

# 3.2. Estudio de redes tróficas mediante isótopos estables en la materia orgánica

Antonio Bode Instituto Español de Oceanografía Centro Oceanográfico de A Coruña (España)



## **3.2. Estudio de redes tróficas mediante isótopos estables en la materia orgánica:**

- 3.2.1. Consideraciones metodológicas: líneas base y fraccionamiento trófico.
- 3.2.2. El caso del plancton y los peces planctívoros.
- 3.2.3. Inclusión de predadores terminales.
- 3.2.4. Métodos alternativos y nuevas técnicas.

#### Flujos tróficos:



#### Organización trófica:



#### Posición trófica: métodos alternativos



• Experimentos de preferencia de presas

instantánea

histórica

- Trazadores acumulativos:
  - isótopos estables
  - metales pesados

Isótopos estables:

## Carbono: <sup>12</sup>C y <sup>13</sup>C

no fraccionamiento trófico: indica fuentes de materia orgánica

### Nitrógeno: <sup>14</sup>N y <sup>15</sup>N

fraccionamiento trófico: indica niveles tróficos

#### Unidades de abundancia isotópica:

### $\delta^{15}$ N = [(R<sub>muestra</sub>- R<sub>ref</sub>)/R<sub>ref</sub>]x1000

$$R = {^{15}N}/{^{14}N}$$
  
ref = N atmosférico (0.3%  ${^{15}N}$ )

#### fraccionamiento trófico:

- = trophic enrichment
- = trophic enrichment factor





Post (2002) Ecology 83:703-718



Vander Zanden & Rasmussen (1999) Ecology 80:1395-1404



redes tróficas pelágicas

### Variación del fraccionamiento trófico: herbívoros





### Variación del fraccionamiento trófico:



### Variación del fraccionamiento trófico: peces



 $\delta^{15}N$  dieta



Functional fish groups in food webs

# Variación del fraccionamiento trófico: protozoos



Gutiérrez-Rodríguez et al.(2014) Limnol Oceanogr 59:1590-1598

#### Estructura trófica: plancton

redes tróficas pelágicas



Estructura trófica: del plancton a los predadores terminales



Chavez et al. (2011) Annu Rev Mar Sci 3:227-260



#### Available online at www.sciencedirect.com Estructura trófica: ScienceDirect ELSEVIER Progress in Oceanography 74 (2007) 115-131 plancton Stable nitrogen isotope studies of the pelagic food web on the Atlantic shelf of the Iberian Peninsula Antonio Bode<sup>a,\*</sup>, M. Teresa Alvarez-Ossorio<sup>a</sup>, M. Emilia Cunha<sup>b</sup> Antonio Boge, M. Leresa Alvarez-Ossorio, M. Emilia Cunna, Susana Garrido<sup>b</sup>, J. Benito Peleteiro<sup>c</sup>, Carmela Porteiro<sup>c</sup>, Luis Valdés<sup>d</sup>, **a** 10<sub>7</sub> Occurrografía, Catiro Occarrografías de A Coruña, Apilo, 130, 15080 A Comita, Spain Decanografía, Contro Oceanografías de A Coraña, Apdo. 130, 15080 A Coraña, Spain não Agraria e das Pescas - (INIAP/IPIMAR), Atenida de Brasilia, 1449-006 Lisboa, Portugal n. Commune G. Contro Communesticon de Vian, Andr. 1533-26580 Vian, Strain С С d ano Agrana e aus Pescas - (INIAPHIPIMAR), Avenua ac massan, Pererou Lau de Oacanografa, Centro Oceanografico de Vigo, Apda. 1552, 36280 Vigo, Spain de Oacanografa, Centro Oceanografico de Vigo, Apda. 1552, 36280 Vigo, Spain na Usanografia, Centro Oceanografico de Viga, Apás, 1532, 30280 Viga, Spain grafía, Cantro Oceanográfico de Gijón, Avda, Principe de Astarias 7066, 33212 Gijón, Spain δ<sup>15</sup>N (‰) 5lagic food webs along the north and northwestern shelf of the Iberian Peninsula were nitrogen stable isotopes of plankton and pelagic consumers. Plankton composition surrogen state sources of plankton and petagic consumers. Plankton composition samples, but also the isotopic signatures of three copepod species, as representative sample's, but also the isotopic signatures or three copepod species, as representative Several fish species were included as planktivorous consumers, with special attenand the spectral way spectral were inclusive as particulation of the common dolphin (Dephinus and the provided to the transmitted by the common dolphin (Dephinus and the provided to the particulation of the particulatio 0 hanty, top-peragic consumers were represented by the common doiphin (*Lephinus* bic position and body size implies large variability in the ratio of predator to prev meaned planeters consumption by relatingly by producting the production of the predator of the pre-176 162 119 134 131 159 165 ty and plankton consumption by relatively large predators. Planktivorous species the same prankton consumption by restrively single predators, trank nvorous species ing potential competition for food, and low nitrogen isotope enrichment between the base of the food web. Both available and fold web is the second second second for the food web. ing potential competition for food, and low nitrogen isotope entrement between ration and recycling at the base of the food web. Both experimental and field evi-20 40 80 200 500 1000 2000 integrates fish diet over seasonal periods and reflects the composition of plank integrates non-due over seasonal periods and renects the composition or plank-by of sardines during periods of low population size is consistent with differential Size (µm) b 10 fish; Pelagic; Food web; NE Atlantic а a, b b 8 δ<sup>15</sup>N (‰) eral properties of ecosystems, as most metabolic processes are scaled ecosystems trophic interactions are often dependent on size, as prie while consumers are progressively larger. Food webs are thus 5 -3 rights reserved.

31

Calanus

28

Centropages

24

Acartia

0

19 Bode et al. (2007) Prog Oceanogr 74:115-131

Progress in

Oceanography

rww.ebevier.com/locate/pocean

#### Estructura trófica: planctívoros

redes tróficas pelágicas



Bode et al. (2006) International Conference on isotopes and Environmental Studies, Vol. 8, p 281-293



Agersted et al. (2014) Mar Ecol Prog Ser 516:136-151

# Muestreo de plancton en el océano global







biomas - Vientos del oeste Vientos alisios

Diciembre 2010- Julio 2011

2 buques oceanográficos 8 campañas 145 estaciones 3 oceanos 3 biomas 16 provincias biogeoquímicas



### Muestreo y análisis del plancton

Redes de plancton (0-200 m)



Espectrómetro de masas y analizador de C y N



#### Fracciones de tamaño :

40-200 μm 200-500 μm 500-1000 μm 1000-2000 μm 2000-5000 μm





#### Estructura trófica: patrones globales en el plancton (I)



#### Estructura trófica: patrones globales en el plancton (II)



Mompeán et al. (2016) J Plankton Res 38:1163-1177

# Un modelo geográfico de la estructura trófica del plancton



redes tróficas pelágicas

#### Estructura trófica: longitud de la cadena trófica

$$FCL = \left(\delta^{15}N_{top \ predator} - \delta^{15}N_{baseline}\right)/3.4 + \lambda$$
$$TP_{baseline}$$

Vander Zanden & Fetzer (2007) Oikos 116:1378-1388

#### Estructura trófica: longitud de cadenas tróficas marinas



Vander Zanden & Fetzer (2007) Oikos 116:1378-1388

#### Estructura trófica: estimaciones de eficiencia (I) constante pendiente $\delta^{15}$ N = $m(\log_2 \text{ wet weight}) + c$ espectro de $\delta^{15}N$ factor de enriqueciminto trófico = 3.4‰ $PPMR = 2^{TEF/m}$ predador:presa pendiente (promediada en el tiempo) 0.75 $\varepsilon = PPMR$ eficiencia trófica = $P_{TPi+1}/P_{TPi}$

redes tróficas pelágicas

### Estructura trófica: estimaciones de eficiencia (II)

Food chain	TEF=3.4	-		
	PPMR	TE (%)		
Entire Mesozooplankton Macrozooplankton/Micronekton Nekton Literature studies	$1.48 \times 10^{5}$ :1 10099:1 3683:1 2.44 × 10 <sup>5</sup> :1 <b>PPMR</b>	2.8 6.3 8.5 2.4		
North Sea <sup>a</sup> (benthic) North Sea <sup>b</sup> (benthic) Iberian Peninsula <sup>c</sup> (pelagic) Arabian Sea <sup>d</sup> (benthic)	80:1 (TEF=3) 424:1 (TEF=3.4) $2 \times 10^{5}$ :1 (TEF=3.4) 7792:1 (TEF=3.4)	16 14	y = 0.3500x + 7.900x R <sup>2</sup> = 0.6129	
<sup>a</sup> Jennings et al. (2001). <sup>b</sup> Jennings and Warr (2003). <sup>c</sup> Bode et al. (2007). <sup>d</sup> Al-Habsi et al. (2008).		12 - 10 -	<pre>second control co</pre>	
		log <sub>2</sub> biomass (g wet weight)		

#### Estructura trófica: métodos alternativos (I)

redes tróficas pelágicas



Espectro de biomasa

 $b = (biovolume in size interval \Delta w) / (size interval \Delta w)$ 

 $\mathsf{FCL} = -(1 + \eta_n) / (\delta \ln b / \delta \ln w)$ 

pendiente del espectro normalizado

#### Estructura trófica: métodos alternativos (II)



#### Estructura trófica: métodos alternativos (III)



#### No olvidarse del sistema microbiano!



## Aplicación del análisis de isótopos estables en compuestos específicos (aminoácidos, ácidos grasos) al estudio de redes tróficas

#### Cálculo posiciones tróficas a partir de δ<sup>15</sup>N en materia orgánica total



#### problemas:

- TEF variable (especies, fisiología, ecología trófica,...)
- dificil caracterizar δ<sup>15</sup>N en productores primarios (fuentes, fisiología,...)
- dificil caracterizar  $\delta^{15}$ N en consumidores primarios (fuentes, omnivoria,...)

# Fraccionamiento diferencial en AA: resultados experimentales



McClelland & Montoya JP (2002) Ecology 83:2173-2180

#### Fraccionamiento diferencial en AA



#### Fraccionamiento diferencial en AA



#### Cálculo posiciones tróficas a partir de δ<sup>15</sup>N en aminoácidos



#### $\beta_{x/Phe}$ en productores primarios



#### Cálculo de TP con Glu y Phe:

$$TL_{Glu/Phe} = (\delta^{15}N_{Glu} - \delta^{15}N_{Phe} - 3.4)/7.6 + 1$$

#### Ejemplo de derivatización:



#### Ejemplo de resultados de GC-IRMS (AA-N):







CSIA en redes tróficas



Mompeán et al. (2016) Deep Sea Res 114:137-148

# Contribución del N-diazotrófico al zooplancton en el Atlántico subtropical (II)



# Contribución del N-diazotrófico al zooplancton en el Atlántico subtropical III)



aumenta la contribución diazotrófica en algunas zonas



#### Variabilidad TEF: tipo de excreción



#### Variabilidad TEF: multi-TEF





#### Futuras mejoras: TEF<sub>trófico</sub> variable

#### metaanálisis de estudios publicados



Nielsen et al. (2015) Oecologia:10.1007/s00442-00015-03305-00447

