

## Significant difference in otolith mass asymmetry between pelagic and benthic teleost species in the Tunis bay

### Différence significative de l'asymétrie de masse des otolithes entre des poissons téléostéens pélagiques et benthiques dans la baie de Tunis

M. DKHILI<sup>1</sup>, N. BOURIGA<sup>1,2</sup>, M. FATNASSI<sup>1</sup>, S. BEN MOHAMED<sup>1</sup>, J.P. QUIGNARD<sup>3</sup> M. TRABELSI<sup>1</sup>

1 Unité de Biologie marine. Faculté des Sciences de Tunis. 2092 Campus universitaire, Tunisie

2 Institut Supérieur de Pêche et d'Aquaculture de Bizerte.

3 Laboratoire d'Ichtyologie, Université Montpellier II, P1. E. Bataillon, case 102, 34095 Montpellier cedex, France

\*Corresponding author: hanounawsset@live.fr

**Abstract** – The saccular otolith mass asymmetry,  $\chi$ , was studied in six round fish species from the bay of Tunis including three pelagic species: *Sardina pilchardus* (66 otolith pairs), *Trachurus mediterraneus* (66 otolith pairs) and *Liza aurata* (60 otolith pairs) and three benthic species: *Gobius niger* (77 otolith pairs), *Mullus barbatus* (60 otolith pairs) and *Trachinus draco* (66 otolith pairs). This study aimed to compare otolith mass asymmetry between bottom and pelagic species. The values of  $\chi$  were obtained by dividing the difference between masses of the right and left paired otoliths by average otolith mass. The absolute values of otolith mass asymmetry  $|\chi|$  are under 0.05 in all the studied species. A significant difference between pelagic and bottom species was found ( $p < 0.05$ ). This result explains the vertical distribution of benthic and pelagic species. The sagittae mass asymmetry did not depend on fish length in addition there is no significant difference between sexes as it does in other symmetrical fish species.

**Keywords:** Otolith, mass asymmetry, pelagic species, bottom species, Bay of Tunis

**Résumé** – l'asymétrie de masse des otolithes sacculaires,  $\chi$ , a été étudiée chez six espèces de poissons ronds de la baie de Tunis dont trois espèces pélagiques: *Sardina pilchardus* (66 paires d'otolithes), *Trachurus mediterraneus* (66 paires d'otolithes) et *Liza aurata* (60 paires d'otolithes) et trois espèces benthiques : *Gobius niger* (77 paires d'otolithes), *Mullus barbatus* (60 paires d'otolithes) et *Trachinus draco* (66 paires d'otolithes), dans le but de comparer l'asymétrie de masse des otolithes entre espèces benthiques et pélagiques. Les valeurs de  $\chi$  ont été obtenues en divisant la différence de masses entre l'otolithe droit et gauche par leur masse moyenne. Les valeurs absolues de l'asymétrie de masse des otolithes  $|\chi|$  sont inférieures à 0,05 chez toutes les espèces étudiées. Une différence significative entre les espèces pélagiques et benthiques a été trouvée ( $p < 0,05$ ) ce qui permet d'expliquer la repartition verticale des espèces des zones benthiques et pélagiques. L'asymétrie de la masse des sagittae ne dépend pas de la longueur du poisson et aucune différence significative n'a été trouvée entre les deux sexes, comme c'est le cas pour d'autres espèces de poissons symétriques.

**Mots clés :** Otolites, asymétrie de masse, espèces pélagiques, espèces benthiques, Baie de Tunis

#### 1. Introduction

Les otolithes sont impliqués dans le système mécanorécepteur de l'oreille interne, ils assurent le maintien de l'équilibre et les fonctions de l'audition (Popper et Lu, 2000 ; Panfili et al., 2002). La forme et la taille de ces pièces reflètent le milieu de vie des espèces (Casselman, 1982 ; Torres et al., 2000 ; Mille et al., 2015), les poissons benthiques ont des otolithes plus grands et plus lourds que les poissons

pélagiques de ce fait ils ont un sens d'ouïe plus développé. Cette différence peut s'expliquer par l'adaptation des espèces aux conditions de vie dans leurs niches écologiques.

Une asymétrie de masse des otolithes peut être à l'origine d'une perturbation du fonctionnement de l'oreille interne en raison d'une incompatibilité des mouvements des otolithes droit et gauche et il en résulte des difficultés de perception des sons. Pour la majorité des poissons symétriques, les valeurs de l'asymétrie de masse des otolithes varient entre -0,2 et 0,2 et elles ne dépassent pas les valeurs critiques responsables d'un bouleversement du système vestibulaire. Plusieurs auteurs ont montré que l'asymétrie de masse des otolithes ne dépend pas de la taille du poisson ni de son sexe.

Les résultats de ces divers travaux de recherches suggèrent l'existence d'une différence de l'asymétrie de masse entre les poissons benthiques et pélagiques.

Le but de la présente étude est d'étudier la variabilité intra-spécifique de l'asymétrie de masse et de la comparer entre espèces benthiques et pélagiques pour expliquer la répartition verticale des espèces à savoir épépélagique, pélagique ou benthique.

## 2. Matériel et Méthodes

Les six espèces étudiées sont récoltées à partir de la baie de Tunis, située au nord-est du pays (entre 36°44' et 37°20' de latitude nord), entre les mois de Mars et Mai 2017. Pour chaque espèce, on a mesuré la longueur totale, déterminé le sexe et prélevé les otolithes sacculaires des individus.

### 2.1. Calcul de l'asymétrie de masse

Le poids des otolithes a été mesuré à l'aide d'une balance de précision 0,1mg. Les valeurs de l'asymétrie de masse,  $\chi$ , sont déterminées en divisant la différence de masse entre les otolithes droits et gauches par leur masse moyenne.

$$\chi = \frac{(\text{Droit} - \text{Gauche})}{(\text{Droit} + \text{Gauche}) \div 2}$$

La valeur de  $\chi$  est positive lorsque l'otolithe droit est plus lourd que l'otolithe gauche, négative lorsque l'otolithe gauche est plus lourd et nulle lorsqu'il y a une égalité de masse entre les deux.

L'asymétrie de masse moyenne des espèces  $|\chi|_{\text{moy}}$  est obtenue en calculant la moyenne des valeurs absolues de l'asymétrie de masse,  $\chi$ , des individus.

### 2.2. Analyse statistique

Un test de régression linéaire a été établi entre les valeurs de  $\chi$  et la longueur totale des poissons pour vérifier la nature de la relation entre l'asymétrie de masse des otolithes et la croissance des individus.

La comparaison entre les deux sexes et entre les espèces benthiques et pélagiques a été effectuée en se basant sur un test t student établi sur les valeurs de l'asymétrie de masse des otolithes.

## 3. Résultats et discussion

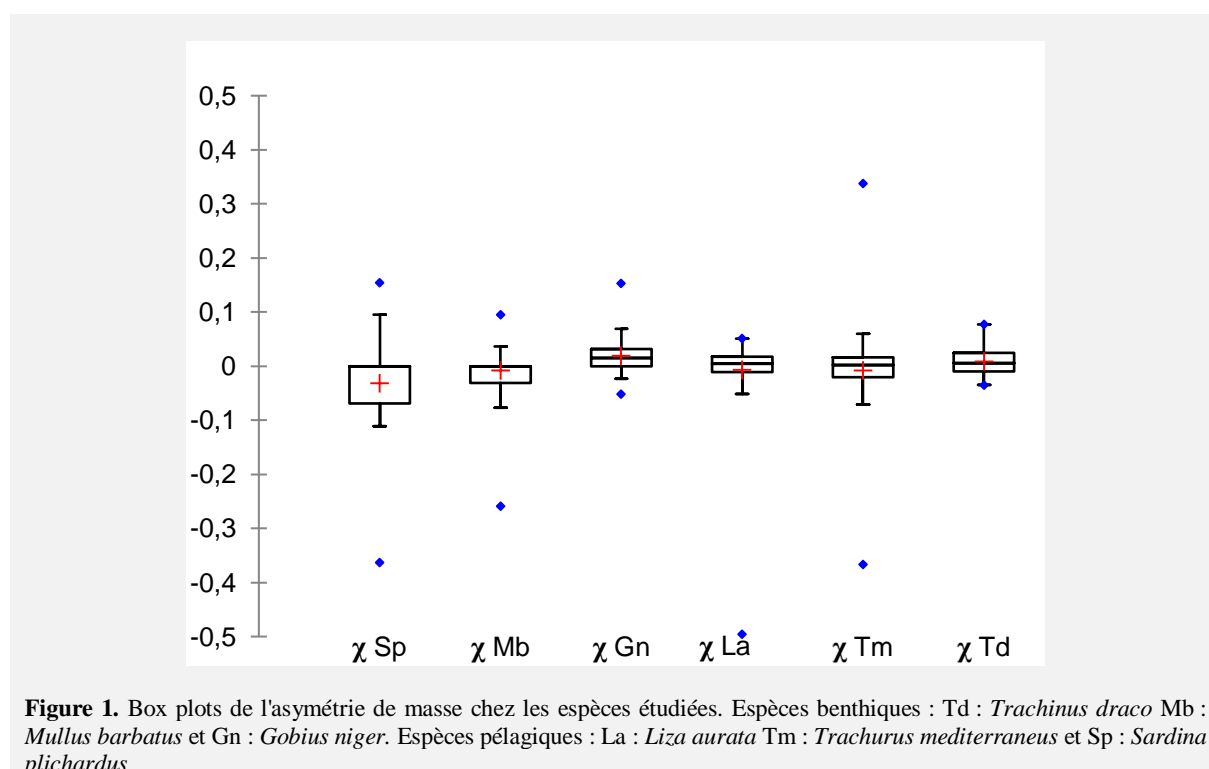
### 3.1. Etude de la Variabilité intra populationnelle de l'asymétrie de masse des otolithes

98,5% des valeurs de  $\chi$  des espèces benthiques et 98,9% de celles des espèces pélagiques sont entre -0,2 et 0,2. Nos résultats sont conformes aux résultats trouvés par Jawad et Sadighzadeh (2013). Quelque soit le milieu de vie des espèces étudiées, toutes les valeurs de  $|\chi|_{\text{moy}}$  des espèces sont inférieures à 0,05 (tableau 1). La plus faible valeur moyenne,  $|\chi|_{\text{moy}}$ , a été observée chez *Trachurus mediterraneus* (0,0186 ± 0,0151) et la plus élevée a été observée chez *Sardina pilchardus* (0,0493 ± 0,0683).

**Tableau 1.** Variabilité de l'asymétrie de masse des otolithes chez les espèces étudiées

Espèces	Nombre d'otolithes	$ \chi $ Moyenne $\pm DS$	$\chi$ Valeurs min-max	Habitat
<i>Gobius niger</i>	77	0,0264 ( $\pm 0,0265$ )	(-0,0513)-0,1532	Benthique
<i>Trachinus draco</i>	66	0,0399 ( $\pm 0,0648$ )	(-0,3665)-0,3379	Benthique
<i>Mullus barbatus</i>	60	0,0304 ( $\pm 0,0424$ )	(-0,0258)-0,0952	Benthique
<i>Sardina plichardus</i>	66	0,0493 ( $\pm 0,0683$ )	(-0,3636)-0,1538	Pélagique
<i>Trachurus mediterraneus</i>	66	0,0186 ( $\pm 0,0151$ )	(-0,0347)- 0,0771	Pélagique
<i>Liza aurata</i>	60	0,0264 ( $\pm 0,0632$ )	(-0,0398)-0,0531	Pélagique

Ces résultats mettent en évidence que les espèces pélagiques présentent plus de variabilité de l'asymétrie de masse des otolithes que les espèces benthiques (Figure 1).

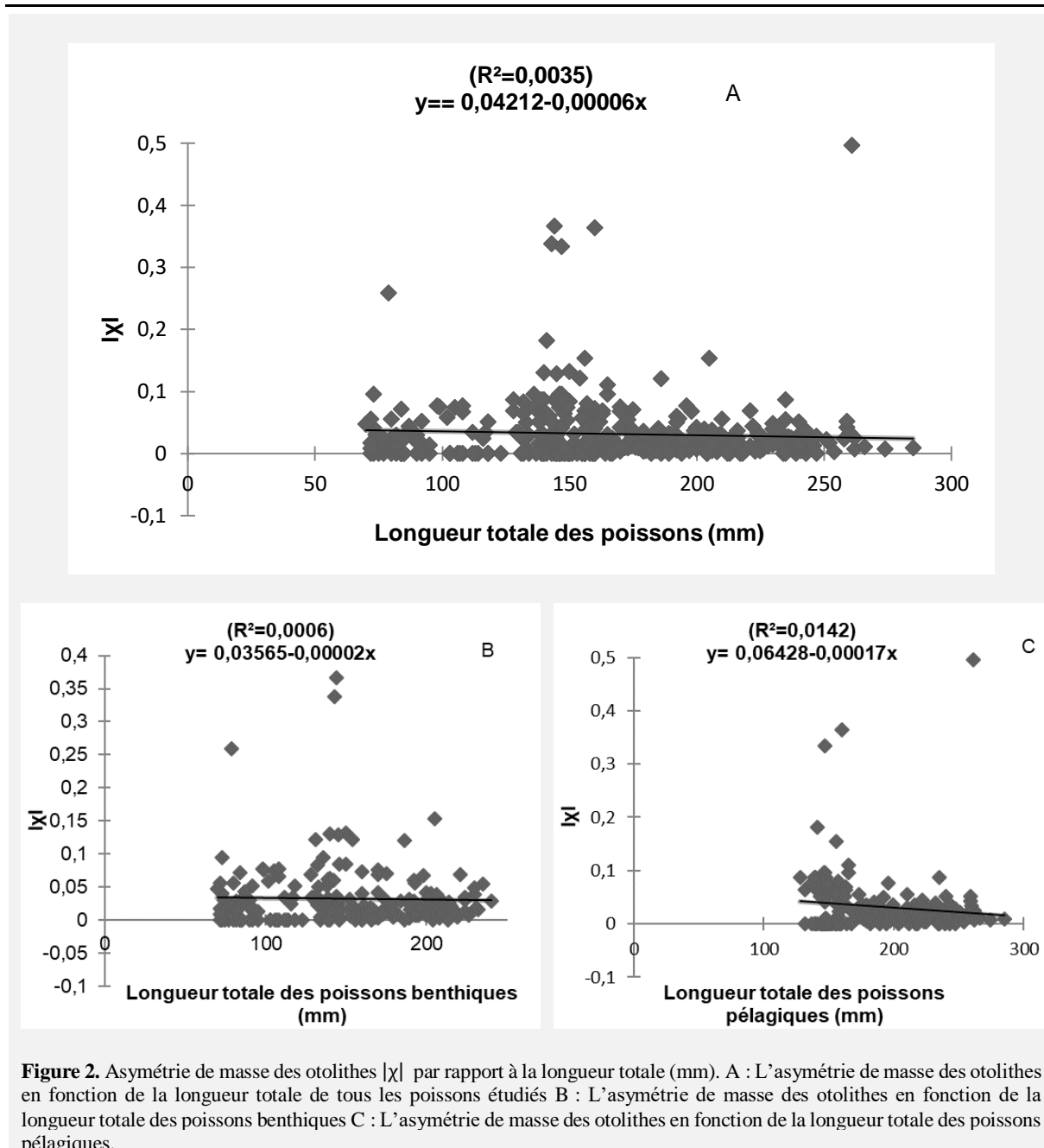


**Figure 1.** Box plots de l'asymétrie de masse chez les espèces étudiées. Espèces benthiques : Td : *Trachinus draco* Mb : *Mullus barbatus* et Gn : *Gobius niger*. Espèces pélagiques : La : *Liza aurata* Tm : *Trachurus mediterraneus* et Sp : *Sardina plichardus*

Il est clair que les espèces benthiques ont une asymétrie de masse entre leurs otolithes moins importante que celle observée chez les espèces pélagiques.

### 3.2. Relation asymétrie de masse-longueur totale

Les résultats du test de régression linéaire montrent qu'il n'y a aucune relation entre la longueur totale des individus et la valeur absolue de l'asymétrie de masse,  $|\chi|$  quelque soit pour les espèces benthiques ou pélagiques (Figure 2) (A : L'asymétrie de masse des otolithes en fonction de la longueur totale de tous les poissons étudiés B : L'asymétrie de masse des otolithes en fonction de la longueur totale des poissons benthiques C : L'asymétrie de masse des otolithes en fonction de la longueur totale des poissons pélagiques). Nos résultats sont aussi similaires à ceux trouvés par Jawad (2013) et Lychakov et al. (2006). Ces chercheurs n'ont pas trouvé une relation entre l'asymétrie de masse  $|\chi|$  des otolithes et la longueur de 59 espèces de poissons provenant de la mer noire et la mer méditerranéenne dont les six espèces étudiées dans ce présent travail.



### 3.3. Comparaison de l'asymétrie de masse entre les deux sexes

Selon notre étude, aucune différence apparente des valeurs absolues de l'asymétrie de masse n'a été trouvée entre les mâles et les femelles quelque soit pour toutes les espèces confondues ( $p > 0,05$ ) ou au sein des espèces (Tableau 2).

2. Tableau de comparaison de l'asymétrie de masse entre les deux sexes au sein des espèces

Espèce	Nombre des femelles	Nombre des mâles	Moyenne de $ \chi $		Valeur de P
			Femelles	Mâles	
<i>Gobius niger</i>	45	32	0,00296	,0242	0,383
<i>Trachinus draco</i>	30	31	0,0296	,0506	0,203
<i>Mullus barbatus</i>	30	30	0,0304	,0304	0,998
<i>Sardina pilchardus</i>	36	30	0,0597	,0365	0,135
<i>Liza aurata</i>	30	30	0,0414	,0167	0,263
<i>Trachurus mediterraneus</i>	36	30	0,0195	,0172	0,534
<b>DSM</b>			0,0455	,0288	

Le tableau 2 montre que la valeur de p sont supérieures à 0,05 chez toutes les espèces ce qui confirme l'absence d'un effet sexe sur l'asymétrie de masse des otolithes.

### 3.4. Comparaison de l'asymétrie de masse des otolithes entre espèces benthique et pélagiques

On a pu déterminer une différence significative des valeurs absolues de l'asymétrie de masse des otolithes entre les espèces benthiques et pélagiques ( $p << 0.05$ ). Les poissons benthiques étudiés présentent plus de symétrie entre leurs otolithes que les poissons pélagiques. Pour les trois espèces benthiques, la moyenne de  $|\chi|$  est de  $0,0251 \pm 0,03$  et elle est égale à  $0,0383 \pm 0,066$  pour les trois espèces pélagiques. Au contraire Lychakov et al. (2006) n'ont pas trouvé une différence de l'asymétrie de masse des otolithes entre les espèces benthiques et pélagiques. Ce dernier a comparé un nombre important d'espèces (59 espèces) mais il a utilisé uniquement 2 à 14 individus de chaque espèces.

L'adaptation des poissons aux conditions de leurs milieux de vie semble être à l'origine de la différence de l'asymétrie de masse entre les espèces benthiques et pélagiques observée dans ce présent travail. En allant de la surface de l'eau au fond la taille de l'otolithe augmente (Lombarte et Cruz 2007 ; Tuset 2010), ainsi les poissons benthiques ont des otolithes plus grands que les espèces pélagiques. Lychakov et Rebane (2000) ont montré par un modèle mathématique que plus la taille des otolithes est grande plus le poisson est sensible aux sons de basses fréquences. Les résultats trouvés dans cette présente étude sont complémentaires aux résultats de Lychakov et Rebane (2000, 2005) et Schulz-Mirbach (2008, 2010). Ce dernier a montré que les poissons vivants dans les zones aphotiques ont des otolithes adaptés à la communication sonore. La différence de l'asymétrie de masse des otolithes entre les espèces benthiques et pélagiques semble être le résultat d'une sélection naturelle plus sévère chez les espèces benthiques que chez les espèces pélagiques puisque, dans les zones aphotiques, le poisson doit avoir un sens d'ouïe plus précis que celui vivant dans les zones photiques.

## 4. Conclusion

Cette étude a permis d'expliquer la répartition verticale des espèces en se basant sur l'asymétrie de masse de leurs otolithes. L'asymétrie de masse des otolithes varie entre -0,2 et 0,2 pour la majorité des espèces et l'asymétrie de masse moyenne des espèces est inférieure à 0,05. Ces valeurs semblent être le résultat d'une sélection naturelle des individus ayant une asymétrie de masse des otolithes plus importante.

L'asymétrie de masse des otolithes ne dépend pas de la taille du poisson ni de son sexe mais elle varie considérablement entre les individus d'une même espèce surtout chez les espèces pélagiques. Les sources de cette variabilité demeurent inexpliquées.

Une différence entre les espèces pélagiques et benthiques a été mise en évidence dans ce présent travail. Cette différence peut s'expliquer par l'adaptation des espèces aux conditions de leurs environnements. Il est indispensable de comparer l'asymétrie de masse des otolithes entre plusieurs autres espèces vivantes dans différentes profondeurs pour confirmer nos résultats.

## 5. Références

**Casselmann JM. (1982)** Chemical analysis of the optically different zones in eel otoliths. In proceedings of the north american eel conference. Ntario Fish. Techn. rep., Ser. 4 : 74-82.

- Jawad LA (2013)** Otolith mass asymmetry in *carangoides caerulepinnatus* (rüppell, 1830) (family: carangidae) collected from the sea of oman. Croatian Journal of fisheries 71: 37-41.
- Jawad LA, Sadighzadeh Z (2013)** Otolith mass asymmetry in the mugilid fish, *Liza klunzingeri* (Day, 1888) collected from Persian Gulf near Bandar Abbas. Anales de Biología 35: 105-107. doi: <http://dx.doi.org/10.6018/analesbio.0.35.16>
- Lombarte A, Cruz A (2007)** Otolith size trends in marine fish communities from different depth strata. Journal of Fish Biology. 71: 53-76.
- Lychakov DV, Rebane YT (2000)** Otolith regularities. Hear. Res. 143: 83-102.
- Lychakov DV, Rebane YT (2005)** Fish otolith mass asymmetry: morphometry and influence on acoustic functionality. Hear. Res. 201: 55-69.
- Lychakov DV, Rebane YT, Lombarte A, Fuiman LA, Takabayashi A (2006)** Fish otolith asymmetry: morphometry and modeling. Hearing Research. 219: 1-11
- Mille T, Mahe K, Villanueva MC, De Pontual H, Ernande, B (2015)** Sagittal otolith morphogenesis asymmetry in marine fishes. Journal of Fish Biology, September 2015 87(3):646-63.
- Panfili J, De Pontual H, Troadec H, Wright PJ (2002)** Manuel de sclérochronologie des poissons. Quae, pp 30-36
- Popper AN, Lu Z (2000)** Structure-function relationships in fish otolith organs. Fisheries Research. doi: 10.1016/S0165-7836(00)00129-6
- Schulz-Mirbach T, Ladich F, Riesch R, Plath M (2010)** Otolith morphology and hearing abilities in cave- and surface-dwelling ecotypes of the Atlantic molly, *Poecilia mexicana* (Teleostei: Poeciliidae). Hearing Research. vol: 137-148.
- Schulz-Mirbach T, Stransky C, Schlickeisen J, Reichenbacher B. (2008)** Differences in otolith morphologies between surface- and cave-dwelling populations of *Poecilia mexicana* (Teleostei, Poeciliidae) reflect adaptations to life in an extreme habitat. Evolutionary Ecology Research. 10: 537–558.
- Torres GJ, Lombarte A, Morales-nin B (2000)** Variability of the sulcus acusticus in the sagitta otolith of the genus *Merluccius*. Fisheries Research 46: 5-13.
- Tuset VM, Piretti P, Lombarte A, González JA (2010)** Using sagittal otoliths and eye diameter for ecological characterization of deep-sea fish: *Aphanopus carbo* and *A. intermedius* from NE Atlantic waters. Scientia Marina 74(4): 807-814, Barcelona (Spain) ISSN: 0214-8358.