

# Tópicos en zoología de Vertebrados 2022



Abordajes tróficos en  
ambientes acuáticos  
utilizando ácidos  
grasos: Indicadores  
Cualitativos  
y Cuantitativos

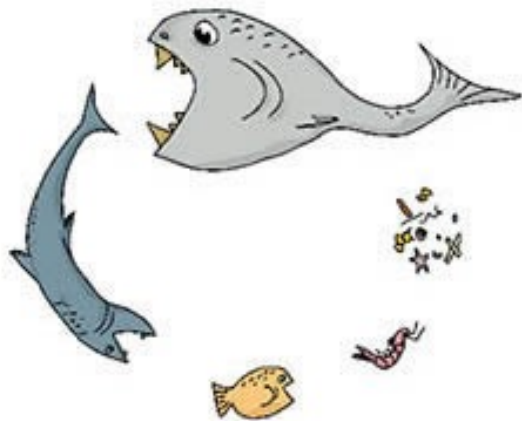
**MSc. Larisa Magnone / Dr. Martin Bessonart**

Laboratorio de Recursos Naturales - IECA  
Facultad de Ciencias

¿Ácidos grasos como marcadores? Por qué?

## Estructura y funcionamiento ecosistémico

- ✓ Estructura de la red trófica
- ✓ Dinámica predador-presa
- ✓ Comportamiento de forrajeo



Las consecuencias de estos factores para el crecimiento, la reproducción y la supervivencia individual

**Un requisito fundamental para comprender cualquiera de estas áreas necesita de una evaluación precisa de las relaciones tróficas y las dietas de los consumidores.**

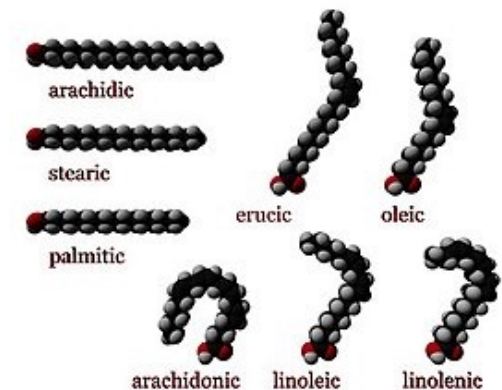
- Abordajes convencionales
- Abordajes alternativos: Isótopos estables, adn, ácidos grasos

## Ácidos grasos (AG), qué son?

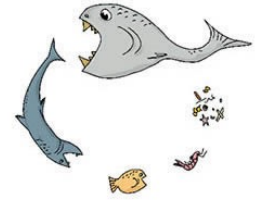
**El conjunto de AG que podemos encontrar en los organismos es complejo y se pueden llegar a encontrar rutinariamente 70 AG dentro de un organismo.**

**Table 12.1** Fatty acids (FA) routinely identified in marine organisms on a polar capillary column (e.g., DB-23, Agilent Technologies; 30 m × 0.25 mm ID), listed in order of elution (Iverson et al. 1997, 2002, 2004, 2006a)

12:0	16:1n-7	18:1n-9	20:1n-7	21:5n-3
13:0	7-methyl 16:0	18:1n-7	20:1n-5	22:4n-9
iso-14:0	16:1n-5	18:1n-5	20:2n-11/12	22:4n-6
14:0	16:2n-6	18:2Δ5,11	20:2n-9	22:5n-6
14:1n-9	iso-17:0	18:2n-7	20:2n-6	22:4n-3
14:1n-7	16:2n-4	18:2n-6	20:3n-6	22:5n-3
14:1n-5	16:3n-6	18:2n-4	20:4n-6	22:6n-3
iso-15:0	17:0	18:3n-6	20:3n-3	24:1n-9
anti-15:0	16:3n-4	18:3n-4	20:4n-3	
15:0	17:1	18:3n-3	20:5n-3	NMI FA
15:1n-8	16:3n-1	18:3n-1	22:1n-11	20:2Δ5,11
15:1n-6	16:4n-3	18:4n-3	22:1n-9	20:2Δ5,13
iso-16:0	16:4n-1	18:4n-1	22:1n-7	20:3Δ5,11,14
16:0	18:0	20:0	22:2n-11/12	22:2NMID ( <i>unknown</i> )
16:1n-11	18:1n-13	20:1n-11	22:2n-9	22:2Δ7,13
16:1n-9	18:1n-11	20:1n-9	22:2n-6	22:2Δ7,15



## ¿Qué características hacen a los AG útiles como marcadores tróficos?



A diferencia de otros nutrientes de la dieta (proteínas, carbohidratos), que se descomponen por completo durante la digestión, los lípidos ingeridos liberan AG durante la digestión, pero **en general no se degradan y los tejidos los absorben en su forma básica.**

Es por esto, que los AG se acumulan a través de las redes tróficas y pueden ser rastreados hasta el origen específico dentro de la red.

Los organismos pueden biosintetizarlos, modificar su longitud e introducir dobles enlaces, pero dependiendo del grupo filogenético las especies presentan **limitaciones bioquímicas en estos procesos.**

Dichas limitaciones generalmente aumentan al aumentar la escala zoológica.

A diferencia de la mayoría de los otros nutrientes, **la grasa es almacenada en sitios específicos** (reservorios). Estos reservorios pueden ser movilizados en situaciones de demanda de energía a corto o largo plazo.

Esto hace que los AG se acumulen con el tiempo y representen una amplia escala temporal de la ingesta (días, semanas o meses, dependiendo del organismo y su estrategia energética) como así el tejido en cuestión.

**C. FAT METABOLISM IN FISHES.**

**VI. THE FATS OF SOME PLANKTON CRUSTACEA.**

By JOHN ARNOLD LOVERN.

*From the Torry Research Station, Aberdeen, of the Department of Scientific and Industrial Research.*

*(Received February 18th, 1935.)*

**QUANTITATIVE FATTY ACID SIGNATURE ANALYSIS: A NEW METHOD OF ESTIMATING PREDATOR DIETS**

SARA J. IVERSON,<sup>1,4</sup> CHRIS FIELD,<sup>2</sup> W. DON BOWEN,<sup>3</sup> AND WADE BLANCHARD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Biology, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada B3H 4J1*

<sup>2</sup>*Department of Mathematics and Statistics, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada B3H 3J5*

<sup>3</sup>*Marine Fish Division, Bedford Institute of Oceanography, Department of Fisheries and Oceans, Dartmouth, Nova Scotia, Canada B2Y 4A2*



Desde mediados del 1930 se ha demostrado la transferencia de los AG desde las presas a los predadores, ya sea en la base de la red trófica como en los niveles superiores.



Desde ese entonces los AG se han utilizado en forma cualitativa o semicuantitativa principalmente en la base de la red.



Más recientemente se han desarrollado modelos para inferir cuantitativamente la dieta de los predadores.

Características y limitaciones en la biosíntesis, digestión y deposición de lípidos relacionado a los AG como marcadores tróficos

## Biosíntesis de novo

**Productores primarios** (fito, macroalgas) típicamente producen AG que van de 14 a 24C con diversos grados de insaturación.

Las algas son esencialmente los únicos organismos que poseen las enzimas necesarias para producir AG HUFA (20: 5n-3 y 22: 6n-3) (Sargent y Henderson 1995)

### ANIMALES:

- Sintetizan menos AG y a su vez más simples.

Tienden a estar restringidos a AG saturados (14:0, 16:0 y 18:0) y sus isómeros monoinsaturados (14:1n-5, 16:1n-7 y 18:1n-9), producidos por la desaturasa  $\Delta 9$  presente en todos ellos.

- Tienen una capacidad limitada de elongar tanto AG endógenos como exógenos. Tanto la biosíntesis como la elongación/desaturación son inhibidos por dietas con contenido adecuado o exceso de lípidos y PUFA

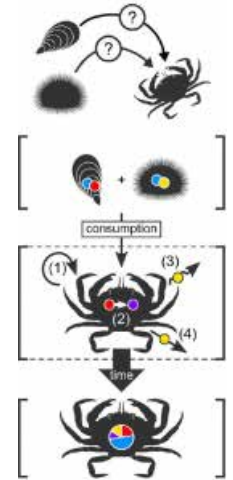
Características y limitaciones en la biosíntesis, digestión y deposición de lípidos relacionado a los AG como marcadores tróficos



## Digestión, modificación y deposición de lípidos dietarios y AG



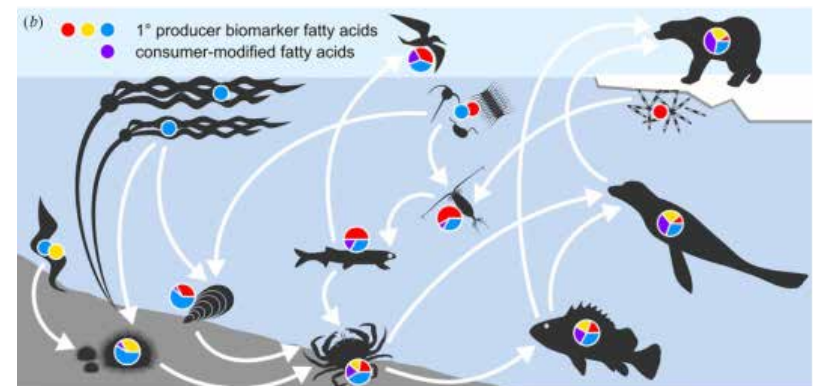
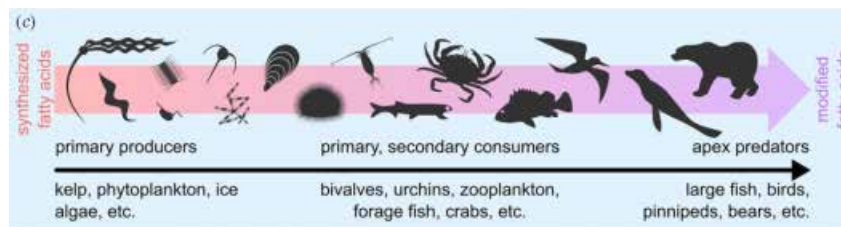
**Impacto significativo en su utilidad como marcadores tróficos !!!**



- Animales monogástricos: Luego de digeridos, los lípidos se rompen a AG y glicerol. Si se ingieren AG de <math><14C</math>, se transportan al hígado y se oxidan.
- Los otros AG son transportados vía sanguínea hacia los tejidos en donde son absorbidos. En los lugares de almacenamiento específico en general los AG son reesterificados a TAG.
- Aunque mayoritariamente los AG dietarios consumidos en exceso sean depositados en tejidos de reserva intactos, hay varios momentos durante el metabolismo y el transporte en donde existe la posibilidad de que los animales modifiquen los AG

## Características y limitaciones en la biosíntesis, digestión y deposición de lípidos relacionado a los AG como marcadores tróficos

- ◆ **Algunos invertebrados** tienden a tener mayor capacidad de biosíntesis y modificación de AG que animales superiores.
- ◆ **Invertebrados marinos** (copépodos) tienen mayor capacidad para modificar (elongar o desaturar) AG dietarios que animales superiores.
- ◆ Los **peces** tienen una capacidad más limitada para modificar los AG consumidos, pero aún así tienen más capacidad de hacerlo que **aves** y los **mamíferos**.
- ◆ **Aves y mamíferos** tienen capacidad muy limitada para modificar los AG dietarios.





## Lípidos polares (LP)

Los AG en la naturaleza raramente existen en forma libre (generalmente se incorporan como parte de un compuesto).



Los LP se encuentran principalmente en componentes estructurales como las membranas celulares (específicos para estructura y función, muy conservados). Aunque pueden verse influenciados por la ingesta no son particularmente útiles como marcadores tróficos.

NO REFLEJO DE LA DIETA

## Lípidos neutros (LN) SI REFLEJO DE LA DIETA



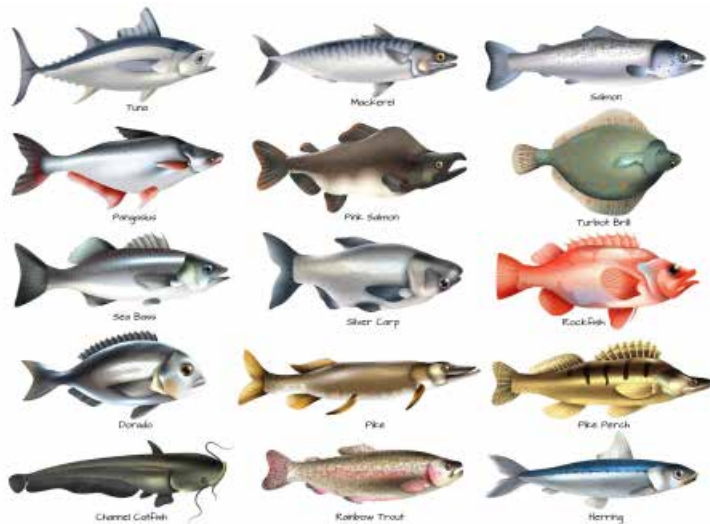
Los TAG se pueden distribuir como gotas en todo el cuerpo de un animal o depositarse como tejido adiposo (tej. específico de almacenamiento de grasa de los vertebrados).

El tejido adiposo está compuesto por adipocitos, que aumentan (depósito de TAG) o disminuyen (movilización de TAG) en volumen con el engorde o el ayuno.

**Los AG se almacenan comunmente en los LN, de los cuales los TAG son la forma de almacenamiento más común**

En resumen los AG mayores de 14C se depositan en el tejido sin modificaciones o con modificaciones mínimas, y por lo tanto, se puede distinguir entre los AG que podrían ser biosintetizados de novo por el animal o aquellos que probablemente provengan de la dieta.

- ◆ En suma, aunque existe biosíntesis de novo y modificación de AG dietarios, la mayor contribución cuantitativa a las reservas de grasa de predadores marinos acuáticos superiores surge de la deposición directa de los AG de la dieta.



# Consideraciones



## Tejidos a muestrear

No todos los tejidos proporcionan la misma información sobre la dieta ingerida.

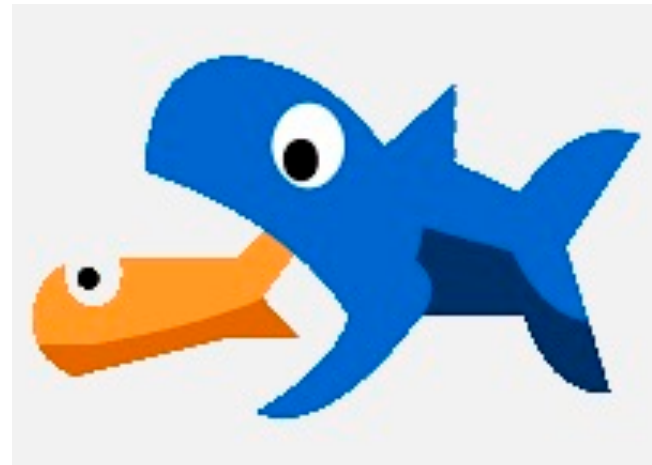
Generalmente se requieren diferentes tejidos dependiendo de si el organismo se está siendo examinando como presa o como predador (en algunos estudios ciertas especies pueden ser ambas).



Predador



Presa



# Consideraciones

## Tejidos a muestrear: Predador

- ◆ Se deberá muestrear un reservorio o almacenamiento de energía que sea metabólicamente activo, pues este se verá más fácilmente influenciado por la ingesta de AG dietarios.
- ◆ El mismo deberá experimentar una rápida rotación de AG (*turnover*) como resultado de la ingesta dietaria y la movilización de lípidos durante el ayuno.
- ◆ EL QUE MÁS REFLEJE LA DIETA.
- ◆ LN vs LP

# Consideraciones



## Tejidos a muestrear: Predador

En **vertebrados**, estos lugares tienden a ser sitios de almacenamiento (tejido adiposo) o grasa en el caso de pinnípedos y cetáceos.

En **peces**, los depósitos de grasa se pueden encontrar en el hígado (gadidae) la grasa perivisceral, músculo (salmónidos, cabalas, anchoas), etc.

Muchos **invertebrados** como erizos de mar y medusas almacenan lípidos en gónadas y tracto digestivo. En estas especies, el músculo puede reflejar diferencias a largo plazo en dieta entre poblaciones (incluso en los PL).

**Zooplankton**, puede ser difícil aislar las “bolsas de lípidos” por lo que generalmente se analizan enteros, (con la contribución de los PL).

Se puede solucionar separando **LN de LP**

# Consideraciones



## Tejidos a muestrear: Presas

La mayoría de los predadores acuáticos marinos (desde invertebrados hasta vertebrados más avanzados), consumen sus presas enteras, por lo que consumen los LP y los LN contenidos en la presa y su tracto digestivo.

Se deberá analizar la **presa entera**, (homogeneizada), incluso con el contenido de su estómago, aunque aumente la variabilidad dentro de las especies en la composición de AG.

Excepción: Si queremos relacionar el marcador AG específico con el consumidor deberemos remover el contenido estomacal.

Distintos abordajes:

Los AG se utilizan para estudiar relaciones tróficas y redes alimentarias de varias formas



**Marcadores cualitativos**



**SAFA. Comparación de perfiles de AG**



**QFASA . Estimaciones cuantitativas.**





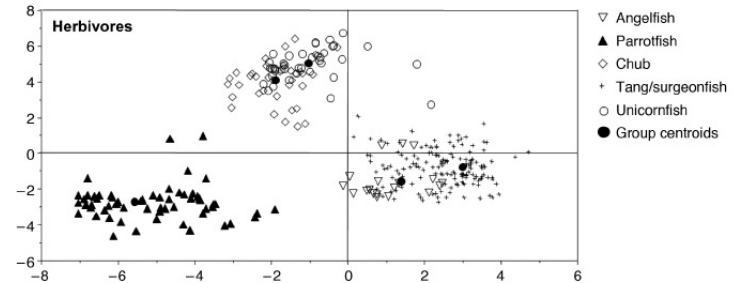
Distintos abordajes:

Los AG se utilizan para estudiar relaciones tróficas y redes alimentarias de varias formas



Marcado

Aquí se ut  
presa. Esto  
pueden inc



## Comparación de perfiles de AG inter o intra especie (SAFA)

Consumidores de filogenia similar podrían presentar similitudes en su capacidad de biosintetizar, digerir y modificar los AG dietarios.

Aquellas diferencias en los AG permitirían hacer inferencias sobre diferencias o cambios en sus dietas (dentro o entre poblaciones), sin tratar de especificar qué especies de presas se comen.

La evaluación cualitativa de la variación espacial o temporal en dietas de predadores se puede estudiar fácilmente mediante la comparación de perfiles de AG presentes en los lugares de almacenamiento.

Distintos abordajes:

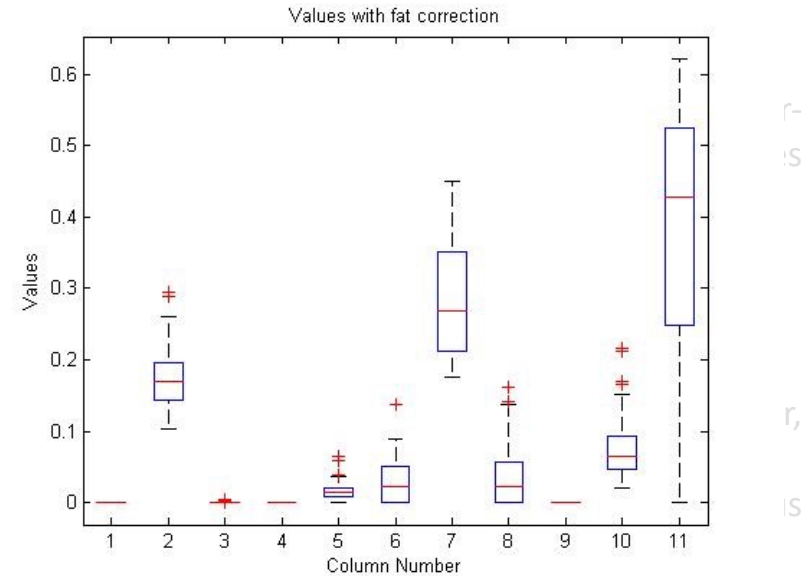
## Los AG se utilizan para estudiar relaciones tróficas y redes alimentarias de varias formas

### Marcadores cualitativos

Aquí se utilizan biomarcadores de AG indiv presa. Estos marcadores tienden a ser relati pueden indicar que fueron ingeridos taxones

### Comparación de perfiles de AG en

Consumidores de filogenia similar podrían p digerir y modificar los AG dietarios. Aquellas diferencias en los AG permitirían dietas (dentro o entre poblaciones), sin trata



3

### Estimaciones cuantitativas. QFASA.

En este se utiliza un modelo estadístico, combinado con coeficientes de calibración (que explica el metabolismo de los predadores) y una base de datos de AG de todas las presas potenciales, para estimar cuantitativamente la composición de especies de la dieta del predador, analizando sus sitios de almacenamiento de AG.



## Marcadores cualitativos

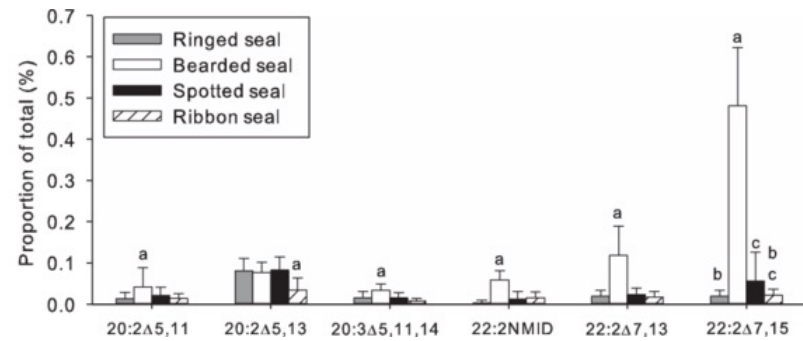
Algunos moluscos bivalvos bentónicos y gasterópodos carnívoros producen AG inusuales, (NMI FA) en el que los dobles enlaces están separados por más de un grupo metileno (Joseph 1982)

### NMI FA Ciertos Moluscos bentónicos y gasterópodos carnívoros

(Non methylene interrupted fatty acids, NMI FA)

Los dobles enlaces están separados por más de un grupo metileno

Budge et al., 2007.



- Ya en 1977 Paradis & Ackman, proponen a estos compuestos como biomarcadores.
- En este trabajo se utilizaron diferentes proporciones de estos NMI FA originados por distintas especies de moluscos para ver separación de nicho trófico entre focas (*Erignathus barbatus*) y morsas (*Odobenus rosmarus rosmarus*), ambas predatoras especializadas en moluscos bentónicos



1

**A medida que aumenta el nivel trófico, se reduce la capacidad de utilizar un único AG como marcador trófico de una presa específica.**

En predadores de nivel trófico superior los AG aislados no permiten determinar si el predador consumió cierta presa directamente o consumió consumidores de esas presas.

Del mismo modo, a niveles tróficos más altos, generalmente no es posible distinguir entre el consumo directo de una presa.

**Por lo cual, inferir dietas directamente de uno o unos pocos AG es una práctica arriesgada para niveles tróficos más altos.**

## Distinguishing between populations of fresh- and salt-water harbour seals (*Phoca vitulina*) using stable-isotope ratios and fatty acid profiles

Richard J. Smith, Keith A. Hobson, Heather N. Koopman, and David M. Lavigne

Can. J. Fish. Aquat. Sci. **53**: 272–279 (1996).



Usó todos estos marcadores de AG junto a isótopos estables para distinguir poblaciones de focas de **agua dulce** de otras **marinas** (*Phoca vitulina mellonae* vs *Phoca vitulina concolor* y *Phoca vitulina richards*)

- La relación **n-3/n-6** de *P. v. mellonae* fue significativamente menor que sus homólogas marinas.
- Esto sugiere que estas poblaciones subsisten principalmente con una dieta derivada de especies de agua dulce.

**20:1n9 > 20:1n11**

En el Atlántico Norte

**20:1n11 > 20:1n9**

En el Pacífico (peces e invertebrados)

Niveles elevados de:

➤ **18:2n6**

➤ **18:3n3**

➤ **20:4n6**

Típico de productores primarios en ecosistemas de agua dulce y terrestres, con baja abundancia en ecosistemas marinos.

# Abordajes cualitativos y semicuantitativos



Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)  
ScienceDirect  
Estuarine, Coastal and Shelf Science 70 (2006) 271–286

ESTUARINE  
COASTAL  
AND  
SHELF SCIENCE  
[www.elsevier.com/locate/ecss](http://www.elsevier.com/locate/ecss)

Identification of trophic interactions within an estuarine food web  
(northern New Zealand) using fatty acid biomarkers  
and stable isotopes

Andrea C. Alfaro\*, François Thomas, Luce Sergent, Mark Duxbury

*Division of Applied Sciences, Faculty of Health and Environmental Sciences, Auckland University of Technology, Private Bag 92006,  
24 St Paul Street, Auckland 1020, New Zealand*

\* Biomarcadores expresados como % de AG totales

**Alfaro et al. 2006**

**Diatomeas: 20:5n3; 16:1/16:0 > 1,6;  $\Sigma 16/\Sigma 18 > 2$   
20:5n3/22:6n3 (1,2 – 2,7 %)**

**Dinoflagelados: 22:6n3**

**Bacterias: 15:0 + 17:0 + 18:1n7 (1,7 – 2,6 %)**

**Sea grass: 18:2n6 + 18:3 n3 (2,1 – 5,5%)**

**Zooplankton: 20:1 + 22:1 (0,2 – 0,4%)**

**Algas marrones: 18:1n9 (3,1 – 5,0%)**



Contents lists available at ScienceDirect

# Estuarine, Coastal and Shelf Science

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ecss](http://www.elsevier.com/locate/ecss)



## Trophic relationships in an estuarine environment: A quantitative fatty acid analysis signature approach

Larisa Magnone <sup>a,\*</sup>, Martin Bessonart <sup>a,b</sup>, Juan Gadea <sup>a</sup>, María Salhi <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Laboratorio de Recursos Naturales, Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Iguá 4225, CP 11400, Montevideo, Uruguay



Fig. 1. Study site of Rocha Lagoon. Filled circles indicate sampling sites.

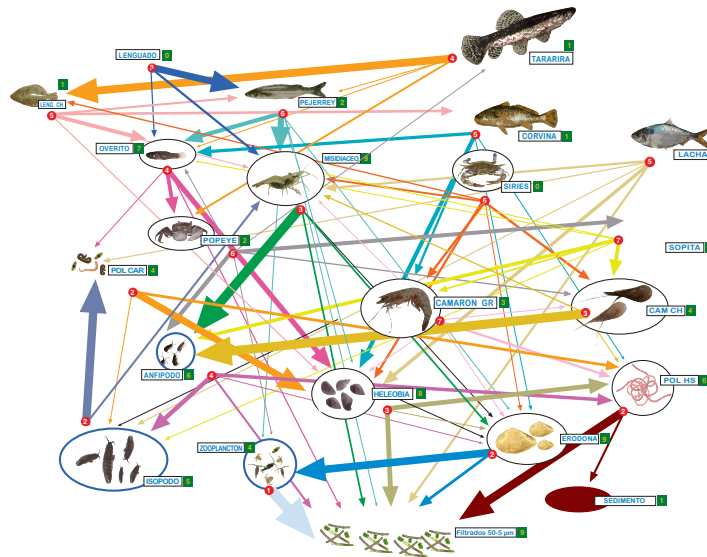


Fig. 2. Graphic representation of quantitative trophic relationships at Rocha Lagoon inferred with fatty acid profile of each group sampled. The width of all arrows for each group represents the quantity of prey eaten. The sum of all arrows for each group represents 100% of the diet. Numbers in circles represents the number of prey eaten for each group. Numbers in square represents how many time each group are eaten. A. Sediment. B. Phytoplankton. C. Zooplankton. D. *Erodona mactroides*. E. *Heleobia australis*. F. Isopoda. G. Amphipoda. H. *Heremastus similis*. I. Polychaete. J. *Neomysis americana*. K. *Penaeus paulensis*. L. *Palaeomonetes argentinus*. M. *Cyrtograpsus angulatus*. N. *Chasmagnathus granulatus*. O. *Callinectes sapidus*. P. *Jennynsia multidentata*. Q. *Brevoortia aurea*. R. *Micropogonias furnieri*. S. *Hoplias malabaricus*. T. *Odontesthes argentinensis*. U. *Paralichthys orbignyanus* (young). V. *Paralichthys orbignyanus* (adult).

- Marcador de herbivoría  $18:1n7/18:1n9 > 1$
- En *H. australis* este fue 2,1 confirmando sus hábitos herbívoros (comen fito y macrófitas).

**Table 2**  
Main fatty acids composition (% of total FA) of the items of Rocha lagoon. Values are expressed as mean  $\pm$  standard deviation.

	<i>Paralichthys orbignyanus</i> adults	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Odontesthes argentinensis</i>	<i>Micropogonias furnieri</i>	<i>Brevoortia aurea</i>	<i>Paralichthys orbignyanus</i> young	<i>Jenynsia multidentata</i>	<i>Callinectes sapidus</i>	<i>Chasmagnatus granulatus</i>	<i>Cyptograpus angulatus</i>	<i>Palaemonetes argentinus</i>
Lip % WW	0.8 $\pm$ 0.3	0.45 $\pm$ 0.05	1.8 $\pm$ 0.3	1.8 $\pm$ 1.1	2.1 $\pm$ 1.2	0.9 $\pm$ 0.3	1.7 $\pm$ 0.4	0.9 $\pm$ 0.5	0.6 $\pm$ 0.3	0.8 $\pm$ 0.3	0.9 $\pm$ 0.1
FA % Area											
14:0	2.3 $\pm$ 0.9	2.3 $\pm$ 1.1	3.5 $\pm$ 1.7	1.7 $\pm$ 0.8	8.6 $\pm$ 1.9	2.1 $\pm$ 1.01	3.0 $\pm$ 0.9	1.8 $\pm$ 1.0	1.8 $\pm$ 0.6	1.8 $\pm$ 0.3	1.6 $\pm$ 0.3
16:0	22.7 $\pm$ 4.1	21.8 $\pm$ 1.5	23.5 $\pm$ 3.2	21.4 $\pm$ 2.8	26.1 $\pm$ 5.5	20.1 $\pm$ 12.92	27.1 $\pm$ 3.5	15.0 $\pm$ 2.2	17.1 $\pm$ 3.3	19.1 $\pm$ 1.8	14.0 $\pm$ 0.8
16:2	1.0 $\pm$ 0.2	1.0 $\pm$ 0.1	0.6 $\pm$ 0.2	1.0 $\pm$ 0.4	1.7 $\pm$ 0.4	0.5 $\pm$ 0.23	0.6 $\pm$ 0.3	1.1 $\pm$ 0.6	0.4 $\pm$ 0.4	0.2 $\pm$ 0.1	0.4 $\pm$ 0.3
18:0	7.4 $\pm$ 1.3	12.6 $\pm$ 1.4	6.2 $\pm$ 2.1	11.3 $\pm$ 2.2	6.2 $\pm$ 2.3	7.7 $\pm$ 5.44	11.6 $\pm$ 1.7	7.7 $\pm$ 1.1	6.7 $\pm$ 1.4	6.5 $\pm$ 1.0	7.2 $\pm$ 0.3
18:1n-9	13.2 $\pm$ 3.1	12.6 $\pm$ 3.0	16.0 $\pm$ 4.8	11.5 $\pm$ 0.5	14.0 $\pm$ 3.4	9.9 $\pm$ 6.42	13.2 $\pm$ 2.3	6.1 $\pm$ 0.7	11.2 $\pm$ 2.0	9.6 $\pm$ 2.9	12.5 $\pm$ 0.8
18:2n-6	1.6 $\pm$ 0.6	3.6 $\pm$ 0.5	1.2 $\pm$ 0.7	1.2 $\pm$ 0.3	1.3 $\pm$ 0.3	1.3 $\pm$ 0.75	3.7 $\pm$ 1.4	3.6 $\pm$ 2.9	5.1 $\pm$ 1.4	2.6 $\pm$ 1.0	3.4 $\pm$ 1.3
18:3n-3	0.9 $\pm$ 0.4	1.7 $\pm$ 0.5	1.1 $\pm$ 0.1	0.7 $\pm$ 0.6	1.0 $\pm$ 0.7	0.9 $\pm$ 0.56	1.0 $\pm$ 0.3	1.7 $\pm$ 0.7	3.2 $\pm$ 1.8	2.1 $\pm$ 0.7	1.8 $\pm$ 0.2
20:1	1.1 $\pm$ 0.7	1.6 $\pm$ 0.4	1.6 $\pm$ 0.6	2.7 $\pm$ 2.5	3.4 $\pm$ 0.7	1.6 $\pm$ 0.61	1.5 $\pm$ 0.3	3.2 $\pm$ 1.9	1.6 $\pm$ 0.4	2.7 $\pm$ 1.0	1.6 $\pm$ 0.3
20:2n-6	0.2 $\pm$ 0.1	0.9 $\pm$ 0.1	0.2 $\pm$ 0.1	0.5 $\pm$ 0.1	0.6 $\pm$ 0.2	0.2 $\pm$ 0.14	0.3 $\pm$ 0.1	1.2 $\pm$ 0.4	0.8 $\pm$ 0.2	0.9 $\pm$ 0.2	0.7 $\pm$ 0.2
20:4n-6	3.9 $\pm$ 1.4	7.8 $\pm$ 2.2	2.6 $\pm$ 1.2	3.2 $\pm$ 1.4	0.7 $\pm$ 0.3	3.1 $\pm$ 0.92	3.1 $\pm$ 0.9	4.8 $\pm$ 2.3	6.1 $\pm$ 2.3	5.6 $\pm$ 0.9	5.3 $\pm$ 1.2
20:5n-3	3.5 $\pm$ 1.3	2.2 $\pm$ 0.3	4.9 $\pm$ 2.0	4.8 $\pm$ 1.3	4.1 $\pm$ 2.7	1.7 $\pm$ 0.79	0.9 $\pm$ 0.4	17.1 $\pm$ 2.1	11.8 $\pm$ 4.1	13.3 $\pm$ 3.1	17.1 $\pm$ 0.4
22:1	0.4 $\pm$ 0.2	0.4 $\pm$ 0.0	0.6 $\pm$ 0.4	1.0 $\pm$ 0.3	0.7 $\pm$ 0.1	0.9 $\pm$ 0.36	0.7 $\pm$ 0.2	1.0 $\pm$ 1.0	0.6 $\pm$ 0.4	0.8 $\pm$ 0.3	0.4 $\pm$ 0.0
22:5n-3	3.2 $\pm$ 1.1	3.2 $\pm$ 0.4	3.4 $\pm$ 1.4	2.4 $\pm$ 0.6	1.1 $\pm$ 0.6	1.6 $\pm$ 0.41	1.5 $\pm$ 0.6	2.3 $\pm$ 0.5	0.7 $\pm$ 0.3	1.1 $\pm$ 0.3	1.0 $\pm$ 0.1
22:6n-3	17.4 $\pm$ 7.3	11.1 $\pm$ 2.9	13.1 $\pm$ 3.5	12.9 $\pm$ 8.8	5.9 $\pm$ 3.3	6.4 $\pm$ 3.54	3.9 $\pm$ 1.7	7.4 $\pm$ 4.1	5.0 $\pm$ 2.4	5.3 $\pm$ 1.1	7.8 $\pm$ 0.4
Saturated	38.1 $\pm$ 7.7	36.9 $\pm$ 2.7	36.6 $\pm$ 7.7	37.4 $\pm$ 4.6	45.0 $\pm$ 8.0	33.5 $\pm$ 22.02	50.0 $\pm$ 7.6	27.0 $\pm$ 2.8	30.4 $\pm$ 4.0	31.5 $\pm$ 2.7	25.9 $\pm$ 0.5
Monounsaturated	25.5 $\pm$ 6.5	25.1 $\pm$ 4.8	30.9 $\pm$ 4.1	26.9 $\pm$ 7.8	31.7 $\pm$ 4.4	23.2 $\pm$ 14.34	31.1 $\pm$ 2.2	24.1 $\pm$ 5.7	28.4 $\pm$ 5.8	29.3 $\pm$ 3.8	29.2 $\pm$ 1.0
Polysaturated	35.6 $\pm$ 10.3	38.1 $\pm$ 5.2	32.5 $\pm$ 6.9	29.5 $\pm$ 4.0	23.3 $\pm$ 8.9	20.0 $\pm$ 6.39	18.9 $\pm$ 6.8	32.4 $\pm$ 9.8	41.2 $\pm$ 9.1	39.2 $\pm$ 5.4	44.9 $\pm$ 0.5
n-9	15.4 $\pm$ 3.4	14.5 $\pm$ 3.3	18.2 $\pm$ 4.9	14.7 $\pm$ 3.2	18.0 $\pm$ 3.9	11.5 $\pm$ 8.13	16.0 $\pm$ 2.6	8.5 $\pm$ 3.5	13.6 $\pm$ 2.4	12.8 $\pm$ 3.4	14.7 $\pm$ 0.7
n-6	7.4 $\pm$ 1.8	13.8 $\pm$ 2.0	5.3 $\pm$ 1.6	6.7 $\pm$ 1.8	3.9 $\pm$ 0.7	5.2 $\pm$ 1.64	7.9 $\pm$ 2.6	11.6 $\pm$ 4.8	13.2 $\pm$ 2.4	10.3 $\pm$ 1.8	10.2 $\pm$ 0.3
n-3	26.9 $\pm$ 8.7	20.3 $\pm$ 3.1	24.3 $\pm$ 5.3	22.5 $\pm$ 8.6	14.9 $\pm$ 7.7	11.8 $\pm$ 4.23	9.0 $\pm$ 3.1	30.9 $\pm$ 4.7	24.2 $\pm$ 7.1	25.3 $\pm$ 4.4	32.1 $\pm$ 0.3
n-3 HUFA	25.0 $\pm$ 8.7	17.5 $\pm$ 3.3	22.0 $\pm$ 5.5	20.6 $\pm$ 9.6	12.1 $\pm$ 6.8	9.9 $\pm$ 4.50	6.8 $\pm$ 2.7	27.6 $\pm$ 5.3	18.2 $\pm$ 6.6	20.5 $\pm$ 3.7	26.8 $\pm$ 0.2
18:1n7/18:1n9	0.29	0.34	0.35	0.42	0.24	0.42	0.36	0.55	0.48	0.64	0.67
	<i>Penaeus paulensis</i>	<i>Neomysis americana</i>	<i>Polychaete</i>	<i>Heteromastus similis</i>	<i>Amphipoda</i>	<i>Isopoda</i>	<i>Heleobia australis</i>	<i>Erodona macroides</i>	<i>Zooplankton</i>	<i>Phytoplankton</i>	<i>Sediment</i>
Lip % WW	2.1 $\pm$ 0.2	0.7 $\pm$ 0.0	0.9 $\pm$ 0.1	1.4 $\pm$ 0.1	0.5 $\pm$ 0.1	2.5 $\pm$ 0.5	0.5 $\pm$ 0.3	0.40 $\pm$ 0.0	1.38 $\pm$ 0.65	1.68 $\pm$ 0.54	0.0043 $\pm$ 0.0023
FA % Area											
14:0	1.8 $\pm$ 0.5	1.8 $\pm$ 0.2	5.0 $\pm$ 1.5	5.3 $\pm$ 0.4	2.3 $\pm$ 0.0	4.0 $\pm$ 0.2	4.7 $\pm$ 1.2	2.7 $\pm$ 0.4	7.54 $\pm$ 4.81	5.6 $\pm$ 1.02	1.95 $\pm$ 0.26
16:0	15.7 $\pm$ 3.3	23.1 $\pm$ 0.8	24.8 $\pm$ 2.1	13.4 $\pm$ 1.3	18.8 $\pm$ 1.4	20.2 $\pm$ 2.0	25.9 $\pm$ 4.4	22.6 $\pm$ 4.2	17.98 $\pm$ 7.65	20.8 $\pm$ 3.93	26.47 $\pm$ 1.45
16:2	0.5 $\pm$ 0.1	0.3 $\pm$ 0.0	1.0 $\pm$ 0.2	0.8 $\pm$ 0.5	0.4 $\pm$ 0.1	1.7 $\pm$ 0.3	2.0 $\pm$ 0.8	1.3 $\pm$ 0.7	0.52 $\pm$ 0.44	0.6 $\pm$ 0.45	0.02 $\pm$ 0.03
18:0	7.9 $\pm$ 1.8	4.3 $\pm$ 0.3	8.0 $\pm$ 0.8	3.6 $\pm$ 1.2	4.7 $\pm$ 1.5	3.4 $\pm$ 1.1	15.8 $\pm$ 2.7	5.4 $\pm$ 1.5	4.98 $\pm$ 2.16	7.8 $\pm$ 1.94	51.78 $\pm$ 3.66
18:1n-9	7.8 $\pm$ 1.1	7.7 $\pm$ 0.5	4.0 $\pm$ 0.4	3.0 $\pm$ 0.3	11.8 $\pm$ 0.3	8.5 $\pm$ 0.5	2.3 $\pm$ 0.9	2.9 $\pm$ 1.0	8.14 $\pm$ 4.53	9.3 $\pm$ 3.39	1.54 $\pm$ 0.26
18:2n-6	3.0 $\pm$ 1.5	1.6 $\pm$ 0.0	0.7 $\pm$ 0.0	2.3 $\pm$ 0.3	3.6 $\pm$ 1.9	1.6 $\pm$ 0.2	1.8 $\pm$ 1.2	0.9 $\pm$ 0.1	1.52 $\pm$ 1.46	1.5 $\pm$ 1.67	0.17 $\pm$ 0.07
18:3n-3	1.3 $\pm$ 0.6	1.2 $\pm$ 0.0	0.7 $\pm$ 0.0	1.7 $\pm$ 0.5	3.5 $\pm$ 1.3	1.1 $\pm$ 0.2	1.8 $\pm$ 0.6	2.3 $\pm$ 0.4	3.75 $\pm$ 2.76	3.1 $\pm$ 1.01	0.11 $\pm$ 0.11
20:1	4.0 $\pm$ 1.0	1.5 $\pm$ 0.1	5.0 $\pm$ 0.7	4.9 $\pm$ 0.0	2.5 $\pm$ 0.3	1.2 $\pm$ 0.0	4.9 $\pm$ 1.6	4.7 $\pm$ 1.5	4.58 $\pm$ 3.86	3.7 $\pm$ 1.31	0.09 $\pm$ 0.16
20:2n-6	1.0 $\pm$ 0.2	0.0 $\pm$ 0.0	0.5 $\pm$ 0.1	1.2 $\pm$ 0.0	0.7 $\pm$ 0.1	0.2 $\pm$ 0.1	0.4 $\pm$ 0.2	0.9 $\pm$ 0.0	0.09 $\pm$ 0.10	0.1 $\pm$ 0.16	0.04 $\pm$ 0.06
20:4n-6	5.0 $\pm$ 0.4	2.4 $\pm$ 0.0	1.1 $\pm$ 0.3	3.6 $\pm$ 0.3	4.8 $\pm$ 1.7	3.1 $\pm$ 0.2	2.7 $\pm$ 1.8	2.2 $\pm$ 0.1	0.66 $\pm$ 0.36	0.5 $\pm$ 0.43	0.02 $\pm$ 0.01
20:5n-3	14.2 $\pm$ 3.4	16.5 $\pm$ 1.3	5.7 $\pm$ 2.1	8.5 $\pm$ 0.2	12.8 $\pm$ 0.5	14.2 $\pm$ 1.1	2.5 $\pm$ 2.0	7.2 $\pm$ 3.7	3.66 $\pm$ 1.07	1.3 $\pm$ 1.55	0.04 $\pm$ 0.06
22:1	0.7 $\pm$ 0.3	0.5 $\pm$ 0.0	1.5 $\pm$ 0.6	1.1 $\pm$ 0.3	0.9 $\pm$ 0.2	0.8 $\pm$ 0.5	4.0 $\pm$ 1.8	1.1 $\pm$ 0.3	6.09 $\pm$ 4.55	4.4 $\pm$ 1.65	0.22 $\pm$ 0.14
22:5n-3	3.4 $\pm$ 0.8	0.9 $\pm$ 0.1	1.8 $\pm$ 0.6	3.2 $\pm$ 0.4	1.2 $\pm$ 0.7	0.5 $\pm$ 0.0	0.5 $\pm$ 0.4	2.0 $\pm$ 0.8	0.28 $\pm$ 0.30	0.2 $\pm$ 0.21	0.07 $\pm$ 0.02
22:6n-3	5.6 $\pm$ 1.4	21.1 $\pm$ 2.0	0.9 $\pm$ 0.5	1.6 $\pm$ 0.2	4.2 $\pm$ 2.0	1.9 $\pm$ 0.1	2.7 $\pm$ 1.5	7.0 $\pm$ 3.3	4.34 $\pm$ 1.31	7.4 $\pm$ 4.91	0.04 $\pm$ 0.01
Saturated	29.4 $\pm$ 2.3	32.8 $\pm$ 1.3	44.6 $\pm$ 3.0	27.2 $\pm$ 7.3	29.7 $\pm$ 1.1	29.5 $\pm$ 3.0	52.3 $\pm$ 5.9	35.2 $\pm$ 8.4	43.13 $\pm$ 12.77	41.7 $\pm$ 8.13	90.36 $\pm$ 2.57
Monoinsaturated	27.2 $\pm$ 2.9	16.1 $\pm$ 1.1	33.5 $\pm$ 1.4	32.4 $\pm$ 3.1	30.3 $\pm$ 1.2	36.3 $\pm$ 2.5	25.6 $\pm$ 0.9	25.7 $\pm$ 1.8	33.28 $\pm$ 7.11	29.4 $\pm$ 6.99	4.35 $\pm$ 1.71
Polysaturated	31.3 $\pm$ 6.1	51.1 $\pm$ 2.4	21.9 $\pm$ 3.7	31.9 $\pm$ 7.8	40.0 $\pm$ 0.1	24.9 $\pm$ 12.7	22.2 $\pm$ 5.0	39.1 $\pm$ 7.9	23.59 $\pm$ 8.21	28.4 $\pm$ 2.70	5.28 $\pm$ 1.85
n-9	10.6 $\pm$ 4.0	10.4 $\pm$ 0.4	10.2 $\pm$ 1.9	8.1 $\pm$ 5.6	14.6 $\pm$ 0.2	9.9 $\pm$ 1.0	8.8 $\pm$ 1.7	9.2 $\pm$ 0.6	12.25 $\pm$ 6.07	10.3 $\pm$ 3.32	2.15 $\pm$ 0.42
n-6	11.8 $\pm$ 1.5	5.4 $\pm$ 0.1	3.0 $\pm$ 0.4	10.4 $\pm$ 2.2	10.5 $\pm$ 0.2	6.2 $\pm$ 1.1	5.7 $\pm$ 3.6	6.2 $\pm$ 0.7	6.79 $\pm$ 4.21	5.1 $\pm$ 2.38	0.49 $\pm$ 0.35
n-3	26.7 $\pm$ 3.5	41.5 $\pm$ 3.2	15.5 $\pm$ 3.2	19.8 $\pm$ 3.2	26.6 $\pm$ 0.2	20.8 $\pm$ 2.3	10.8 $\pm$ 2.2	27.5 $\pm$ 7.8	18.32 $\pm$ 5.54	18.8 $\pm$ 4.03	0.44 $\pm$ 0.30
n-3 HUFA	24.0 $\pm$ 4.8	40.1 $\pm$ 3.2	8.7 $\pm$ 3.1	13.9 $\pm$ 0.9	19.8 $\pm$ 1.6	17.3 $\pm$ 1.3	6.5 $\pm$ 2.0	17.4 $\pm$ 7.7	12.24 $\pm$ 5.21	13.3 $\pm$ 3.79	0.33 $\pm$ 0.18
18:1n7/18:1n9	0.55	0.37	2.09	3.36	0.57	0.58	2.10	0.98	—	—	—



## Abordajes cualitativos y semicuantitativos



### **Signature FA o perfil característico de AG**

- El término perfil, refiere a la concentración relativa del conjunto de AG o un subconjunto de AG más indicativos de la dieta, en lugar de sólo algunos marcadores.
- **Las diferencias encontradas en los perfiles de AG de individuos en la naturaleza indican diferencias en la dieta de esos individuos.**
- **Evaluar las diferencias en todo el perfil de AG de predadores a niveles filogenéticos similares es una forma cualitativa de observar cuestiones tróficas, especialmente a niveles tróficos más altos.**
- **De igual forma, la evaluación temporal de los perfiles de AG en una misma especie, también ayudan a la comprender aspectos tróficos.**

Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay, 2021  
 Vol. 30 (2): e30.2.9  
 ISSN 2393-6940  
<https://journal.szu.org.uy>  
 DOI: <https://doi.org/10.26462/30.2.9>



**CARACTERIZACIÓN ESTACIONAL DE LA DIETA Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE JUVENILES DE *Paralichthys orbignyanus* (Jenyns, 1842)**

Larisa Magnone <sup>OR</sup>, Juan Gadea <sup>OR</sup>, María Salhi <sup>OR</sup>, Erika Nuñez <sup>OR</sup>,  
 Martín Bessonart <sup>OR</sup>.

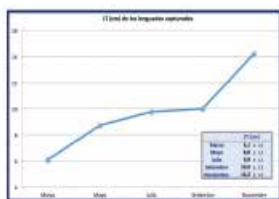
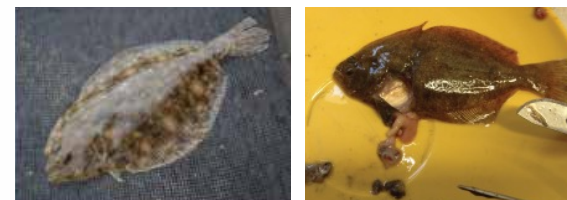
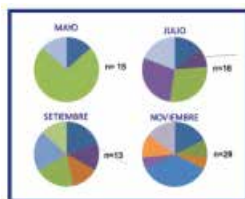


Fig. 1. Longitud total (LT en cm) de los ejemplares de *Paralichthys orbignyanus* capturados en el arroyo Valizas durante un ciclo anual.



Porcentaje de presas en el contenido estomacal de los juveniles de *Paralichthys orbignyanus* en el arroyo Valizas durante un ciclo anual.

Tabla 3. Principales AG de los lípidos neutros del músculo con piel de los lenguados capturados en las campañas I a V (marzo, mayo, julio, septiembre y noviembre). AG expresados como porcentaje del total de AG ítem (valor 1 desviación estándar). SAFA: AG saturados; MUFA: AG monoinsaturados; PUFA: AG poliinsaturados; HUFA: AG altamente insaturados de cadena larga (>C20).

Ácido graso	Marzo	Mayo	Julio	Septiembre	Noviembre
16:0	19,4±1,9	16,4±1,8	20,1±1,2	20,0±3,8	23,3±1,9
16:1n-7	3,8±0,4	5,1±1,5	5,4±1,8	6,2±1,7	2,4±0,9
18:0	5,4±0,3	7,1±0,8	9,0±0,8	9,5±0,8	9,8±1,2
18:1n-9	7,2±0,7	7,2±1,1	7,9±1,1	9,2±1,7	9,5±0,9
18:1n-7	3,8±0,5	5,7±1,7	4,4±0,9	5,4±0,8	3,8±0,8
18:2n-6	0,9±0,2	1,3±0,1	1,5±0,4	1,8±0,2	1,3±0,2
18:3n-3	2,6±3,0	2,0±1,2	2,6±2,2	1,3±0,4	0,5±0,2
20:1n-9	0,4±0,1	0,8±0,1	0,8±0,2	0,7±0,1	0,5±0,1
20:4n-6	3,1±0,4	3,0±0,8	3,4±0,9	2,8±0,8	4,7±0,5
20:5n-3	9,0±0,71	1,4±1,11	0,1±1,3	7,8±2,5	5,1±0,8
22:5n-3	4,0±0,8	4,7±0,5	4,8±0,8	3,9±0,9	3,7±0,5
22:6n-3	19,7±2,8	9,2±8,71	2,7±3,01	3,1±4,32	0,9±0,1
SAFA	33,2±3,43	1,2±1,33	1,7±1,43	3,5±4,73	7,8±2,9
MUFA	20,2±2,82	5,9±4,02	4,0±3,92	7,2±3,61	9,8±2,7
PUFA	48,8±5,84	3,0±3,44	4,3±4,73	9,3±8,14	2,7±3,4
n-3 HUFA	33,3±2,72	6,3±5,82	8,5±5,52	5,7±8,53	0,2±0,8
n-6n-3	0,18±0,01	0,31±0,09	0,29±0,03	0,25±0,06	0,28±0,05
DHA/EPA	2,22±0,48	0,85±0,72	1,30±0,51	1,77±0,48	4,29±1,38
AA/EPA	0,36±0,07	0,27±0,09	0,34±0,13	0,34±0,05	0,92±0,07
% Lip. (P%)	5,58±1,84	5,34±1,17	4,91±1,08	6,29±0,98	2,59±0,49

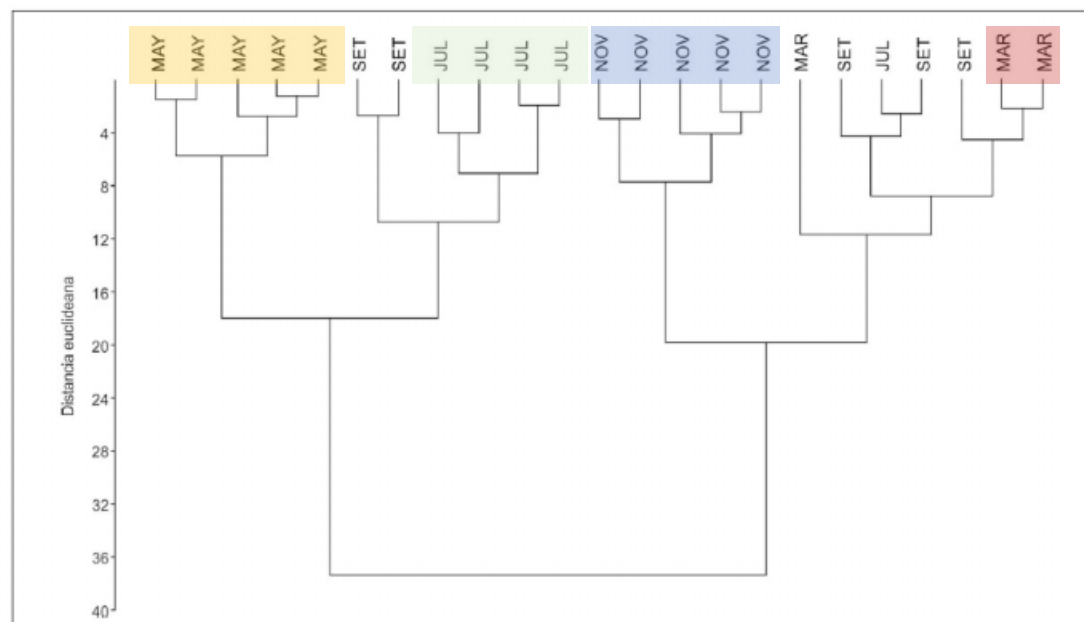


Fig. 4. Análisis de Cluster sobre los perfiles de AG de los ejemplares de *Paralichthys orbignyanus* capturados en el arroyo Valizas durante un ciclo anual, utilizando la totalidad de ácidos grasos identificados.

# Loricáridos en el Río Negro

(Diferentes especies, mismo lugar)

Uruguay:

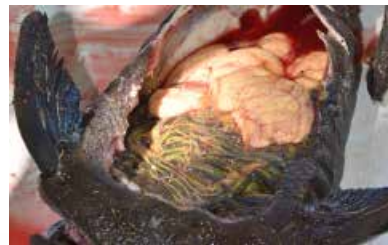
44 sp de loricáridos (Litz y Koerber, 2014) (16 géneros).

Existe poca información sobre distribución en las cuencas y cursos de agua.

No es raro encontrar varias especies de viejas de agua en el mismo ambiente con características morfológicas similares: que mecanismo permite esta coexistencia?

Superposición de nicho trófico ?

Inferir si los loricáridos que habitan un mismo ambiente están haciendo uso del mismo recurso trófico o si existen diferencias en el mismo



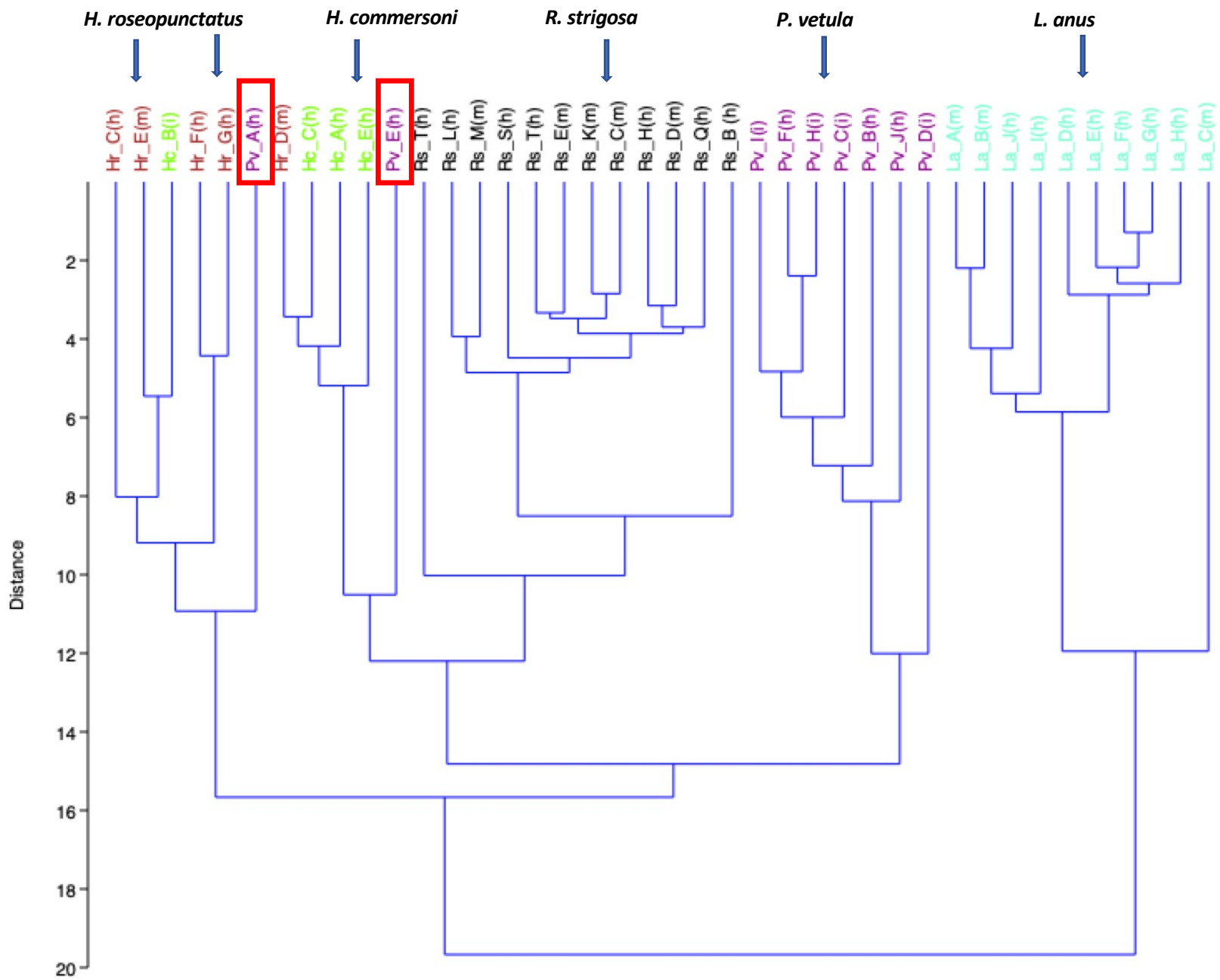
Especie	LT máx	LT Madurez	Alimentación	Reproducción	Otros	Ambiente	Distribución
<i>Rhinelepis strigosa</i>	48	Fish Base No	Detritos y algas del fondo	Durante todo el año	Cambio de alimentación a parte de los 32 días. Pasa a un sin copiar (verna)	Agua dulce demersal Tropical	South America: Paraná and Uruguay River basins.
<i>Hypostomus roseopunctatus</i>	23	Fish Base No	No hay datos	No hay datos		Agua dulce demersal Temperate	South America: La Plata system: Uruguay basin.
<i>Hypostomus commersoni</i>	60	Fish Base No	Detritos y perfitos raspando el sustrato	Primavera-verano	Se reproduce dentro de cuevas de horado en elitoral	Agua dulce demersal Subtropical Potamódromo	South America: lower Paraná including the Iguaçu, Paraguay, Río de la Plata and Guayrá Rivers.
<i>Loricichthys anus</i>	46	Fish Base No	Detritos y organismos del fondo como bivalvos	Primavera-verano	Lado inferior hipertrofiada en época reproductiva. Los machos cargan los huevos en las labios hacia la ecisión.	Potamódromo.	South America: Coastal rivers of southern Brazil and from the Uruguay and lower Paraná River basins.
<i>Paraloricaria vetula</i>	55	Fish Base No	Detritos y bivalvos del fondo	Primavera-verano	El macho lleva los huevos: tendidos en la boca		
<i>Loricichthys melanocheilus</i>	23 /43 FB	Fish Base No	Detritos y organismos del fondo como bivalvos	No hay datos	Cuidado parental.	Agua dulce demersal Tropical	South America: lower Paraná and Uruguay River basins.
<i>Hypostomus opilligaster</i>	39	Fish Base No	No hay datos	No hay datos		Agua dulce demersal Tropical	South America: Uruguay River basin and Lagoa dos Patos drainage.
<i>Rineloricaria longicauda</i>	15,2		No hay datos	No hay datos	Diferente sexual. Machos son ovoides	Agua dulce demersal Tropical. Occurs in watercourses with slow to medium flow, clear to brown water, sandy or muddy bottom	South America: Coastal drainages of Rio Grande do Sul between Chuí and Tramandá in Brazil
<i>Hypostomus labreckeri</i>	26	Fish Base No	No hay datos	No hay datos		Agua dulce demersal Temperate	South America: Middle and Upper Uruguay River basin.

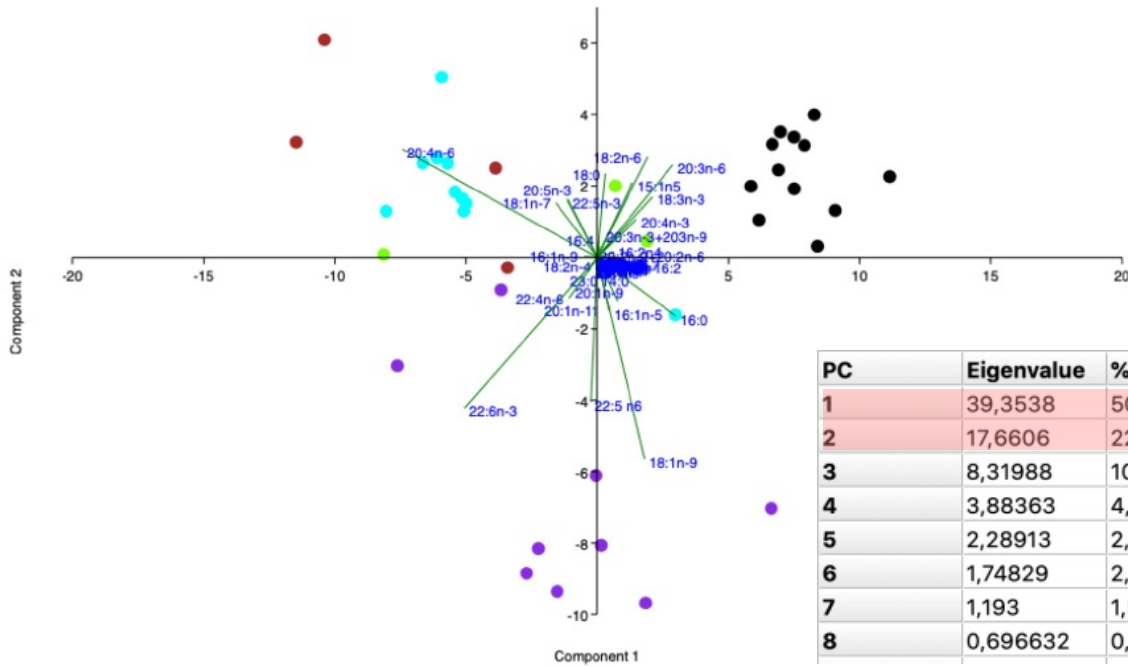


# Ácidos grasos de las 5 especies de viejas del agua estudiadas (expresados como % de Área)

	<i>R. strigosa</i>	<i>L. anus</i>	<i>H. roseopunctatus</i>	<i>H. commersoni</i>	<i>P. vetula</i>
12:0	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0
14:0	0,8 ± 0,3	0,4 ± 0,1	0,6 ± 0,2	0,8 ± 0,1	1,0 ± 0,4
14:1n5	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,2	0,3 ± 0,4	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,1
15:0	0,6 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,7 ± 0,3	0,4 ± 0,2	0,7 ± 0,2
15:1n5	4,6 ± 0,6	2,4 ± 0,6	2,6 ± 0,6	3,0 ± 0,6	1,7 ± 0,9
16:0	21,4 ± 2,1	18,0 ± 1,3	16,7 ± 2,2	19,0 ± 0,7	20,2 ± 1,2
16:1n-9	0,7 ± 0,1	0,9 ± 0,3	1,7 ± 0,5	1,1 ± 0,3	1,4 ± 1,3
16:1n-7	2,2 ± 0,3	1,6 ± 0,3	1,9 ± 0,7	2,8 ± 0,7	2,0 ± 0,7
16:1n-5	1,4 ± 0,3	1,0 ± 0,5	0,9 ± 0,5	0,8 ± 0,4	2,4 ± 1,5
16:2n4	1,0 ± 0,3	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,2	0,2 ± 0,1	0,4 ± 0,3
17:0	1,4 ± 0,1	1,7 ± 0,3	1,8 ± 0,6	0,7 ± 0,3	1,4 ± 0,4
18:0	10,5 ± 1,1	10,2 ± 0,7	10,2 ± 1,1	9,3 ± 1,2	8,2 ± 0,6
18:1n-9	7,2 ± 1,1	5,9 ± 2,3	6,3 ± 1,8	7,4 ± 1,1	10,7 ± 2,9
18:1n-7	3,0 ± 0,6	4,5 ± 0,7	6,0 ± 2,5	4,3 ± 1,0	3,2 ± 1,1
18:2n-6	4,8 ± 0,7	3,3 ± 1,1	2,5 ± 1,8	4,1 ± 2,1	0,9 ± 0,3
18:3n-6	0,3 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,1
18:3n-3	3,8 ± 0,8	1,0 ± 0,5	1,7 ± 1,1	2,9 ± 1,5	0,8 ± 0,6
18:4n-3	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,1
20:1n-9	1,4 ± 0,8	0,5 ± 0,4	0,9 ± 0,5	1,0 ± 0,1	1,9 ± 1,0
20:2n-9+20:2n-6	0,6 ± 0,2	0,7 ± 0,2	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,2
20:3n-6	5,1 ± 0,8	1,2 ± 0,4	0,7 ± 0,3	0,9 ± 0,5	0,5 ± 0,4
20:4n-6	6,0 ± 0,8	13,7 ± 2,3	15,5 ± 5,7	10,3 ± 5,0	9,0 ± 2,7
20:4n-3	2,5 ± 0,4	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,5 ± 0,2	0,3 ± 0,2
20:5n-3	2,6 ± 0,5	5,6 ± 1,4	3,2 ± 2,6	5,7 ± 2,4	2,3 ± 0,8
22:1n9	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,1	0,3 ± 0,1
22:4n-6	1,3 ± 0,2	2,2 ± 0,5	2,5 ± 1,0	1,8 ± 1,1	3,2 ± 0,6
22:5n6	3,3 ± 0,7	2,5 ± 0,8	3,4 ± 1,0	2,7 ± 1,5	6,3 ± 2,5
22:5n-3	4,2 ± 0,8	5,6 ± 0,9	4,9 ± 0,9	4,8 ± 0,4	4,1 ± 1,8
24:1n-9	0,1 ± 0,2	0,2 ± 0,1	0,4 ± 0,3	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1
22:6n-3	4,2 ± 1,0	10,7 ± 2,0	9,0 ± 1,9	10,1 ± 1,7	11,7 ± 3,3
SAFA	35,8 ± 3,0	32,2 ± 1,4	30,7 ± 0,5	31,2 ± 1,1	32,6 ± 2,4
MUFA	21,5 ± 1,5	18,7 ± 3,0	21,7 ± 3,2	21,3 ± 1,4	26,1 ± 5,6
PUFA	42,5 ± 4,1	48,9 ± 3,3	47,1 ± 3,3	47,4 ± 1,7	41,2 ± 7,3
n-3	17,7 ± 2,7	23,4 ± 3,6	19,5 ± 5,0	24,2 ± 4,5	19,3 ± 5,0
n-6	21,4 ± 1,7	23,7 ± 2,9	25,0 ± 4,6	20,3 ± 5,0	20,1 ± 3,8
N-3 HUFA	13,6 ± 2,3	22,3 ± 3,9	17,6 ± 4,1	21,1 ± 3,0	18,4 ± 5,1
n-6/n-3	1,2 ± 0,2	1,0 ± 0,2	1,4 ± 0,5	0,9 ± 0,4	1,1 ± 0,2
EPA/DHA	0,6 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,3 ± 0,2	0,6 ± 0,3	0,2 ± 0,1
AA/DHA	1,5 ± 0,3	1,3 ± 0,3	1,8 ± 1,0	1,0 ± 0,5	0,8 ± 0,1

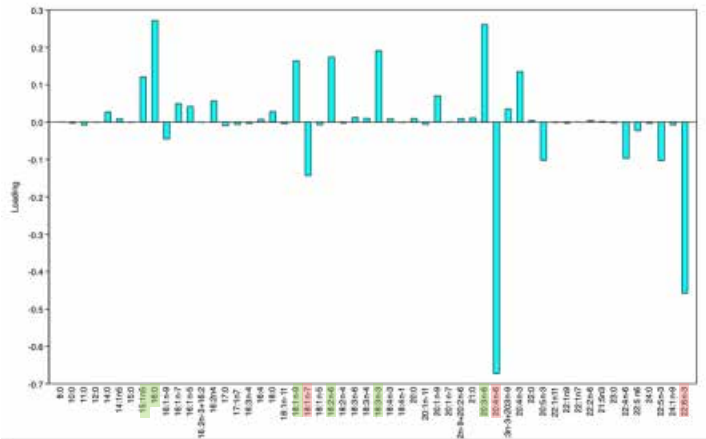






- *R. strigosa*
- *H. roseopunctatus*
- *P. vetula*
- *H. commersoni*
- *L. anus*

PC	Eigenvalue	% variance
1	39,3538	50,661
2	17,6606	22,735
3	8,31988	10,71
4	3,88363	4,9995
5	2,28913	2,9469
6	1,74829	2,2506
7	1,193	1,5358
8	0,696632	0,89679



Permanova (con todos los AG, distancia Manhattan)						
	<i>R. strigosa</i>	<i>L. anus</i>	<i>H. roseopunctatus</i>	<i>H. commersoni</i>	<i>P. vetula</i>	
<i>R. strigosa</i>		0,0001	0,0002	0,0007	0,0002	
<i>L. anus</i>			0,0364	0,0204	0,0001	
<i>H. roseopunctatus</i>				0,1758	0,0019	
<i>H. commersoni</i>					0,0033	
<i>P. vetula</i>						

Significativo  
 No significativo

Entre los únicos que no encuentra diferencia es entre las *Hypostomus*.

Distintos abordajes:

Los AG se utilizan para estudiar relaciones tróficas y redes alimentarias de varias formas



### Marcadores cualitativos

Aquí se utilizan biomarcadores de AG individuales para inferir o identificar relaciones predador-presa. Estos marcadores tienden a ser relativamente raros, y si son encontrados en consumidores pueden indicar que fueron ingeridos taxones específicos de niveles tróficos inferiores.



### Comparación de perfiles de AG entre especies emparentadas (SAFA)

Consumidores de filogenia similar podrían presentar similitudes en su capacidad de biosintetizar, digerir y modificar los AG dietarios.

Aquellas diferencias en los AG permitirían hacer inferencias sobre diferencias o cambios en sus dietas (dentro o entre poblaciones), sin tratar de especificar qué especies de presas se comen.



### Estimaciones cuantitativas. QFASA.

En este se utiliza un modelo estadístico, combinado con coeficientes de calibración (que explica el metabolismo de los predadores) y una base de datos de AG de todas las presas potenciales, para estimar cuantitativamente la composición de especies de la dieta del predador, analizando sus sitios de almacenamiento de AG.

# QFASA

## QUANTITATIVE FATTY ACID SIGNATURE ANALYSIS: A NEW METHOD OF ESTIMATING PREDATOR DIETS

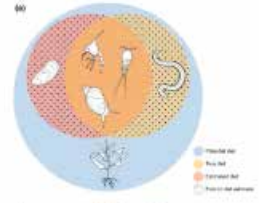
SARA J. IVERSON,<sup>1,4</sup> CHRIS FIELD,<sup>2</sup> W. DON BOWEN,<sup>3</sup> AND WADE BLANCHARD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Biology, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada B3H 4J1*

<sup>2</sup>*Department of Mathematics and Statistics, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada B3H 3J5*

<sup>3</sup>*Marine Fish Division, Bedford Institute of Oceanography, Department of Fisheries and Oceans, Dartmouth, Nova Scotia, Canada B2Y 4A2*

*Abstract.* Accurate estimates of the diets of predators are required in many areas of ecology, but for many species current methods are imprecise, limited to the last meal, and



- La posibilidad de utilizar perfiles de ácidos grasos (AG) para obtener estimaciones cuantitativas de las dietas de predadores es quizás el mayor área de interés actual, especialmente para investigadores que trabajan en niveles tróficos altos.
- El análisis cuantitativo perfiles de AG (QFASA) es una herramienta estadística diseñada para estimar cuantitativamente la dieta de predadores utilizando perfiles de AG de presas potenciales y predadores (Iverson et al. 2004).
- La aproximación básica de QFASA es obtener la mezcla ponderada de los perfiles de AG de las especies presa que más se asemejen al perfil de AG de las reservas del predador para así inferir su dieta





Contents lists available at ScienceDirect

# Journal of Experimental Marine Biology and Ecology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jembe](http://www.elsevier.com/locate/jembe)



## Diet estimation of *Paralichthys orbignyanus* in a coastal lagoon via quantitative fatty acid signature analysis



Larisa Magnone <sup>a,\*</sup>, Martin Bessonart <sup>a,b</sup>, Martín Rocamora <sup>c</sup>, Juan Gadea <sup>a</sup>, María Salhi <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Laboratorio de Recursos Naturales, Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Iguá 4225, CP 11400 Montevideo, Uruguay

<sup>b</sup> Estación Experimental de Cultivos Marinos y Acuicultura, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA) Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP), Parque Nacional Cabo Polonio s/n, Uruguay

<sup>c</sup> Departamento de Procesamiento de Señales, Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Julio Herrera y Reissig 565, CP 11300 Montevideo, Uruguay

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 5 May 2014

Received in revised form 6 October 2014

Accepted 7 October 2014

Available online xxx

#### Keywords:

QFASA

*Paralichthys orbignyanus*

Fatty acids

Coastal lagoons

Diet

Flatfish

### ABSTRACT

Quantitative fatty acid analysis (QFASA) is a statistical model designed to quantitatively estimate predator diets using fatty acid (FA) signatures among the predator and its potential prey. QFASA estimated the diet of a migratory flatfish *Paralichthys orbignyanus* over its fattening stage in the Rocha lagoon (a semi-closed estuary) where all prey available to this top predator species are well known. A 20-week controlled feeding trial obtained calibration coefficients (CC) for *P. orbignyanus* fed two types of prey (silverside and menhaden). Several subsets of FA were tested in order to elucidate which is the most suitable for applying QFASA to this species. QFASA was applied to all CC and FA subsets to validate the model. The model predicts better the consumed diet with silverside CC than with menhaden CC. The subset which best adjusts the diet over the validation process, includes approximately 34% of total FA, containing mainly dietary FA. The diet estimation in nature for *P. orbignyanus* varied according to whether the model is applied with or without CC. When the diet was estimated without CC, results were similar to those based on stomach content analysis (reported in previous studies); it fed mainly on silverside (~88%), but also some minor soft-body species that are only evident using this kind of methodology (QFASA). When the diet was estimated with silverside CC, a higher presence of silverside (~97%) was observed. These results seem to indicate a tendency to overestimate the presence of the item used as prey for CC calculations.

**Para poder adaptar y hacer un análisis cuantitativo del perfil de ácidos grasos (QFASA) debemos contar con**  
(Iverson et al., 2004)

- Perfil de AG característico del tejido de reserva del predador
- Una Matriz de datos con todos los perfiles de AG de las presas potenciales del predador
- Coeficientes de calibración
- Un modelo de optimización

- Perfil de AG característico del tejido de reserva del predador

AG	PREDADOR
14:0	2,73
16:0	24,95
16:1n-7	6,46
16:3n-4	0,67
18:0	8,09
18:1n-9	12,25
18:1n-7	3,60
18:2n-9	0,19
18:2n-6	1,56
18:3n-6	0,36
18:3n-3	0,90
18:4n-3	0,85
20:0	0,22
20:1	1,00
20:2n-6	0,28
20:4n-6	4,05
20:3n-3	0,32
20:4n-3	0,43
20:5n-3	4,25
22:0	0,10
22:1	0,40
22:3n-6	0,23
22:4n-9	0,79
22:4n-6	1,16
22:5n-3	3,58
22:6n-3	20,60

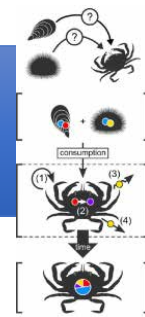
- Dilucidar la estrategia de almacenamiento del predador
- Tejido: Escala temporal / turnover
- Coeficientes de calibración
- Subconjunto de AG “dietarios”
- “n” de predadores (estacional?, anual?, etc)
- Separar LN de LP
- Se usa un promedio (mayor n para captar variabilidad)
- Se puede correr con cada individuo para tener más variabilidad

- Una Matriz de datos con todos los perfiles de AG de las presas potenciales del predador

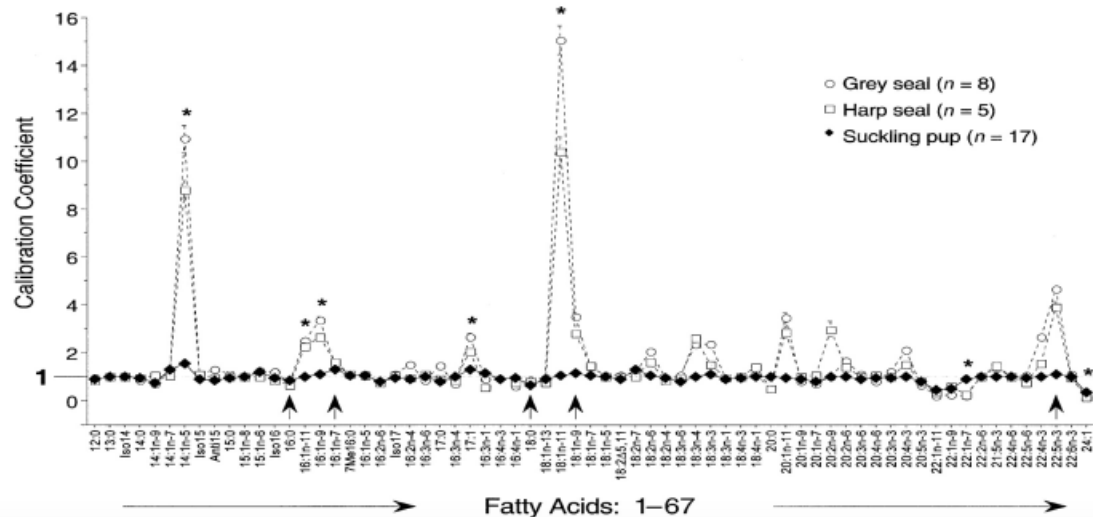
AG	Sp <sub>1</sub>	Sp <sub>1</sub>	Sp <sub>1</sub>	Sp <sub>1</sub>	Sp <sub>2</sub>	Sp <sub>2</sub>	Sp <sub>2</sub>	Sp <sub>3</sub>	Sp <sub>3</sub>	Sp <sub>3</sub>	Sp <sub>4</sub>	Sp <sub>4</sub>	Sp <sub>5</sub>	Sp <sub>5</sub>
14:0	4,41	3,00	4,95	1,81	2,76	4,71	1,59	4,41	3,00	4,95	1,81	2,76	4,71	1,59
16:0	26,45	27,13	24,76	19,09	20,80	25,92	13,97	26,45	27,13	24,76	19,09	20,80	25,92	13,97
16:1n-7	8,92	9,18	13,64	9,22	12,78	7,92	5,73	8,92	9,18	13,64	9,22	12,78	7,92	5,73
16:3n-4	0,72	1,17	0,39	1,46	1,36	0,93	0,73	0,72	1,17	0,39	1,46	1,36	0,93	0,73
18:0	8,71	11,61	8,04	6,50	4,72	15,78	7,20	8,71	11,61	8,04	6,50	4,72	15,78	7,20
18:1n-9	11,93	13,18	4,02	9,59	2,45	2,30	12,49	11,93	13,18	4,02	9,59	2,45	2,30	12,49
18:1n-7	4,24	4,77	8,38	6,10	2,40	4,82	8,42	4,24	4,77	8,38	6,10	2,40	4,82	8,42
18:2n-9	0,55	0,81	0,63	0,36	0,48	0,24	0,45	0,55	0,81	0,63	0,36	0,48	0,24	0,45
18:2n-6	1,46	3,71	0,74	2,55	0,87	1,78	3,36	1,46	3,71	0,74	2,55	0,87	1,78	3,36
18:3n-6	0,17	0,26	0,15	0,23	0,20	0,18	0,11	0,17	0,26	0,15	0,23	0,20	0,18	0,11
18:3n-3	1,11	0,96	0,67	2,06	2,11	1,84	1,82	1,11	0,96	0,67	2,06	2,11	1,84	1,82
18:4n-3	0,96	0,38	0,59	0,52	2,15	1,02	0,38	0,96	0,38	0,59	0,52	2,15	1,02	0,38
20:0	0,27	0,68	0,21	0,49	0,28	0,48	0,44	0,27	0,68	0,21	0,49	0,28	0,48	0,44
20:1	1,8	1,5	5,0	2,7	5,5	4,9	1,6	1,8	1,5	5,0	2,7	5,5	4,9	1,6
20:2n-6	0,25	0,27	0,48	0,89	0,93	0,41	0,70	0,25	0,27	0,48	0,89	0,93	0,41	0,70
20:4n-6	2,45	3,07	1,11	5,55	2,21	2,70	5,26	2,45	3,07	1,11	5,55	2,21	2,70	5,26
20:3n-3	0,23	0,08	0,09	0,46	0,37	0,19	0,49	0,23	0,08	0,09	0,46	0,37	0,19	0,49
20:4n-3	0,25	0,12	0,17	0,28	0,79	0,52	0,30	0,25	0,12	0,17	0,28	0,79	0,52	0,30
20:5n-3	3,58	0,87	5,70	13,30	8,59	2,46	17,11	3,58	0,87	5,70	13,30	8,59	2,46	17,11
22:0	0,25	0,42	0,06	0,46	0,18	0,47	0,31	0,25	0,42	0,06	0,46	0,18	0,47	0,31
22:1	1,1	0,7	1,5	0,8	1,1	4,0	0,4	1,1	0,7	1,5	0,8	1,1	4,0	0,4
22:3n-6	0,32	0,07	0,21	0,23	0,76	0,16	0,19	0,32	0,07	0,21	0,23	0,76	0,16	0,19
22:4n-9	0,53	0,58	1,37	0,64	0,89	1,10	0,40	0,53	0,58	1,37	0,64	0,89	1,10	0,40
22:4n-6	0,37	0,23	0,02	0,44	1,08	0,24	0,45	0,37	0,23	0,02	0,44	1,08	0,24	0,45
22:5n-3	1,73	1,52	1,83	1,14	2,31	0,49	1,03	1,73	1,52	1,83	1,14	2,31	0,49	1,03
22:6n-3	9,38	8,25	9,2	5,34	8,31	2,70	7,85	9,38	8,25	9,2	5,34	8,31	2,70	7,85

- Presas enteras (según estrategia del predador)
- Análisis de LT y % Líp PH

# • Coeficientes de calibración (CC)



- **Metabolismo de los predadores**
- la composición AG del predador nunca coincidirá exactamente con la de sus presas.
- **Hiótesis:** Si un predador ha consumido una dieta constante por un período prolongado de tiempo, sus reservas lipídicas reflejarán al máximo su dieta. Las diferencias entre presa y predador se atribuirán al proceso metabólico en los AG individuales (la relación entre ellos serán los CC)



- Modelo de optimización

## OPTIMIZACIÓN

Solución matemática del mejor arreglo de los perfiles de AG de las presas potenciales que mejor ajusten al perfil de AG del predador

$$KL = \sum_j (y_j - \hat{y}_j) \log(y_j / \hat{y}_j)$$

**KL** = Distancia Kulback-Liebler

Relativiza los "pesos" de todos los AG (comunes y "raros")

$y_j$  = Predador

$\hat{y}_j$  = Presa

Condiciones de partida →  $p_k$  iguales

Restricciones →

- $p_k \geq 0$
- $\sum p_k = 1$

## Corrección de los $p_k$ a % en la dieta

(% lípidos PH de cada especie presa)

$$a_k = \frac{p_k / f_k}{\sum p_k / f_k}$$



65%	Sp <sub>1</sub>
21%	Sp <sub>5</sub>
14%	Sp <sub>7</sub>

## Variabilidad

La mayor fuente de variabilidad proviene de la variación de los perfiles de las presas



**BOOSTRAP**

# Paralichthys orbignyanus

- Especie autóctona (Uruguay, Brasil y Argentina)
- Eurihalina, marino/estuarina
- Predador tope
- Piscívoros
- Utilizan lagunas costeras para alimentación, y luego maduran sus gónadas y desovan en el mar

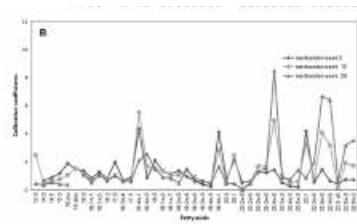


Fig. 4. Temporal evolution of calibration coefficients for *Paralichthys orbignyanus* obtained from dorsal muscle with data at 5, 12 and 20 weeks of feeding in silverside (CC) and menhaden (M).

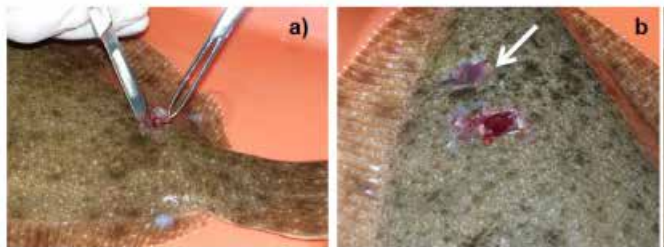


Figura 1.3. Biopsias musculares en individuos vivos. a) Extracción de músculo de un individuo biopsiado 2 veces en donde se observa la biopsia anterior con los agujeros del experimento de alimentación controlada.

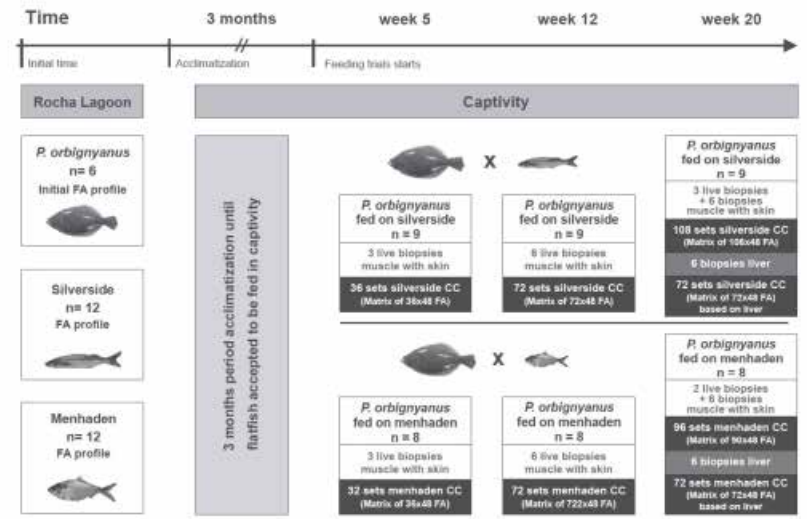


Fig. 2. Experimental design of feeding trials and calibration coefficients for both groups of *Paralichthys orbignyanus* fed with silverside and menhaden.

# Diet estimation of *Paralichthys orbignyanus* in a coastal lagoon via quantitative fatty acid signature analysis

% Área	Zoo	Fito	Erodona	Isópodo	Anfípodo	Heleobia	Camarón	Poliqueto	Sopita	Popeye	Lenguado	Lacha	Pejerrey	Overito	Corvina
12:0	2,3	1,0	0,7	0,4	0,2	0,8	0,2	2,0	0,1	0,2	0,9	0,9	0,7	0,6	0,1
14:0	4,8	5,6	2,7	4,1	2,3	3,4	1,4	7,2	2,0	1,9	2,5	2,5	4,4	2,5	1,3
14:1	0,8	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,7	0,3	0,5	0,3	1,3	0,2	0,6	0,2
15:0	1,1	1,4	1,5	1,7	0,8	3,2	0,5	1,9	0,2	2,2	1,4	1,3	1,3	1,4	1,3
16:0 iso	0,9	0,4	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2
16:0 a iso	0,7	0,3	0,3	0,2	0,6	0,2	0,4	1,2	0,7	0,7	1,7	1,2	0,3	0,6	1,3
16:0	15,7	15,2	28,1	18,8	19,8	27,4	14,5	27,5	20,3	18,0	26,8	39,1	23,9	21,6	23,7
16:1 n9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16:1 n7	5,4	11,2	7,7	17,5	8,1	7,2	6,0	16,1	10,8	11,2	7,6	4,9	10,8	10,3	5,9
16:1 n5	0,0	0,0	1,4	0,0	0,4	0,5	0,2	0,9	0,4	0,7	0,5	0,6	0,4	0,8	0,8
16:2	0,2	1,5	2,3	1,5	0,5	2,2	0,2	1,2	0,3	0,2	1,6	1,6	0,9	1,2	1,2
17:0	0,6	0,9	0,0	0,5	1,1	0,2	1,0	2,0	1,0	2,1	1,0	0,3	0,4	0,0	1,8
16:3 n4	2,0	3,3	0,8	2,0	0,7	1,0	0,6	0,4	2,6	2,0	0,2	0,5	0,9	1,3	1,1
17:1	0,0	0,0	0,5	0,1	0,2	0,6	0,0	0,2	0,3	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1
16:4 n1	0,4	1,7	0,8	0,2	0,6	0,7	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,5	0,9	0,3	0,7
16:4 n3	0,3	1,0	0,9	1,6	2,0	0,6	3,1	4,6	2,3	1,7	1,5	1,9	0,7	1,0	2,2
18:0	3,9	6,7	7,5	4,2	3,6	13,7	7,0	7,1	5,7	5,3	11,9	18,8	8,4	9,5	14,3
18:1 n11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18:1 n9	11,5	12,9	4,4	8,9	12,0	3,3	13,0	3,5	8,7	10,9	9,9	10,3	15,3	13,0	11,3
18:1 n7	0,0	0,0	4,4	5,1	6,8	4,8	8,6	7,8	6,0	5,4	6,0	4,9	3,9	5,4	4,1
18:1 n5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

**Table 2**

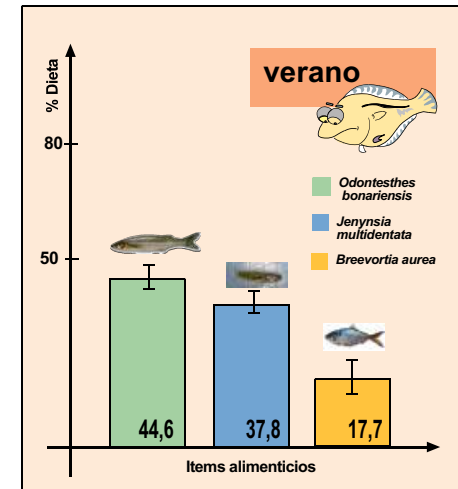
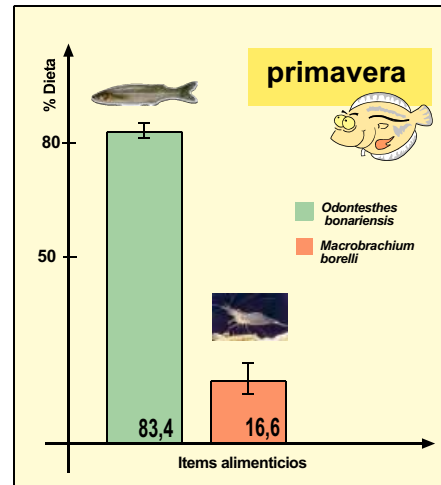
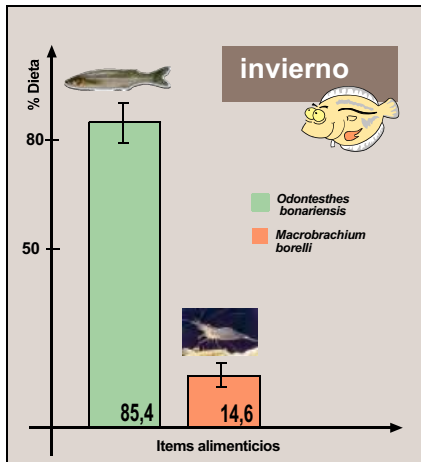
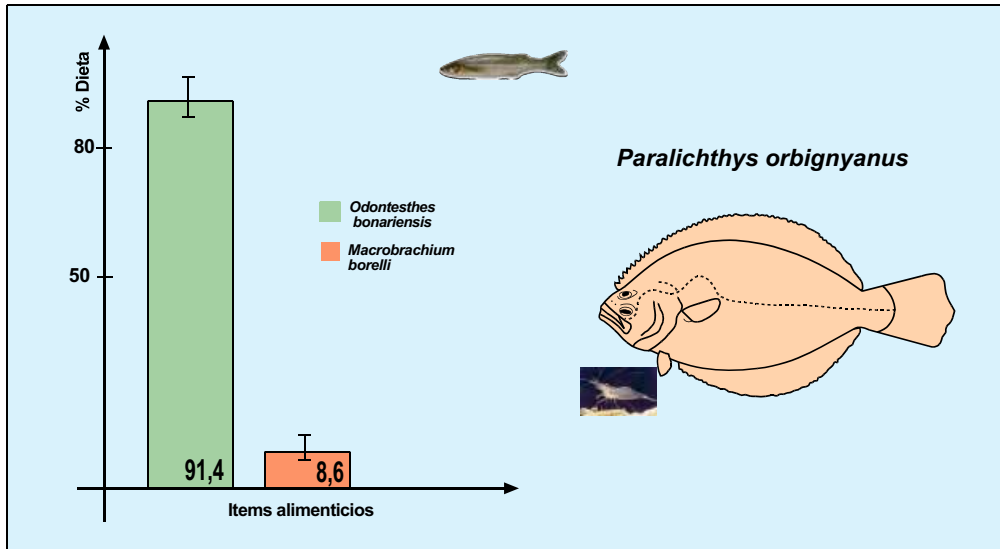
Sample size and size of potential prey items sampled at Rocha lagoon. x = mean, sd = standard deviation. Min: minimum, Max: maximum.

Items	Number of individuals	Number of samples analyzed for lipids and FA <sup>a</sup>	Length (x ± sd) or min-max (cm)	Weight (x ± sd) or min-max (g)
<b>Fishes</b>				
<i>Odontesthes bonaerensis</i>	13	13	15.05 ± 2.47	24.63 ± 10.49
<i>Micropogonias furnieri</i>	12	6	3.90–19.30	0.60–64.00
<i>Brevoortia aurea</i>	14	14	5.10–20.40	10.50–20.40
<i>Jenynsia multidentata</i>	36	7	3.01 ± 0.42	0.30 ± 0.13
<i>Oligosarcus sp.</i>	3	3	6.50 ± 0.50	5.50 ± 0.70
<b>Invertebrates</b>				
<i>Callinectes sapidus</i>	24	6	1.74 ± 0.43	0.43 ± 0.31
<i>Chasmagnatus granulatus</i>	51	17	2.51 ± 0.21	9.24 ± 1.97
<i>Cyptograpsus angulatus</i>	48	18	1.99 ± 0.57	3.87 ± 2.47
<i>Palaemonetes argentinus</i>	18	12	2.17 ± 0.85	2.15 ± 0.99
<i>Penaeus paulensis</i>	25	5	10.80–18.00	7.30–31.00
<i>Neomysis americana</i>	400	7	1.35 ± 0.16	0.01 ± 0.00
<i>Laonereis acuta</i>	258	5	3.29 ± 0.81	0.00 ± 0.00
<i>Heteromastus similis</i>	31	3	–	–
Amphipoda	585	8	0.60 ± 0.20	0.01 ± 0.00
Isopoda	63	7	0.99 ± 0.34	0.02 ± 0.01
<i>Heleobia australis</i>	263	8	5.90 ± 1.26	0.02 ± 0.01
<i>Erodona mactroides</i>	88	11	12.00 ± 3.70	0.50 ± 0.25

<sup>a</sup> In cases where the number of individuals does not match the number of analyses, the latter were analyzed as a pooled sample for analytical purposes.



## Resultado estimación QFASA en la naturaleza (estacionales)



## Subconjunto de AG ensayados

FA	12:0	14:0	14:1	15:0	16:iso	16:0	16:1n-7	16:1n-5	16:2	17:0	16:3n-4	17:1	16:4n-3	18:0	18:1n-9	18:1n-7	18:2n-6	18:3n-6	18:3n-3	18:4n-3	18:4n-1	20:0	20:1	20:2n-9	20:2n-6	20:3n-6	20:4n-6	20:3n-3	20:4n-3	20:5n-3	22:1	22:3n-6	22:4n-6	22:5n6	22:5n-3	22:6n-3	Number of FA	% FA		
	Subset A	Subset B	Subset C	Subset D	Subset E	Subset F	Subset G																																	
Subset A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	36	97.1±1.3		
Subset B											X		X				X	X	X	X					X	X	X	X	X									17	34.2 ± 2.3	
Subset C									X		X		X				X	X	X	X					X	X	X												16	17.9±5.6
Subset D								X		X		X					X	X	X	X																			10	12.6±4.3
Subset E	X					X	X		X		X		X	X	X	X	X	X	X	X																			16	71.0±10.4
Subset F	X					X	X						X	X	X										X	X	X	X	X										16	82.7±5.3
Subset G	X					X	X						X	X	X										X	X	X	X	X										15	80.8±5.0

## Resultados estimación en la naturaleza con v sin CC

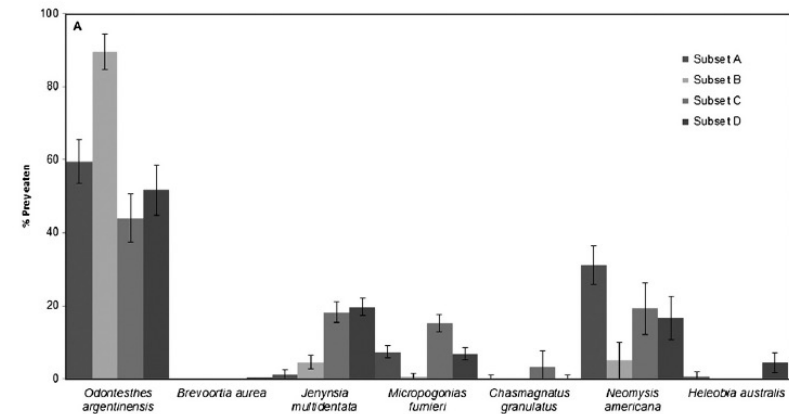
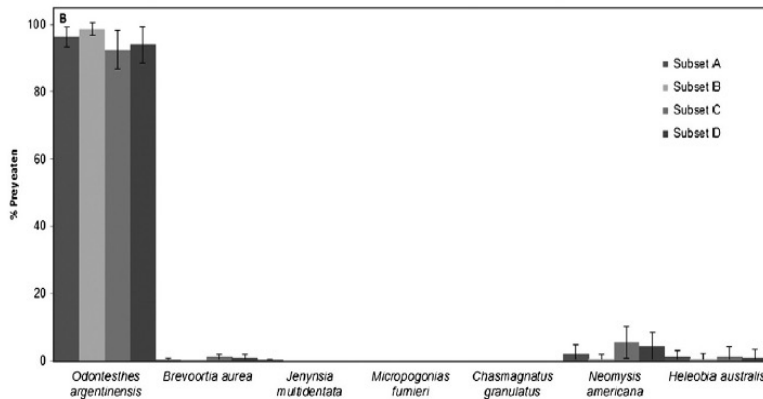


Fig. 6. QFASA diet estimations of *Paralichthys orbignyanus*, using the prey matrix of Rocha lagoon. Results are expressed as a percentage of eaten items, with four different subsets of FA (A-D). A. Results without calibration coefficients. B. Results with calibration coefficients obtained from flatfish muscle with skin at week 20 of feeding on silverside.

## Managing the Essential Zeros in Quantitative Fatty Acid Signature Analysis

Connie STEWART and Christopher FIELD

2010

U.S. Geological Survey, Alaska Science Center, 4210 University Drive, Anchorage, Alaska 99508, USA

Ecology and Evolution

Ecology and Evolution 2015, 5(6): 1249-1262

Open Access

2015

## Distance measures and optimization spaces in quantitative fatty acid signature analysis

Jeffrey F. Bromaghin<sup>1</sup>, Karyn D. Rode<sup>1</sup>, Suzanne M. Budge<sup>2</sup> & Gregory W. Thiemann<sup>3</sup>

<sup>1</sup>U.S. Geological Survey, Alaska Science Center, 4210 University Drive, Anchorage, Alaska 99508  
<sup>2</sup>Process Engineering and Applied Science, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia B3H 4R2, Canada  
<sup>3</sup>Faculty of Environmental Studies, York University, 4700 Keele St., Toronto, Ontario M3J 1P3, Canada

## Methods in Ecology and Evolution

Methods in Ecology and Evolution 2016, 7, 51-59

doi: 10.1111/2041-210X.12456

2016

## Assessing the robustness of quantitative fatty acid signature analysis to assumption violations

Jeffrey F. Bromaghin<sup>1</sup>\*, Suzanne M. Budge<sup>2</sup>, Gregory W. Thiemann<sup>3</sup> and Karyn D. Rode<sup>1</sup>

<sup>1</sup>U.S. Geological Survey, Alaska Science Center, 4210 University Drive, Anchorage, Alaska 99508, USA; <sup>2</sup>Process Engineering and Applied Science, Dalhousie University, Halifax NS B3H 4R2, Canada; and <sup>3</sup>Faculty of Environmental Studies,

Ecol Res  
DOI: 10.1007/s11284-016-1357-8



TECHNICAL REPORT

2016

Jeffrey F. Bromaghin<sup>1</sup> · Suzanne M. Budge  
Gregory W. Thiemann

## Should fatty acid signature proportions sum to 1 for diet estimation?

PHILOSOPHICAL  
TRANSACTIONS B

royalsocietypublishing.org/journal/rstb

Research



## Comparison of Bayesian and numerical optimization-based diet estimation on herbivorous zooplankton

Jaakko J. Litmanen, Tommi A. Perälä and Sami J. Taipale

Department of Biological and Environmental Science, University of Jyväskylä, Jyväskylä, Finland

10.1098/rstb.2016.0285

2020

## Methods in Ecology and Evolution



2017

Methods in Ecology and Evolution 2017, 8, 1158-1162

doi: 10.1111/2041-210X.12740

APPLICATION

## QFASAR: quantitative fatty acid signature analysis with R

Jeffrey F. Bromaghin\*

U.S. Geological Survey, Alaska Science Center, 4210 University Drive, Anchorage, AK 99508, USA

Package 'qfasar'

December 2, 2016

Type: Package

Title: Quantitative Fatty Acid Signature Analysis in R

Version: 1.1.1

Description: An implementation of Quantitative Fatty Acid Signature

PeerJ

## Bayesian estimation of predator diet composition from fatty acids and stable isotopes

Philipp Neubauer<sup>1</sup> and Olaf P. Jensen<sup>2</sup>

2015

PLOS ONE

RESEARCH ARTICLE

## A Fatty Acid Based Bayesian Approach for Inferring Diet in Aquatic Consumers

Aaron W. E. Galloway<sup>1</sup>\*, Michael T. Brett<sup>2</sup>\*, Gordon W. Holtgrieve<sup>3</sup>, Eric J. Ward<sup>4</sup>,

PeerJ

## Analyzing mixing systems using a new generation of Bayesian tracer mixing models

Brian C. Stock<sup>1</sup>, Andrew L. Jackson<sup>2</sup>, Eric J. Ward<sup>3</sup>, Andrew C. Parnell<sup>4</sup>, Donald L. Phillips<sup>5</sup> and Brice X. Semmens<sup>1</sup>

2018