# Il diradamento selettivo

Il taglio selettivo (innovativo per le pinete di pino nero) è concettualmente sull'individuazione di piante dominanti e la rimozione di quelle circostanti nel raggio di 10m. Questo approccio consente di ottenere i seguenti risultati:

1. Miglioramento della successione ecologica del pino nero e aumento del valore economico del prodotto
2. Aumento della stabilità dendrometrica delle pinete
3. Riduzione della copertura della chioma (canopy) determina un aumento di luce, acqua e calore a livello del suolo

L'effetto complessivo è un aumento della funzionalità dell'ecosistema e della biodiversità



**Prima del taglio**



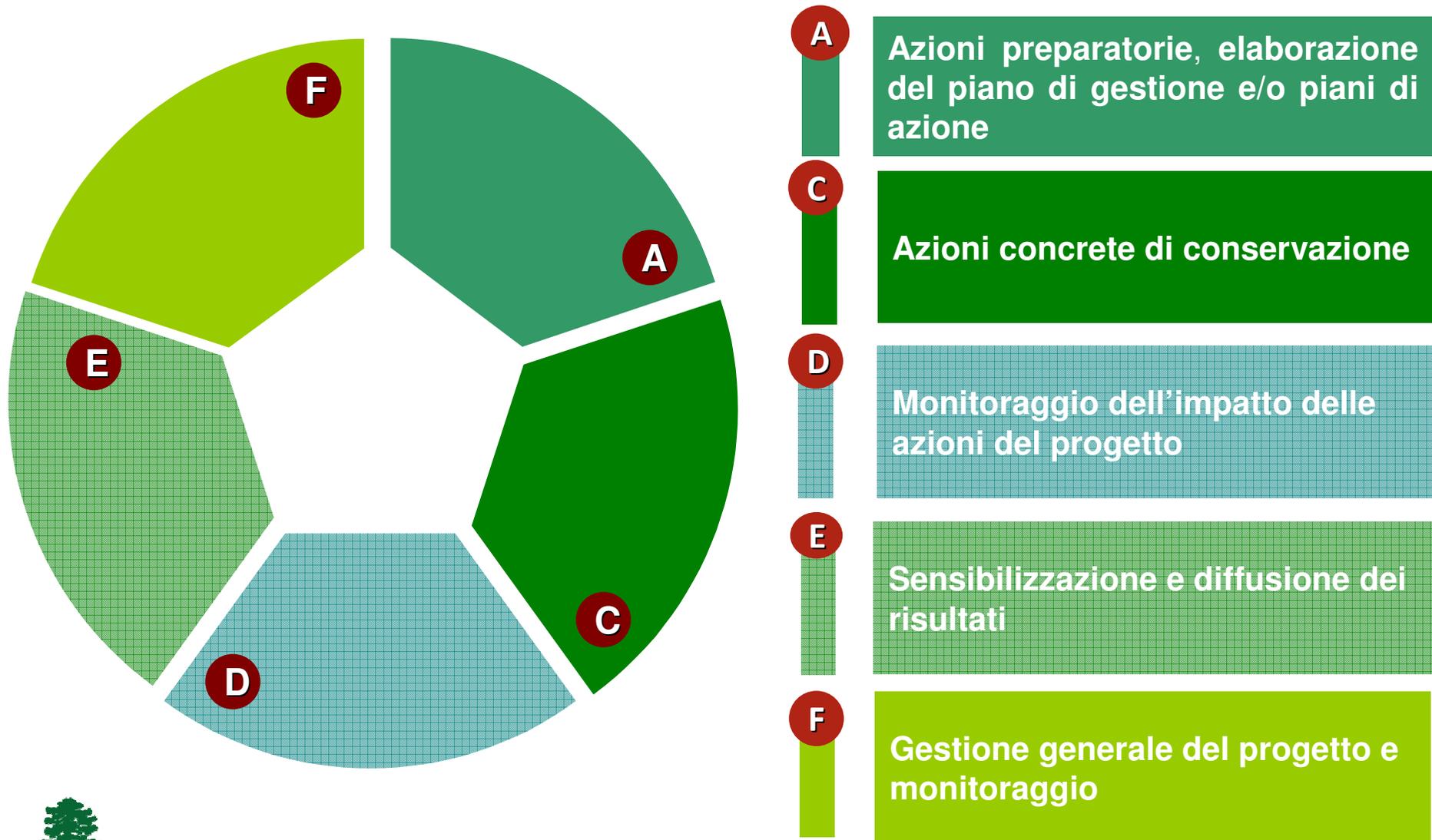
## Taglio tradizionale



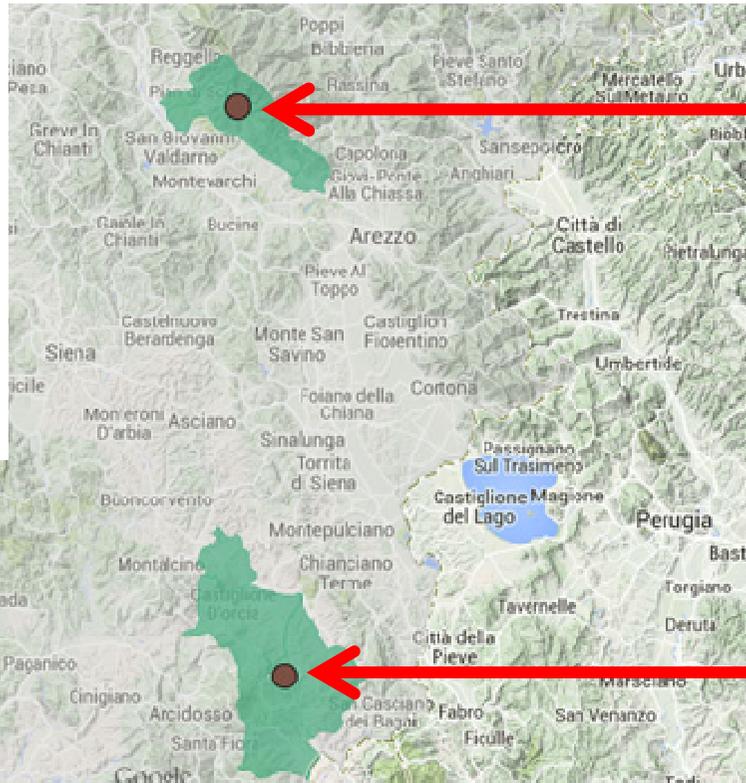
# Taglio selettivo



# ATTIVITA' ED AZIONI DEL PROGETTO



# Aree di monitoraggio

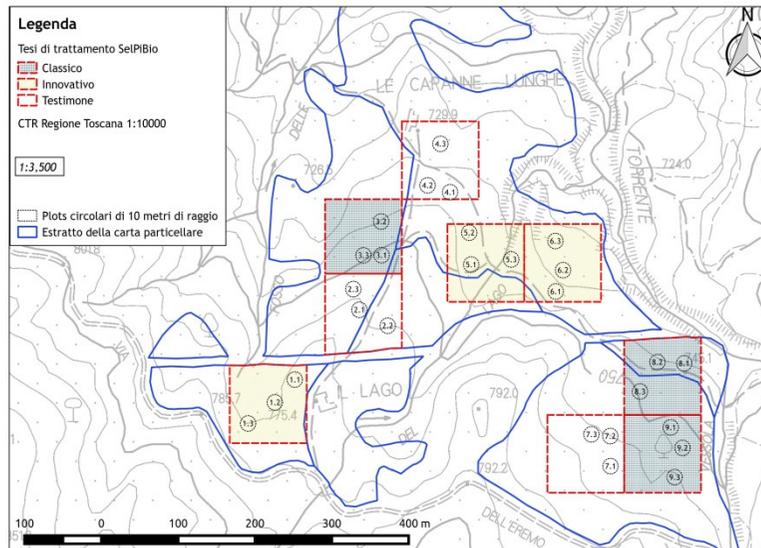


“Pratomagno-  
Valdarno”- «Pian della  
cucina» Comune di  
Loro Ciuffenna (AR)  
(PRATOMAGNO)

«Madonna delle  
Querce» - «Il Lago»  
Comune di Castiglione  
d'Orcia (SI)  
(AMIATA)

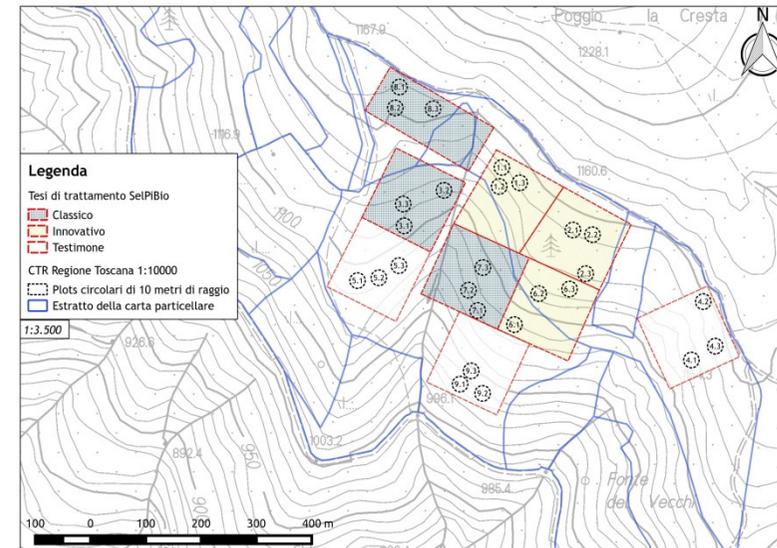
# Aree di monitoraggio

## Amiata



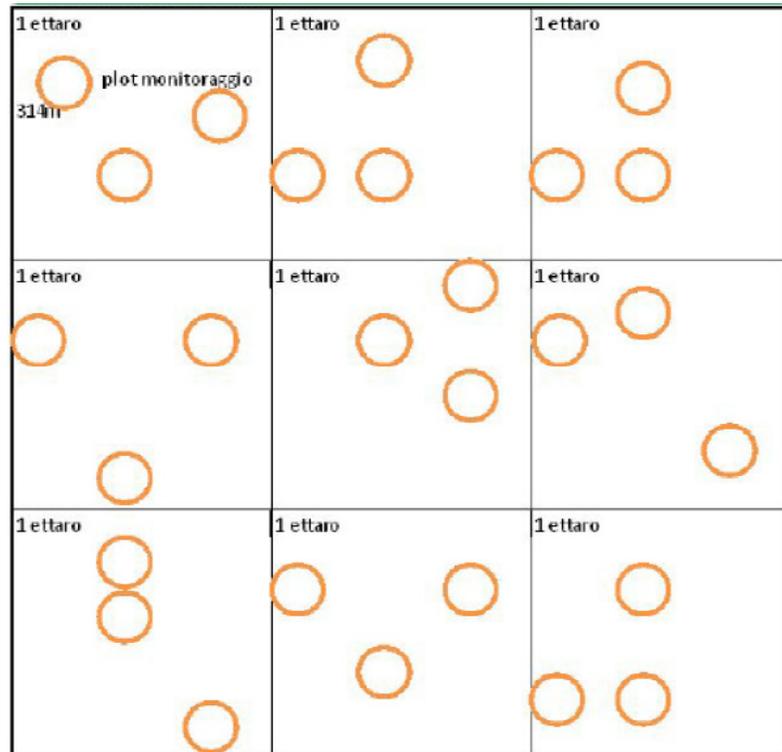
- Quota: circa 800 m s.l.m
- Esposizione: Nord-Nord-Ovest
- Scarsa pendenza, che oscilla dal 3% al 6%.
- Abbondante vegetazione erbacea ed arbustiva
- pH medio: 6,9
- TOC: 1,73% (max 3,5%)

## Pratomagno



- Quota: circa 1100 m s.l.m
- Esposizione: Sud- Ovest
- Pendenza tra il 20% e il 25%, con picchi del 35%.
- Scarsa vegetazione erbacea ed arbustiva
- pH medio: 5,5
- TOC: 1,76% (max 3,48%)

# Schema sperimentale



9 areas (1ha each) for each experimental site, with 3 replicates of each treatment:

- Control
- Traditional
- Selective

3 *plots* (20m diameter) for each area were selected for sampling

**27 plots per ciascuna area di studio**

## Schema sperimentale

1. Caratterizzazione pedo-climatica delle aree di monitoraggio
2. Analisi dendrometrico-strutturale del bosco
3. Analisi della biodiversità del suolo

# UCP



Nell'area del Pratomagno di rilevano suoli (Typic o Lythic Dystrudepts coarse-loamy, mixed, mesic), generalmente poco profondi, a profilo A-Bw-C-R, da ghiaiosi e ciottolosi ad estremamente ghiaiosi e ciottolosi, a tessitura franco sabbiosa e franca, non calcarei, da fortemente a moderatamente acidi, saturazione bassa, da ben drenati a talvolta eccessivamente drenati.

# UCAVO



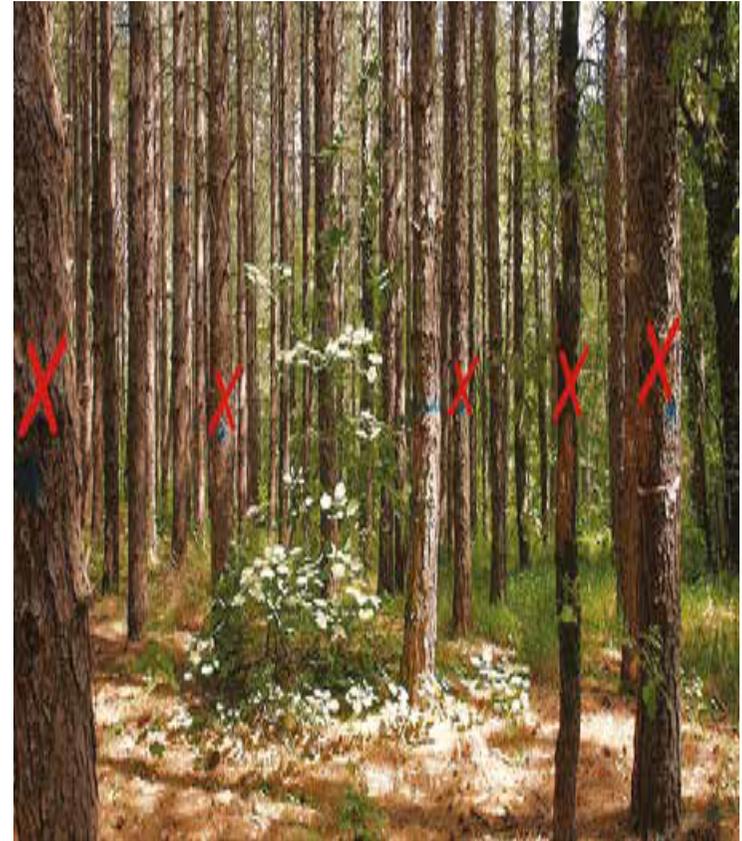
I suoli **VIVO (VIV1)**, (Typic Haplustepts fine-loamy, mixed, mesic), da moderatamente profondi a profondi, a profilo Ap-Bw-C-Cr, scarsamente ghiaiosi, a tessitura franco argillosa, scarsamente calcarei, da neutri a debolmente alcalini, ben drenati.

I suoli **SAN BARTOLO (SBR1)**, (Aquic Eutrudepts fine, mixed, mesic), da moderatamente profondi a profondi, a profilo Ap-Bg-Cg, da scarsamente ghiaiosi a ghiaiosi, a tessitura argilloso limosa e franco limoso argillosa, da moderatamente calcarei a molto calcarei, da debolmente a moderatamente alcalini, da piuttosto mal drenati a mal drenati

# Analisi dei dati forestali

Le variabili dendrometriche inserite nel database prodotto dal progetto sono le seguenti:

- codice identificativo dell'albero;
- specie;
- diametro ad 1,30 m (soglia di cavallettamento 5 cm);
- altezza totale della pianta;
- altezza di massima larghezza della chioma;
- altezza (da terra) di inserzione della chioma;
- rango sociale della pianta suddiviso in tre classi (dominante - intermedia - dominata);
- stato di salute della pianta (viva - morta - stroncata);
- numero di palchi verdi;
- coordinate polari (azimut in gradi sessagesimali rispetto al Nord e distanza in metri) della posizione del fusto della pianta relativo al centro del plot;



# Risultati dendrometrici

Caratteristiche dendrometriche dei diradamenti (UCP)

	Prima del diradamento					Dopo il diradamento					Percentuale rilievo		
	N ha <sup>-1</sup>	G ha <sup>-1</sup>	V ha <sup>-1</sup>	dgm	Hm	N ha <sup>-1</sup>	G ha <sup>-1</sup>	V ha <sup>-1</sup>	dgm	Hm	N ha <sup>-1</sup>	G ha <sup>-1</sup>	V ha <sup>-1</sup>
		m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	cm	m		m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	cm	m			
<b>Classico</b>	1.085	72,8	722,3	29,3	19,1	695	56,1	582,9	32,1	19,9	35,9	22,6	19,3
<b>Selettivo</b>	1.056	66,6	586,6	28,6	18,9	781	47,0	412,6	28,6	19,0	30,8	29,4	29,7

Caratteristiche dendrometriche dei diradamenti (UCAVO)

	Prima del diradamento					Dopo il diradamento					Percentuale rilievo		
	N ha <sup>-1</sup>	G ha <sup>-1</sup>	V ha <sup>-1</sup>	dgm	Hm	N ha <sup>-1</sup>	G ha <sup>-1</sup>	V ha <sup>-1</sup>	dgm	Hm	N ha <sup>-1</sup>	G ha <sup>-1</sup>	V ha <sup>-1</sup>
		m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	cm	m		m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	cm	m			
<b>Classico</b>	971	42,3	367,6	23,7	17,9	675,7	34,0	290,8	25,3	18,3	30,4	19,7	18,7
<b>Selettivo</b>	971	47,8	446,4	24,9	18,2	638,3	32,3	309,2	25,4	18,4	34,3	31,9	30,7

# Valutazione della diversità delle comunità microbiche del suolo e della mesofauna post-trattamento

Lo studio della biodiversità del suolo è stato effettuato a tre livelli:



Macrofauna  
(Carabidi)

Mesofauna

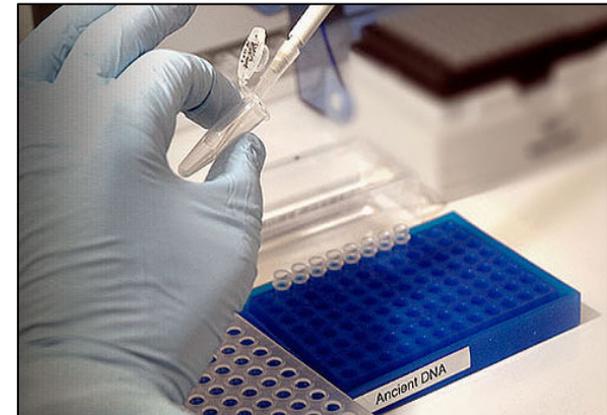
Microorganismi

# Microorganismi



Suolo

Analisi della struttura  
della comunità  
microbica  
(DNA high-throughput  
sequencing)



Determinazione  
della respirazione  
microbica  
(Alef, 1995)

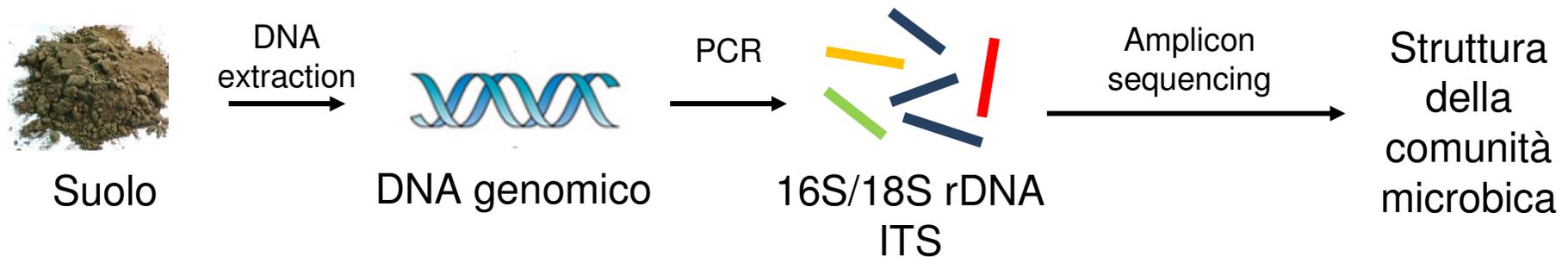


Determinazione della  
biomassa microbica col  
metodo Fumigazione-  
estrazione  
(Vance et al., 1987)



Microorganismi

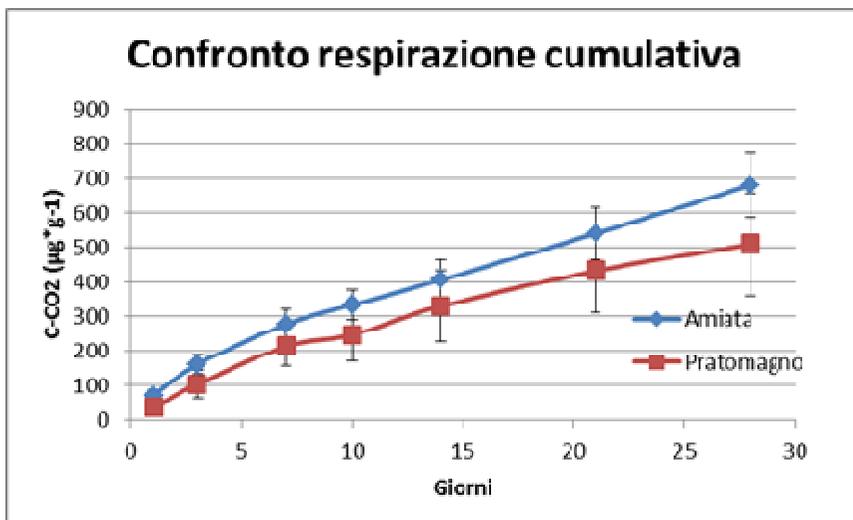
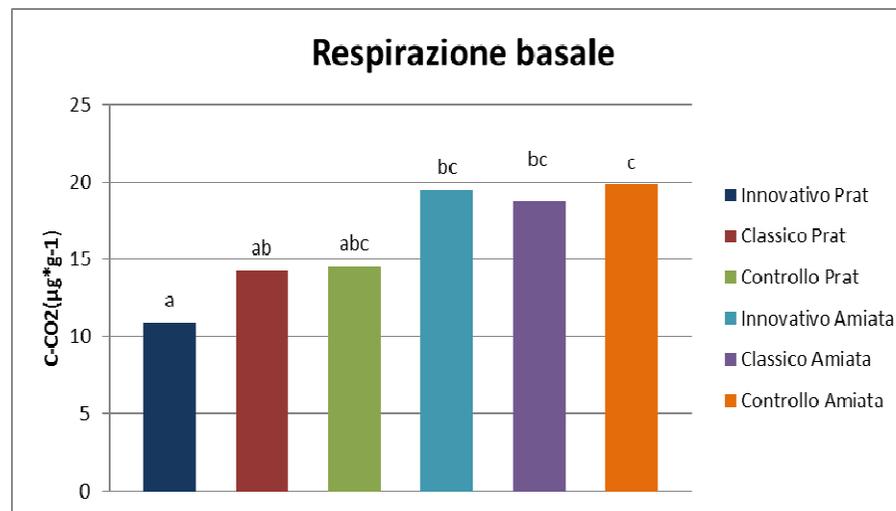
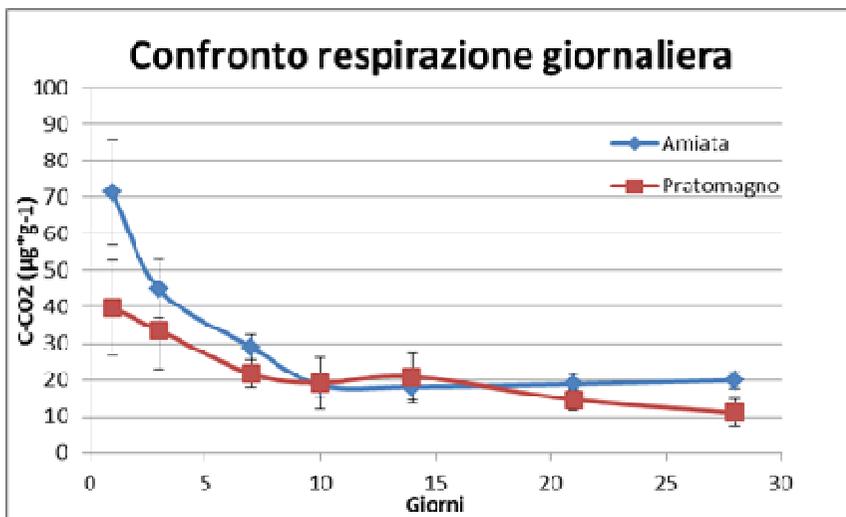
## Analisi della struttura della comunità microbica mediante DNA high-throughput sequencing



Tuttavia la tecnologia che volevamo utilizzare (454-Pyrosequencing della Roche) non è stata più disponibile a partire da metà 2016. Pertanto, al fine di rendere confrontabili i dati del primo anno con quelli dei successivi rilievi di monitoraggio previsti dal progetto, abbiamo deciso di utilizzare una nuova tecnologia di sequenziamento (Illumina Mi-seq).

## Microorganismi

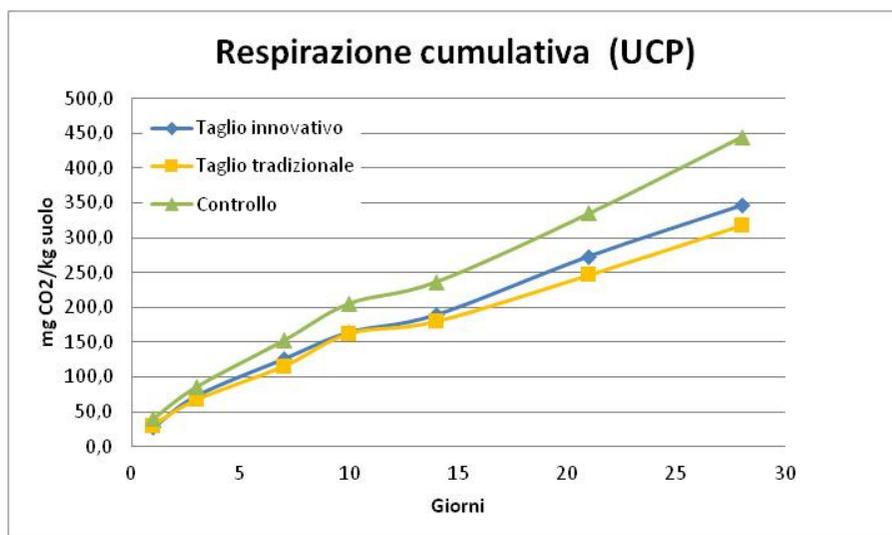
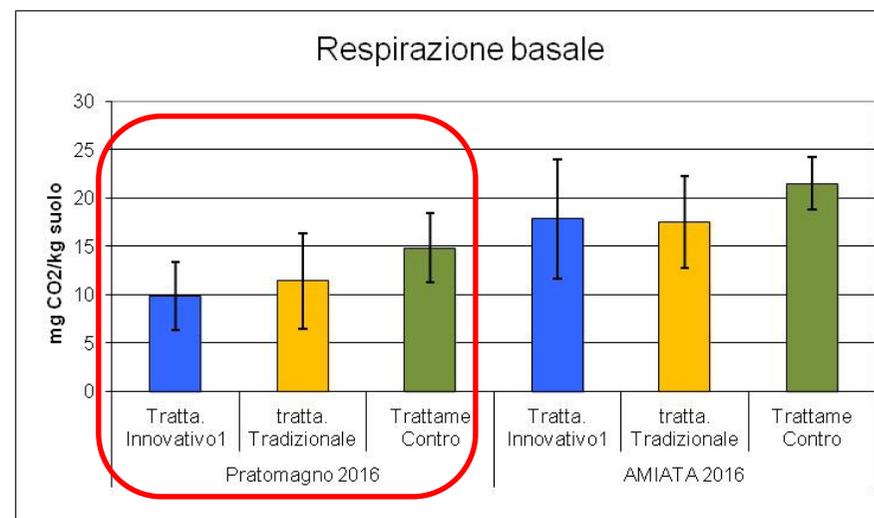
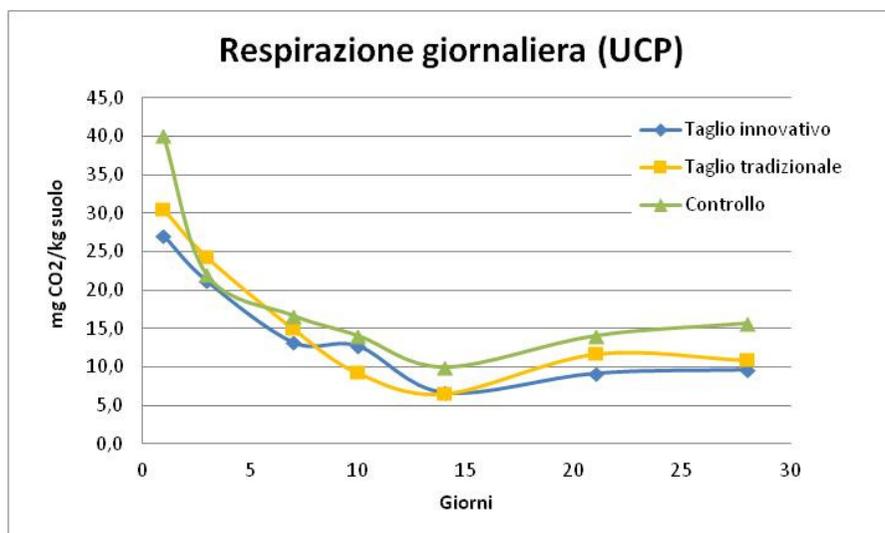
# Determinazione della respirazione microbica del suolo (dati 2015)



- In generale i suoli di UCAVO presentano una maggiore attività microbica rispetto ai suoli di UCP
- Inoltre, i valori della respirazione basale di UCP sono molto più eterogenei rispetto a quelli di UCAVO

## Microorganismi

# Determinazione della respirazione microbica del suolo (2016): UCP



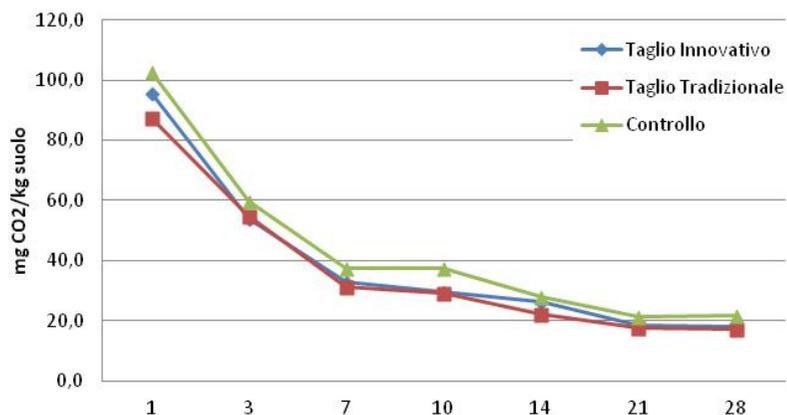
- In generale i suoli di UCAVO presentano una maggiore attività microbica rispetto ai suoli di UCP (come nel 2015)

- I valori di respirazione nei suoli UCP sono più elevati nei plot di controllo rispetto a quelli sottoposti a taglio (differenze NON significative).

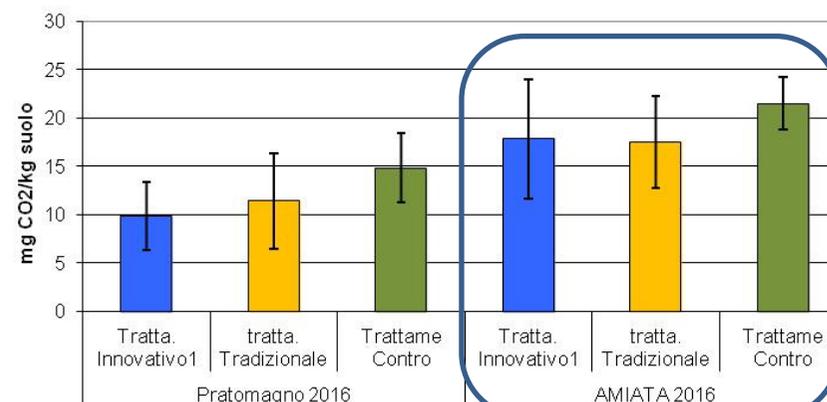
## Microorganismi

# Determinazione della respirazione microbica del suolo (2016): UCAVO

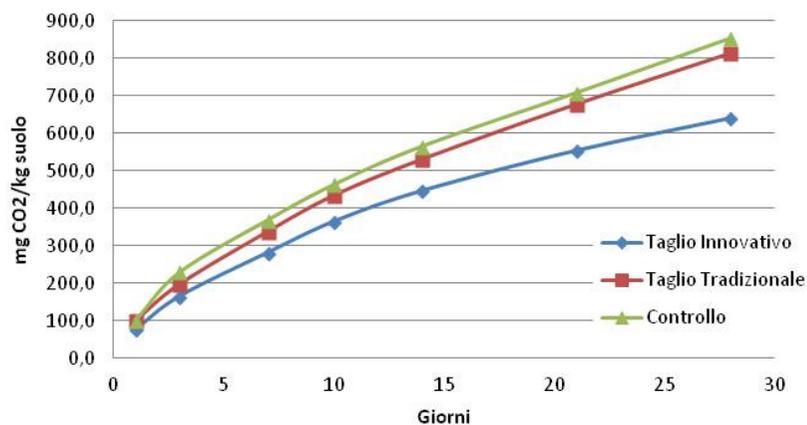
### Respirazione giornaliera 2016 (UCAVO)



### Respirazione basale



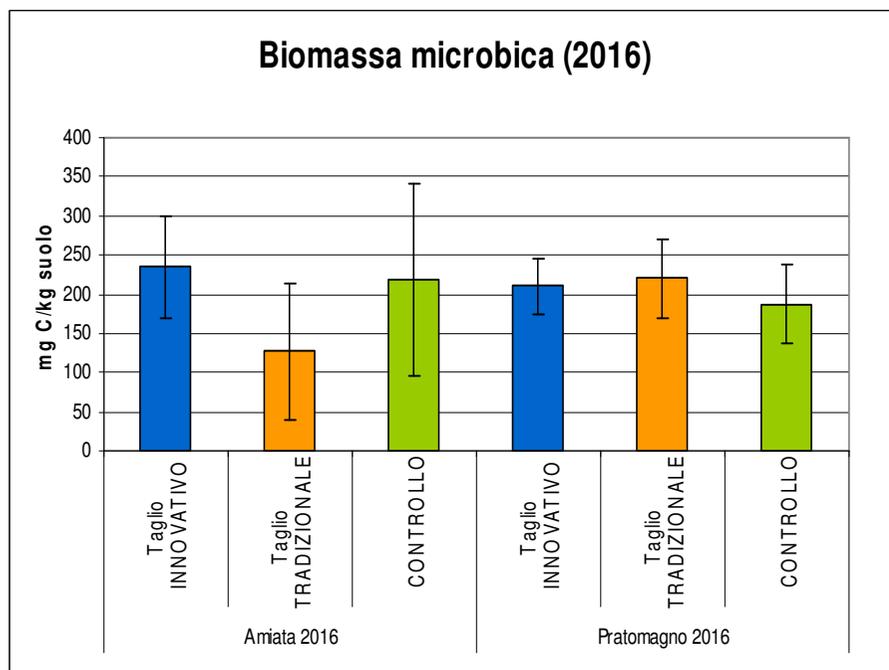
### Respirazione cumulativa 2016 (UCAVO)



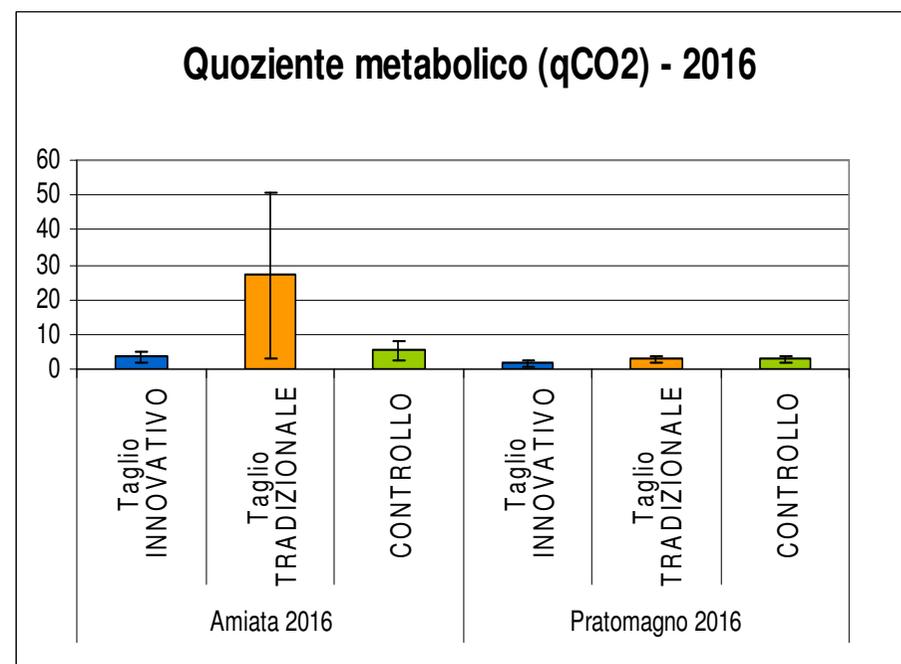
- In generale i suoli di UCAVO presentano una maggiore attività microbica rispetto ai suoli di UCP (come nel 2015)

- Mentre i valori della respirazione basale sono simili tra le diverse tesi, i plot sottoposti a taglio innovativo hanno mostrato i valori più bassi di Ccum

# Risultati dell'analisi della biomassa microbica

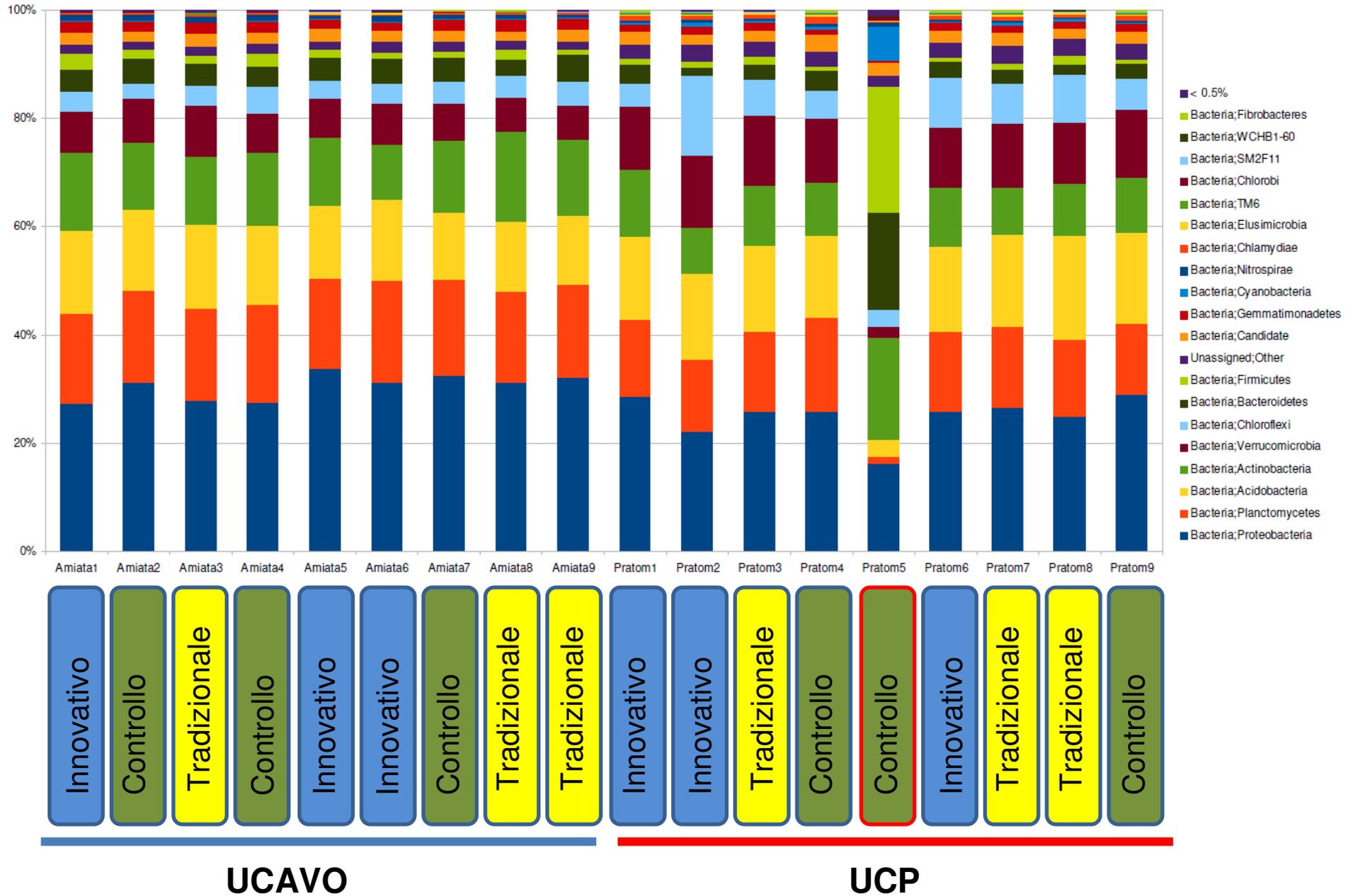


Confronto tra i valori di C della biomassa microbica ( $C_{mic}$ ) tra i diversi trattamenti realizzati nei complessi UCAVO e UCP

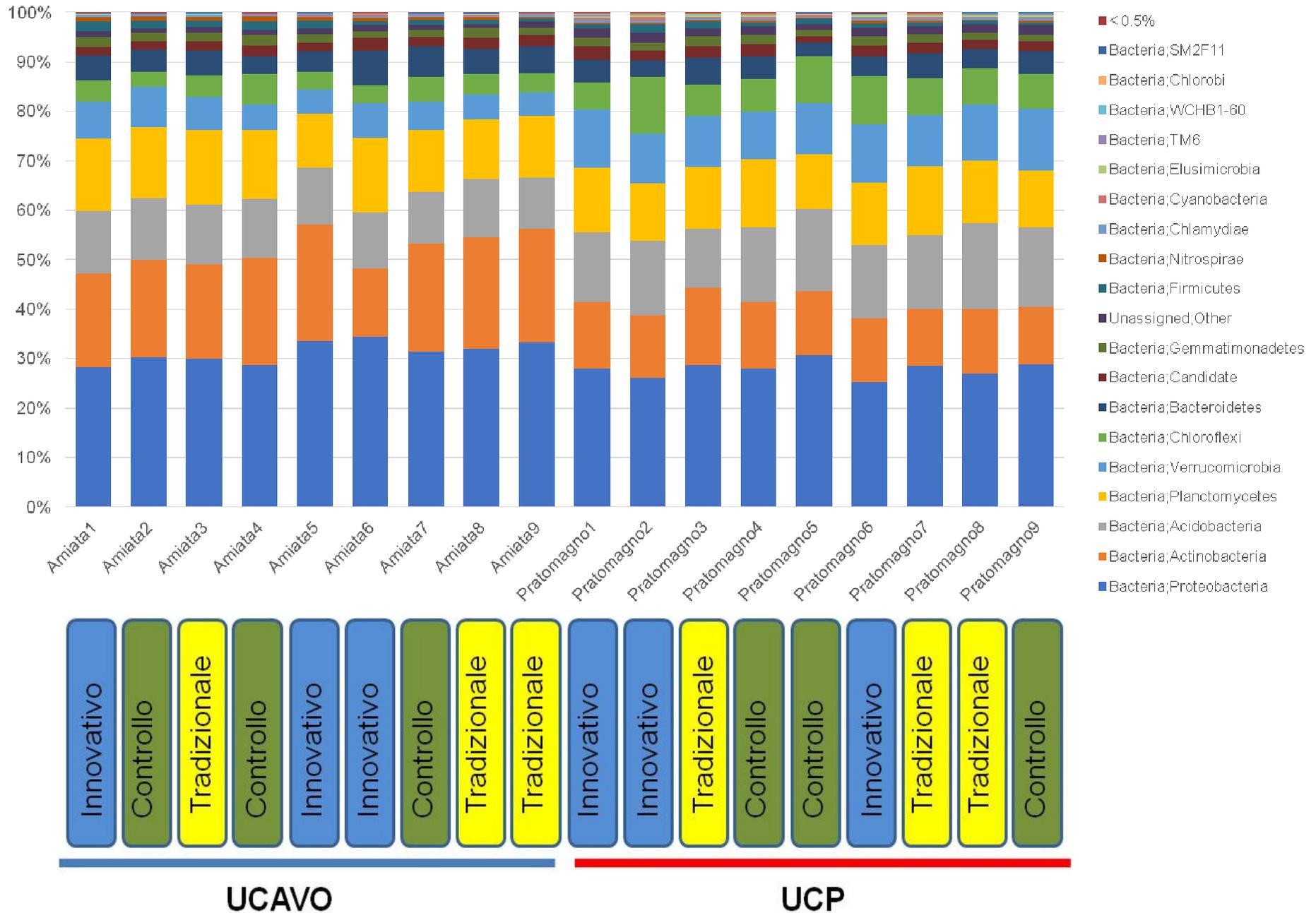


Confronto tra i valori del quoziente metabolico ( $qCO_2$ ) tra i diversi trattamenti realizzati nei complessi UCAVO e UCP

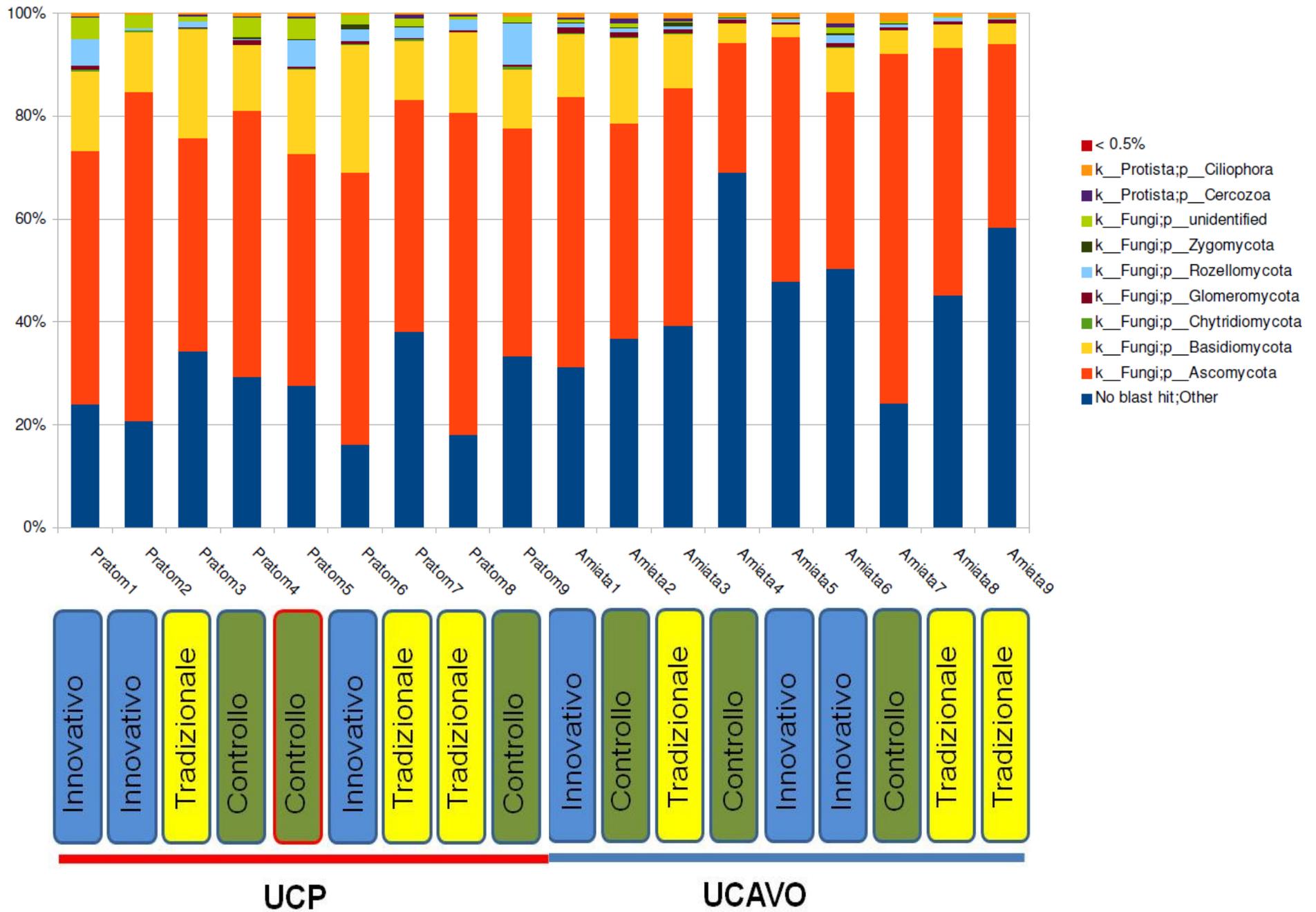
# Bacterial diversity (2015)



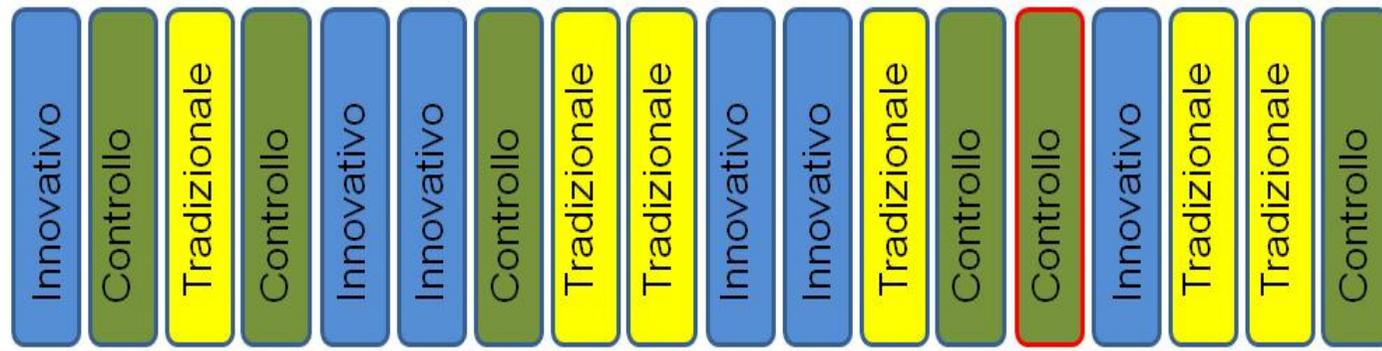
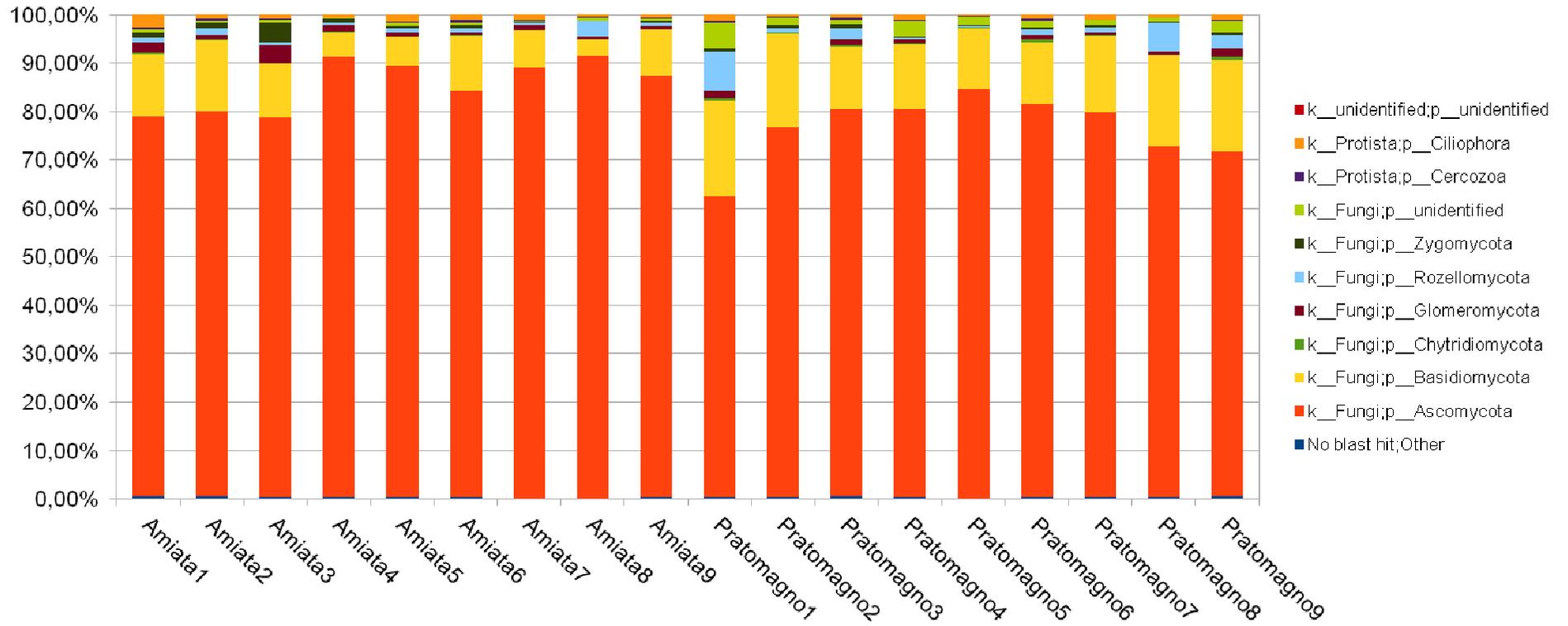
# Bacterial diversity (2016)



# Fungal diversity (2015)



# Fungal diversity (2016)

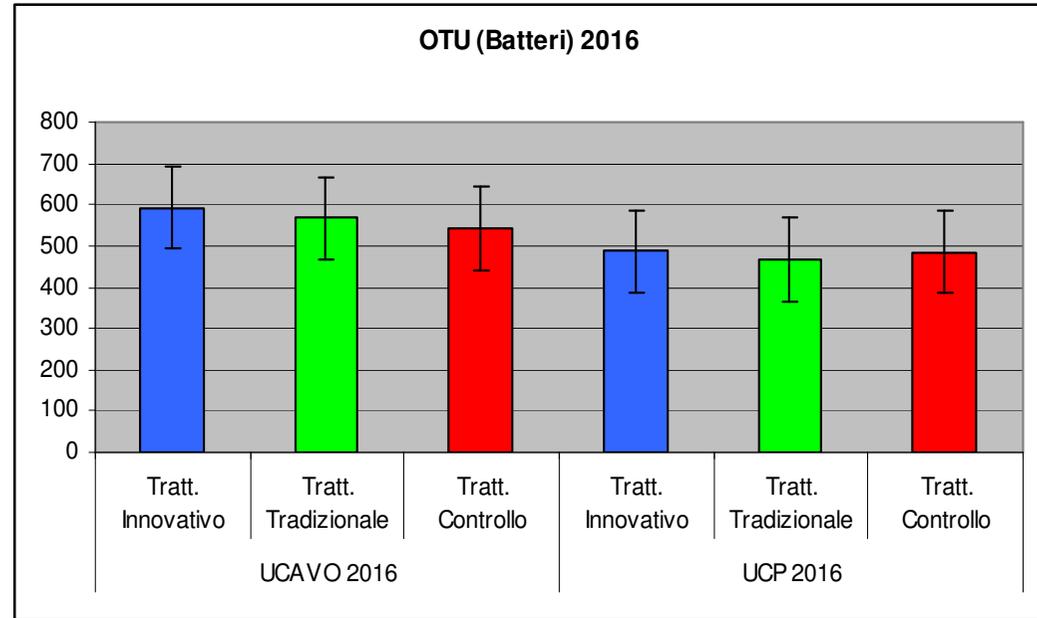


UCAVO

UCP

# Biodiversità batterica

L'area UCAVO presenta un valore medio di OTUs maggiore rispetto a UCP. Inoltre, la biodiversità delle comunità batteriche dei campioni sottoposti a taglio sembrano aver un trend superiore rispetto al controllo. Tali differenze non si evidenziano in UCP.

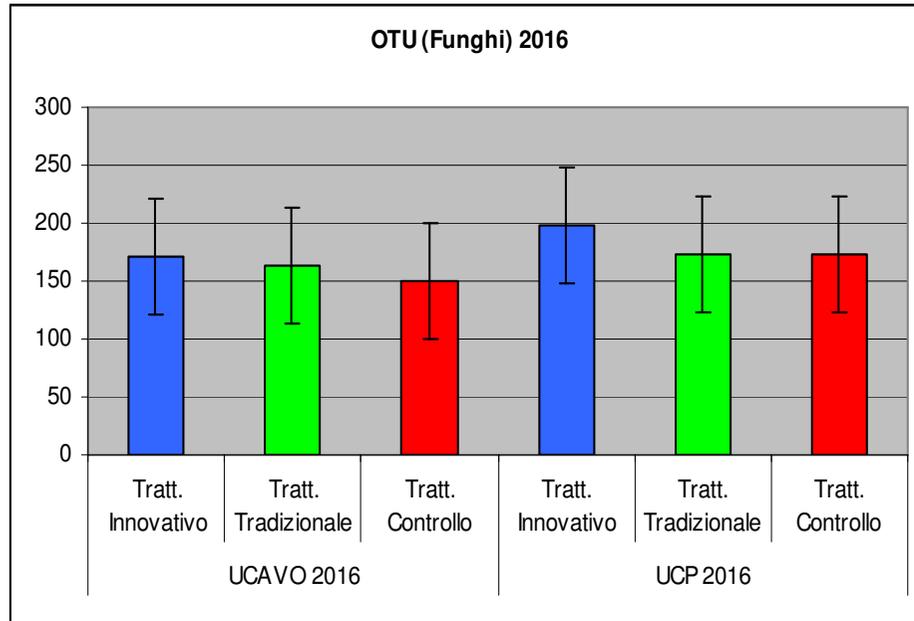


**Confronto del numero di OTU (Batteri) 2016 , nelle aree UCAVO e UCP**

## $\alpha$ - Diversity

	Amiata1	Amiata2	Amiata3	Amiata4	Amiata5	Amiata6	Amiata7	Amiata8	Amiata9
Chao-1	230	230	228	<b>222</b>	231	231	231	231	<b>232</b>
	Pratom1	Pratom2	Pratom3	Pratom4	Pratom5	Pratom6	Pratom7	Pratom8	Pratom9
Chao-1	218	217	<b>227</b>	219	<b>201</b>	222	220	210	222

# Biodiversità fungina



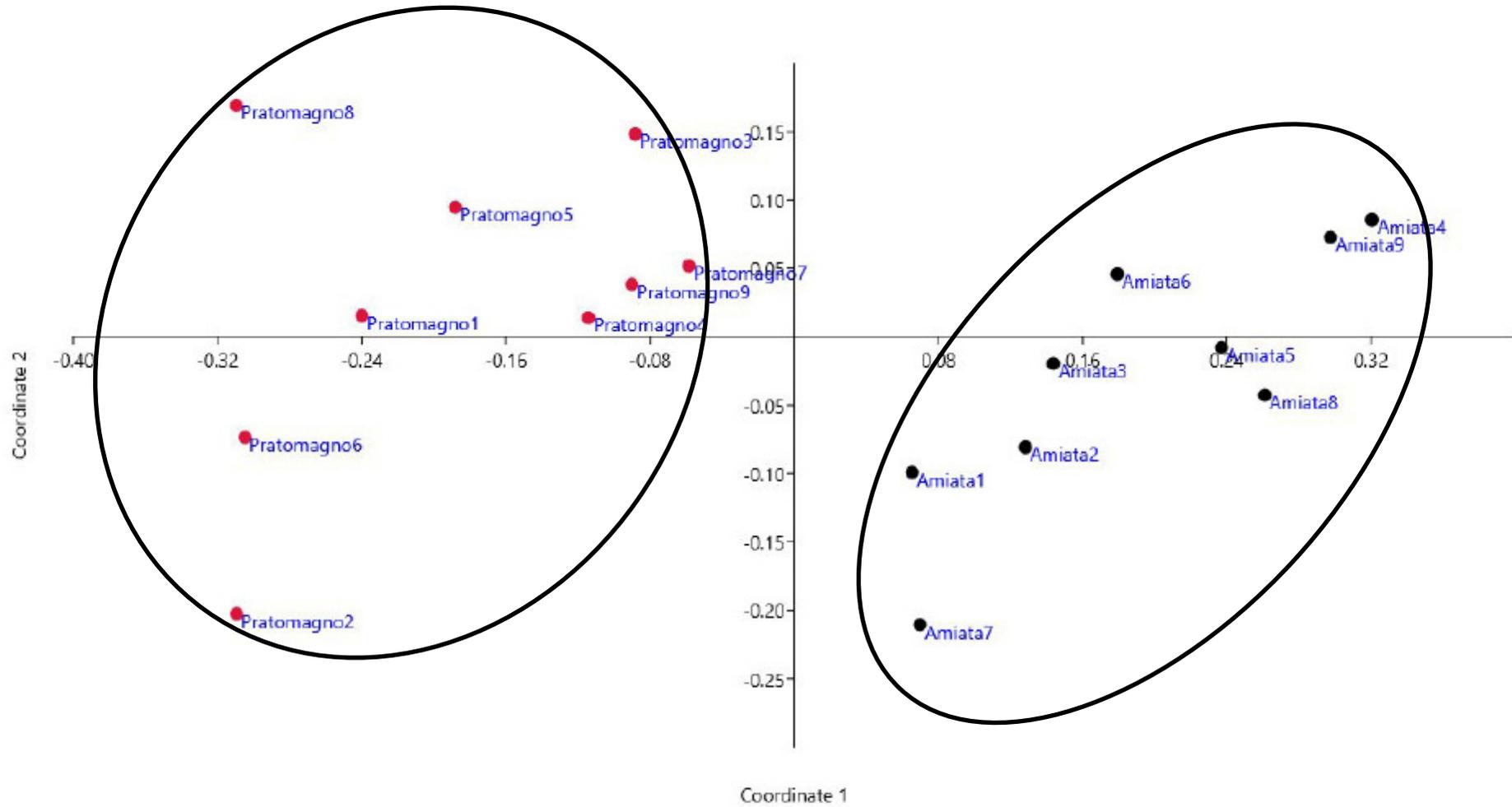
Confronto del numero di OTU (Funghi) 2016 , nelle aree UCAVO e UCP

L'area UCP presenta un valore medio di OTUs maggiore rispetto a UCAVO. Inoltre, la biodiversità delle comunità fungine dei campioni sottoposti a taglio innovativo sembrano aver un trend superiore rispetto al controllo. Tali differenze non si evidenziano in UCAVO.

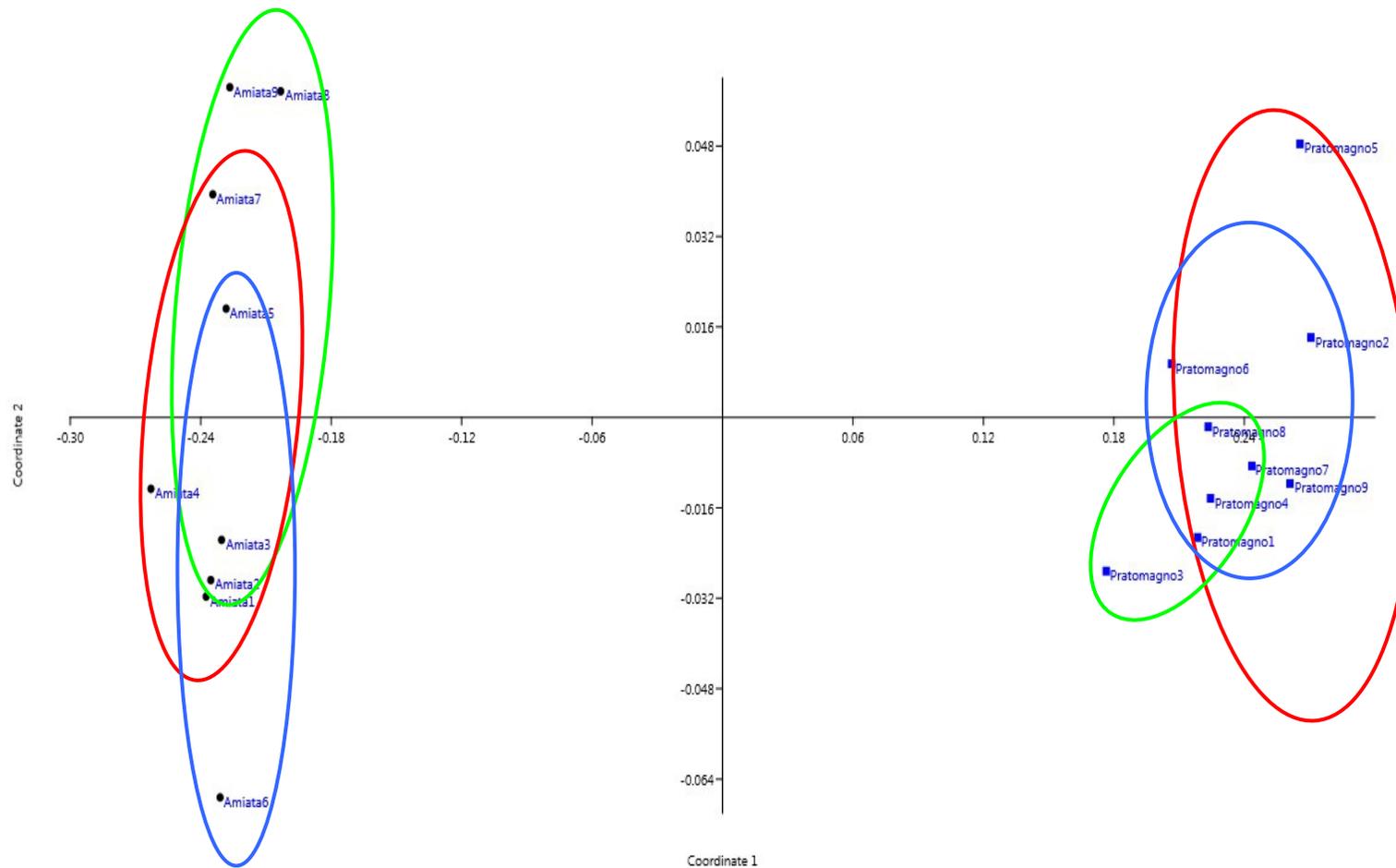
## $\alpha$ - Diversity

	Amiata1	Amiata2	Amiata3	Amiata4	Amiata5	Amiata6	Amiata7	Amiata8	Amiata9
Chao-1	86	84	85	84	87	79	88	87	82
	Pratom1	Pratom2	Pratom3	Pratom4	Pratom5	Pratom6	Pratom7	Pratom8	Pratom9
Chao-1	95	88	91	93	92	91	91	94	89

# Analisi NMDS (Batteri) - 2015

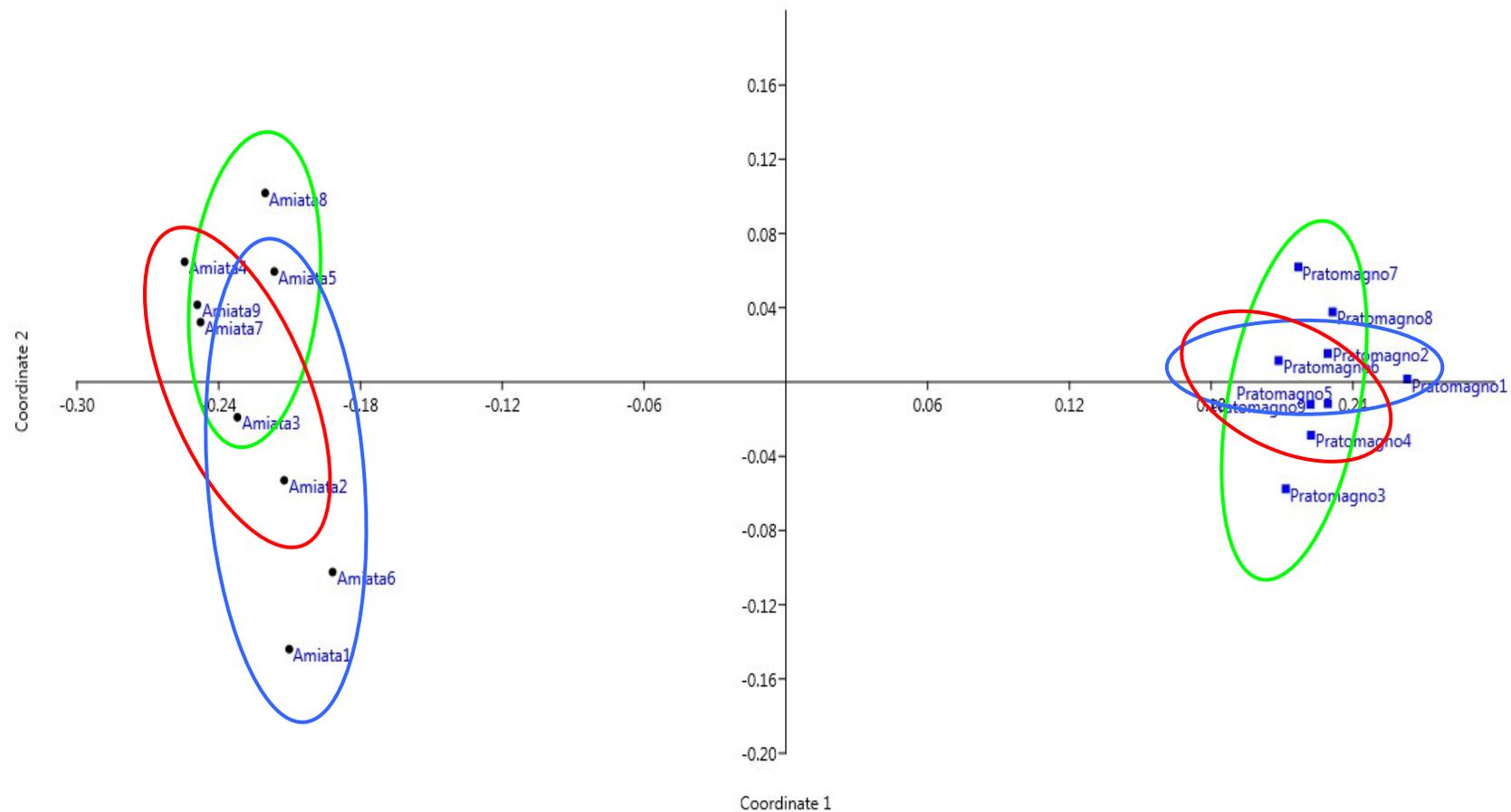


# Analisi NMDS (Batteri) - 2016



Analisi NMDS (Non Metric Dimensional Scaling) delle comunità batteriche delle aree UCAVO (1, 5, 6: innovativo-blu; 3,8,9: tradizionale-verde; 2,4,7: controllo-rosso) e UCP (1,2,6: innovativo-blu; 3,7,8: tradizionale-verde; 4,5,9: controllo-rosso) nel 2016.

# Analisi NMDS (Funghi) - 2016

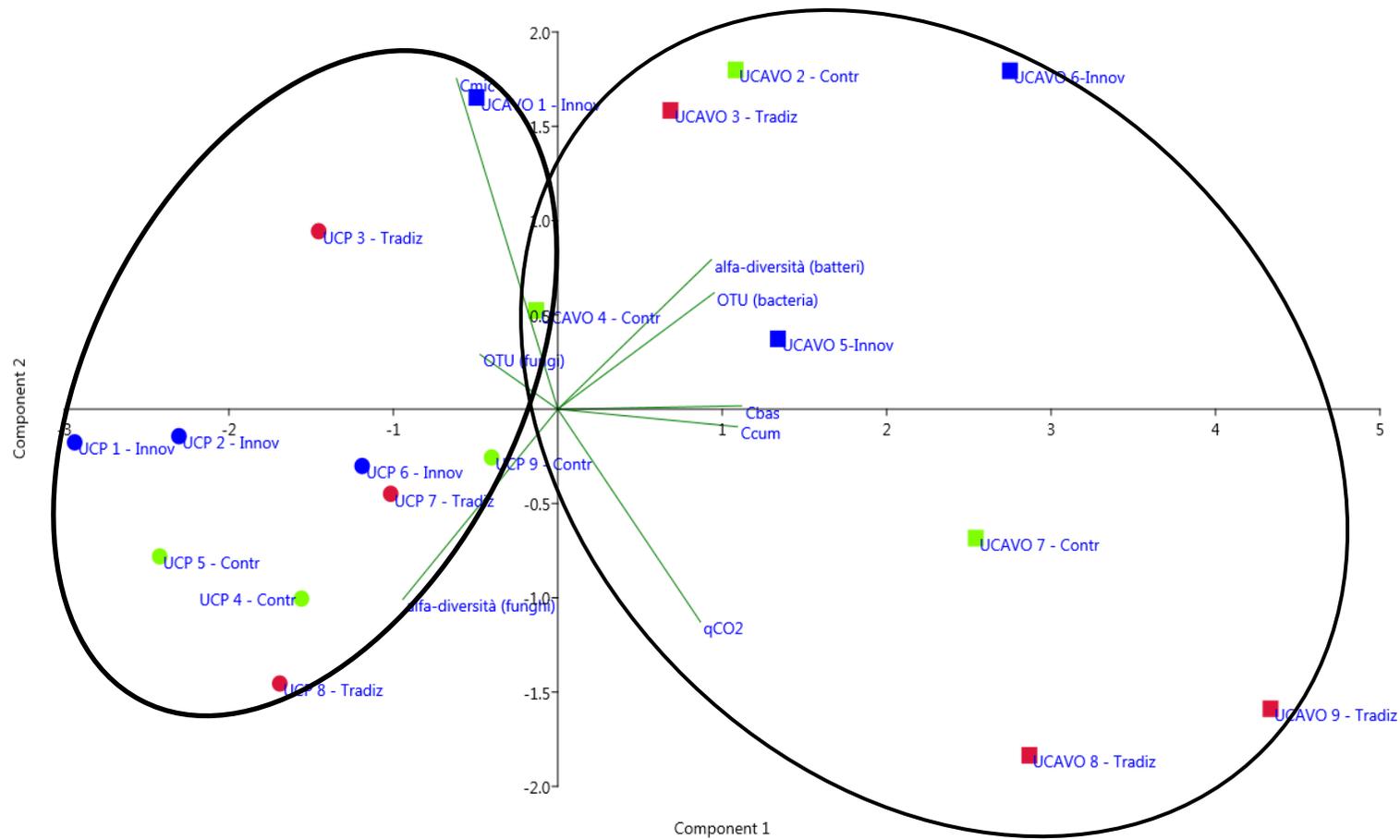


Analisi NMDS (Non Metric Dimensional Scaling) delle comunità fungine delle aree UCAVO (1, 5, 6: innovativo- blu; 3,8,9: tradizionale- verde; 2,4,7: controllo-rosso) e UCP (1,2,6: innovativo-blu; 3,7,8: tradizionale- verde; 4,5,9: controllo- rosso) nel 2016

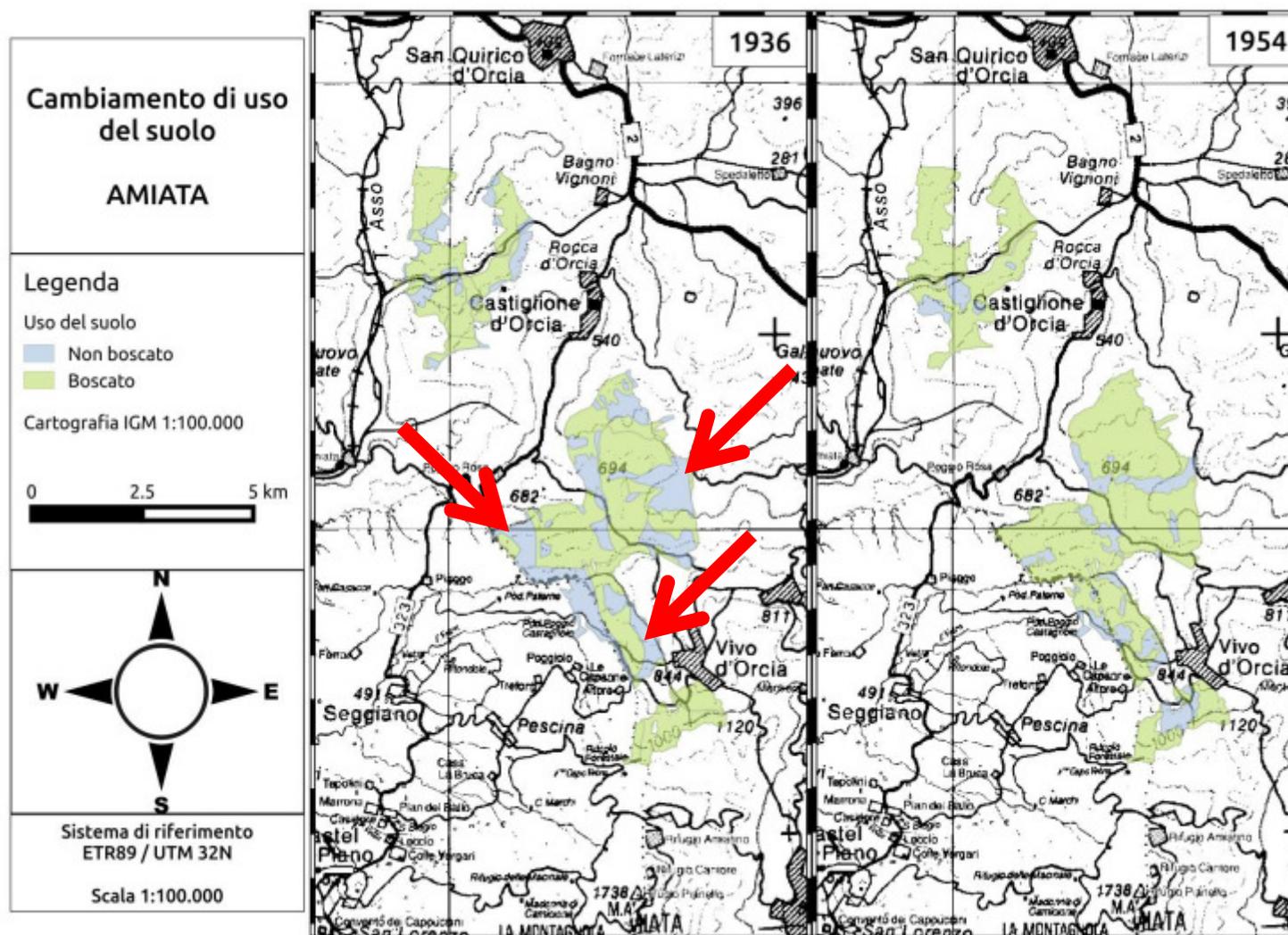
# Dati totali

PC	% variance
1	54,8 %
2	17,3 %

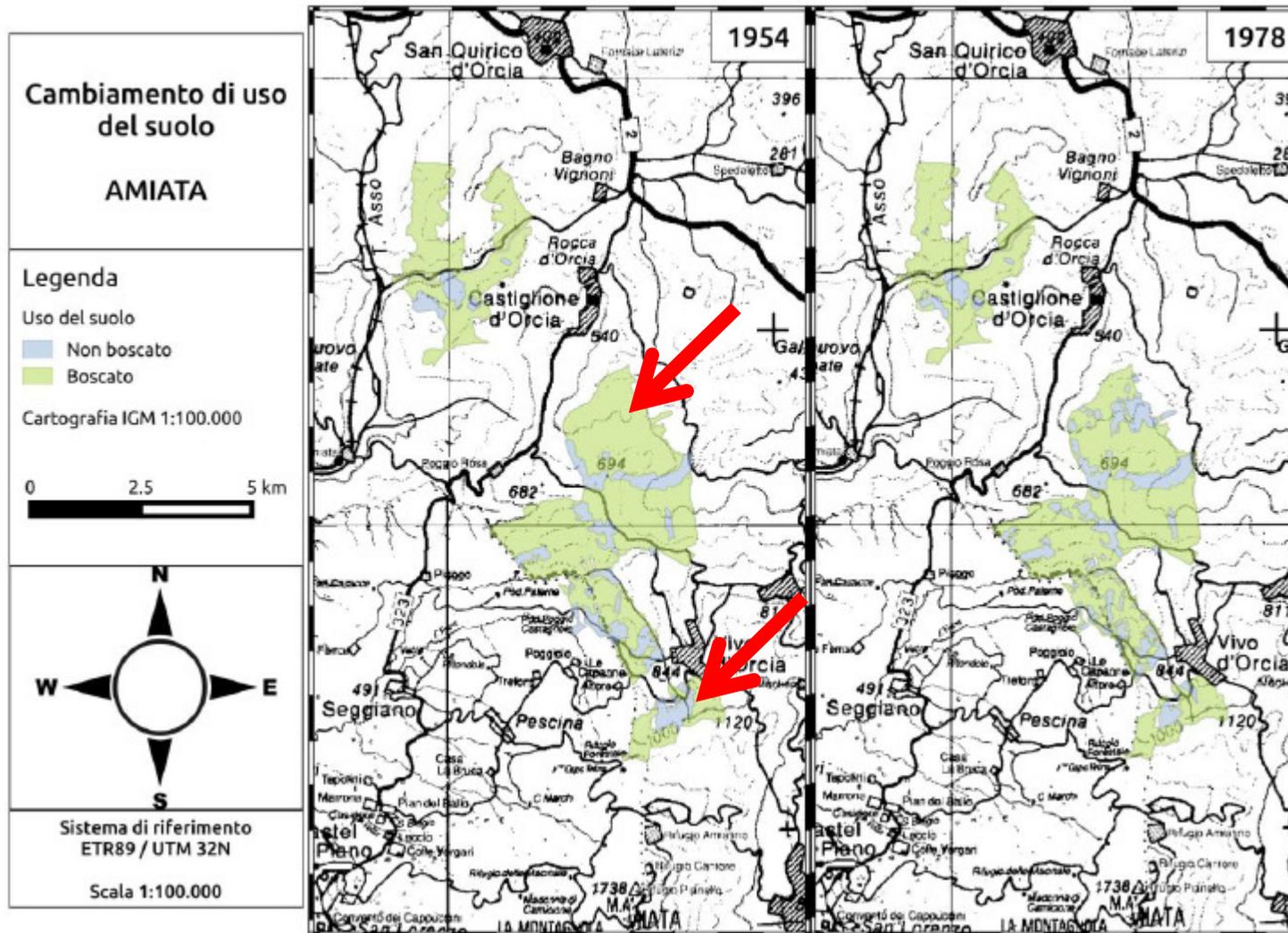
## Analisi delle componenti principali (PCA)



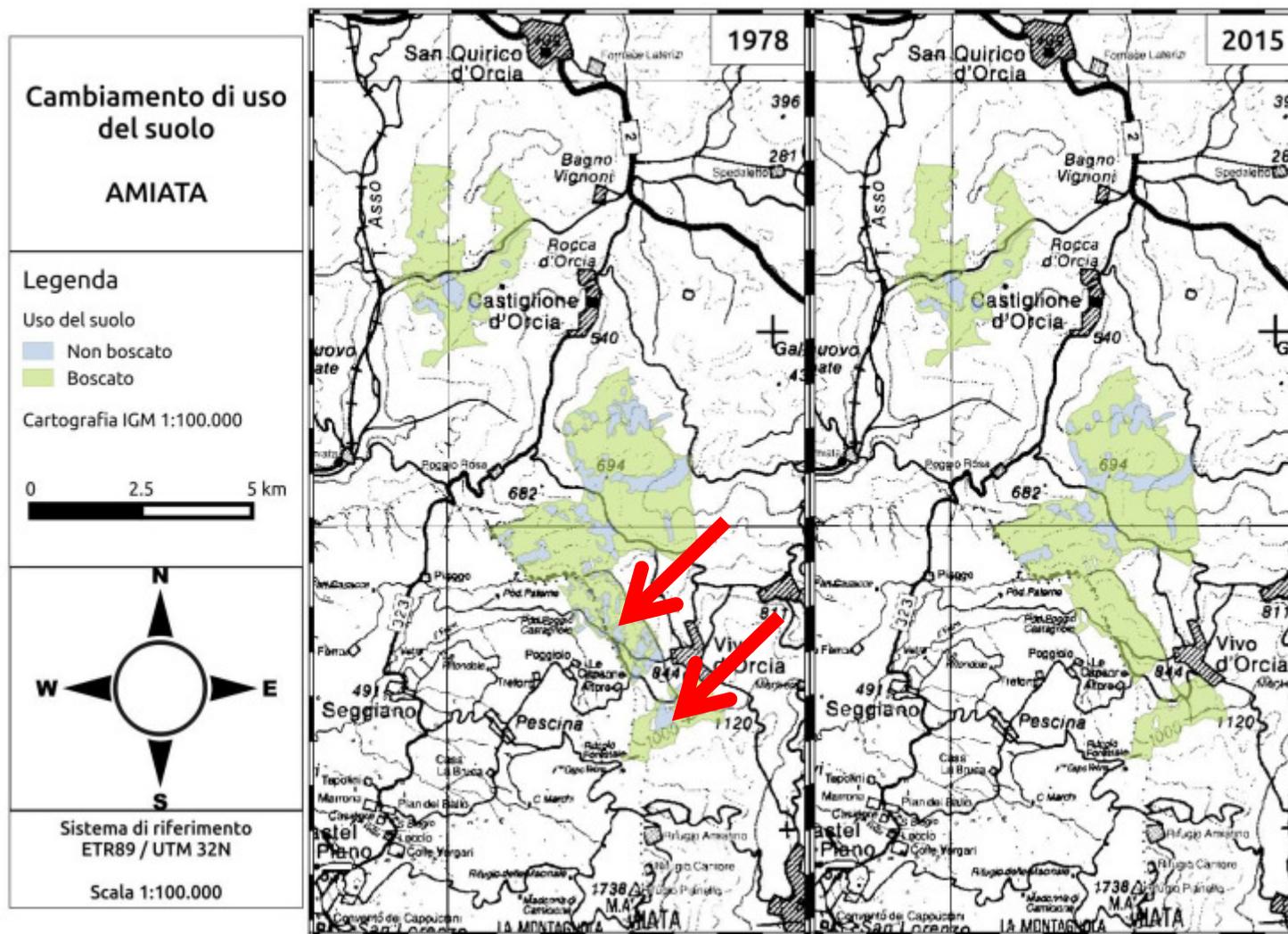
La carta forestale del 1936 mostra l'area coperta da zone non boscate (per lo più aree pascolive intervallate da seminativi) e aree occupate da cedui misti a prevalenza di querce (cerro e roverella).



Dal 1954 al 1978 si assiste invece ad un decremento della superficie boscata (dall'89% al 94% sulla superficie totale del comprensorio).



Dal 1978 al 2015 la superficie boscata aumenta nuovamente, soprattutto a causa dell'opera di rimboschimento avvenuto sia su cedui degradati che su terreno nudo (ex pascolivi e seminativi).



**Situazione  
pre-rimboschimento  
(uso del suolo al 1936)**

**AMIATA**

**Legenda**

Plots circolari

Aree di intervento

Classico

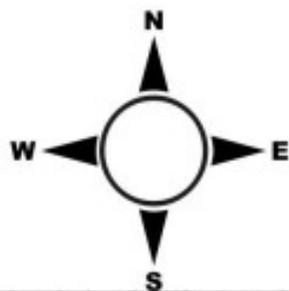
Selettivo

Testimone

Ceduo misto (1936)

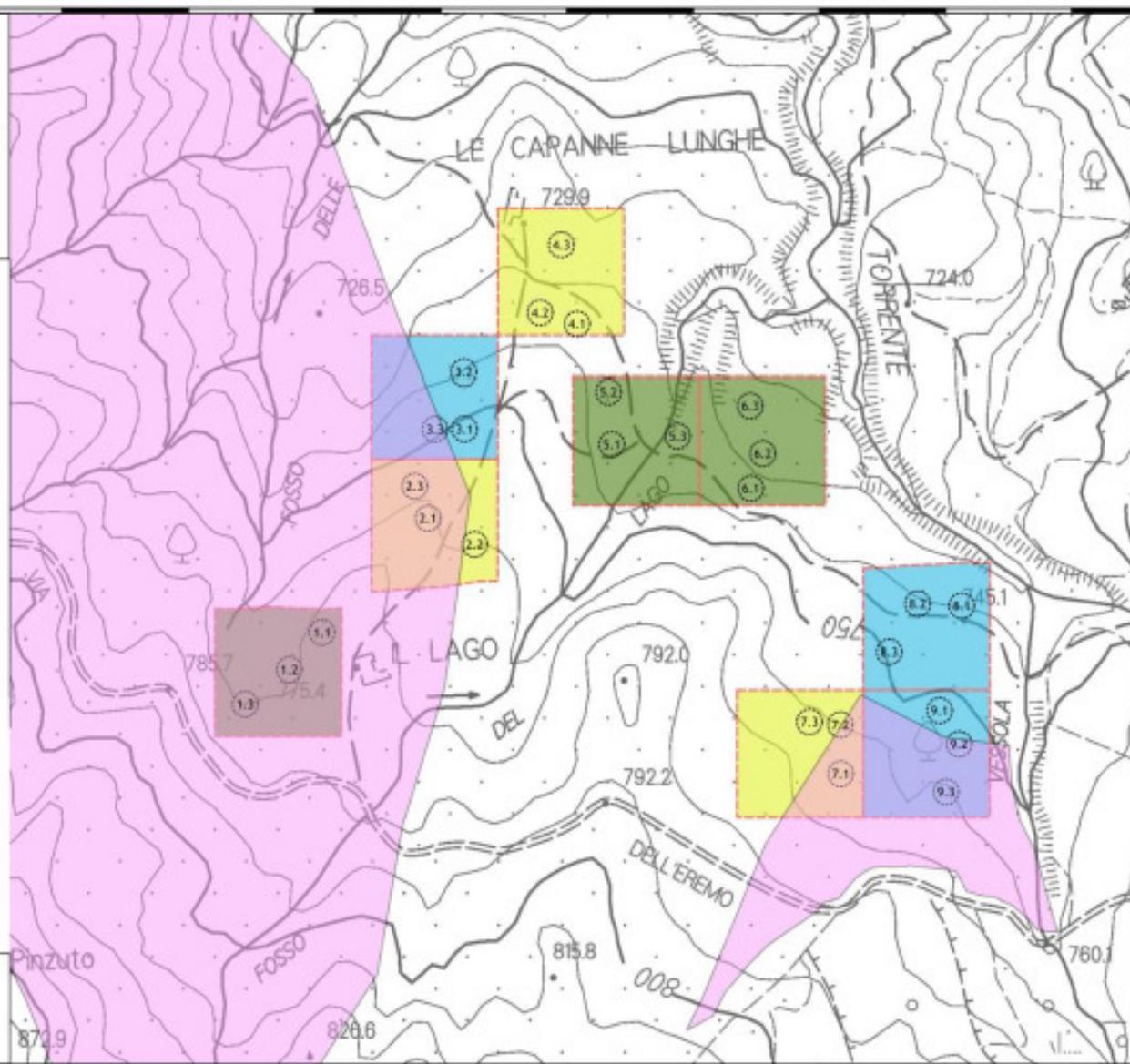
CTR 1:10.000 RT

0 100 200 m



Sistema di riferimento  
ETR89 / UTM 32N

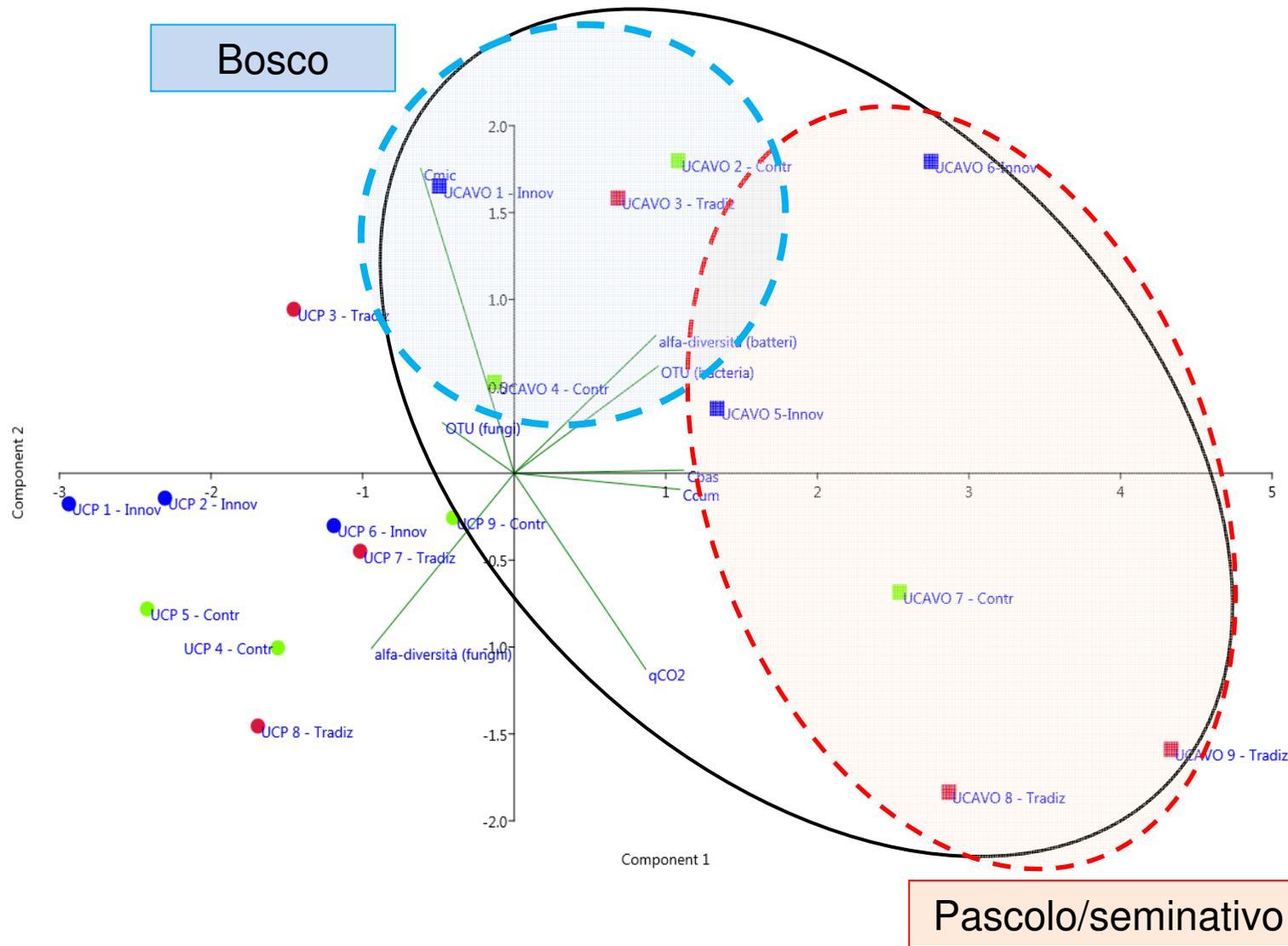
Scala 1:4000



# Dati totali

PC	% variance
1	54,8 %
2	17,3 %

## Analisi delle componenti principali (PCA)



# CONCLUSIONI

- Le due modalità d'intervento cambiano in maniera marcata la struttura selvicolturale della pineta. I tassi di prelievo in termini di area basimetrica e di volume tra le due modalità di diradamento presentano significative differenze a favore del diradamento selettivo.
- A un anno dall'intervento selvicolturale, gli indicatori biologici di qualità del suolo utilizzati nelle due aree studiate hanno mostrato una minima variazione in seguito ai diversi tipi di trattamento.
- Dopo un anno dal diradamento le differenze sono ancora lievi. In certe aree si rilevano ancora gli effetti dei differenti usi del suolo del passato piuttosto che differenze dovute agli interventi (es. plot 8 e 9 UCAVO).
- Inoltre da tali analisi si è evidenziato come il complesso UCAVO sia caratterizzato da una maggiore biodiversità microbica in termini di suolo e soprassuolo, anche grazie a condizioni climatiche più miti, che garantiscono condizioni migliori per lo sviluppo delle comunità microbiche.
- Questo potrebbe indicare un processo di cambiamento della struttura ancora in corso che si presume possa essere più evidente il prossimo anno.

<b>zona "non bosco"</b>	<b>1936</b>	<b>1954</b>	<b>1978</b>	<b>2015</b>
Totale Area (ha)	710,4	366,9	459,9	276,4
Totale Perimetro (m)	84861,0	51253,0	89297,0	38733,0
Area/Perimetro (m)	83,7	71,6	51,5	71,4
<b>zona "bosco"</b>				
Totale Area (ha)	1499,9	183° 9,5	1759,1	1930,1
Totale Perimetro (m)	123898,0	94148,0	120727,0	85731,0
Area/Perimetro (m)	121,1	195,4	145,7	225,1

Rispetto al 1936 i plot che erano completamente o parzialmente occupati dal bosco (cedui degradati a prevalenza quercina), sono:

1.1, 1.2, 1.3

2.1, 2.3

3.3

7.1

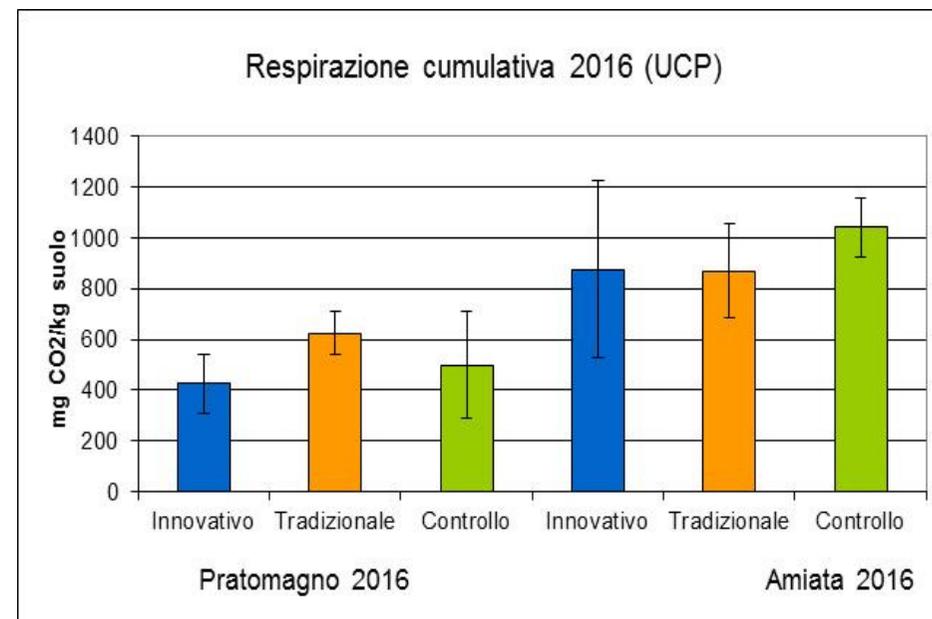
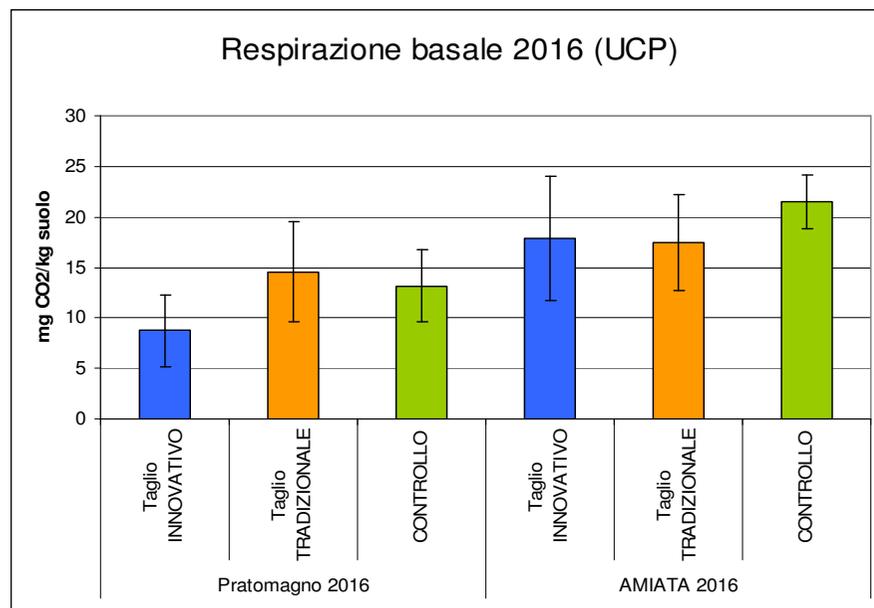
7.2

9.2

9.3

Plots ex-seminativi: 4, 5 ,6, 7, 8

# Respirazione basale e cumulativa



Pratomagno 2016	Trattamenti	Cbas ( $\mu\text{g}^*\text{g}^{-1}$ )	Ccum ( $\mu\text{g}^*\text{g}^{-1}$ )
	Innovativo	8,74	424,84
	Tradizionale	14,56	625,85
	Controllo	13,18	499,46

Amiata 2016	Trattamenti	Cbas ( $\mu\text{g}^*\text{g}^{-1}$ )	Ccum ( $\mu\text{g}^*\text{g}^{-1}$ )
	Innovativo	17,8	875,6
	Tradizionale	21,5	868,5
	Controllo	17,5	1042,5