

# ISOTOPOS ESTABLES: FUNDAMENTOS Y APLICACIONES EN CIENCIAS NATURALES

Enero, 16 - 20, 2017

## 3.3. Aplicaciones de los isótopos estables al estudio de dietas de organismos marinos

Antonio Bode

Instituto Español de Oceanografía

Centro Oceanográfico de A Coruña (España)



Universidad  
de Concepción

Dirección de  
Extensión  
UdeC



Escuela  
de Verano  
UdeC



DIRECCIÓN DE  
POSTGRADO



DEPARTAMENTO DE OCEANOGRÁFIA Y  
CIENCIAS COEVOLUCIONARIAS

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

CONICYT  
Ministerio de Educación

Gobierno de Chile

FONDECYT  
Nº 11150914



PROGRAMA  
DOCTORADO EN  
SISTEMÁTICA  
Y BIODIVERSIDAD

DOCTORADO EN OCEANOGRÁFIA  
Proyecto “Red\_Clima\_Rec”



CONICYT  
Ministerio de Educación

Gobierno de Chile

FONDEQUIP  
EQM 150018



### **3.3. Aplicaciones de los isótopos estables al estudio de dietas de organismos marinos:**

3.3.1. Fundamentos de la mezcla isotópica

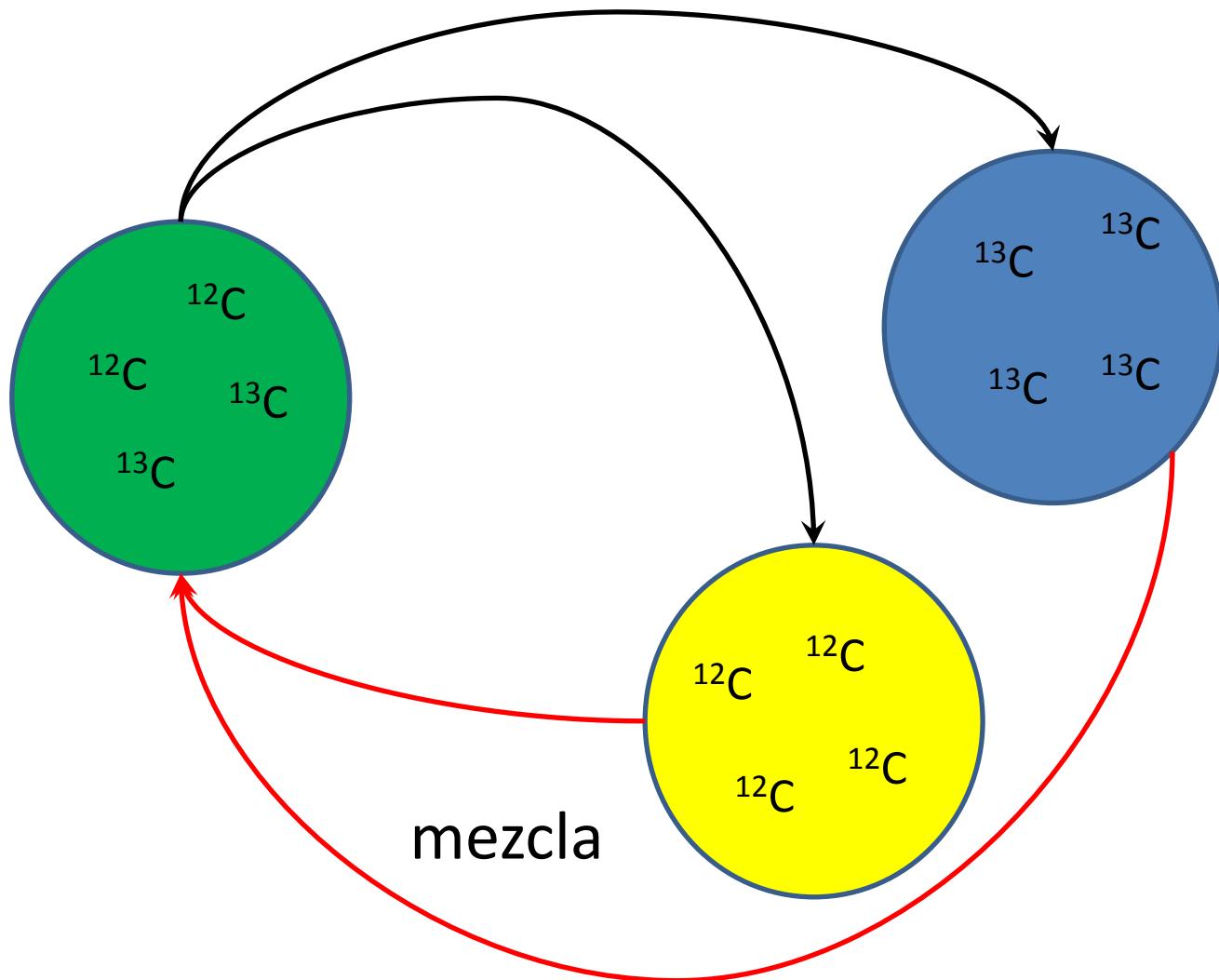
3.3.2. Asunciones de los modelos de mezcla isotópica

3.3.3. Uso de modelos de mezcla isotópica para determinar la dieta más probable

3.3.4. Medida del nicho trófico

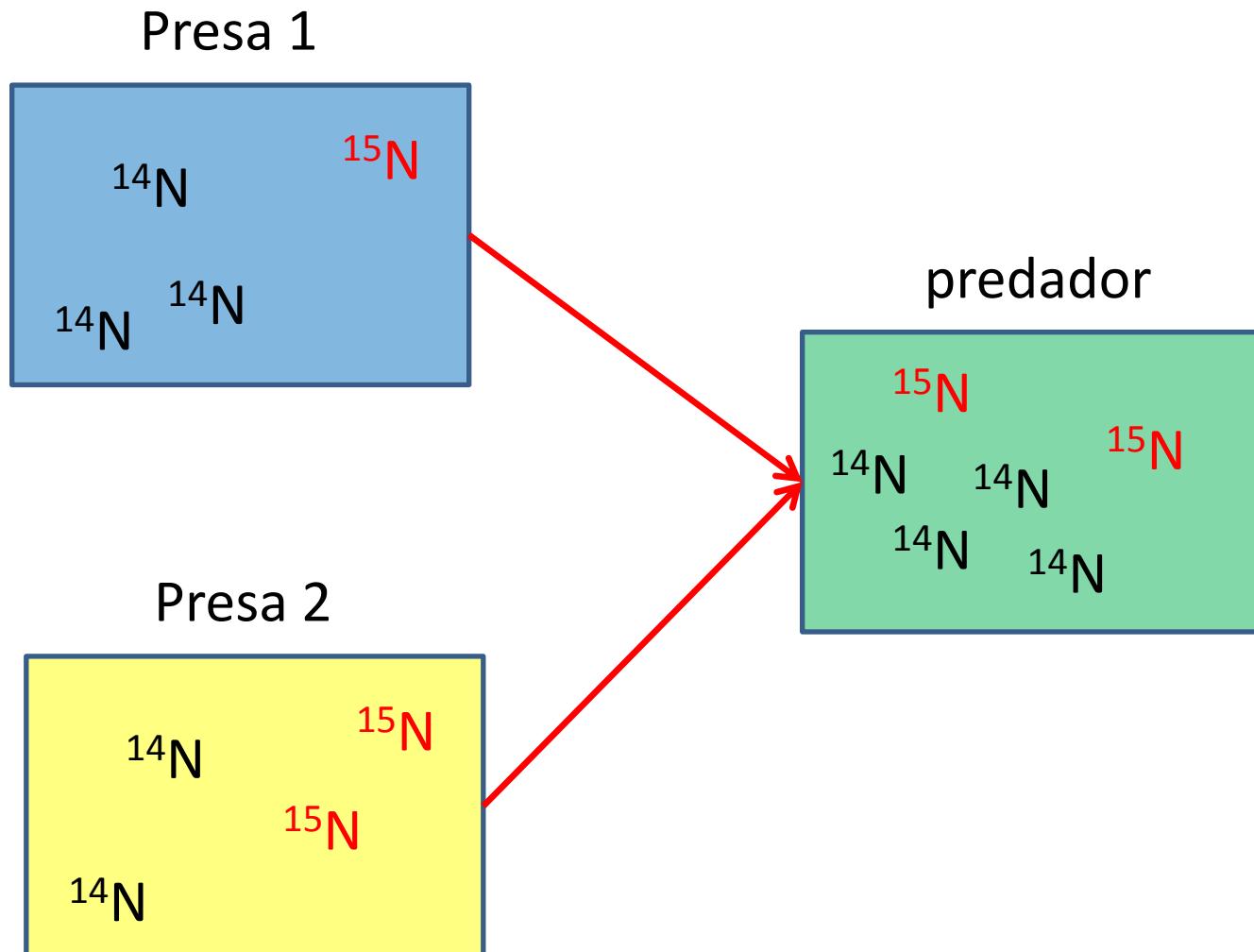
## Estudio de dietas

# fraccionamiento



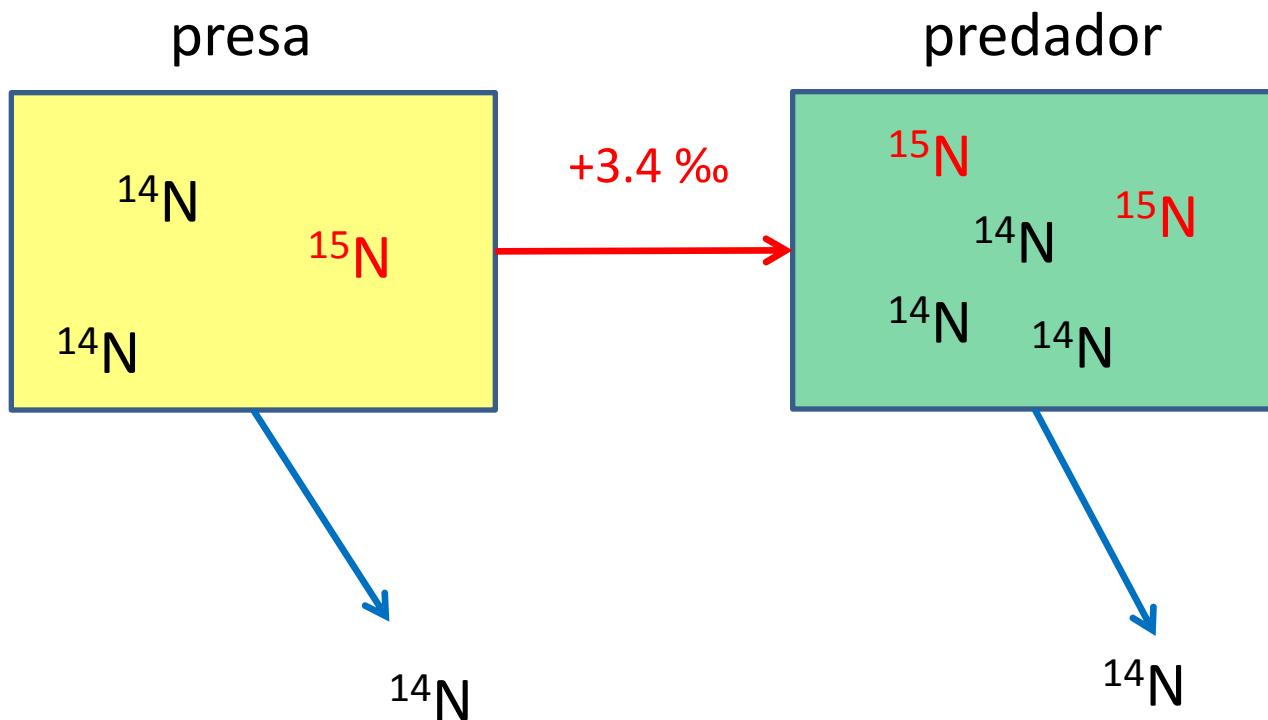
## Estudio de dietas

# Mezcla isotópica



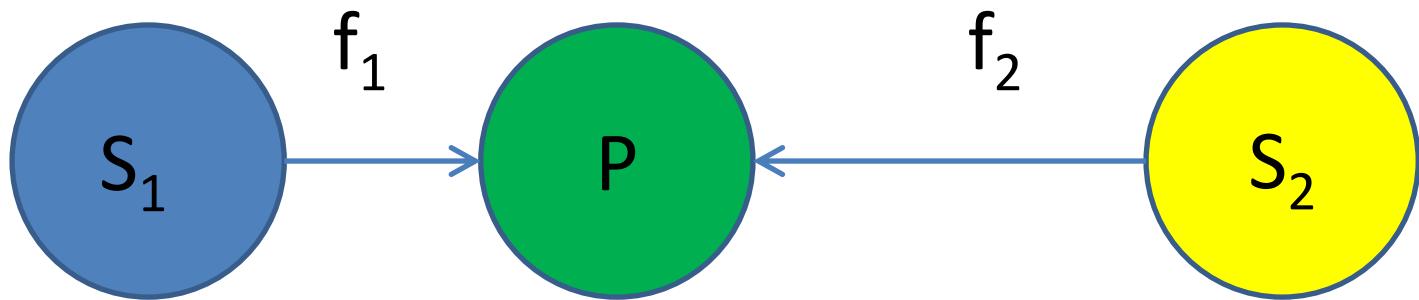
## Estudio de dietas

# fraccionamiento isotópico



# Mezcla isotópica simple: 2 fuentes

$$\delta P = f_1 \delta S_1 + f_2 \delta S_2$$

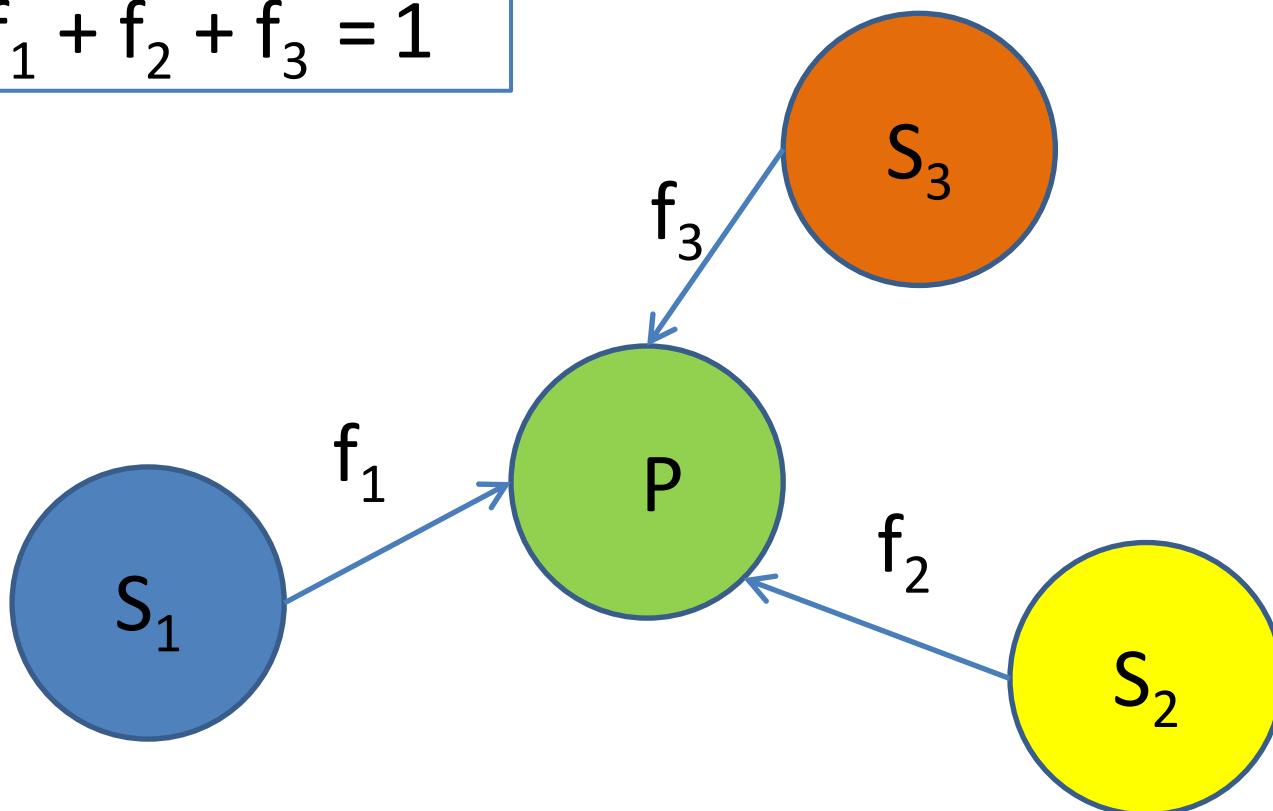


# Mezcla isotópica: 3 fuentes

$$\delta^a P = f_1 \delta^a S_1 + f_2 \delta^a S_2 + f_3 \delta^a S_3$$

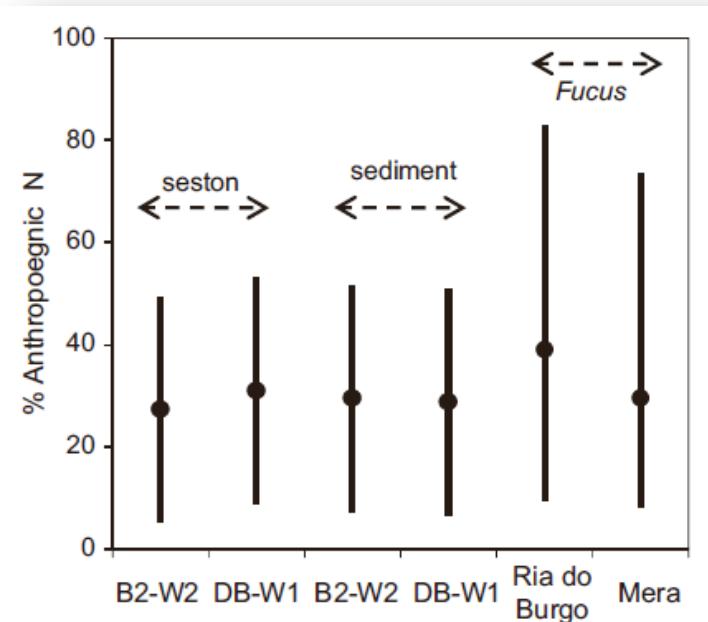
$$\delta^b P = f_1 \delta^b S_1 + f_2 \delta^b S_2 + f_3 \delta^b S_3$$

$$f_1 + f_2 + f_3 = 1$$

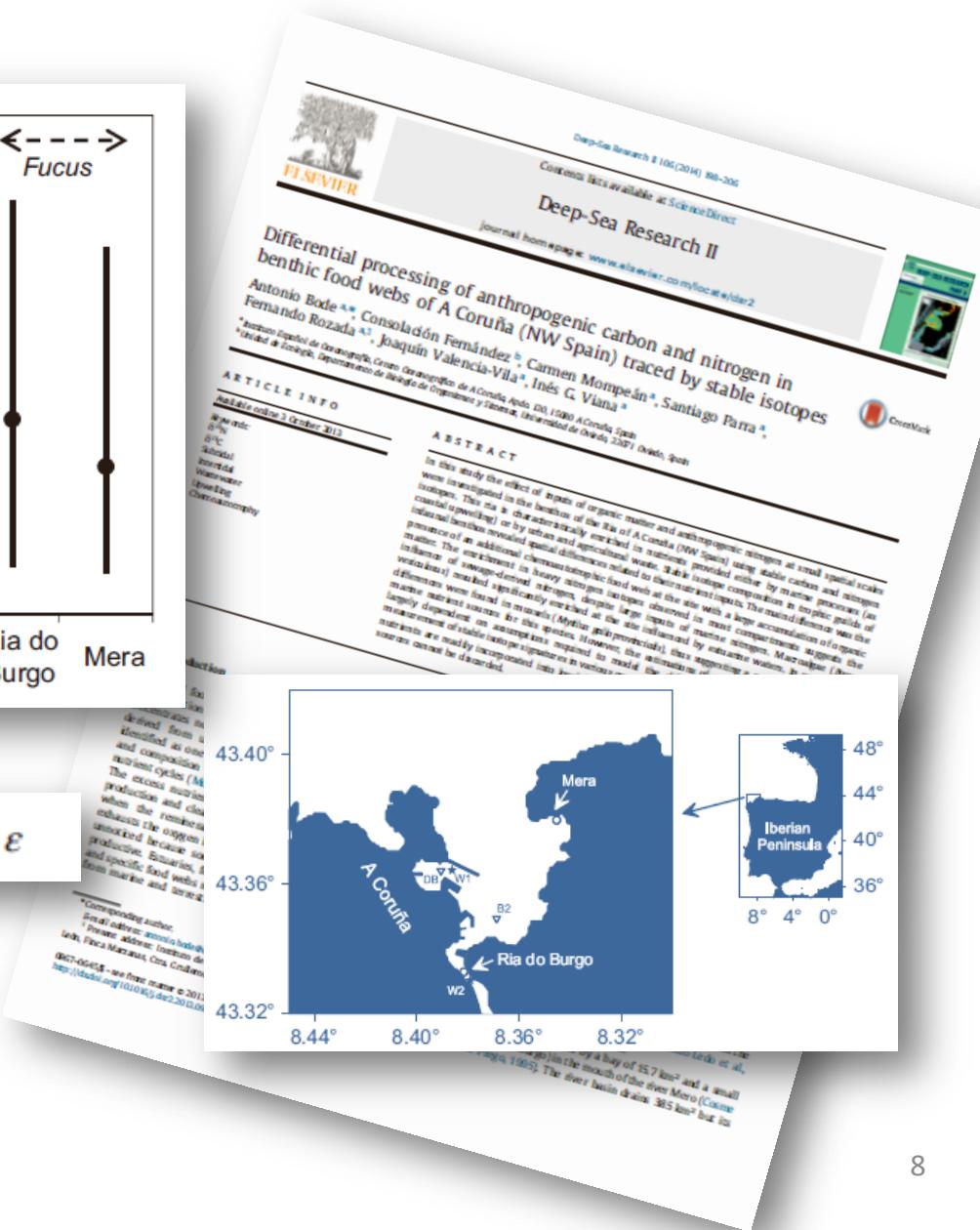


# Estudio de dietas

# Mezcla isotópica: dos fuentes (I)



$$\delta^{15}\text{N}_P = f_a \delta^{15}\text{N}_a + (1-f_a) \delta^{15}\text{N}_m - \varepsilon$$



# Estudio de dietas

# Mezcla isotópica: múltiples fuentes (I)

Vol. 318: 89–102, 2006 MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES Mar Ecol Prog Ser Published August 3



## Phytoplankton and macrophyte contributions to littoral food webs in the Galician upwelling estimated from stable isotopes

Antonio Bode\*, María Teresa Alvarez-Ossorio, Manuel Varela

Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de A Coruña, Apdo. 130, 15000 A Coruña, Spain

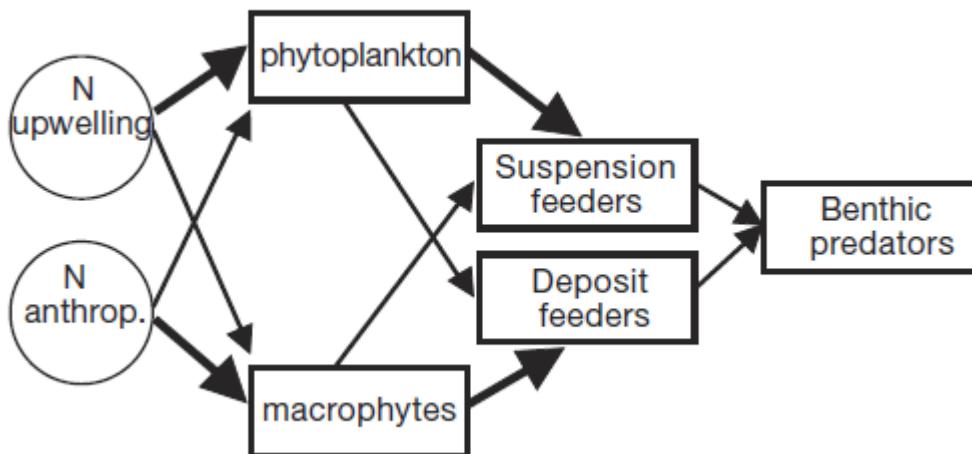
**ABSTRACT:** The natural abundance of stable carbon and nitrogen isotopes was analysed in plankton and intertidal benthos at coastal sites of Galicia (NW Spain) to determine the relative importance of phytoplankton versus benthic macrophytes, and marine versus anthropogenic nutrients, in supporting littoral food webs in this upwelling ecosystem. Phytoplankton was significantly less enriched in heavy isotopes than most macrophytes (seagrasses and 3 classes of macroalgae). Nitrogen isotopes showed significant enrichment of primary consumers (zooplankton, benthic suspension feeders and deposit feeders) relative to primary producers. The average enrichment between trophic levels, however, was low ( $\Delta\delta^{13}\text{C} = +0.1 \text{ ‰}$ ,  $\Delta\delta^{15}\text{N} = +1.4 \text{ ‰}$ ), suggesting the prevalence of omnivory. The use of marine nitrogen was inferred from the low nitrogen isotope abundance values of phytoplankton and rhodophycetes. In contrast, phaeophyceae and chlorophyceae displayed high nitrogen isotope enrichment, particularly at sheltered sites, suggesting that benthic consumers reflected the local diet. plankton and marine nitrogen at open sites always exceeded 40% in the case of deposit feeders. Estuarine macrophytes were calculated a significant contribution of macro-nitrogen of sinking particles and consumer the dominant role of marine nitrogen in the Galician upwelling ecosystem, despite its low concentration.

**KEY WORDS:** Food web - Nitrogen -

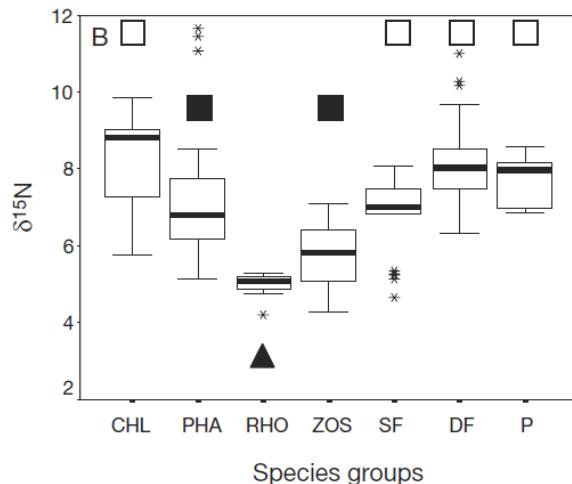
— Routes or replication no

### INTRODUCTION

Coastal marine ecosystems receive inorganic and organic matter from several sources. The total input of external nutrients generally upper limit to biological productivity, the diverse relative importance of these sources determine the structure of local food webs and the fate of matter (Vallejo 1995). For instance, estuaries are influenced by rivers, coastal wetlands and each providing external (new) nutrients and matter (McClelland & Valiente 1996, Cole et al. 1996). These sources support high levels of primary production, which is further sustained by the regeneration inside the estuary (Herrigan et al.

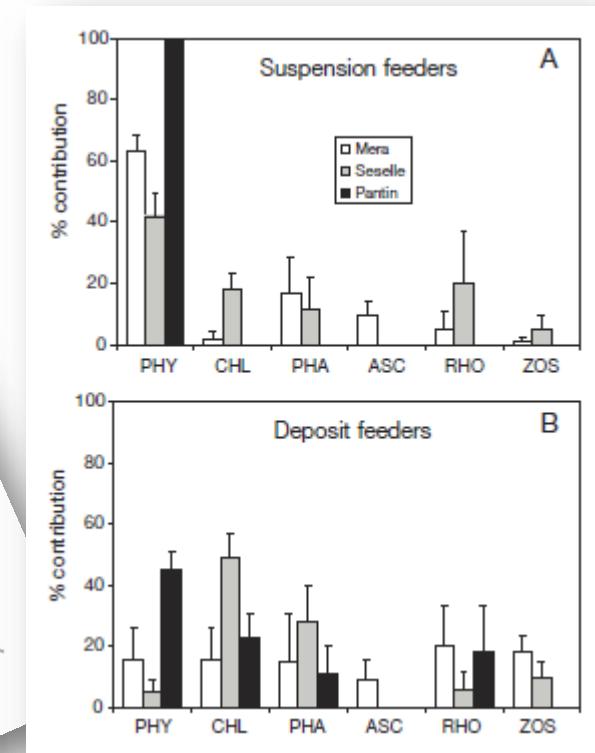
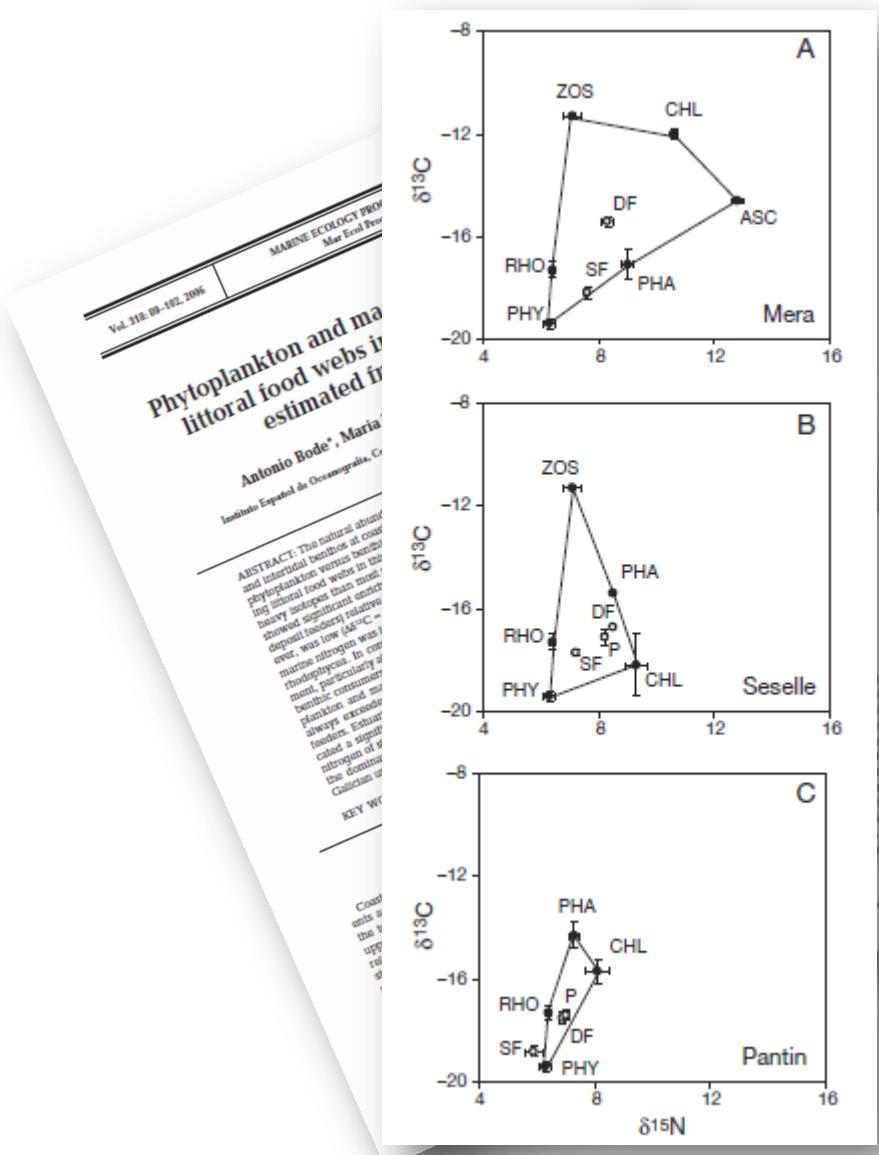


\*Email: antonio.bode@co.es



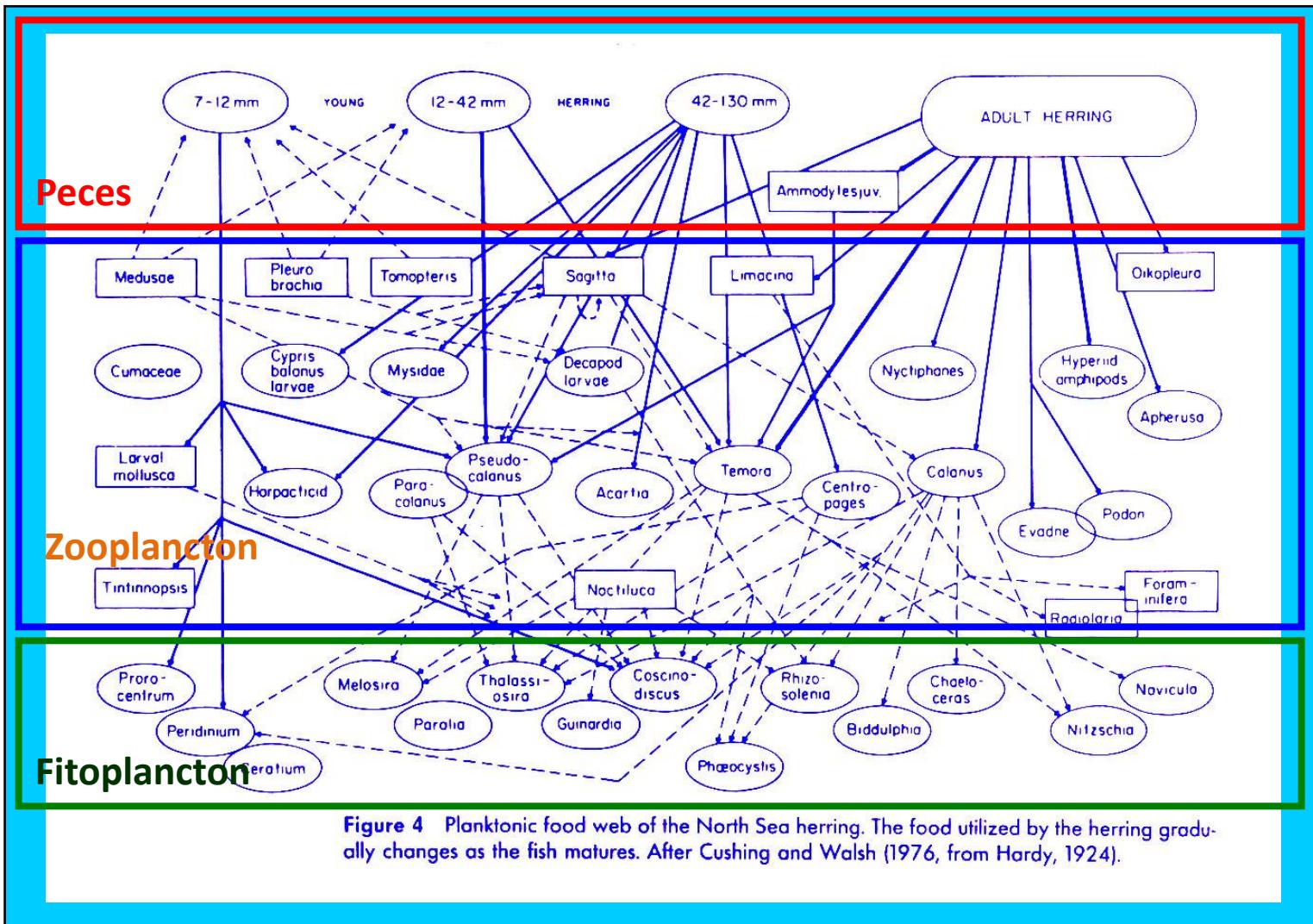
# Estudio de dietas

## Mezcla isotópica: múltiples fuentes (II)



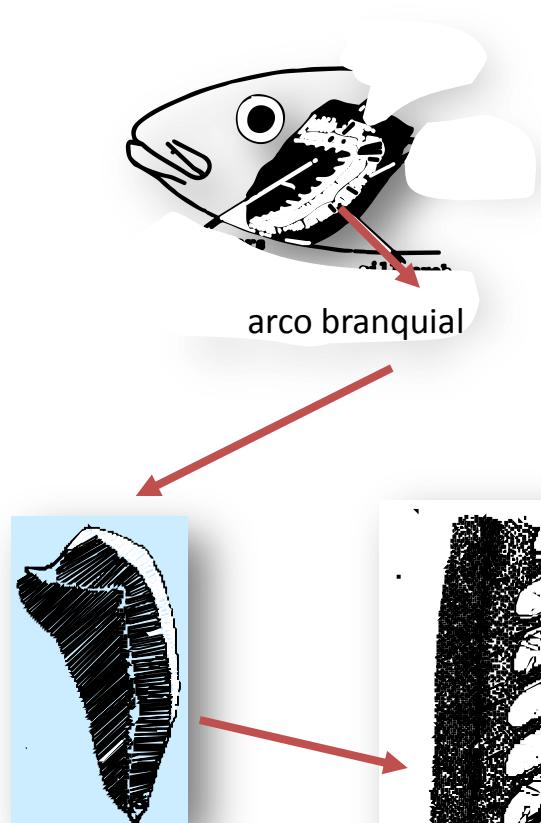
## Estudio de dietas

# Una red trófica: alimentación del arenque

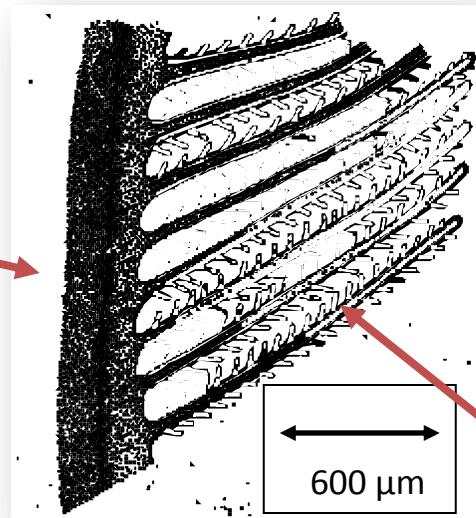


# Estudio de dietas

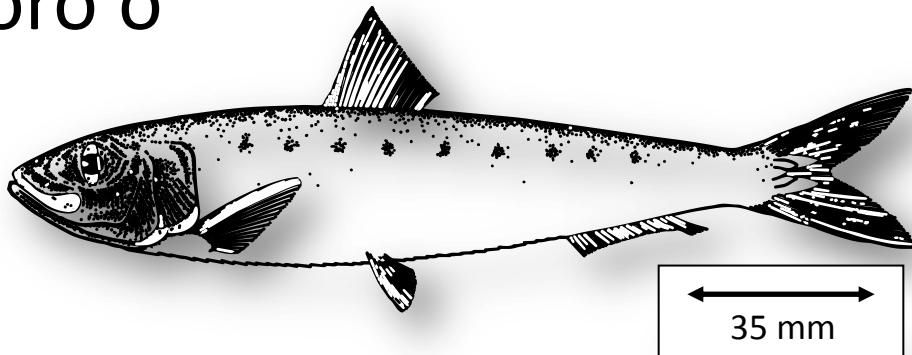
## La sardina ¿carnívoro o herbívoro?



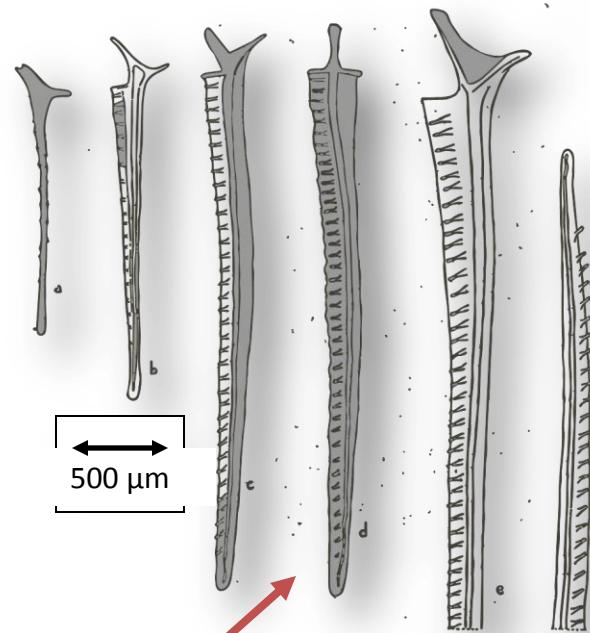
arco branquial



Andreu, 1953



*Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)

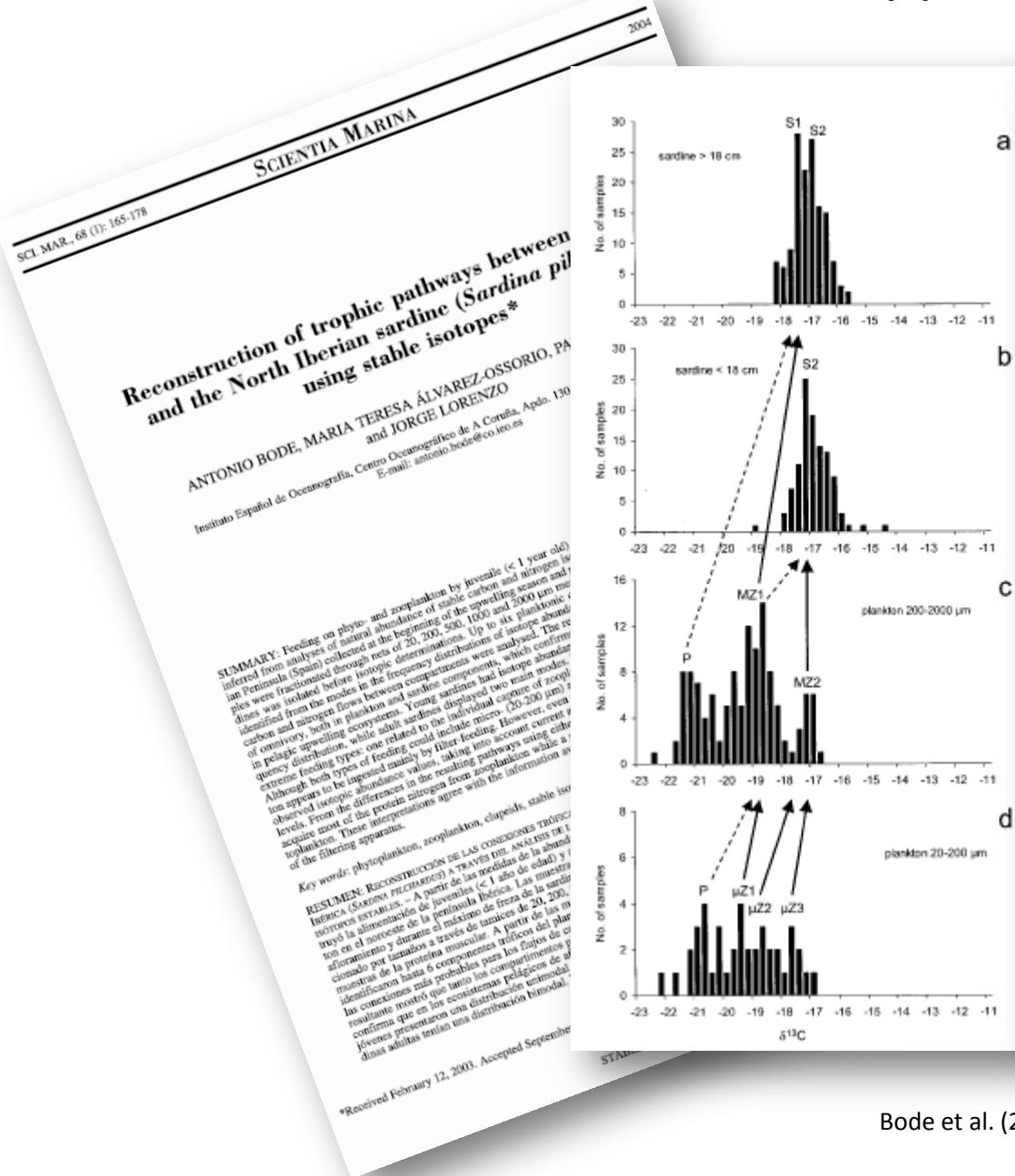


Andreu, 1960

branquispinas

# Estudio de dietas

# Alimentación de la sardina (I)



Bode et al. (2004). Sci Mar 68:165-178

## Estudio de dietas

# Alimentación de la sardina (II)

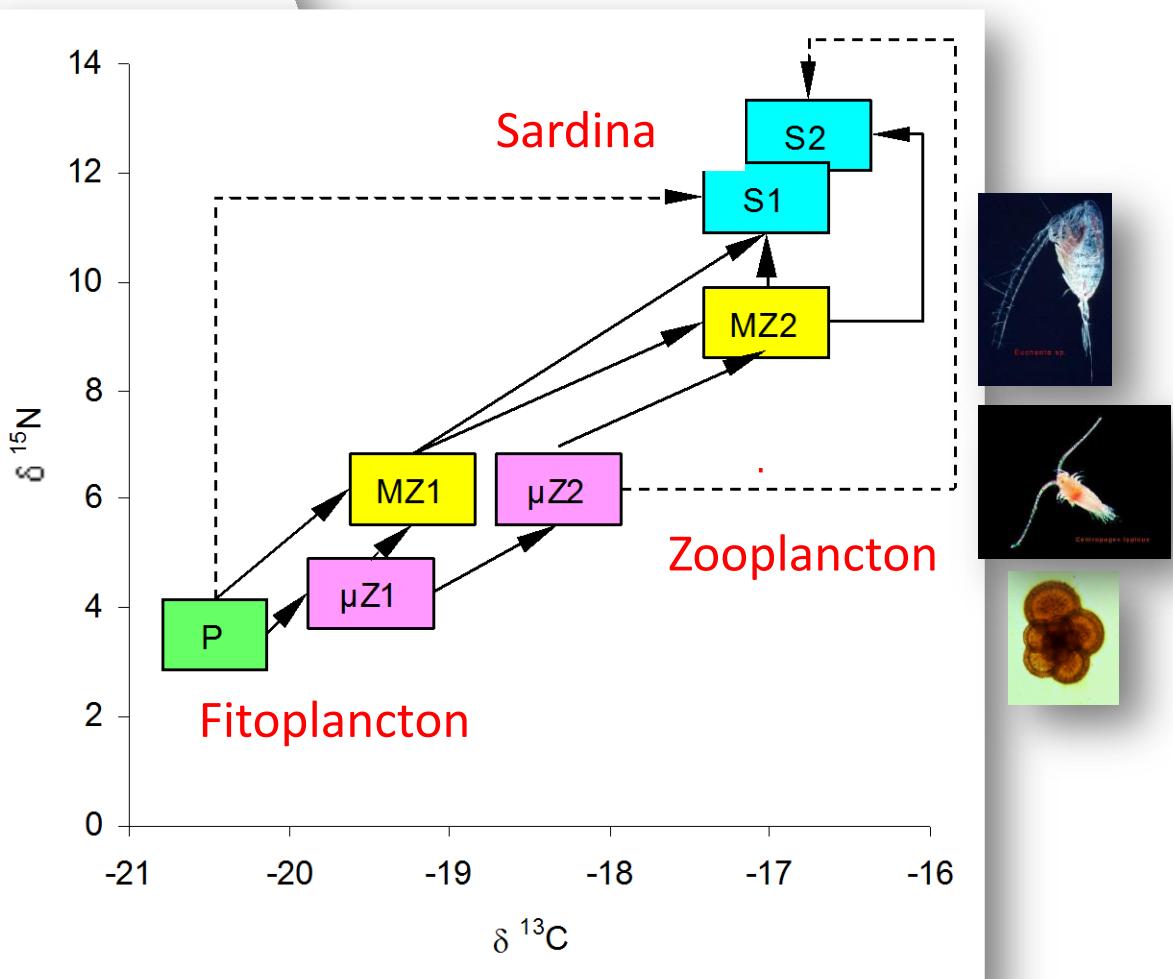


**SUMMARY:** Feeding on phyto- and zooplankton inferred from analyses of natural abundance samples was fractionated through nets at the beginning of the reproductive cycle. Sardines were collected before isotopic discrimination between carbon and nitrogen flows between consumers and their prey. Both in plankton and sardines, both in pelagic upwelling ecosystems, the frequency distribution of isotopic values was very similar. Although both types of feeding exhibited extreme feeding types, one related to phytoplankton and the other to zooplankton. Both types of feeding can be distinguished by the isotopic abundance levels. From the differences in the isotopic signature of the proteins ingested by sardines, it can be inferred that they acquire most of the proteins from zooplankton. These interpretations are supported by the filtering apparatus.

**Key words:** phytoplankton

**RESUMEN:** RECONSTRUCCIÓN ISÓTOPICA ESTÁNDAR DE LAS CONEXIONES EN LA CADENA ALIMENTARIA (SARDINA FICHA) Y LA ALIMENTACIÓN DE LA SARDINA EN EL NOROESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA (España). — La dieta de la sardina en el norte de la península ibérica se reconstruyó mediante análisis de abundancia isotópica natural. Los sardines fueron recolectados antes de que las diferencias isotópicas entre consumidores y su presa fueran discriminadas. Ambos tipos de alimentación mostraron una distribución muy similar de los valores isotópicos entre el fitoplancton y los sardines. Aunque ambos tipos de alimentación exhibían tipos de alimentación extremos, uno relacionado con el fitopláncton y otro con el zoopláncton. Ambos tipos de alimentación pueden distinguirse por los niveles de abundancia isotópica. De acuerdo con las diferencias en los niveles de abundancia isotópica de los proteínas ingeridas por los sardines, se puede inferir que obtienen la mayor parte de las proteínas de los zoopláncton. Estas interpretaciones están apoyadas por el aparato filtrante.

\*Received February 1, 2004; accepted April 21, 2004.



# Modelos de mezcla isotópica:

## asunciones

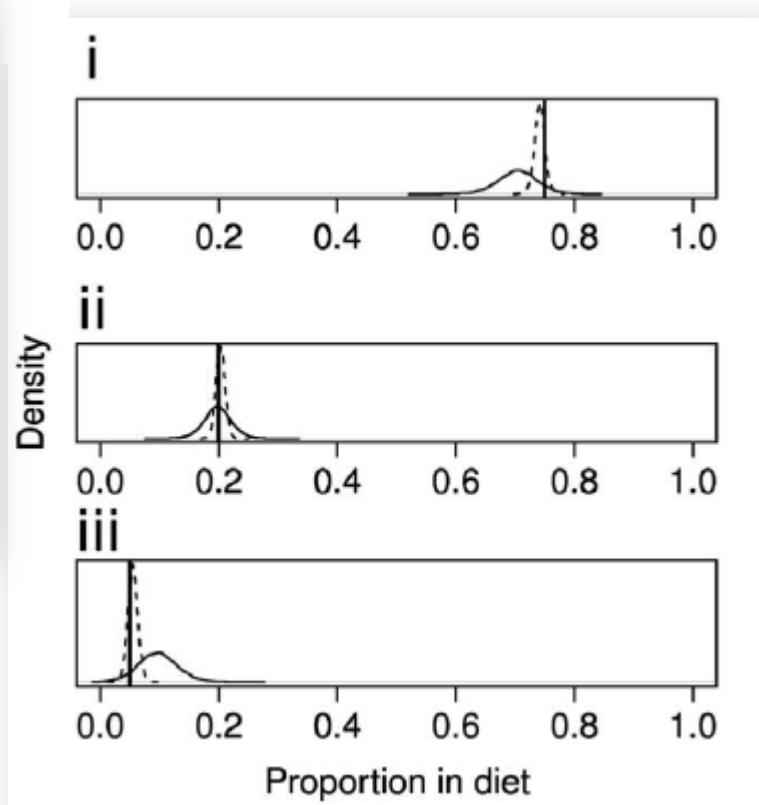
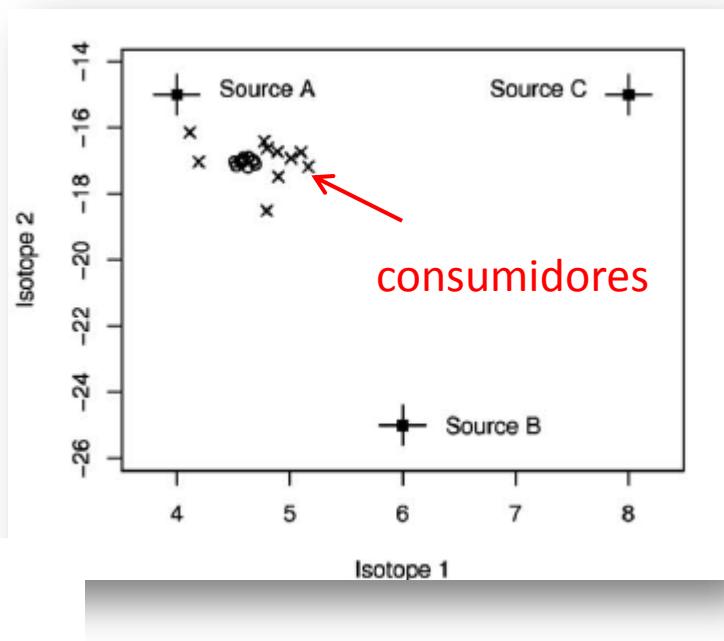
- identificación de todas las fuentes posibles
- mezcla igual de todos los isótopos (o proporcional a su concentración relativa)
- fraccionamiento conocido de cada isótopo y constante en la red trófica
- propagación de errores

## productos

- contribución media (y variabilidad) de cada componente de la dieta
- estimación de dietas probables (descarta componentes)

# Estudio de dietas

## Modelos de mezcla isotópica:



# Modelos de mezcla isotópica



United States  
Environmental Protection  
Agency

Environmental Topics

Laws & Regulations

About EPA

Search EPA.gov



Related Topics: [Ecosystems Research](#)

Contact Us Share

## Stable Isotope Mixing Models for Estimating Source Proportions

Stable isotope analysis can be used in ecological studies to trace chemical movement through the environment. A common application is to use the isotopic composition of a mixture to determine the proportions of various sources in the mixture, using mathematical mixing models. Examples include quantifying the importance of various pollutant sources to contaminated water, or the importance of various prey species in a predator's diet.

The links below provide information and download files for three stable isotope analysis tools: IsoError, IsoConc, and IsoSource.

IsoError



IsoConc



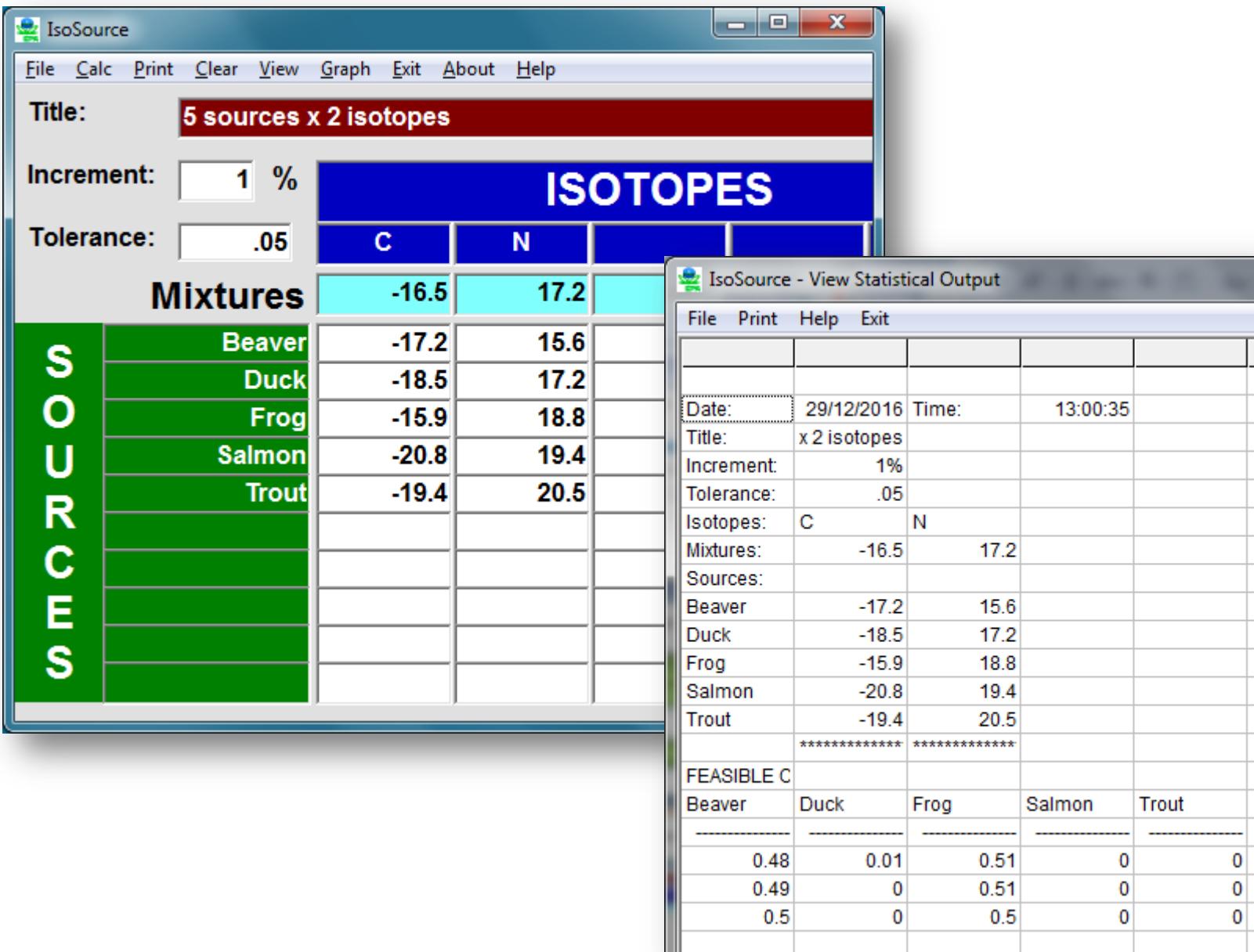
IsoSource



<https://www.epa.gov/eco-research/stable-isotope-mixing-models-estimating-source-proportions>

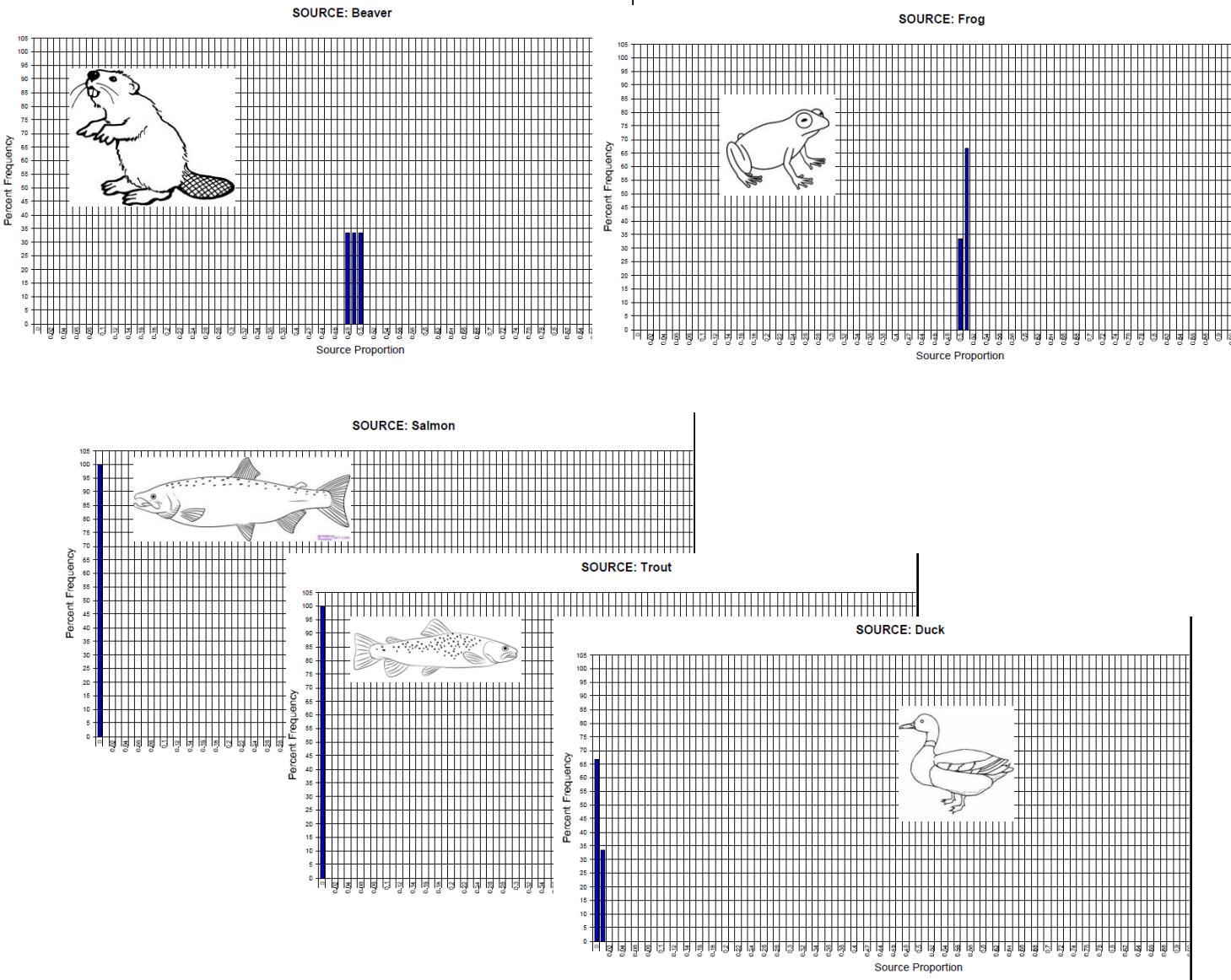
## Estudio de dietas

# Modelos de mezcla isotópica: ISOSOURCE (I)



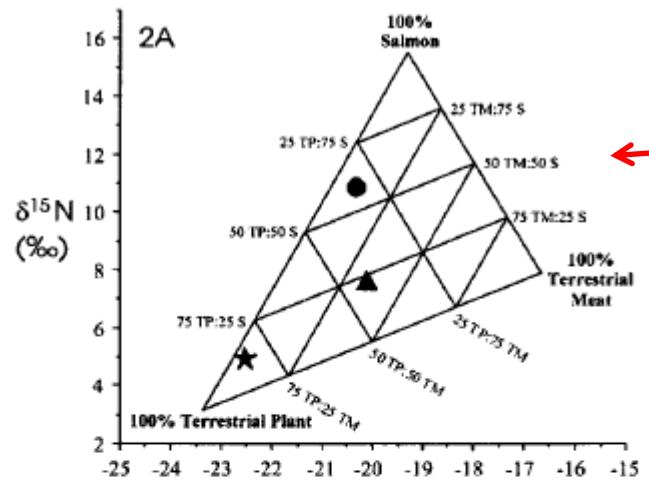
# Estudio de dietas

# Modelos de mezcla isotópica: ISOSOURCE (II)

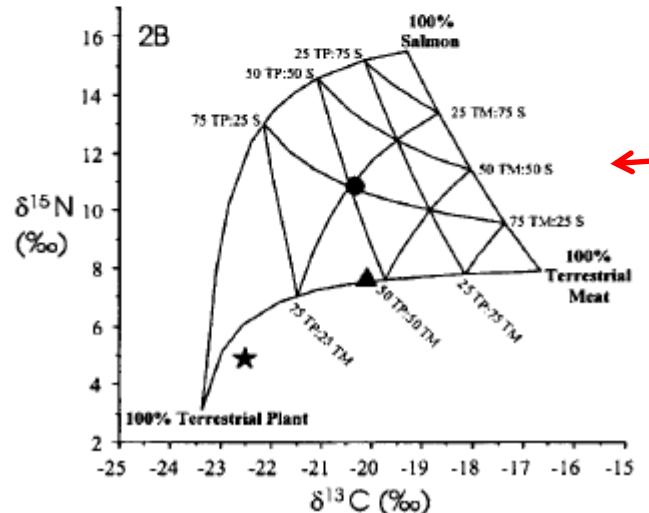


## Estudio de dietas

# Modelos de mezcla isotópica

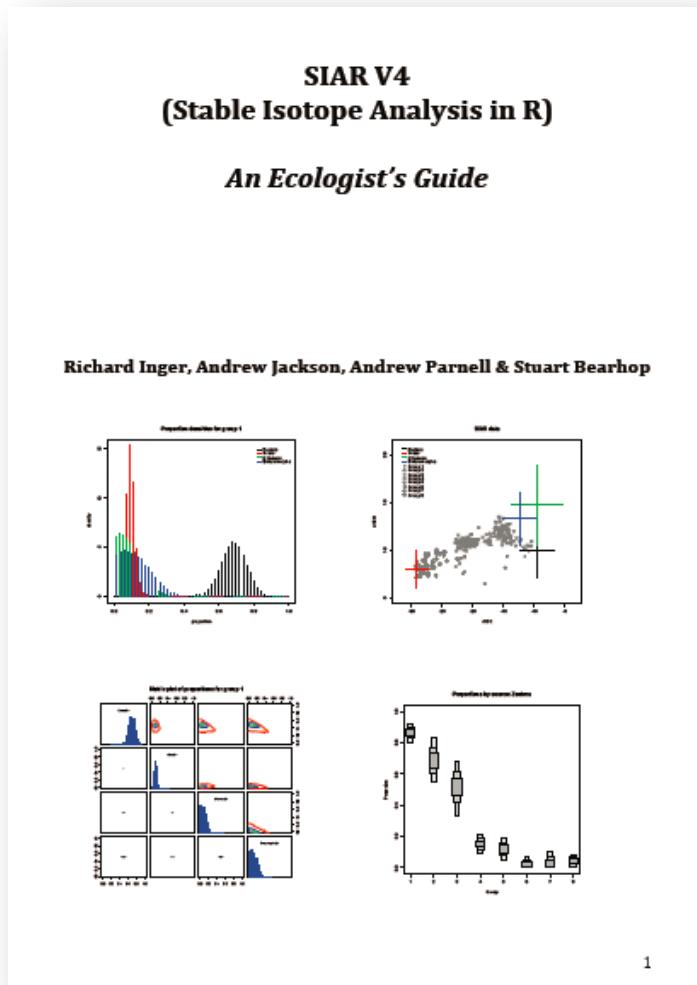


mezcla simple (sin considerar concentraciones relativas)



incorporando las concentraciones relativas

# Modelos de mezcla isotópica: SIAR



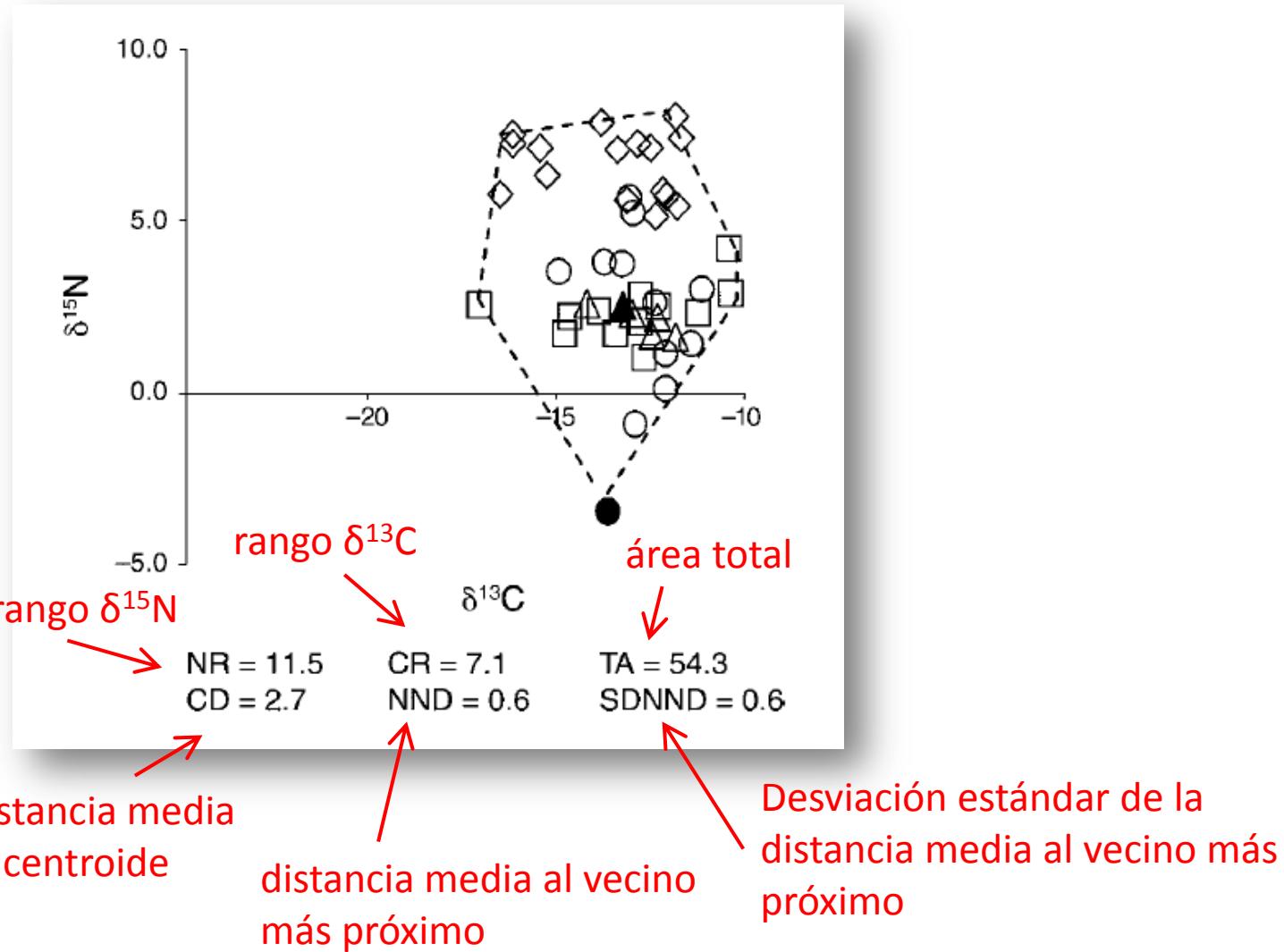
- múltiples fuentes e isótopos
- intervalos de confianza para todas las contribuciones
- posibilidad de incorporar concentraciones relativas y TEF diferentes para cada fuente / isótopo
- soluciones robustas

<http://andrewljackson.github.io/siar/>

<https://github.com/AndrewLJackson/siar>

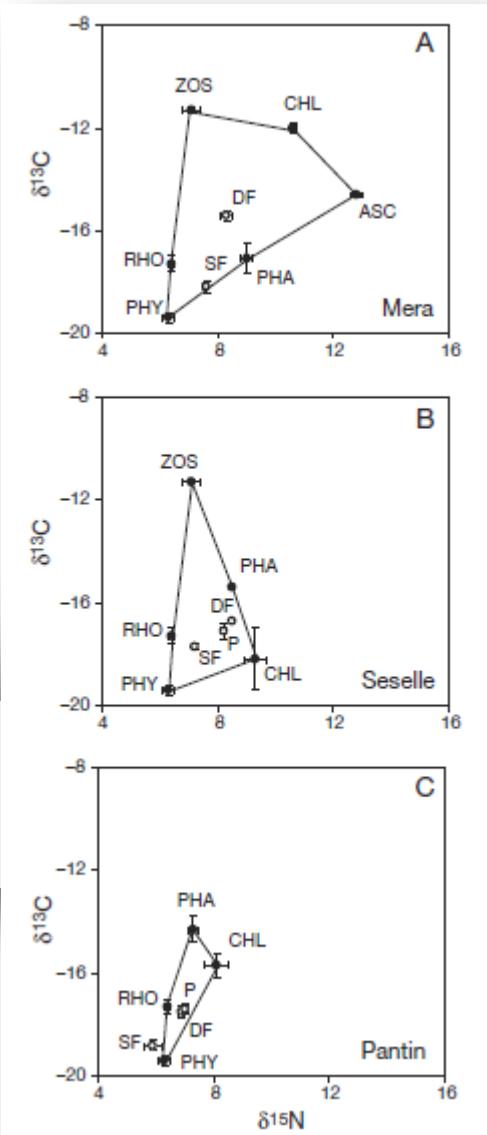
## Estudio de dietas

# Cuantificando el nicho trófico: polígonos



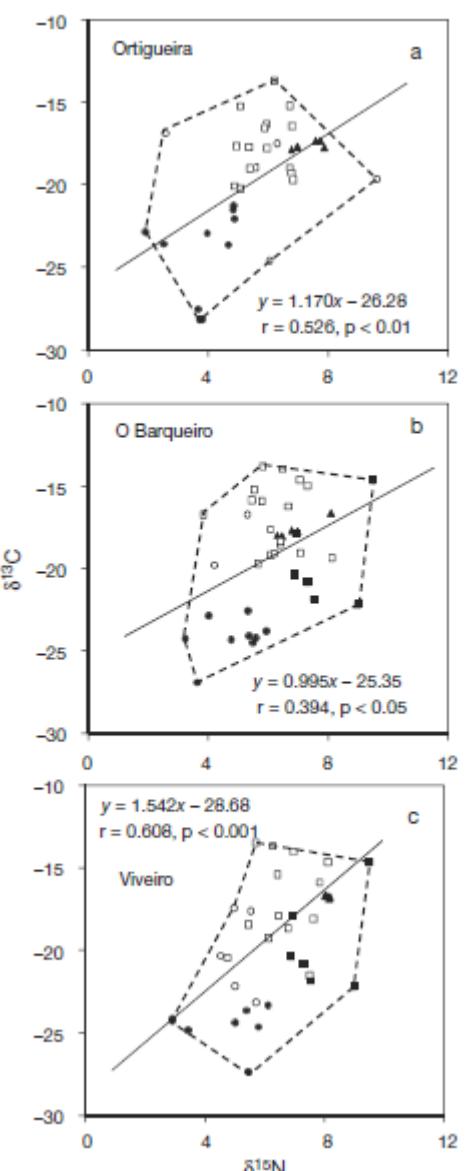
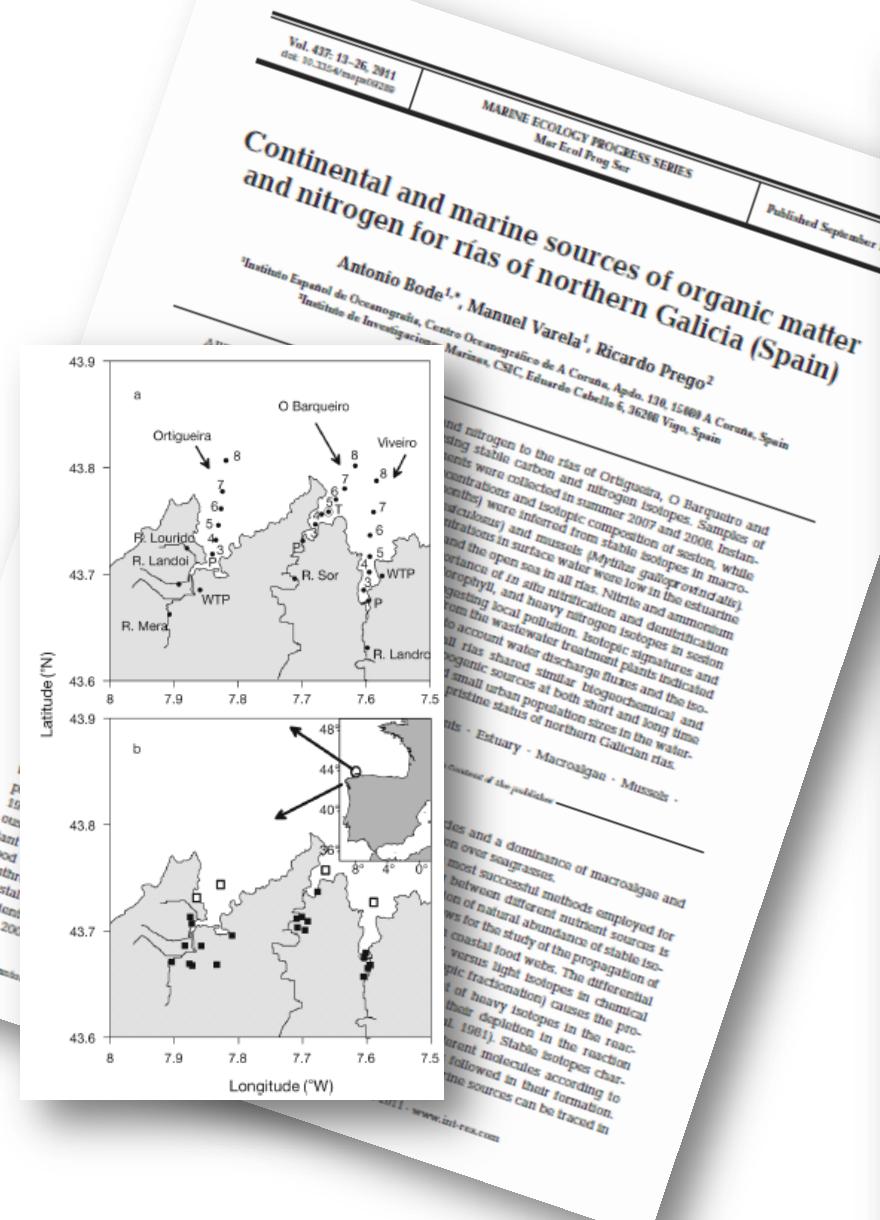
# Estudio de dietas

## Comparación de comunidades (ej. I)



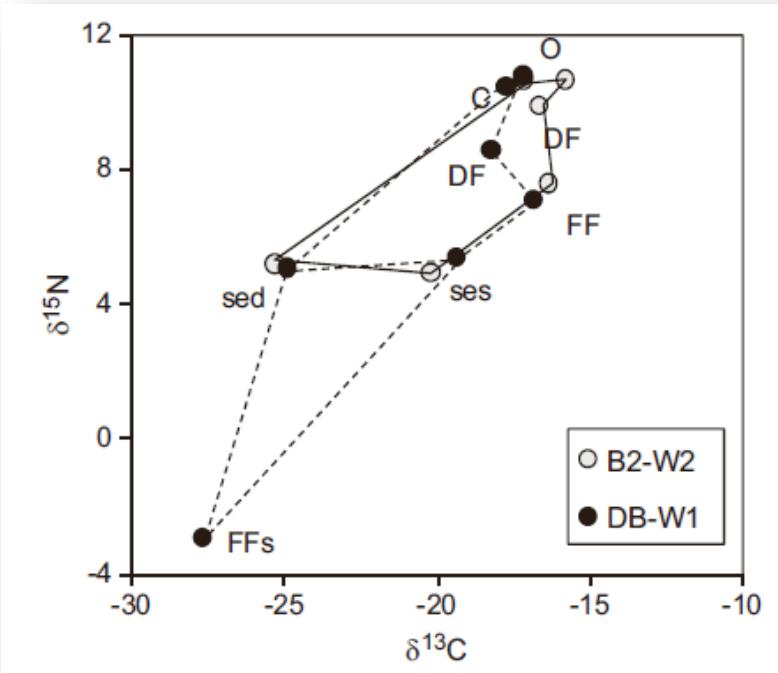
# Estudio de dietas

## Comparación de comunidades (ej. II)



# Estudio de dietas

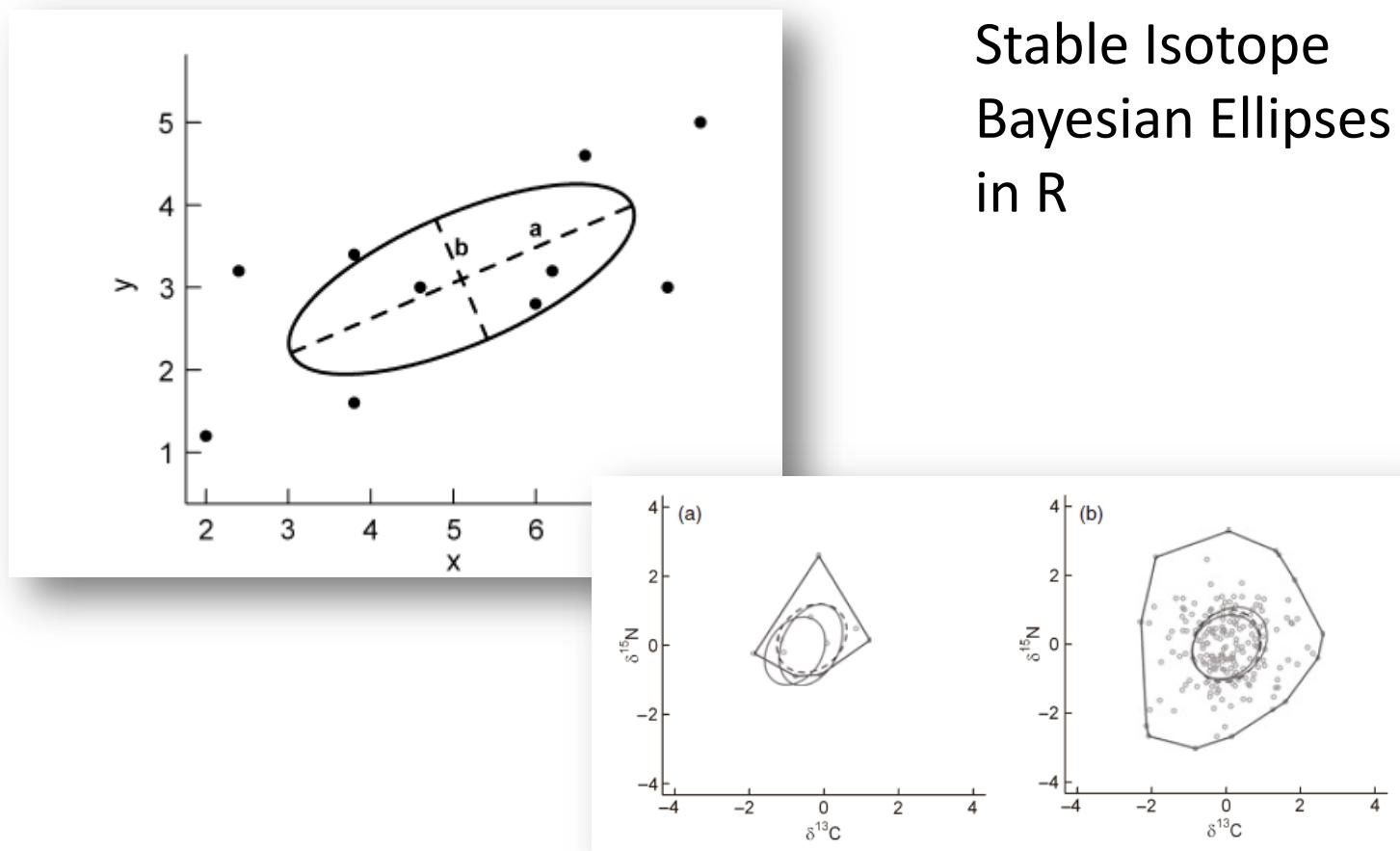
## Comparación de comunidades (ej. III)



# Estudio de dietas

## Cuantificando el nicho trófico: elipses

SIBER:  
Stable Isotope  
Bayesian Ellipses  
in R



<http://www.tcd.ie/Zoology/research/research/theoretical/Rpodcasts.php#siber>

