

Ecologia degli Isotopi Stabili

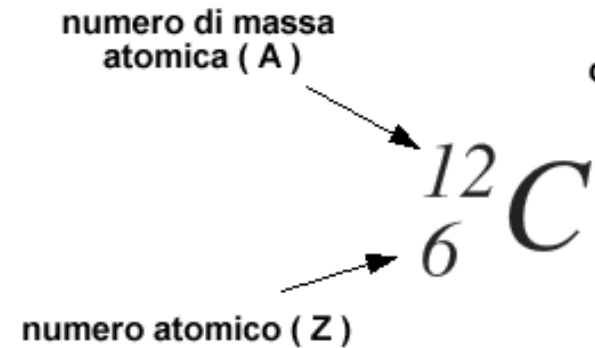
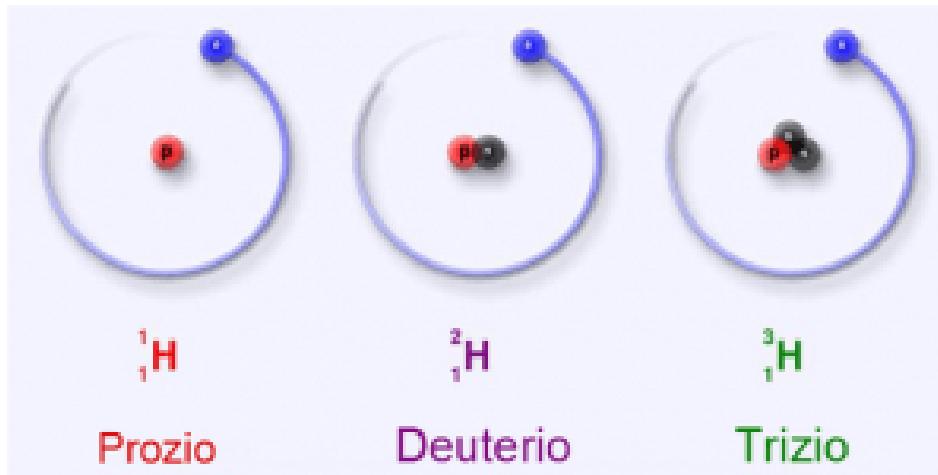
Paride Balzani

paride.balzani@stud.unifi.it



Isotopi

- Forme dello stesso elemento che differiscono per il numero di neutroni

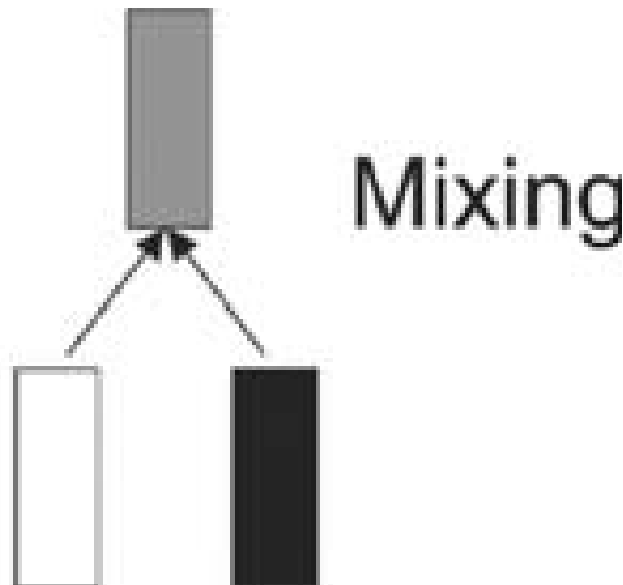


Isotopi

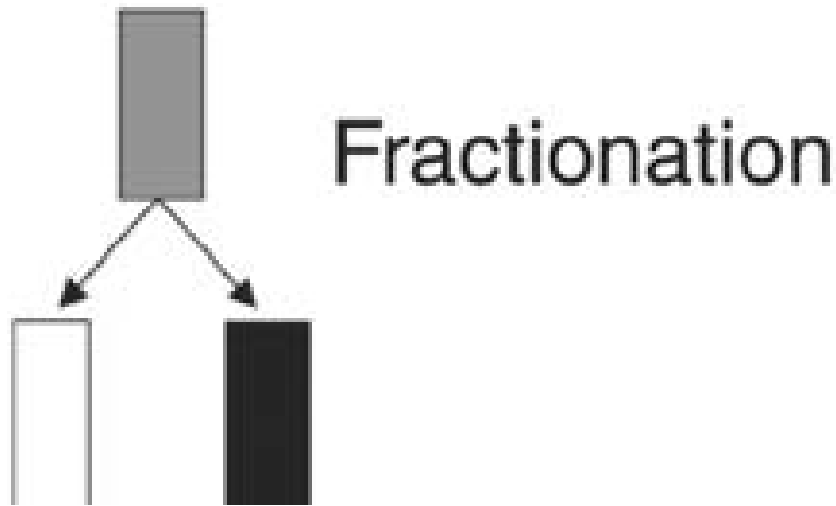
- INSTABILI (>3'000) -> decadono radioattivamente
- STABILI (340) -> non decadono
- H, C ,N, O, S: >95% in natura forme più leggere

Due processi opposti...

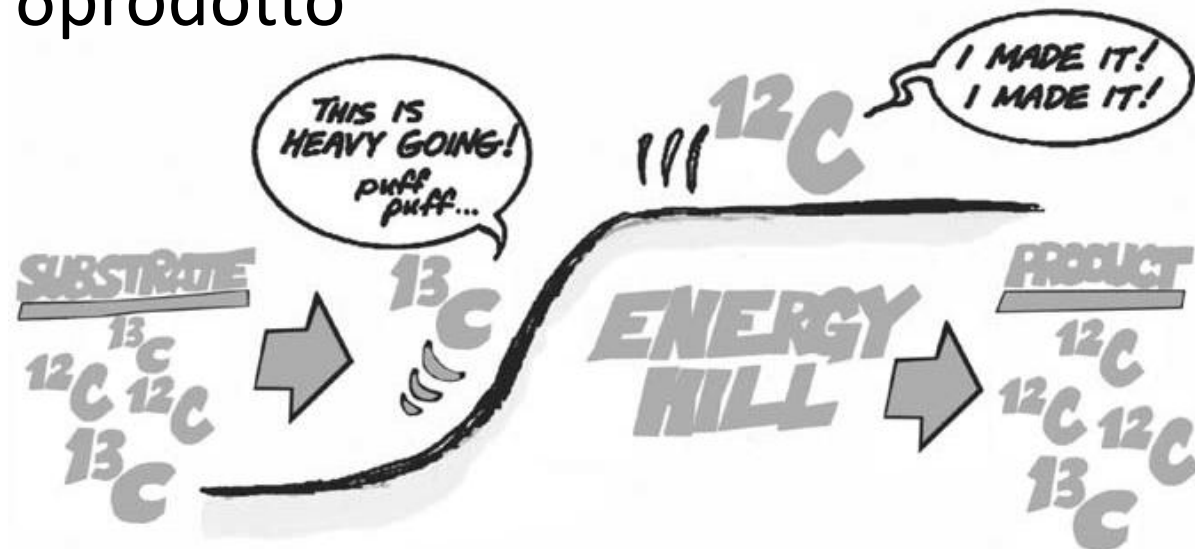
- **Mixing:** combina sostanze diverse in un insieme omogeneo (decomposizione, predazione su prede diverse, etc.)



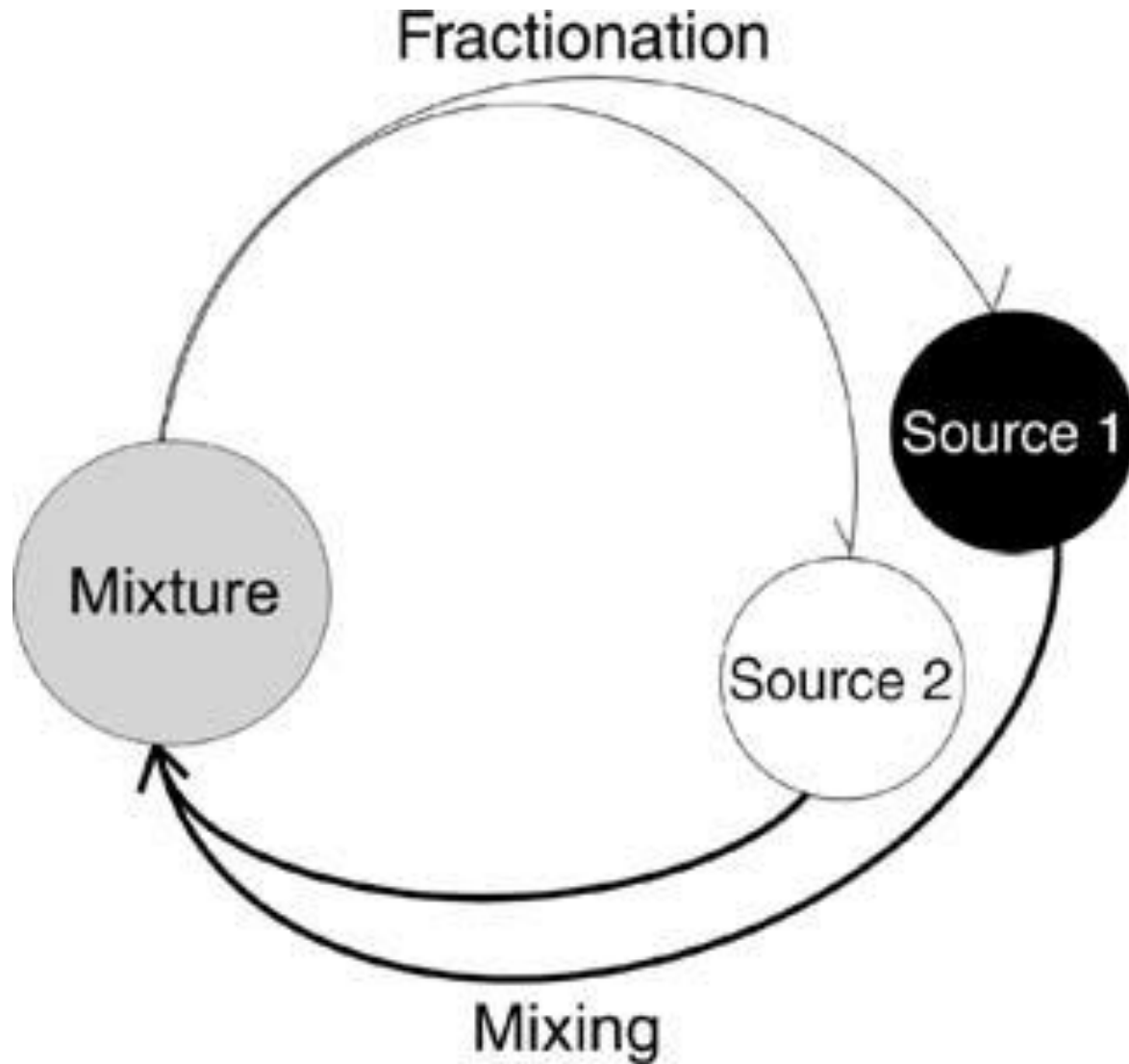
- **Fractionation:** determina diversa distribuzione degli isotopi di un elemento



- **Frazionamento:** conseguenza del diverso comportamento degli isotopi nelle reazioni cinetiche:
 - le forme più leggere reagiscono più velocemente
 - nelle reazioni bidirezionali gli isotopi pesanti si concentrano dove i legami chimici sono più forti
- (assimilazione cibo, sintesi tessuti, escrezione, respirazione, etc.)
- $\Delta = \delta_{\text{sorgente}} - \delta_{\text{prodotto}}$



... ma complementari



Notazione

- $\delta^H X = [(R_{\text{campione}} / R_{\text{standard}} - 1)] \times 1000$
- X= l'elemento considerato (H, C, N, O, S)
- H= la massa pesante dell'isotopo
- R= il rapporto tra isotopo pesante e isotopo leggero dell'elemento considerato
- $\delta +$ -> campione arricchito di isotopo pesante
- $\delta -$ -> campione arricchito di isotopo leggero

Standard

- International Atomic Energy Agency (IAEA)
(Vienna)
- e.g. PeeDee Belemnite (PDB)

Analisi

- Spettrometro di massa per rapporti isotopici
- Analizzatore di elementi



Analisi

- Combustione -> gas: H_2 , CO_2 , N_2 , O_2 , SO_2
- Ionizzazione e deflessione con campi elettrici e magnetici -> separazione per massa atomica
-> “conteggio”

Stable Isotopes Ecology

- Studio migrazioni e movimenti animali (Sr)
- Interazioni ospite-parassita, simbiosi
- Stato salute o stress piante e animali
- Individuare sorgenti (e.g. inquinanti)
- **Ecologia trofica**

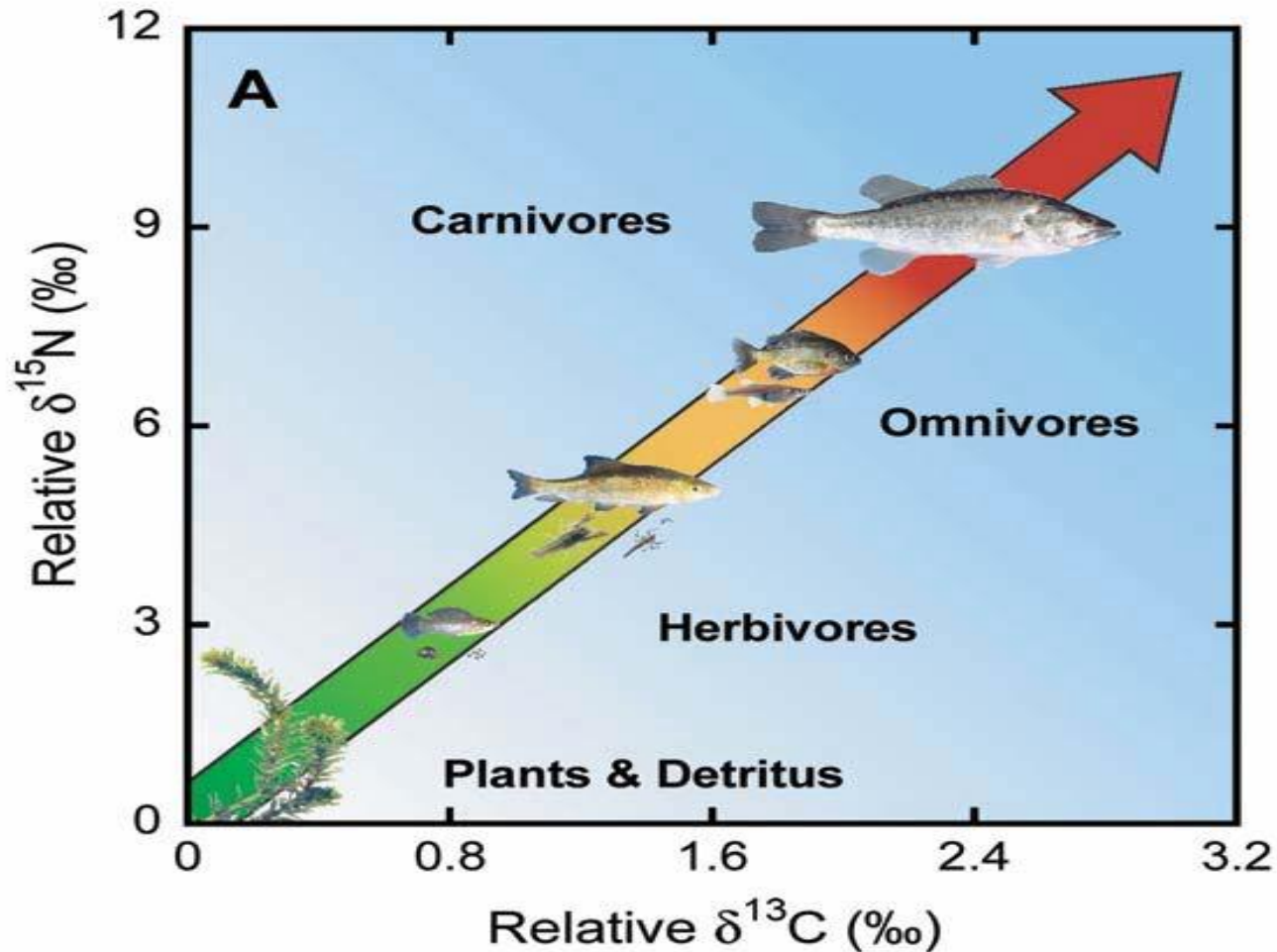
Ecologia trofica: $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$

- Ricostruzione dieta
- Assegnazione livelli trofici
- Definire nicchie trofiche quantitative
- Studio competizione potenziale (overlap vs niche partitioning)
- Ricostruzione reti trofiche

Vantaggi

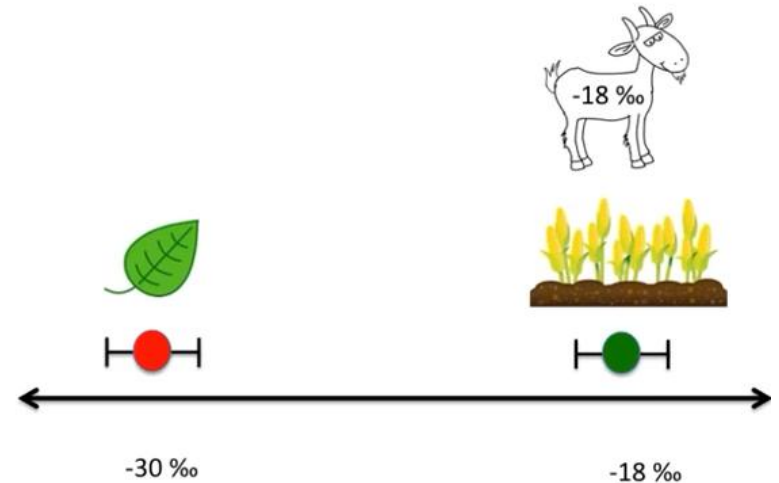
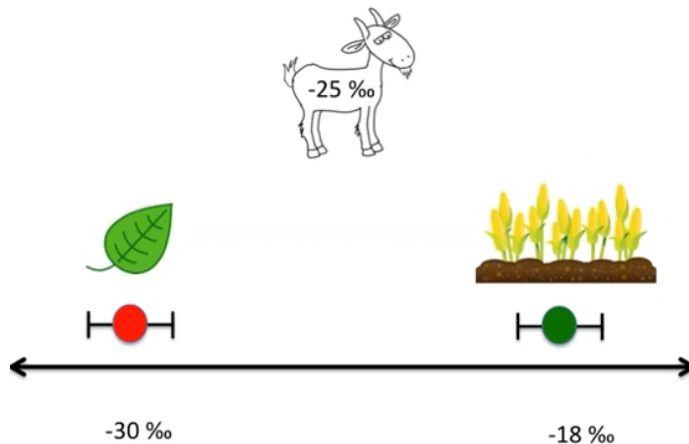
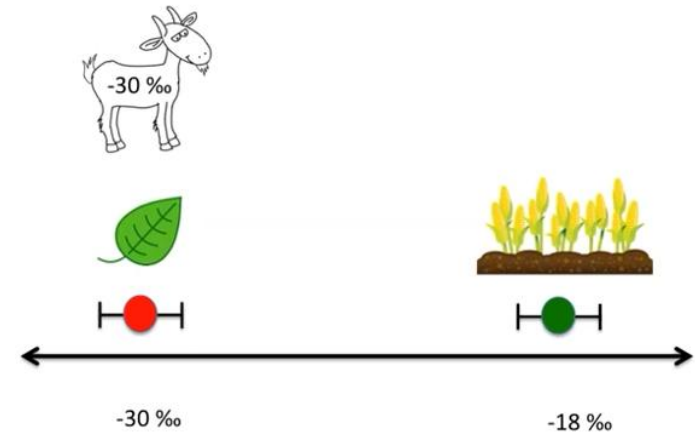
- Osservazione sul campo e analisi feci e stomaci difficili e dispendiosi
- Materiale semidigerito e di difficile identificazione, solo parti dure persistono
- Impossibile per specie rare, schive o estinte
- Ricostruzione solo dieta recente
- SIA= ANALISI DIETA MEDIATA SUL LUNGO TERMINE

“You are what you eat (plus a few per mil)”(De Niro & Epstein 1976)



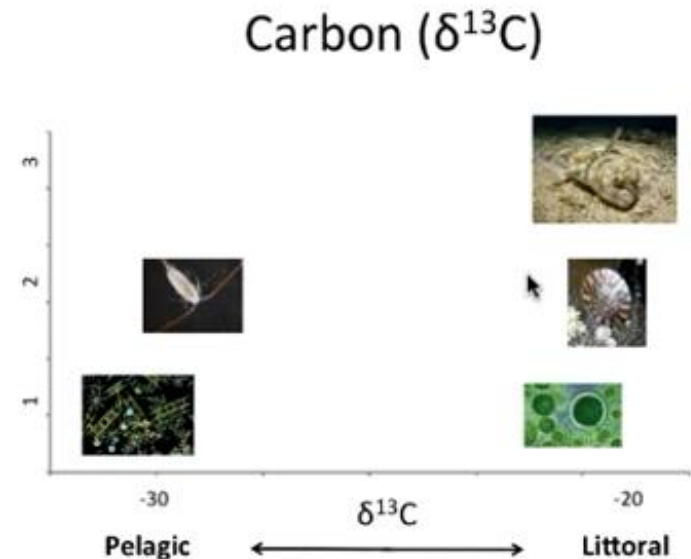
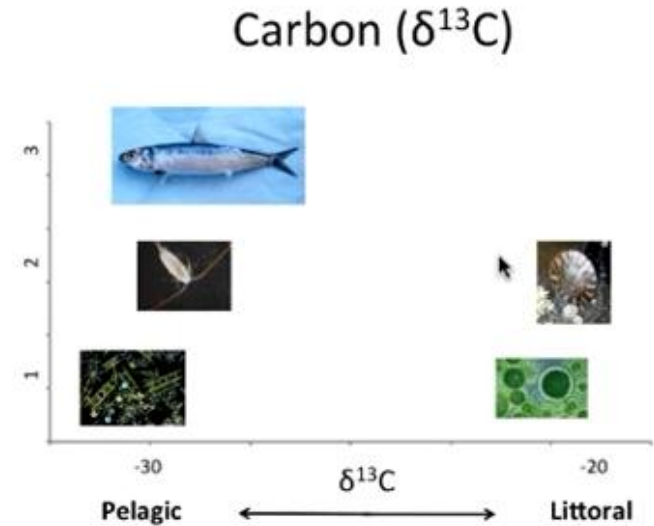
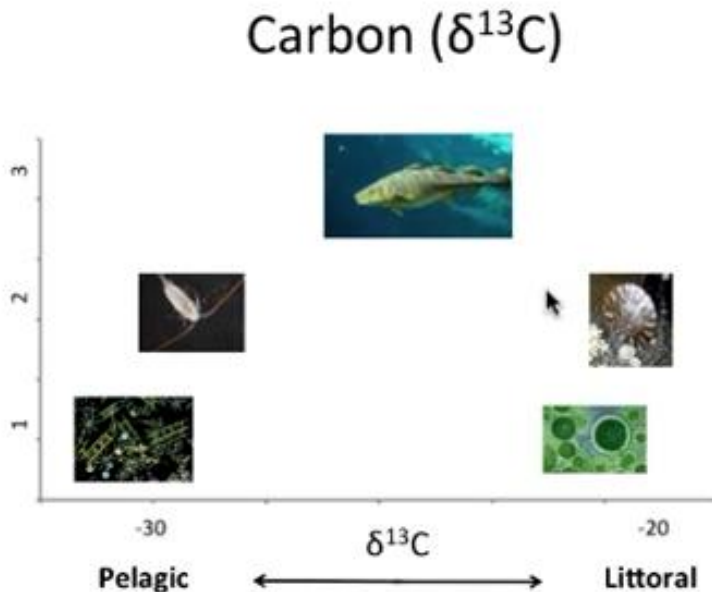
$\delta^{13}\text{C}$: C3 vs C4

- $\delta^{13}\text{C}$ CO₂ atmosferica = **- 8‰**
- C3 $\rightarrow \delta^{13}\text{C} = \text{b}- 28‰$ ($\Delta = 20‰$)
- C4 $\rightarrow \delta^{13}\text{C} = \text{b}- 13‰$ ($\Delta = 5‰$)



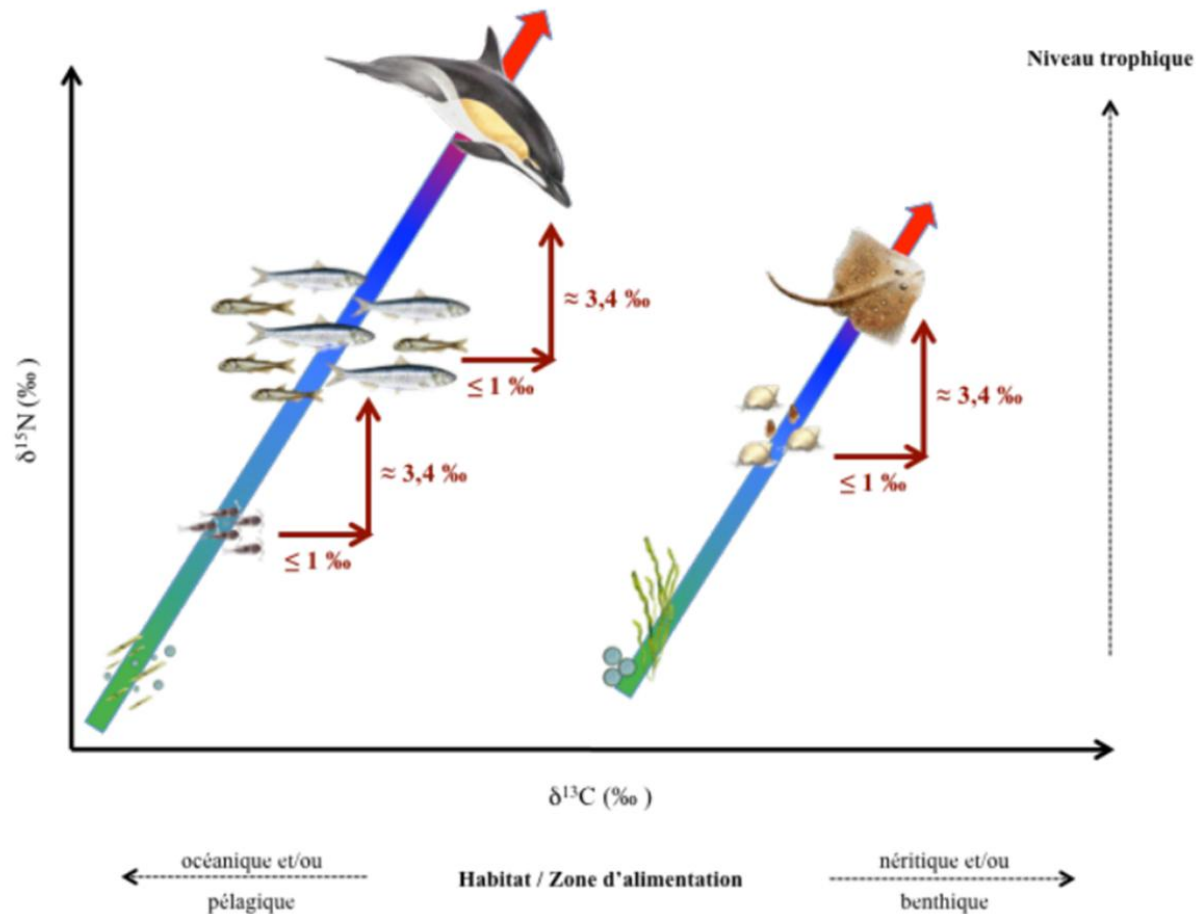
Altre dicotomie

- Biontonico vs pelagico
- Terrestre vs marino/
dulciacquicolo

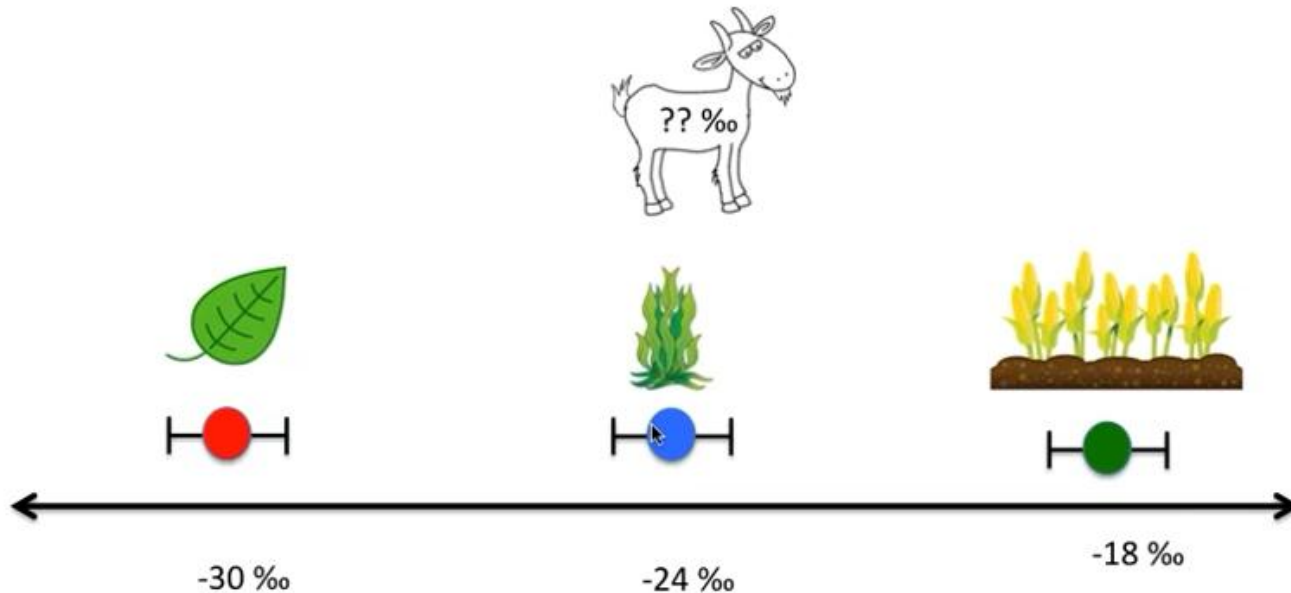


$\delta^{15}\text{N}$: livello trofico

- Arricchimento medio = 3.4 ‰

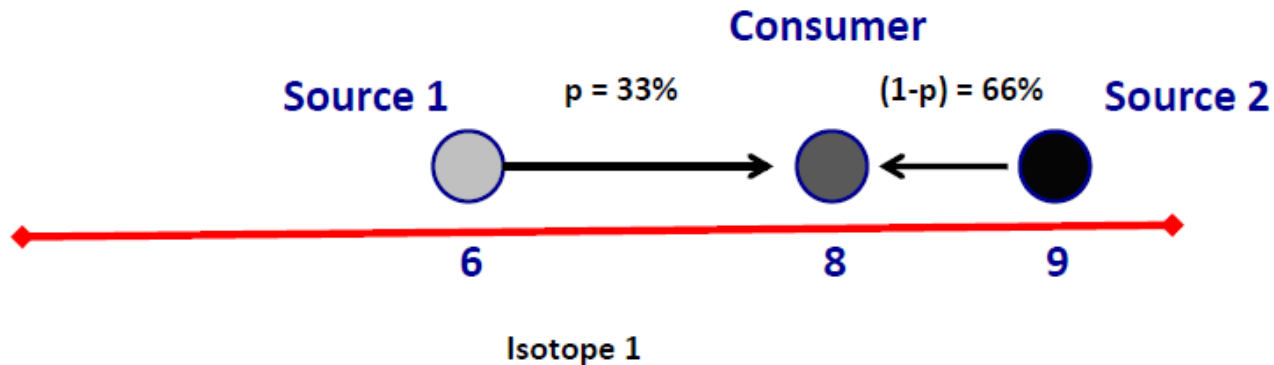


Più prede potenziali??

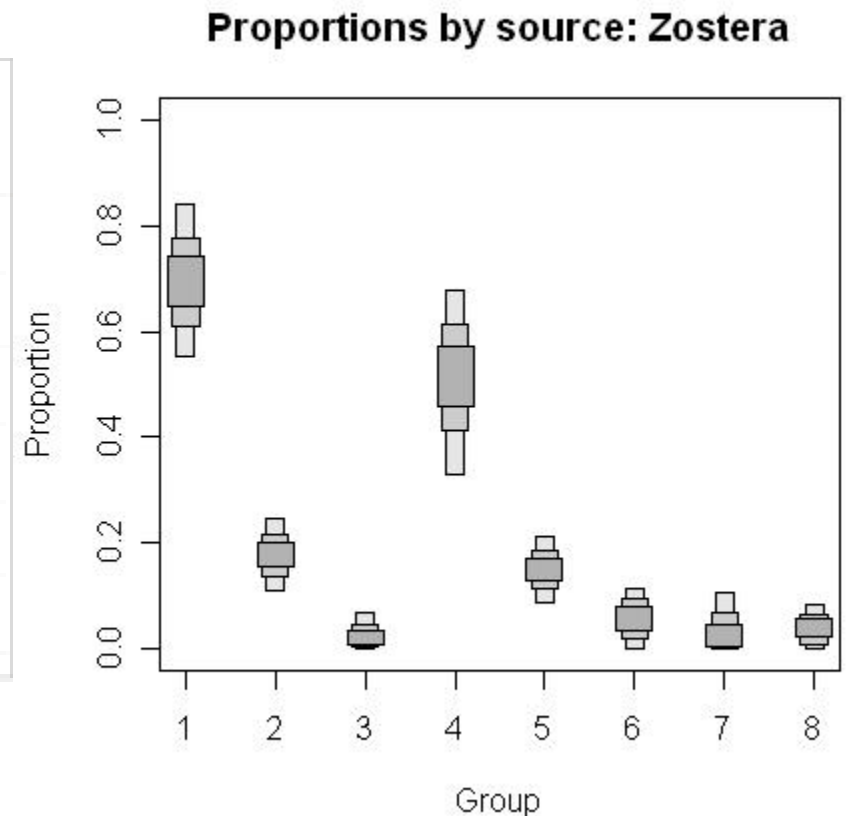


Mixing models

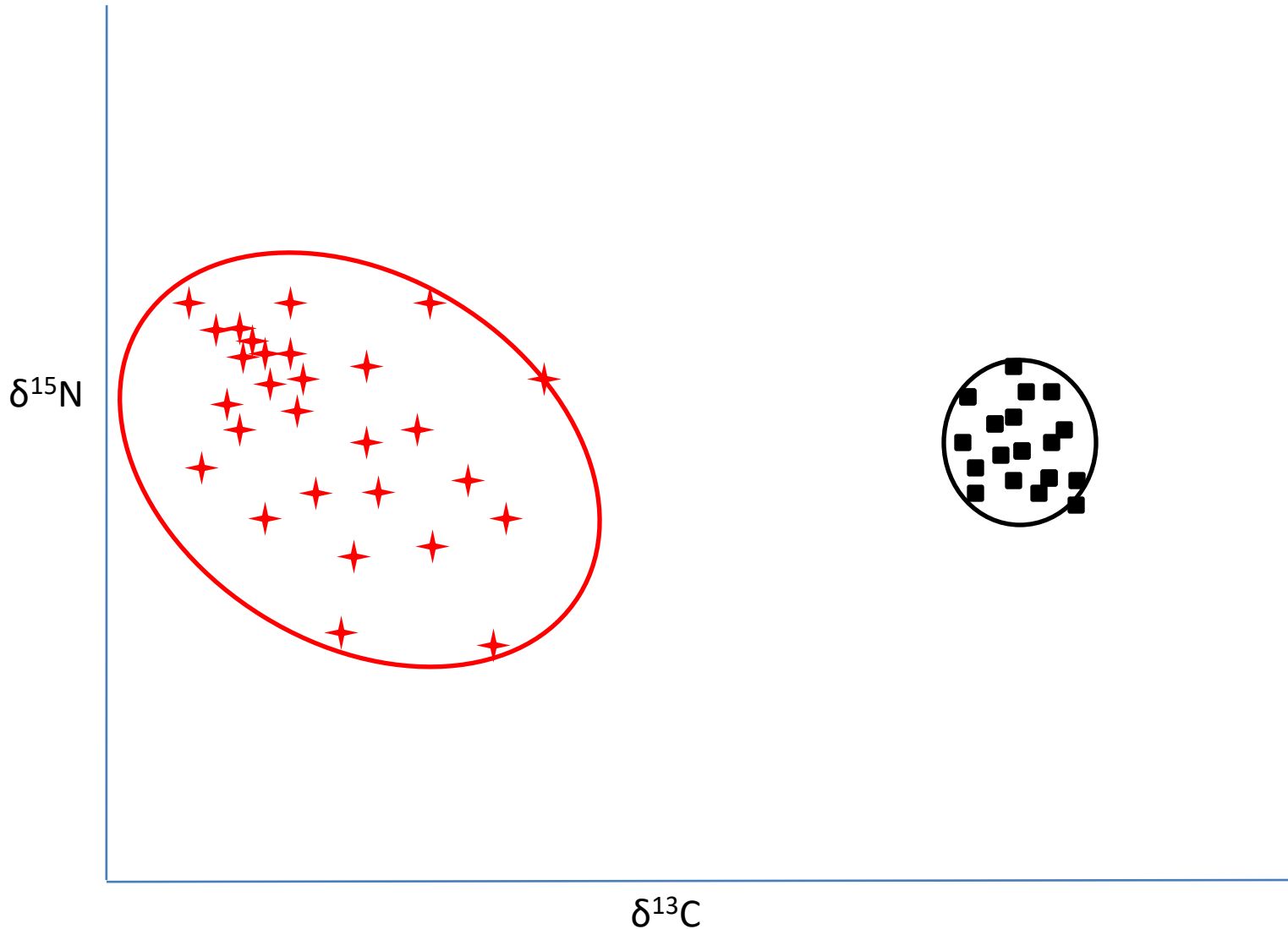
- Sapendo la firma isotopica del consumatore e quella delle prede si può stimare la proporzione delle diverse prede alla dieta



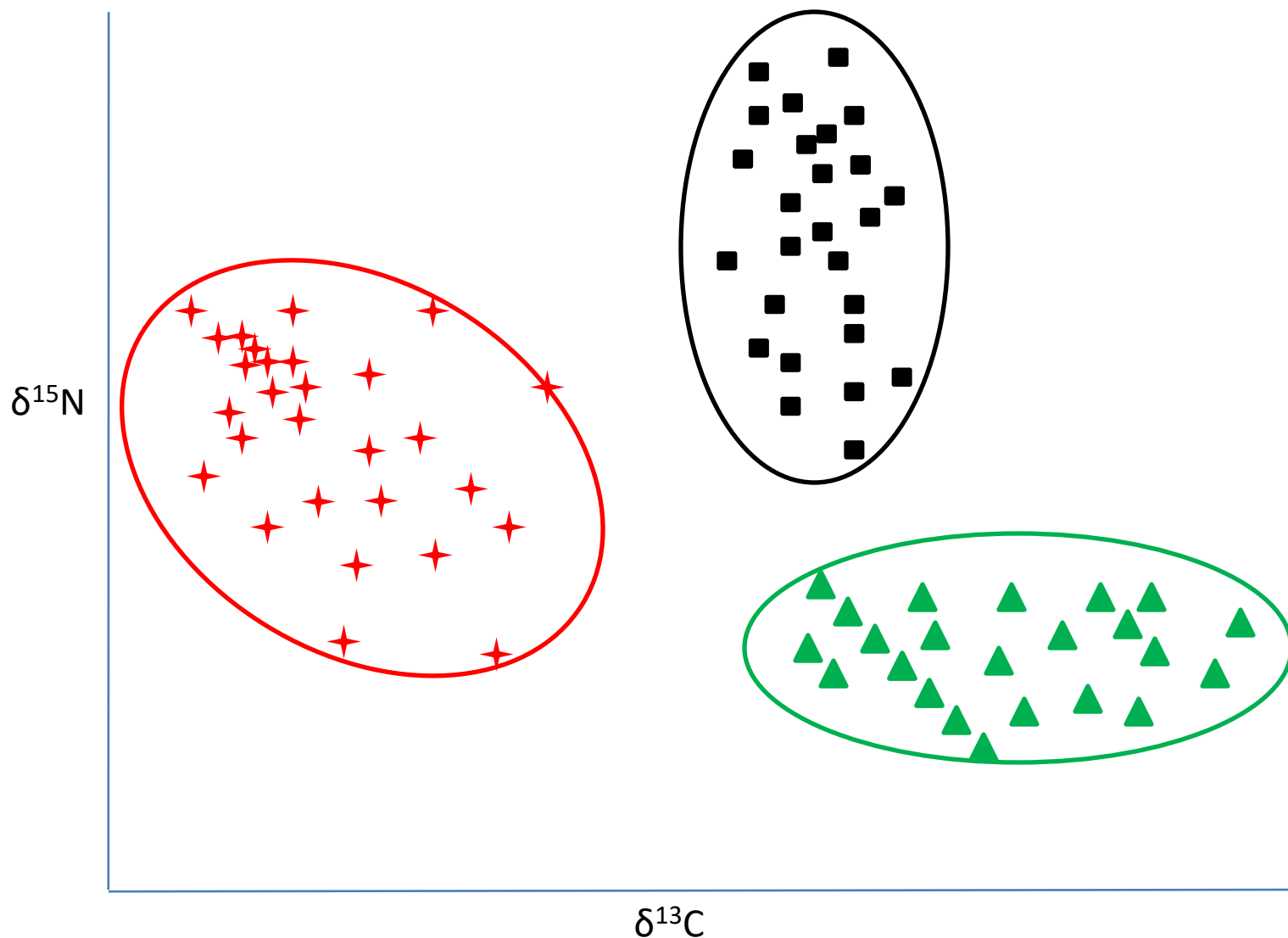
Esempi: simmr, SIAR, SIBER...



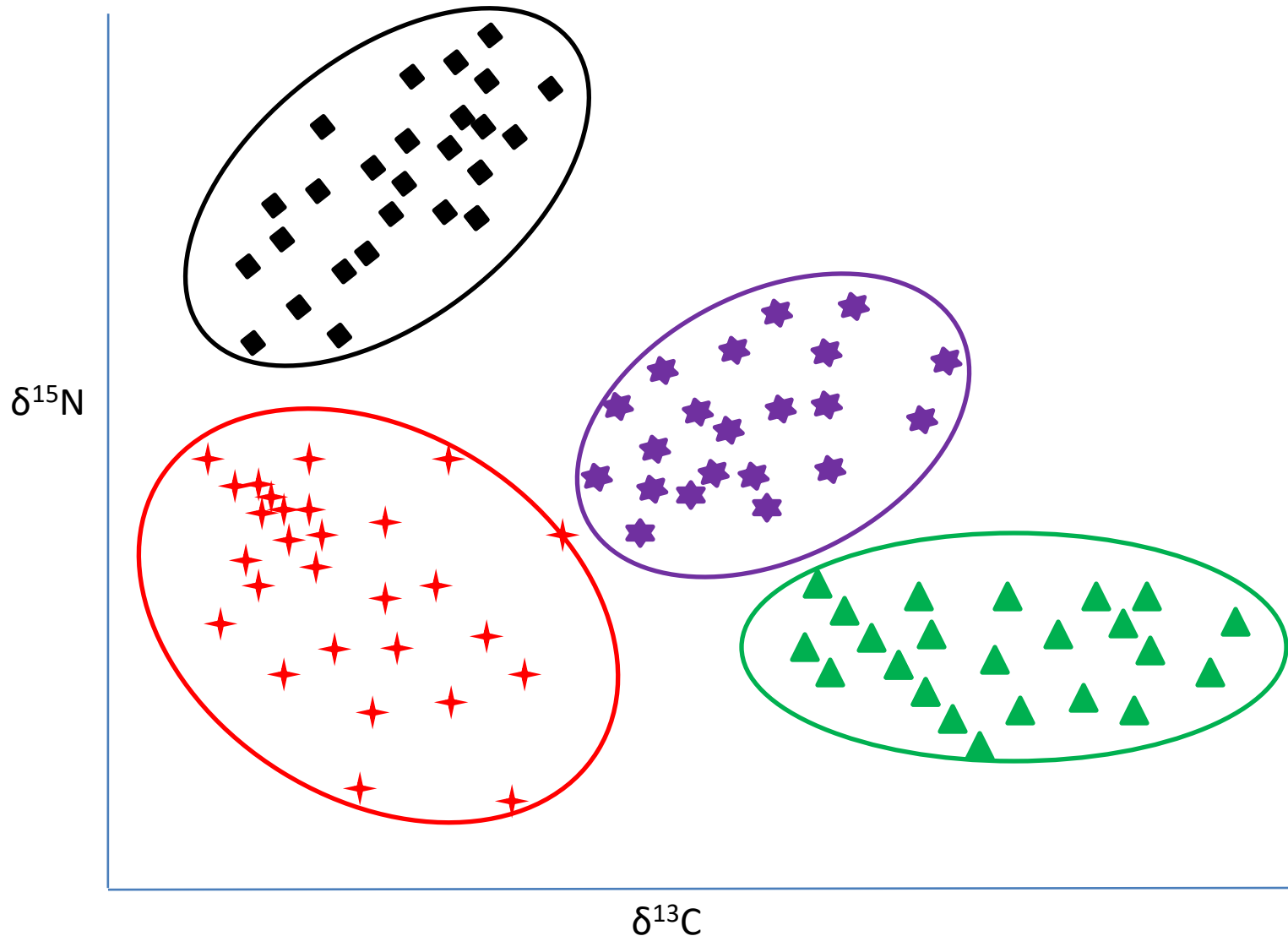
Nicchie isotopiche: dimensioni



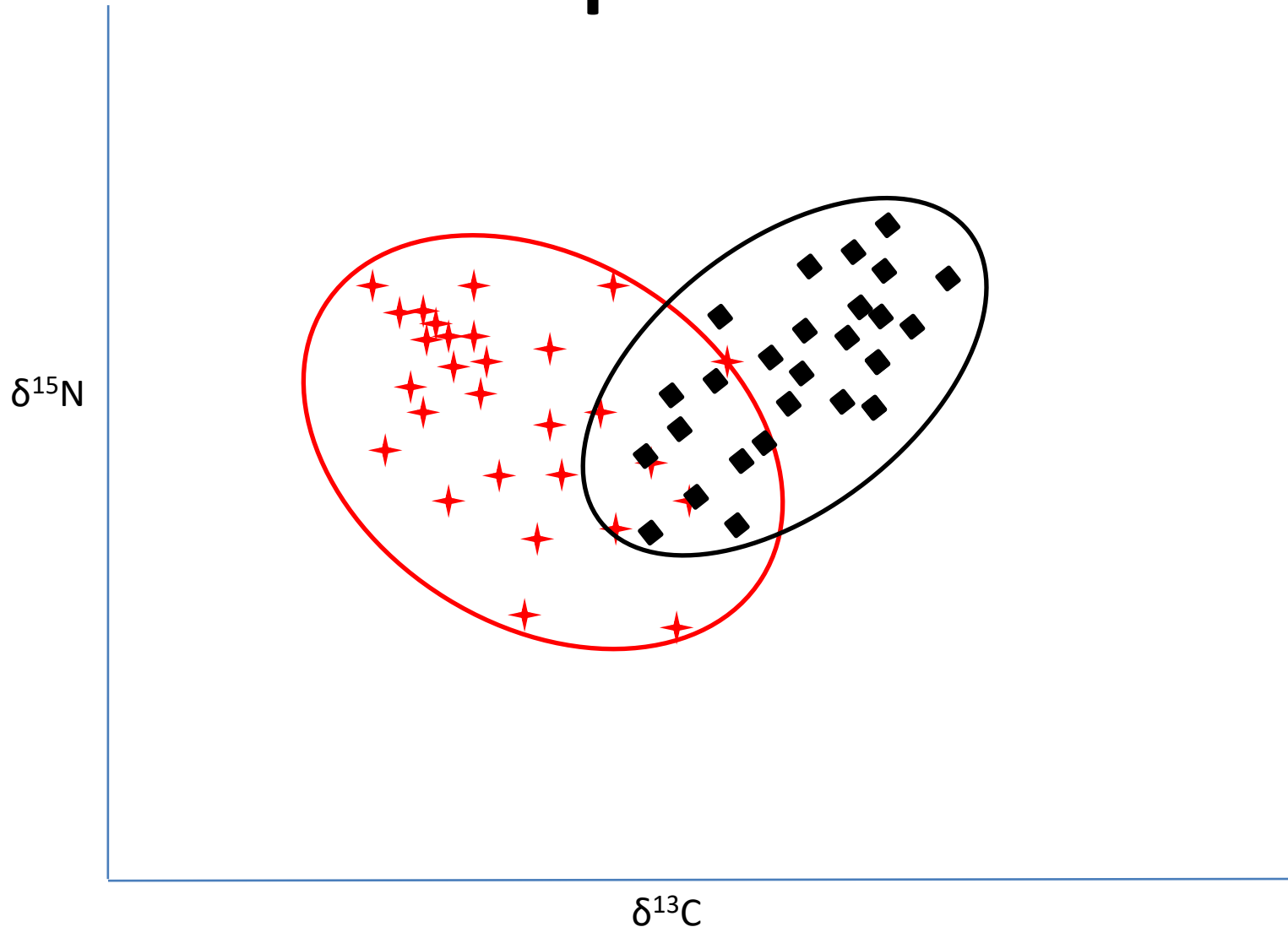
Nicchie isotopiche: variabilità



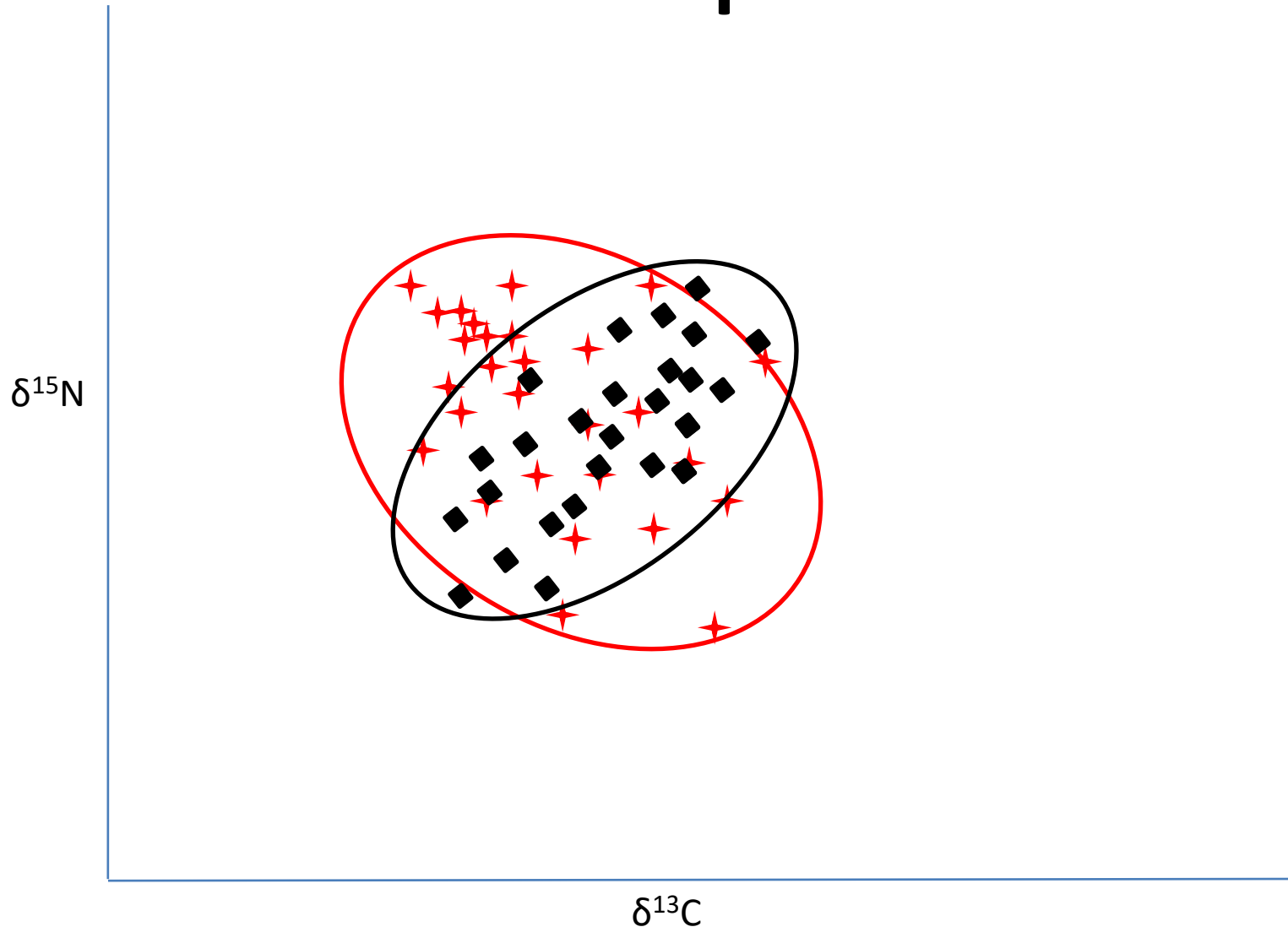
Nicchie isotopiche: partizione



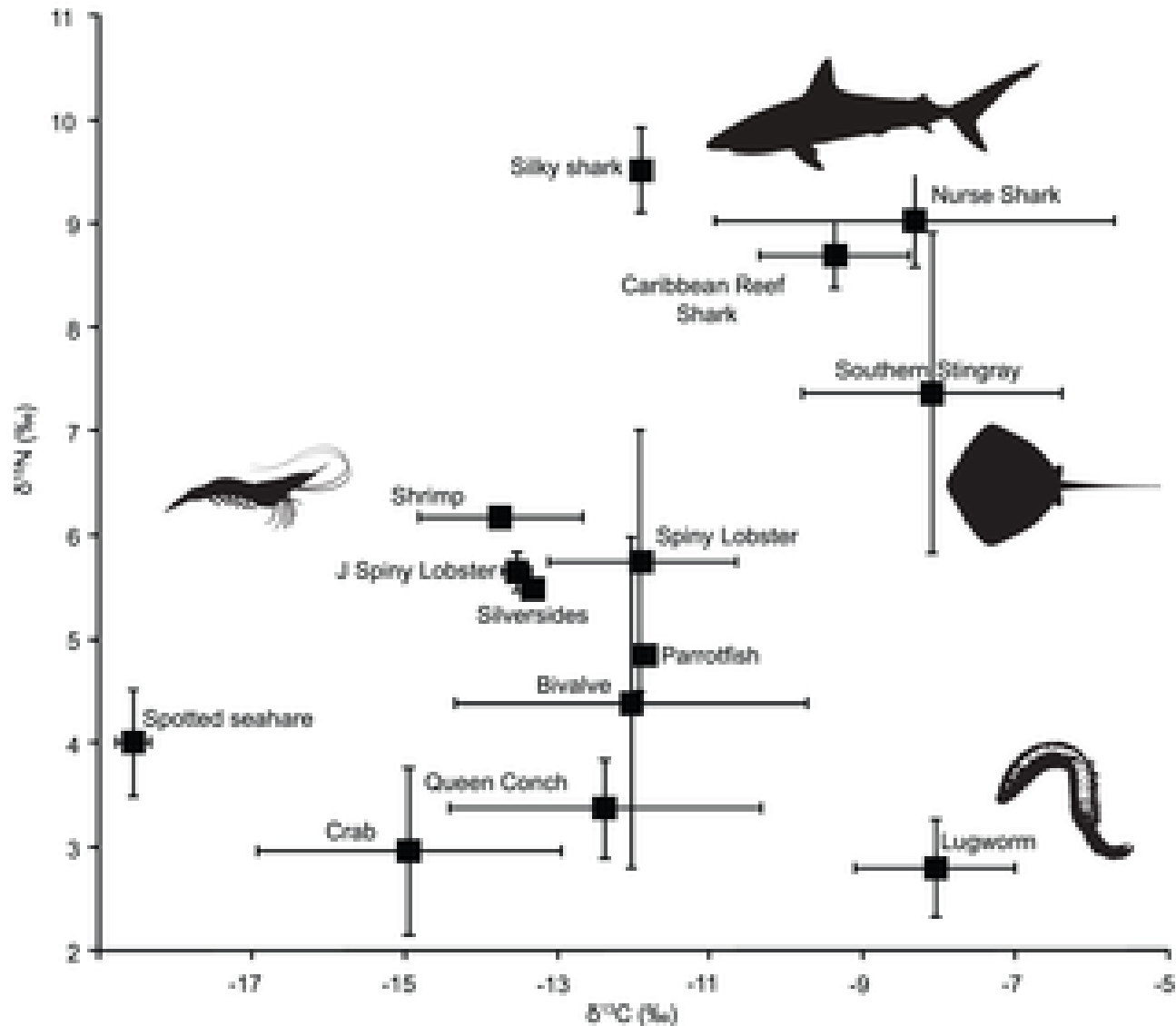
Nicchie isotopiche: sovrapposizione parziale



Nicchie isotopiche: sovrapposizione completa



Ricostruzione reti trofiche



SIA e specie invasive

- Competizione con specie native
- Cambiamento dieta specie native per evitare competizione
- Alterazione rete trofica

Non è tutt'oro ciò che luccica...

- Una somiglianza isotopica non implica necessariamente una somiglianza ecologica!

FALSA SOVRAPPOSIZIONE: prede diverse con firme isotopiche simili sono indistinguibili

- Per ricostruire la dieta bisognerebbe campionare TUTTE le possibili prede
- Gli isotopi forniscono informazioni che sono specifiche per un determinato luogo e periodo

Scelta tessuto

- TESSUTI METABOLICAMENTE ATTIVI: sangue, muscolo
- TESSUTI INERTI: peli, penne, artigli
- Ogni tessuto ha un diverso tasso metabolico di ricambio -> diversa finestra di informazione temporale
- Campionamento simultaneo su più tessuti -> studio variazioni stagionali nella dieta
- Non si può confrontare dati presi da tessuti diversi o in periodi diversi!

Problematiche analitiche

- Lipidi arricchiti in ^{12}C
- Carbonati arricchiti in ^{12}C (conchiglie, carapace Crostacei)
- -> rimozione fisica o chimica
- -> correzione matematica a posteriori

Rischio contaminazioni

**GLI ISOTOPI SONO
OVUNQUE!**

(e le quantità usate sono piccolissime!)



Caso di studio 1: tartarughe



• *Emys orbicularis*



• *Trachemys scripta*

Biol Invasions
DOI 10.1007/s10530-016-1251-x



ORIGINAL PAPER

Stable isotope analysis of trophic niche in two co-occurring native and invasive terrapins, *Emys orbicularis* and *Trachemys scripta elegans*

Paride Balzani · Salvatrice Vizzini · Giacomo Santini  · Alberto Masoni · Claudio Ciofi · Elena Ricevuto · Guido Chelazzi



- Autoctona, protetta
- Semi-acquatica
- Maturità: 10-15 anni
- Longevità: 20 anni
- Pacifica

- Alloctona, invasiva
- Semi-acquatica
- Maturità: 4-7 anni
- Longevità: 30-40 anni
- Aggressiva

- Competizione siti nidificazione
- Competizione siti basking
- Competizione dieta?

Dieta



- Onnivora opportunista
- Dieta ampia
- Giovani più carnivori
- Adulti più erbivori

- Onnivora opportunista
- Dieta ampia
- Giovani più carnivori
- Adulti più erbivori

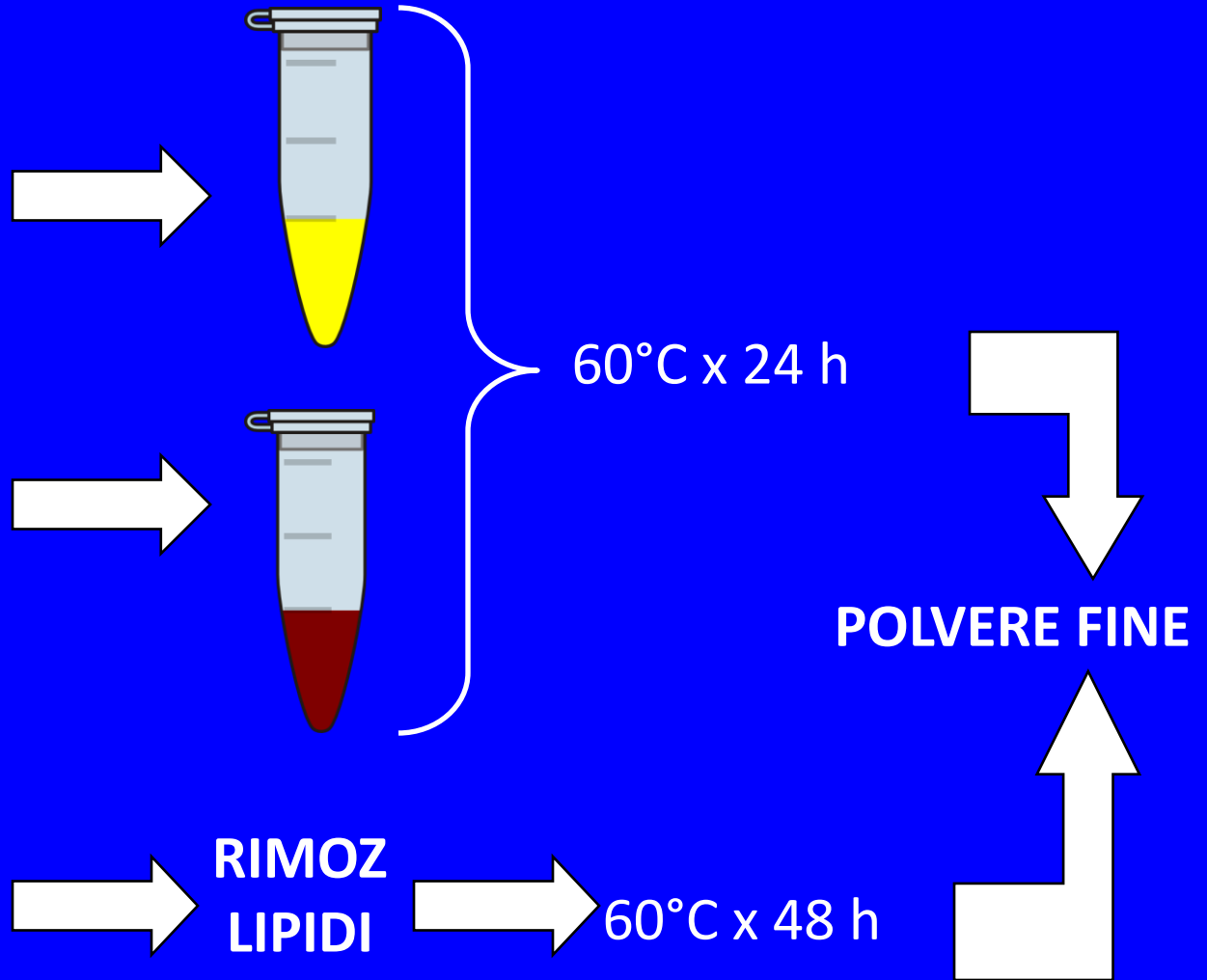
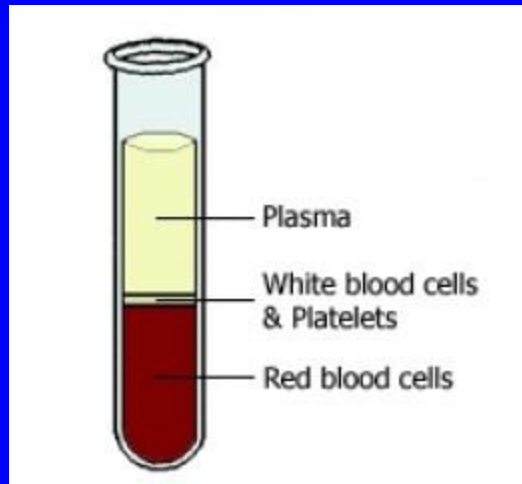
Area di studio



Campionamento



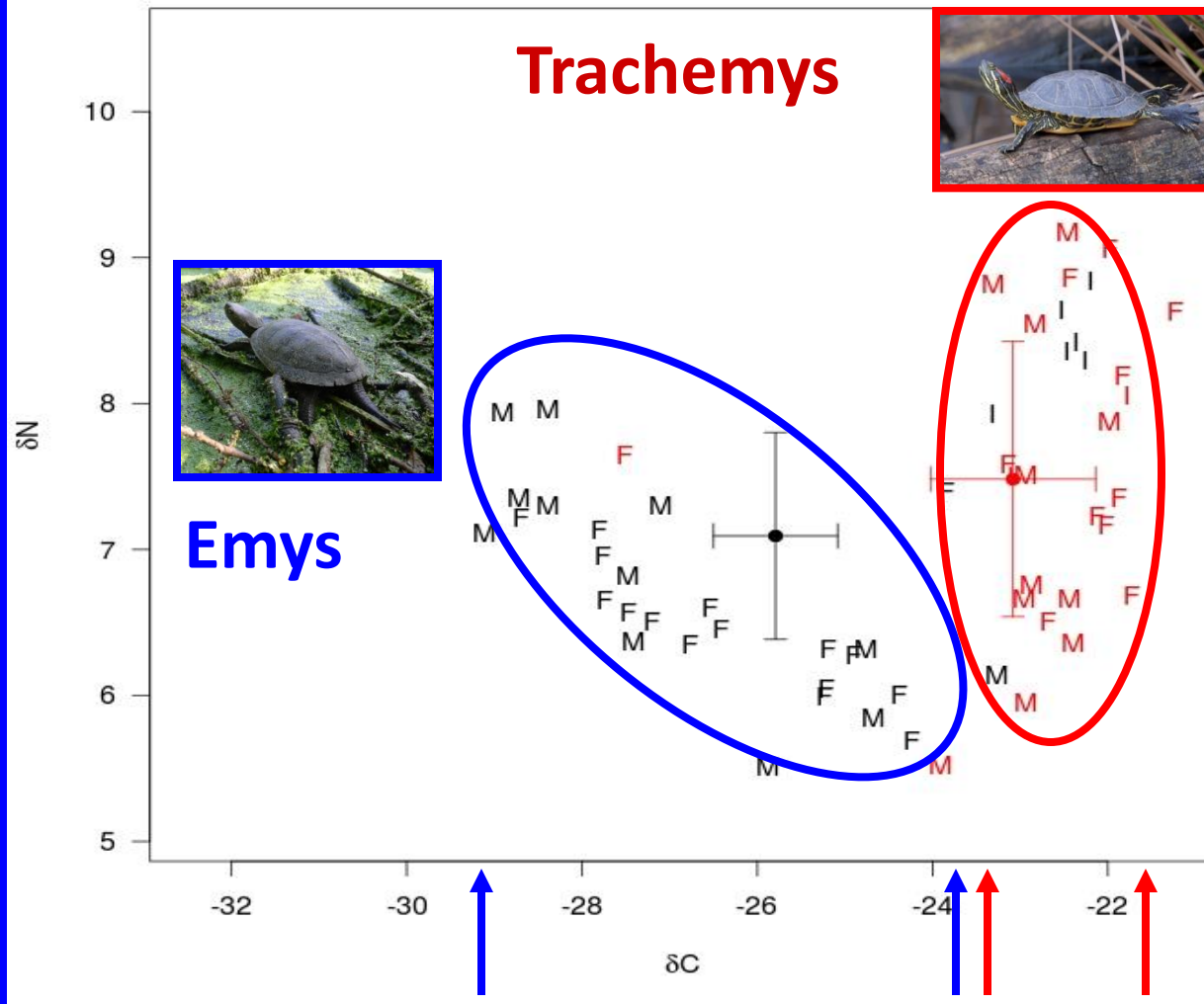
Preparazione campioni



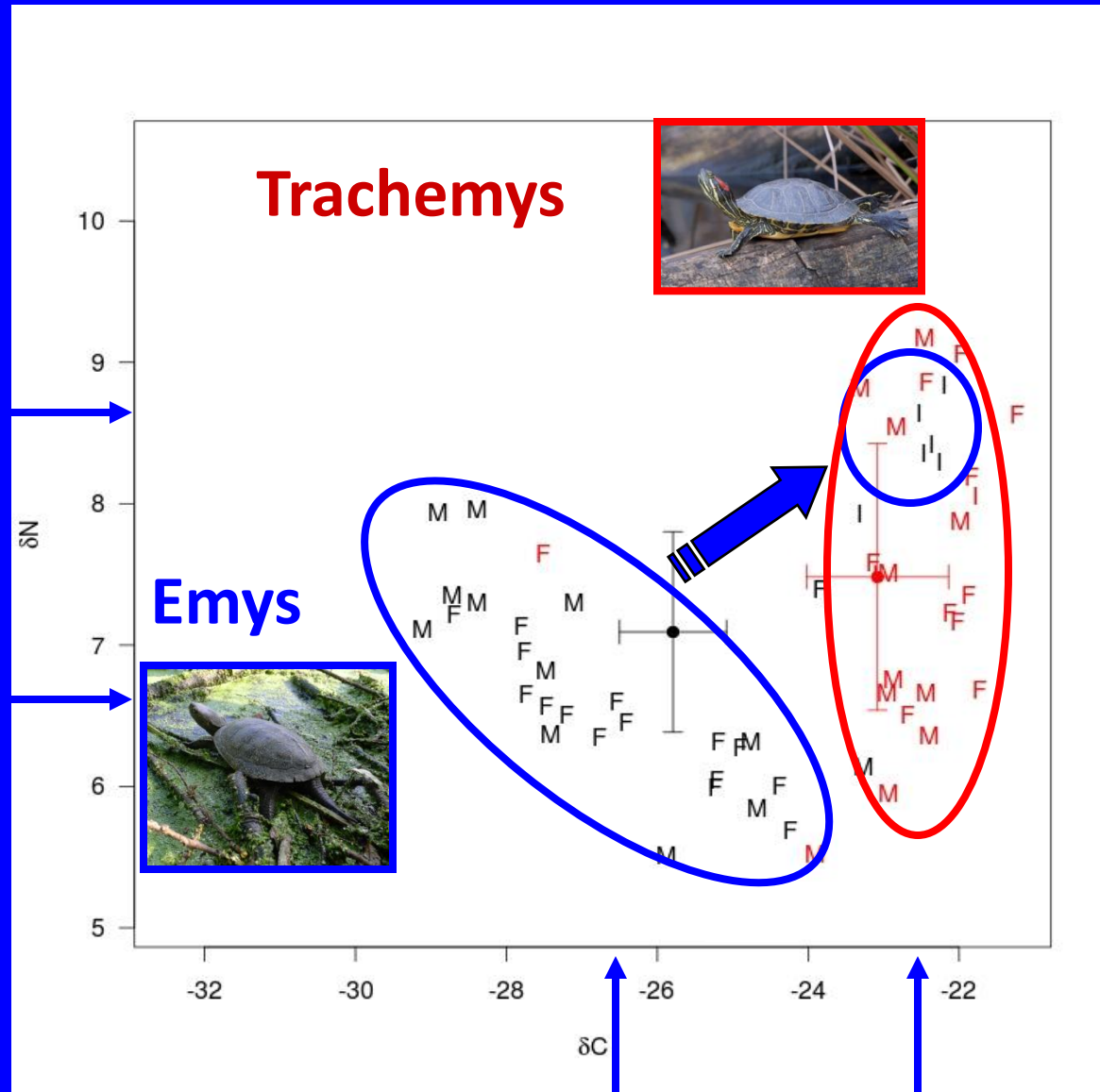
Preparazione campioni



Risultati - artigli



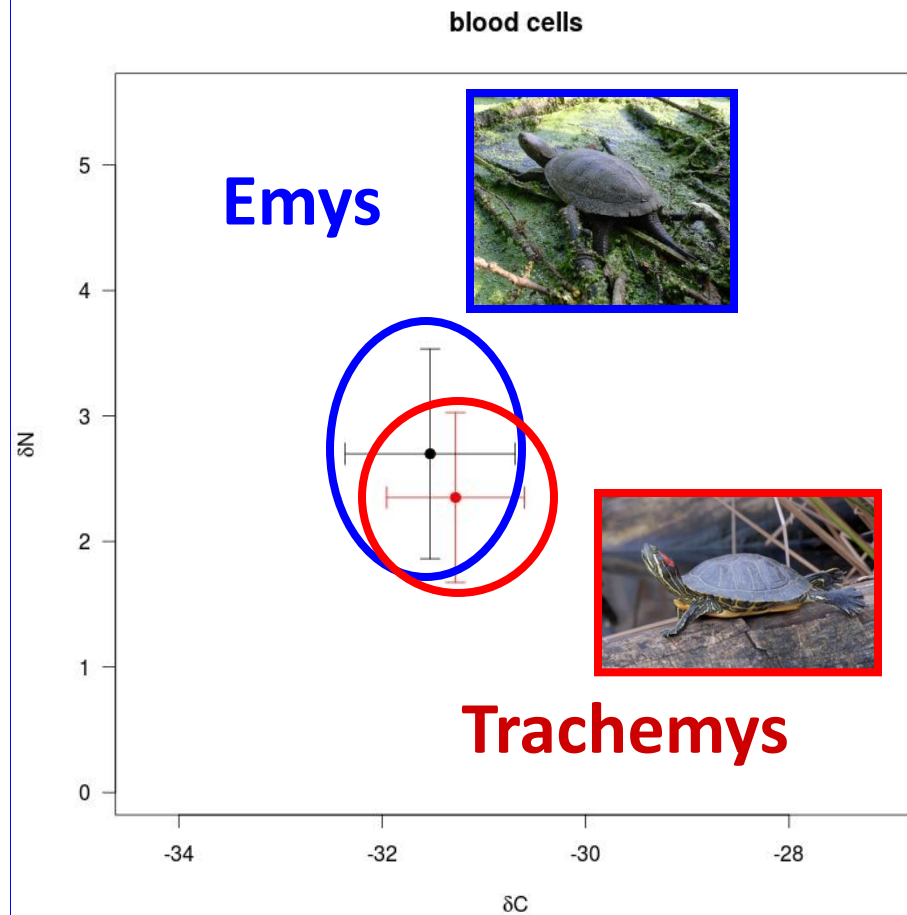
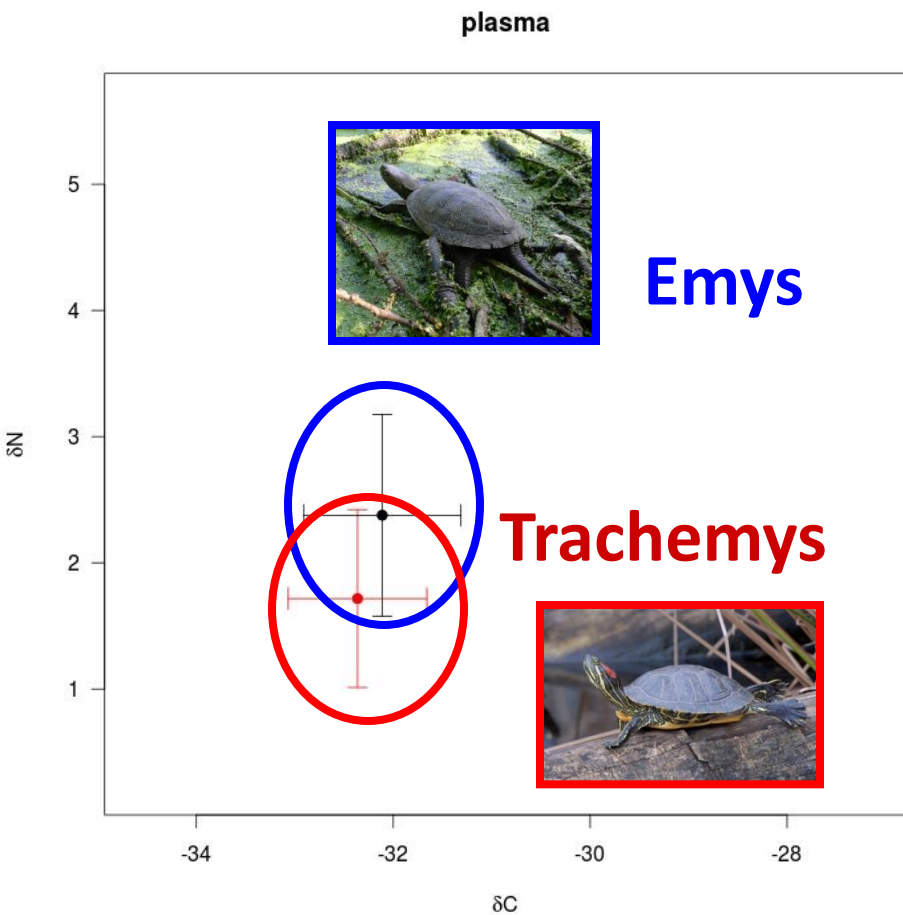
Risultati - artigli



npMANOVA artigli

	df	Devianza	Varianza	F	Pr(>F)
Specie	1	0,035929	0,035929	15,998	0,0002
Residui	60	0,134751	0,002246		
Totale	61	0,170680			

Risultati - sangue



npMANOVA sangue

PLASMA	df	Devianza	Varianza	F	Pr(>F)
Specie	1	0,001849	0,001849	0,56889	0,4686
Residui	33	0,107277	0,0032508		
Totale	34	0,109127			

RBC	df	Devianza	Varianza	F	Pr(>F)
Specie	1	0,005116	0,005116	1,3351	0,254
Residui	33	0,126441	0,0038315		
Totale	34	0,131557			

Conclusioni

- Artigli: nicchie trofiche separate adulti
NATURALE O SECONDARIA?
- Artigli: nicchie trofiche sovrapposte giovani
- Sangue: nicchie trofiche sovrapposte
CAMBIAMENTO STAGIONALE DIETA?



- Importanza campionare tessuti diversi
 - Ulteriori indagini sulle prede
- Nicchia trofica di *Emys* senza *Trachemys*

Caso di studio 2: formiche



Formica paralugubris
(SEIFERT, 1996)



Formica paralugubris

- Costruzione *acervi*
- Poliginica
- Polidomica, supercolonie
- Elevato n° operaie
- Elevata territorialità e aggressività
- Ecologicamente dominanti



Dieta

Generalista

Trofobiosi



Operaie
(trofallassi)

Prede animali



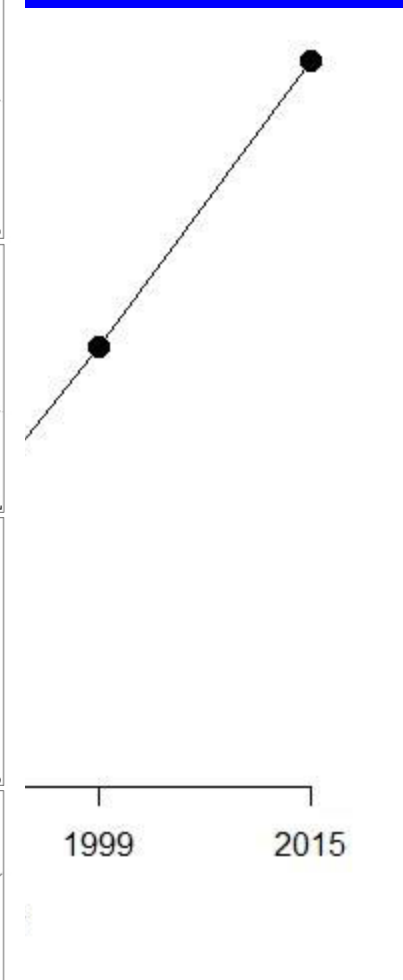
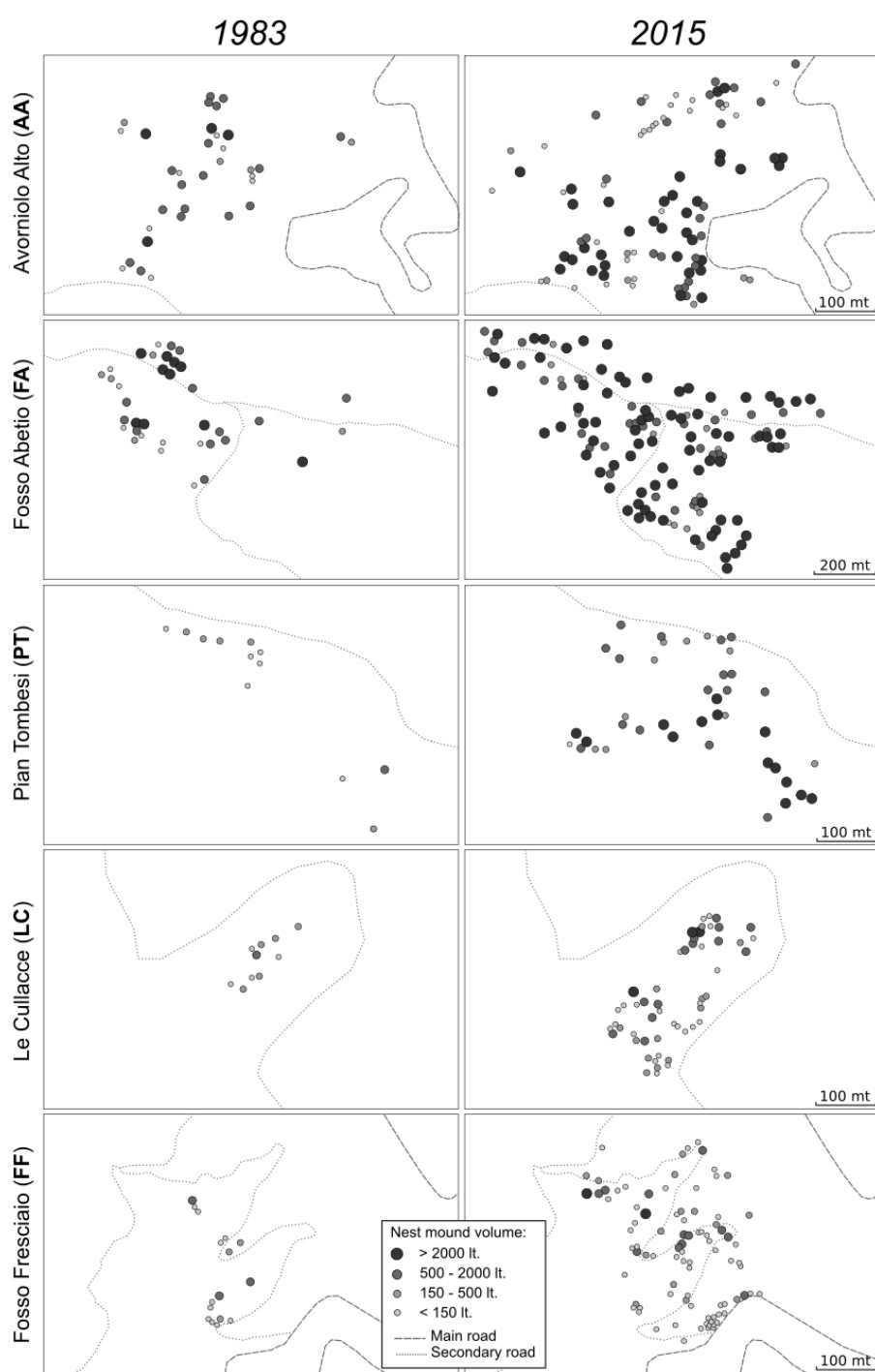
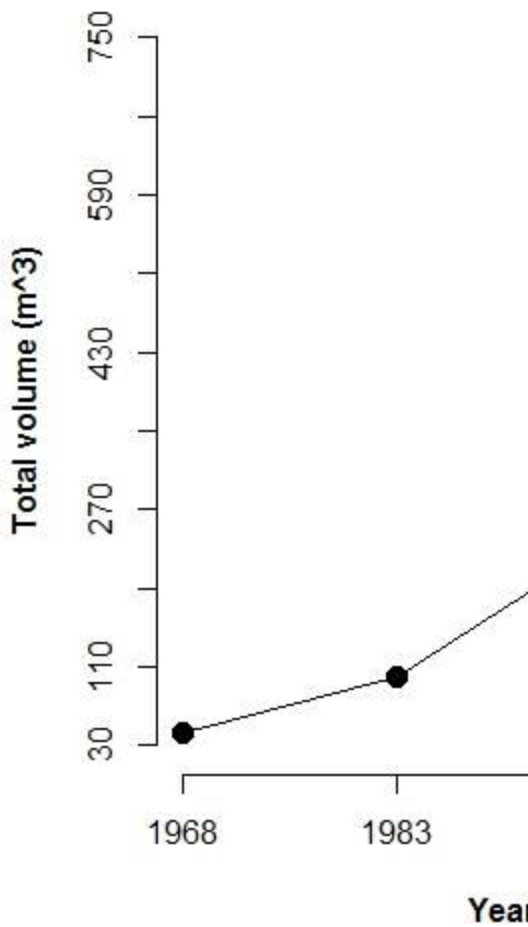
Regina, larve

Introduzioni



Mo

o



Trophic ecology of invasive Argentine ants in their native and introduced ranges

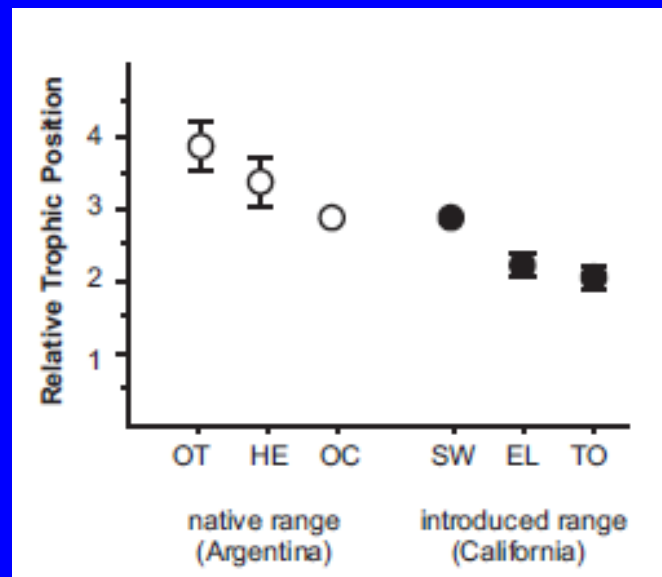
Chadwick V. Tillberg^{*†}, David A. Holway[‡], Edward G. LeBrun^{†§}, and Andrew V. Suarez^{*¶}

^{*}Departments of Entomology and Animal Biology, University of Illinois at Urbana-Champaign, 320 Morrill Hall, 505 South Goodwin Avenue, Urbana, IL 61801; and

[†]Division of Biological Sciences, MC 0116, University of California at San Diego, 9500 Gilman Drive, La Jolla, CA 92093-0116

Edited by May R. Berenbaum, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, IL, and approved November 7, 2007 (received for review July 24, 2007)

Although the ecological effects of invasions often become obvious In this study we examine the direct effects of Argentine ant



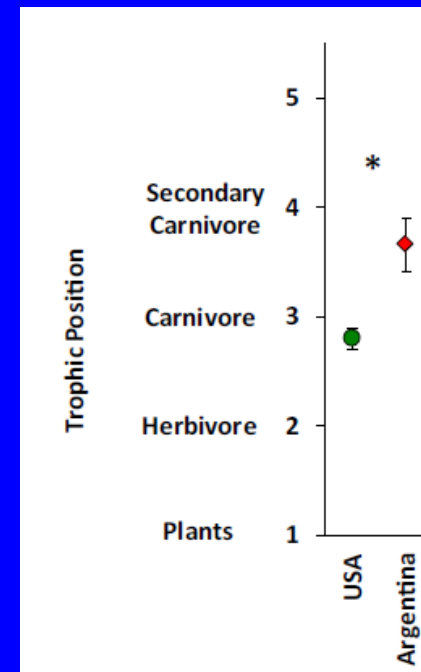
Intercontinental differences in resource use reveal the importance of mutualisms in fire ant invasions

Shawn M. Wilder^{†,‡}, David A. Holway[§], Andrew V. Suarez^{¶,||}, Edward G. LeBrun[¶], and Micky D. Eubanks[¶]

[†]Department of Entomology, Texas A&M University, College Station, TX 77843; [‡]Division of Biological Sciences, University of California at San Diego, La Jolla, CA 92093; [§]Departments of Entomology and [¶]Animal Biology, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, IL 61801; and ^{||}Section of Integrative Biology, Bradenridge Field Laboratory, University of Texas, Austin, TX 78703

Edited by Bert H. Ebbelker, Arizona State University, Tempe, AZ, and approved November 7, 2011 (received for review September 20, 2011)

Mutualisms play key roles in the functioning of ecosystems. mutualist-derived resources between native and introduced pop-

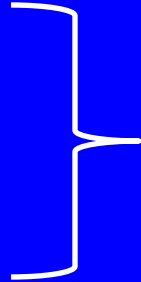


Aree di studio



Campionamento

10 x



10 x



8 x



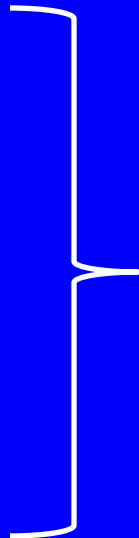
8 x



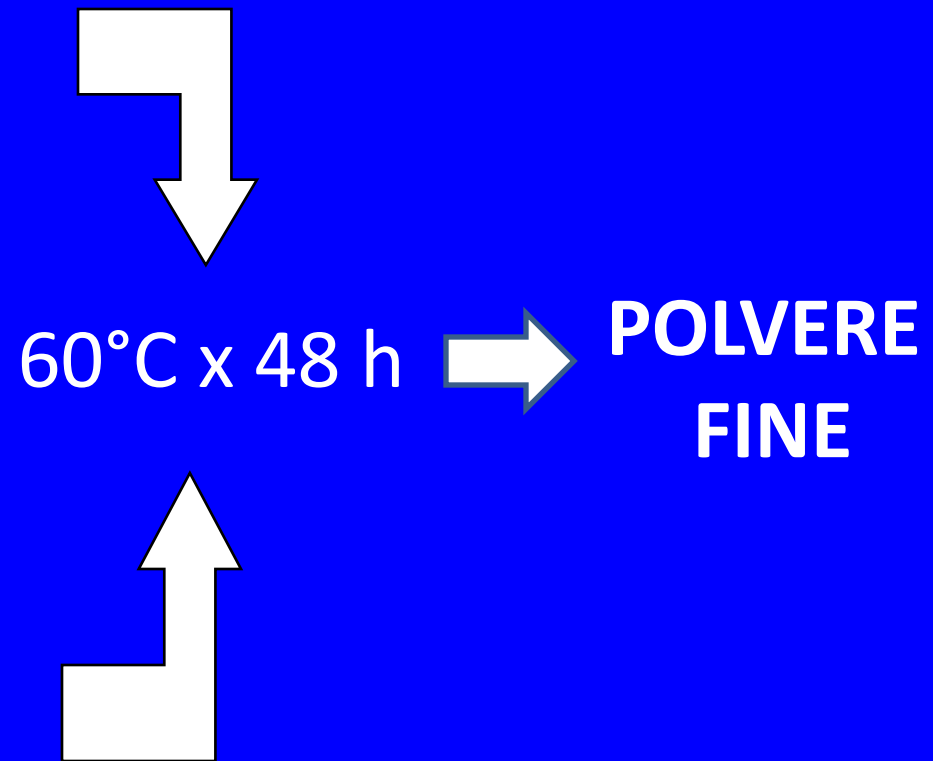
6 x



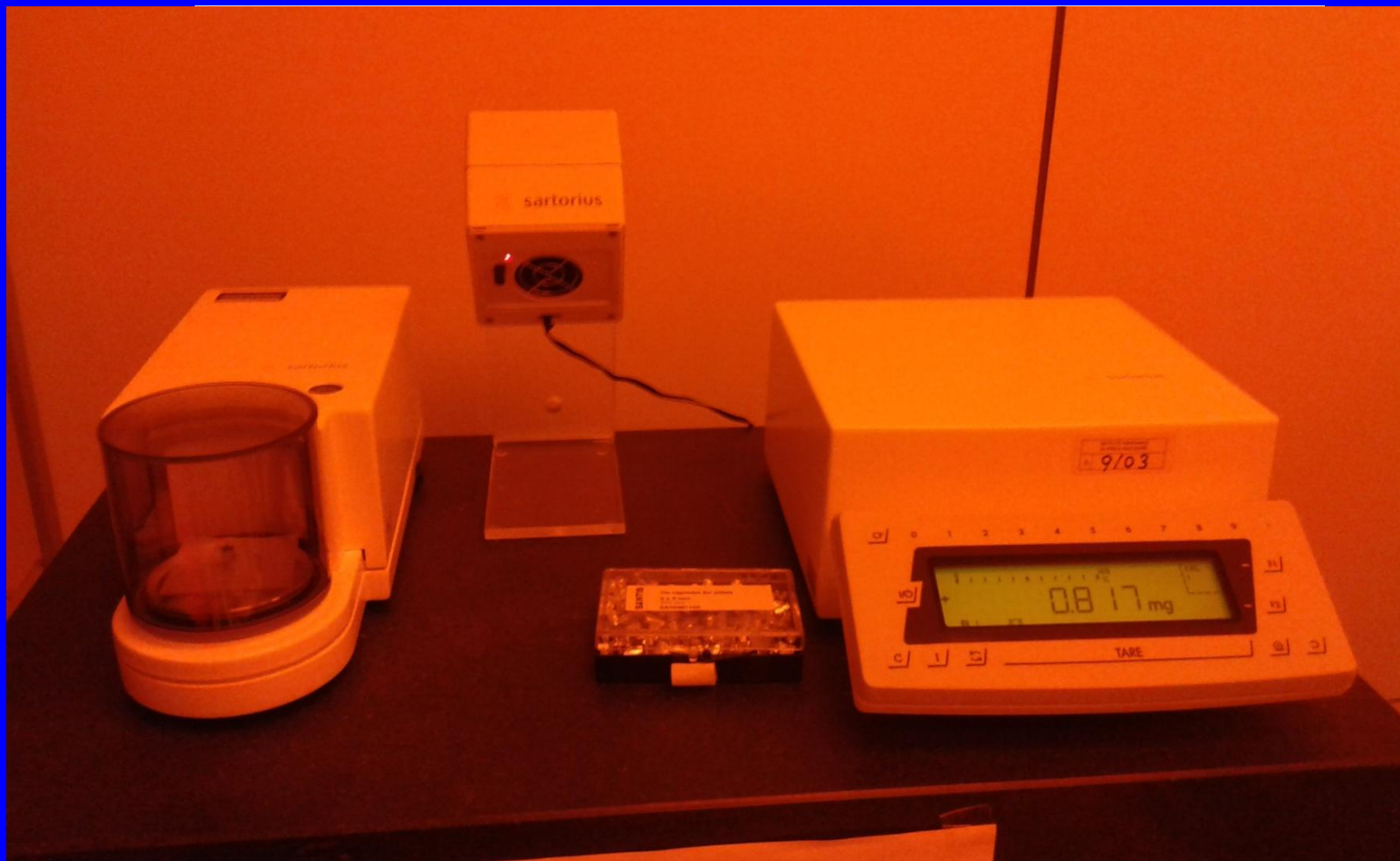
Preparazione campioni



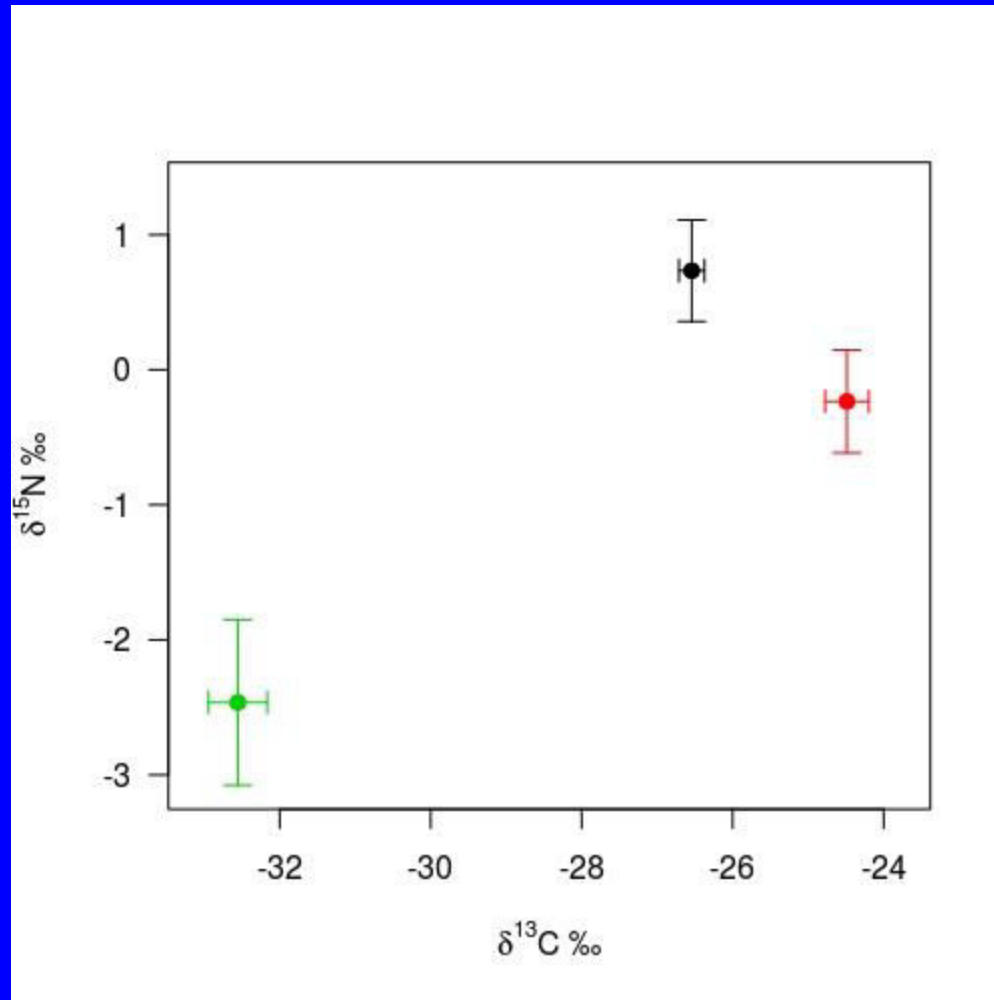
24 h



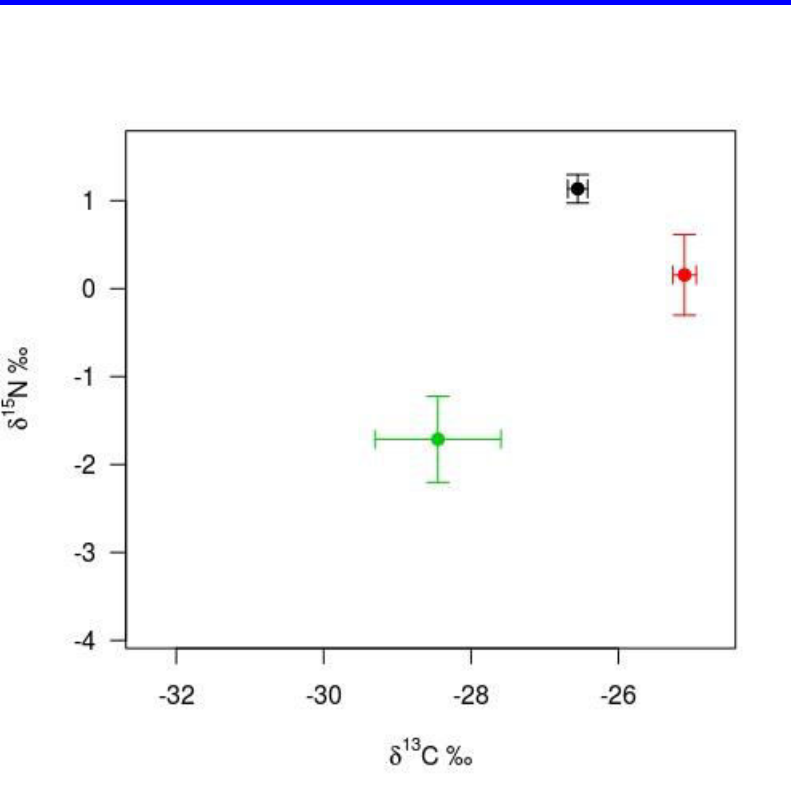
Preparazione campioni

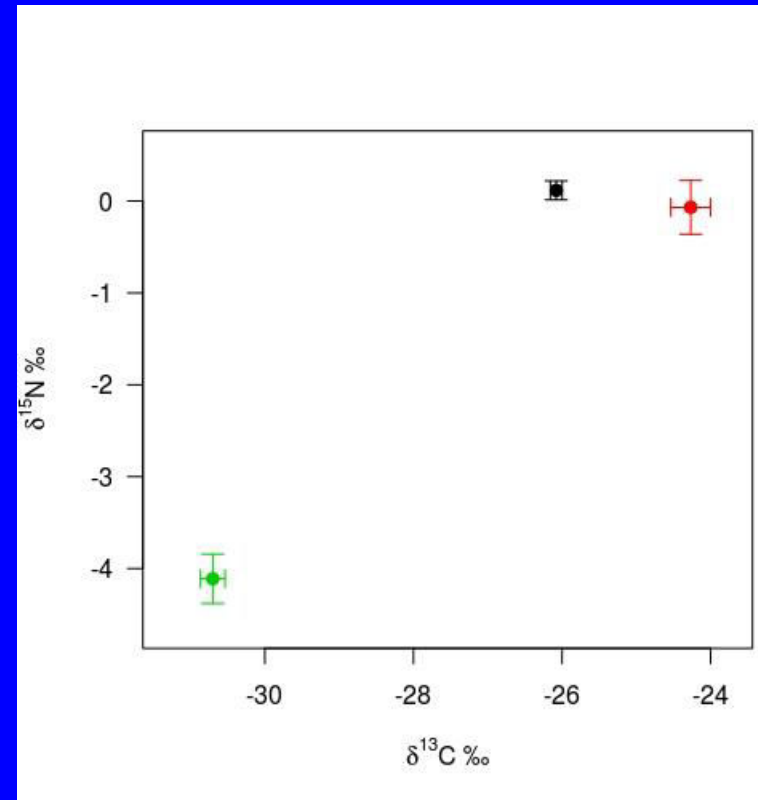


Risultati- Giovetto



Risultati- Campigna e Abetone

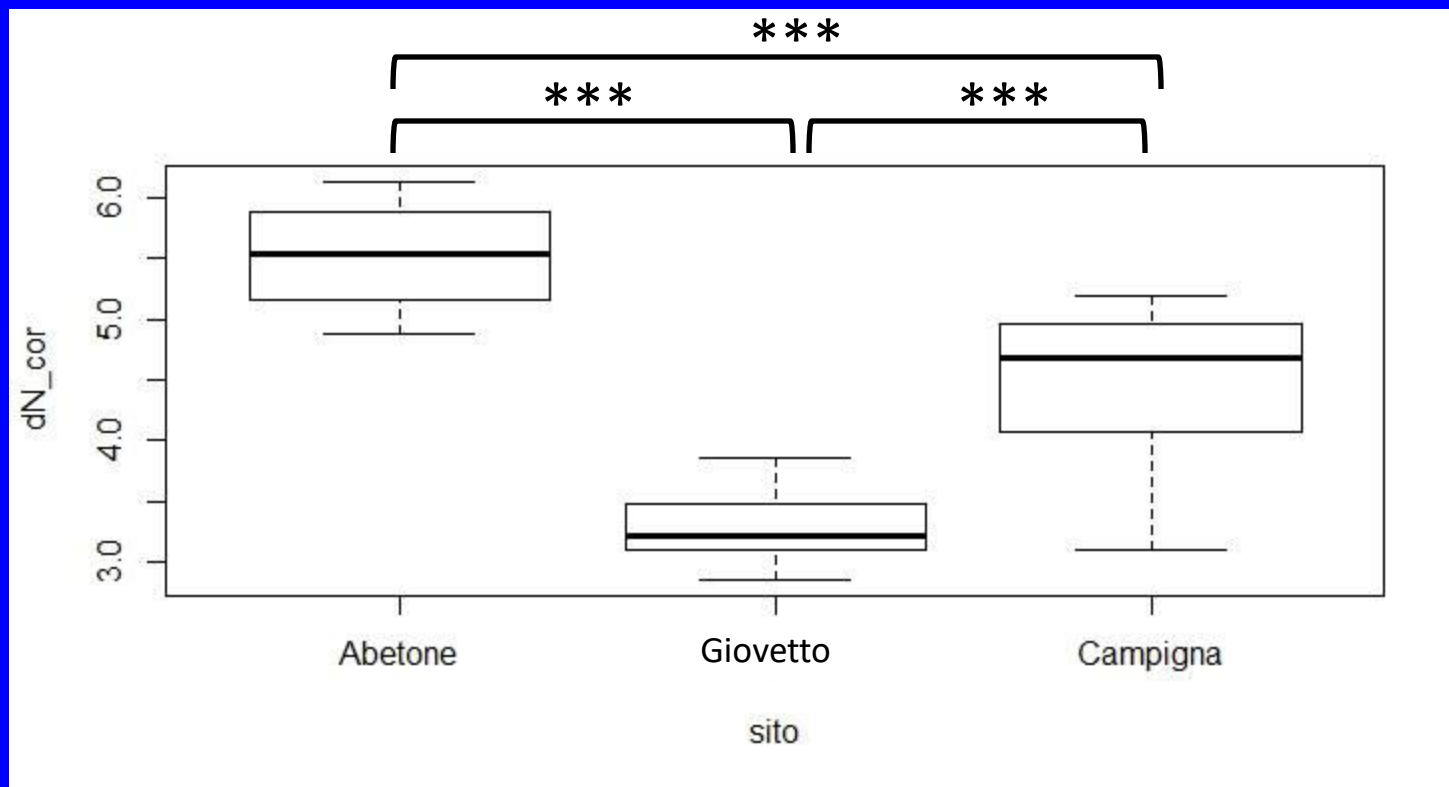




F. paralugubris-ragni
 $p = 0.70$

F. paralugubris-ragni
 $p = 0.98$

Risultati- *F. paralugubris*



Conclusioni

- Maggiore importanza della predazione
DOPPIO RUOLO DI PREDATORE E “ERBIVORO”
- Dieta cambia al variare delle aree
PIU' CARNIVORA NELLE AREE DI INTRODUZIONE



- Ruolo centrale della plasticità trofica per
naturalizzazione e espansione demografica
 - Canada, Svizzera?



Domande?

