



CHAPITRE 2.1.10.7: THON A NAGEOIRES NOIRES	AUTEURS : H. MATHIEU, C. PAU et L. REYNAL	ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN: Abril 2013
---	--	---

Description du thon à nageoires noires (BLF)

1. Noms

1.a. Classification et taxonomie

Nom de l'espèce : *Thunnus atlanticus* (Lesson, 1830)

Synonymes : *Orcynus balteatus* (Cuvier, 1832)
Parathunnus ambiguus (Mowbray, 1935)
Parathunnus atlanticus (Lesson, 1831)
Parathunnus rosengarteni (Fowler, 1934)
Scomber coretta (Cuvier, 1829)
Thunnus balteatus (Cuvier, 1832)
Thunnus coretta (Cuvier, 1829)
Thynnus atlanticus (Lesson, 1831)
Thynnus balteatus (Cuvier, 1832)
Thynnus coretta (Cuvier, 1829)

Code espèce ICCAT : BLF

Noms ICCAT : Thon à nageoires noires (français), Blackfin tuna (anglais), Atún aleta negra (espagnol)

Selon Collette et Nauen (1983), le thon à nageoires noires est classé comme suit :

- Embranchement : Chordés
- Sous-embranchement : Vertébrés
- Super-classe : Gnathostomes
- Classe : Ostéichthyens
- Sous-classe : Actinoptérygiens
- Ordres : Perciformes
- Sous-ordre : Scombroïdes
- Famille : Scombridés
- Tribu : *Thunnini*

1.b. Noms communs

La liste des noms vernaculaires selon l'ICCAT (Anon., 1990), Fishbase (Froese et Pauly, 2012) et la FAO (Carpenter Ed, 2002) est présentée ci-dessous. Cette liste n'est pas exhaustive et certains noms locaux pourraient ne pas y être inclus.

Brésil : Albacora, Albacora-petra, Albacorinha, Atum, Atum-negro, Atum-preto, Binta

Chine : 黑鳍金枪鱼, 黑鳍金枪鱼

Colombie : Atún

Cuba : Albacora, Blackfin Tuna, Falsa albacora

Danemark : Sortfinnet tun

Espagne : Atún des aletas negras

Etats-Unis : Blackfin tuna, Deep-bodied tunny

Guadeloupe : Thon noir, Giromon

Haïti : Bonite

Japon : Mini maguro, Monte maguro, Taiseiyo maguro

Martinique : Bonite noire, Petit thon, Thon à nageoires noires, Thon noir

Mexique : Atún aleta negra
Nicaragua : Atun aleta negra
Portugal : Albacorinha, Atum-barbatana-negra
Porto Rico : Albacora, Atlantic blackfin tuna, Atuncito, Blackfin tuna, Bonito
République Dominicaine : Albacora
Russie : тунец черноперый, Atlanticheskij tunets, Chernij tunets
Sainte Lucie : Thon nuit
Suède : Karibisk tonfisk, Svart tonfisk
Trinidad et Tobago : Albacore, Blackfin tuna
Venezuela : Atun aleta negra, Atún aleta negra, Atún Atlántico

2. Indentification : caractéristiques de *Thunus atlanticus* (voir Figures 1 et 2)

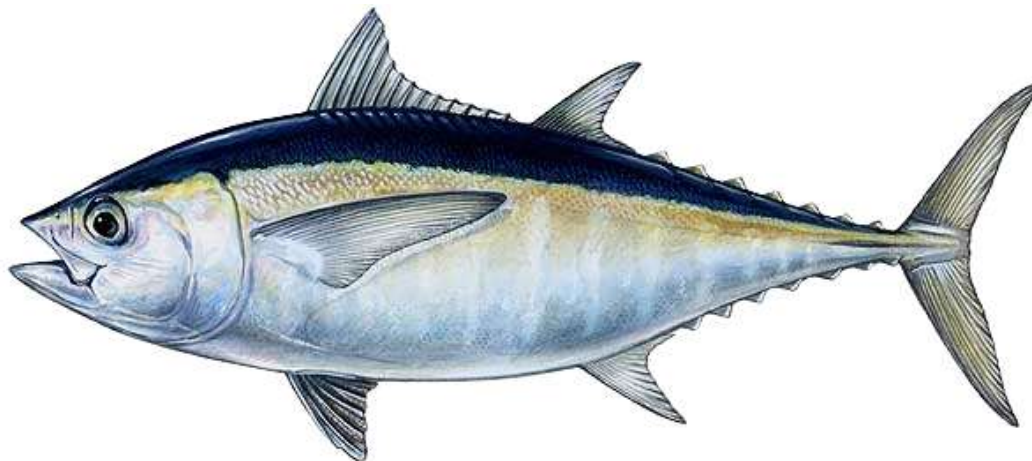


Figure 1. Dessin d'un thon à nageoires noires adulte par Duane Raver, Jr.
(http://en.wikipedia.org/wiki/File:Blackfin_tuna,_Duane_Raver_Jr.jpg)

Le thon à nageoires noires est une des plus petites espèces de thonidés. La taille maximale observée pour cette espèce est de 108 cm en longueur à la fourche (LF) pour un poids de 20,6 kg (IGFA, 2001). Sa taille moyenne de capture est de 72 cm en longueur à la fourche pour un poids de 6 à 7 kg (Collette et Nauen, 1983).

Sa longévité pourrait dépasser 5 ans (Collette et Nauen, 1983).

Externes :

- Corps fusiforme, légèrement comprimé latéralement.
- Nageoires pectorales de longueur modérée (de 22% à 31% de la longueur à la fourche) possédant de 31 à 35 rayons mous.
- Deux nageoires dorsales séparées par un petit espace et suivies de 7 à 9 pinnules.
- Nageoire anale suivie de 6 à 8 pinnules.
- Nageoire caudale en forme de demi-lune qui supporte de chaque côté sur son pédoncule une forte carène latérale entre 2 carènes plus petites.
- Existence d'un processus inter-pelvien petit et bifide.
- Corps recouvert de très petites écailles, avec un corselet présentant des écailles plus grandes et plus épaisses mais peu remarquables.

Coloration :

- Dos noir-bleu métallique, flancs inférieurs gris argentés et ventre blanchâtre.
- Première nageoire dorsale de couleur sombre, deuxième nageoire dorsale et nageoire anale sombres avec un éclat argenté.
- Pinnules principalement de couleur sombre, à l'exception de quelques petites zones jaunes ou blanches chez les jeunes individus (Nakamura et Séret, 2002)

- Le ventre de certains individus présente des tâches blanc-argenté.

Internes :

- 19 à 25 branchiospines sur le premier arc branchial.
- Le foie est divisé en 3 lobes. Le droit est plus long que les deux autres. La surface ventrale du foie n'est pas striée.
- Présence d'une petite vessie natatoire.

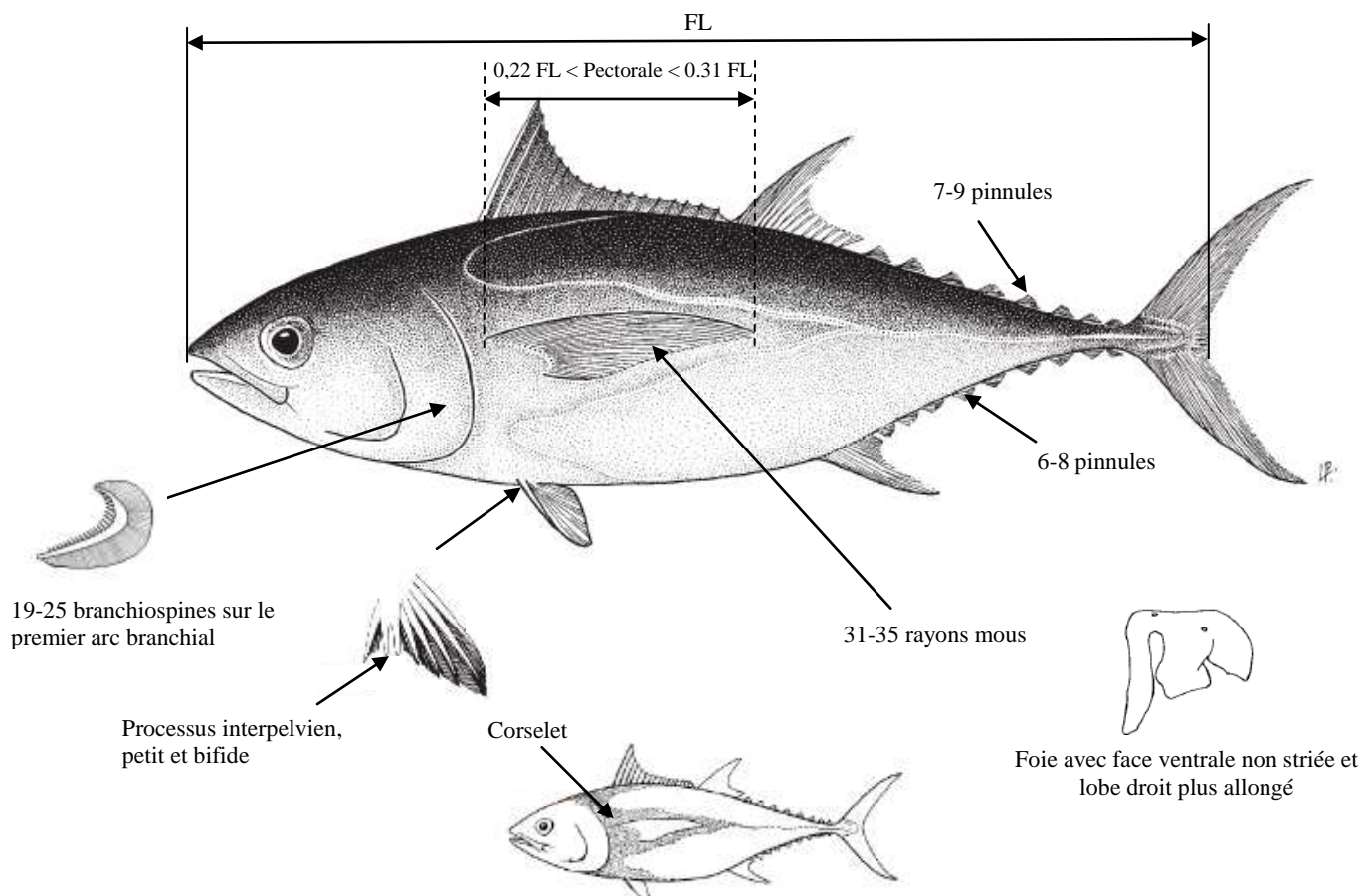


Figure 2. Schéma des principales caractéristiques de *Thunnus atlanticus* (fondé sur Collette et Nauen, 1983).

Caractéristiques des larves:

- Présence de 19 vertèbres précaudales et de 20 vertèbres caudales (Hare *et al.* 2001 ; Richards *et al.* 1990 ; Richards et Potthoff, 1973 ; Juarez, 1972). Selon Matsumoto *et al.* (1972), ce critère d'identification semble être le seul permettant de différencier les larves de thon à nageoires noires de moins de 13 mm de longueur standard (SL) des autres *Thunnus* avec certitude.
- Le premier arc hémal apparaît sur la 11^{ème} vertèbre (Richards *et al.* 1990 ; Richards et Potthoff, 1973 ; Juarez, 1972)
- Présence de mélanophores au niveau des pointes des mandibules inférieure et supérieure, dans la région cérébrale, à l'extrémité supérieure du préopercule et dans la partie distale de la nageoire dorsale épineuse (Juarez, 1972).
- La plupart des larves de thon à nageoires noires présentent des pigments sur la partie ventrale de la queue (Hare *et al.* 2001), toujours absents chez le thon jaune. Richards *et al.* (1990), ont observé sur un lot de 215 larves de 9,1 mm SL, identifiées formellement, la présence de ce caractère chez 93 % des individus et son absence dans 7 % des cas.
- Taille importante de la tête (35 à 43 % de FL), chez les larves comprises entre 4.36 mm et 7.37 mm (Juarez, 1972).
- Présence de mélanophores internes sur la partie dorsale du sac stomacal (Juarez, 1972).

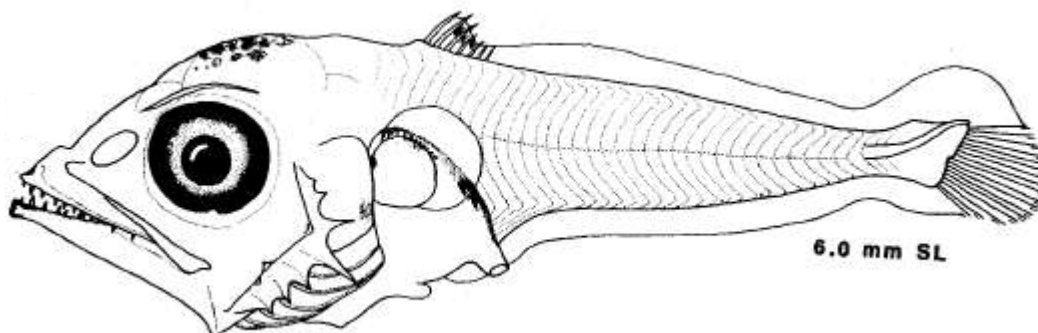


Figure 3. Schéma d'une larve de *Thunnus atlanticus* d'après Richards (1989).

Chez le **juvénile** de 28 mm (FL), on observe une pigmentation sur le péritoine de la partie ventrale et une concentration de pigments le long de la ligne latérale et sur certaines zones latérales et dorsales formant 6 bandes (Klawe et Shimada, 1959). A noter cependant que l'identification formelle des juvéniles à partir de critères externes, reste une question à résoudre. En particulier la distinction entre jeunes individus de thon noir et de thon jaune de moins de 30 cm reste incertaine sans recours à l'observation d'organes internes.

3. Biologie et études de la population

3.a Aire de répartition et habitat

Le thon à nageoires noires se retrouve exclusivement dans l'Atlantique ouest couvrant la zone 31 de la FAO, entre l'île de Martha's Vineyard au Massachusetts au nord et Rio de Janeiro, au Brésil au Sud. Compte tenu de la distribution des larves et juvéniles, il semble que les pontes aient lieu bien au large dans les eaux océaniques claires. L'aire de répartition, comprise entre 40°N et 22°S, englobe le Golfe du Mexique et la région Caraïbe (Collette et Nauen, 1983). D'après Zavala-Camin *et al.* (1991) cette espèce a été observée jusqu'à 31°S (au sud du Brésil). Bezerra *et al.* (2011) signalent également leur présence dans les captures des pêcheurs près de l'archipel Saint Pierre et Saint Paul localisé à 0°55'02''N et 029°20'42''O. Ce poisson peut être observé dans les eaux peu profondes où il peut être capturé par des sennes de plage, comme à Sainte Lucie ou aux îles Vierges (Morice et Cadenat, *in* Marcille, 1985)

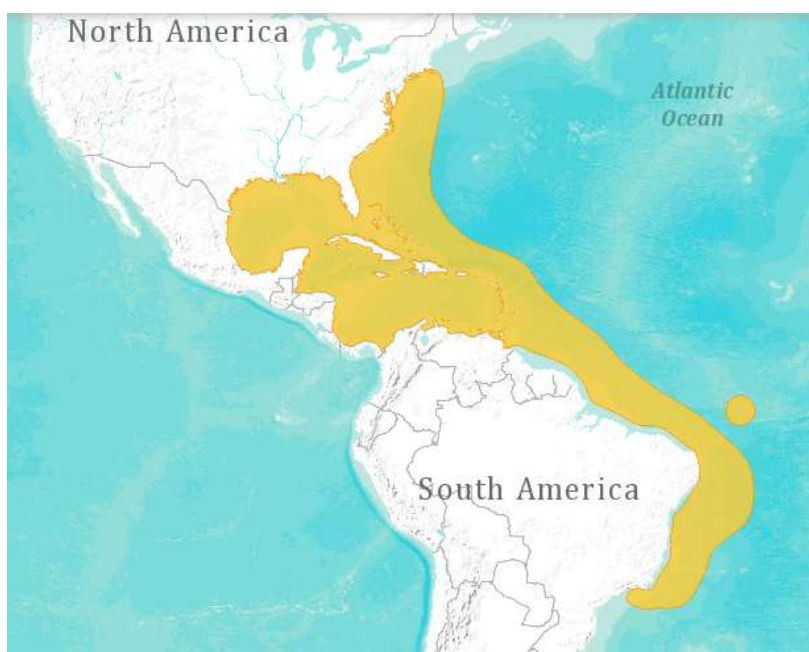


Figure 4. Carte de répartition géographique du thon à nageoires noires (source : site Internet IUNC - <http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=155276>).

Profondeur : Les plus grandes concentrations de thons à nageoires noires ont été observées entre 20m et 700m de profondeur avec une majorité entre 40m et 50m (Maghan et Rivas, 1971).

Température : Le facteur limitant de la distribution de cette espèce fréquentant les eaux chaudes de surface semble être l'isotherme minimal de 20°C (Froese et Pauly, 2012 ; Vieira *et al.* 2005).

3.b Croissance

L'âge et la croissance du thon à nageoires noires ont été déterminés en se basant sur les marques annulaires de l'épine de la première nageoire dorsale à Cuba de janvier 1983 à mars 1984 (Coll et Mendez, 1986). Les paramètres de l'équation de croissance de von Bertalanffy trouvés sont : $L_{\infty} = 598,2$ mm (FL), $k = 0,33$ année⁻¹ et $t_0 = -4,42$ jours. Aucune différence significative n'a été trouvée entre la croissance des mâles et celle des femelles.

En 2004, Doray *et al.* ont utilisé les microstructures présentes dans les otolithes de *Thunnus atlanticus* pour estimer l'âge et la croissance des thons capturés autour des DCP en Martinique. La formation des stries de croissance suit un rythme journalier. Les paramètres de l'équation de croissance de von Bertalanffy trouvés dans cette étude pour les deux sexes confondus sont : $L_{\infty} = 71,4$ cm (FL), $k = 0,002$ jour⁻¹ et $t_0 = -80$ jours.

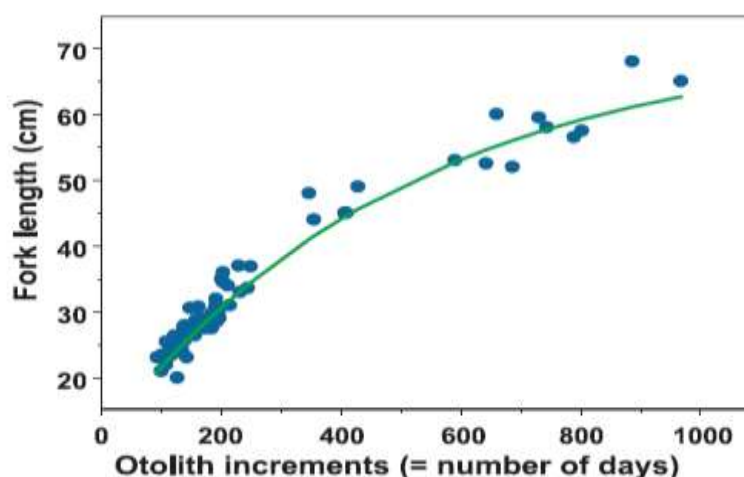


Figure 5. Age estimé pour le thon à nageoires noires, *Thunnus atlanticus*, et ajusté à la courbe de croissance de von Bertalanffy (Doray *et al.* 2004).

Les résultats suggèrent que le thon à nageoires noires a une croissance journalière plus importante lors de ses jeunes stades. L'échantillon de cette étude possède un grand nombre de juvéniles et pourrait donc mieux caractériser la croissance de ceux-ci.

Pendant cette même période au Brésil, Freire *et al.* (2005) trouvent, à partir d'une étude basée sur des distributions de fréquences de taille, les paramètres suivants pour la courbe de croissance de von Bertalanffy : $L_{\infty} = 92$ cm (FL), $k = 0,65$ année⁻¹ et $t_0 = 0$ année.

Tableau 1. Récapitulatif des paramètres dans la courbe de croissance de von Bertalanffy selon l'auteur.

zone	L_{∞} (FL)	k	t_0	Auteurs
Cuba	598,2 mm	0,33 année ⁻¹	-4,42 jours	Coll et Mendez, 1986
Martinique	71,4 cm	0,002 jour ⁻¹	-80 jours	Doray <i>et al.</i> 2004
Bresil	92 cm	0,65 année ⁻¹	0 année	Freire <i>et al.</i> 2005

Où FL (fork length)= longueur à la fourche

3.c. Relations biométriques

La formule empirique de Rounsefel et Everhart, $W = Cte \times L^b$ donne une relation entre le poids (W) et la longueur (L). Cette formule est utilisée dans les années 1960 à Cuba en obtenant comme équation finale pour 1760 thons à nageoires noires: $P = 0,0003935L^{2,97}$ (Carles, 1971).

Dans l'ensemble, les résultats des différents auteurs présentés dans le **tableau 2** suggèrent que la croissance du thon à nageoires noires serait relativement isométrique.

Tableau 2. Différentes relations longueur-poids de *Thunnus atlanticus*.

Zone	Equations (taille-Poids)	N	Gamme de taille (cm)	Source
Cuba (Nord-est)	$W=3,935 \times 10^{-4} L^{2,97}$	1760	34 - 52	Carles 1971
Cuba (Sud-ouest)	$W=8,26 \times 10^{-5} L^{2,6302}$	418	34 - 73	Valle-Gomez 1992
Brésil (Nord-est)	$RWT=0,0255 TL^{2,8438}$	303 ♀	46 - 74	Vieira <i>et al.</i> 2005
	$RWT=0,0108 TL^{3,0588}$	643 ♂	47 - 86	
	$RWT=0,0128 TL^{3,0165}$	946	46 - 86	
Brésil (Nord-est)	$GWT=0,00003 FL^{2,8569}$	5316 ♂ et ♀	23 - 87	Freire <i>et al.</i> 2005
Martinique	$RWT=0,00001 FL^{3,0819}$	2428 ♂ et ♀	18,5 à 81 cm	Rivoalen <i>et al.</i> 2007
Martinique	$GWT=0,00002 FL^{3,0279}$	1946 ♂ et ♀	20 et 78 cm	Rivoalen <i>et al.</i> 2007

Où W = poids ; GWT (guttet weight) = poids éviscéré ; RWT (round weight) = poids vif ;

L = longueur ; TL (total length) = longueur totale ; FL (fork length) = longueur à la fourche

3.d. Maturité

3. d. 1. Tailles de première maturité

Les thons à nageoires noires atteignent leur maturité sexuelle lorsqu'ils mesurent entre 39 et 55 cm (longueur à la fourche). Le **tableau 3** regroupe les différents travaux sur les tailles de première maturité.

Deux études menées au Brésil montrent que les mâles sont mûres à une taille plus grande que celle des femelles (Freire *et al.* 2005 et Bezerra *et al.* sous presse 2012).

Les données du **tableau 2** suggèrent que la taille de première maturité croît lorsque l'on se rapproche du Sud de la zone de répartition du thon à nageoires noires. A Cuba, elle a été estimée dès 39 cm (Valle-Gomez, 1992), à San Andres, elle est de 40 cm (Castro *et al.* 2007). Au Brésil la maturité des gonades est atteinte, selon les auteurs, entre 52 et 55 cm pour les mâles et entre 48 et 51 cm pour les femelles.

Tableau 3. Différentes tailles de première maturité de *Thunnus atlanticus*.

Zone	Taille de première maturité (FL50 en cm)	Source
Cuba	39	Valle-Gomez, 1992
Colombie (San Andres)	40	Castro <i>et al.</i> 2007
Brésil (Baia Formosa)	52.1 ♂	Freire <i>et al.</i> 2005
	49.8 ♀	
Brésil (Rio Grande do Norte)	FL50 = 51 ♀	Vieira <i>et al.</i> 2005
	FL100 = 57,5 ♀	
Brésil (Archipel de Saint Pierre et Saint Paul)	55 ♂	Bezerra <i>et al.</i> (sous presse 2012)
	48 ♀	

Où $FL50$ = longueur à la fourche à laquelle 50% des individus sont matures ; $FL100$ = longueur à la fourche à laquelle 100% des individus sont matures

3. d. 2. Maturation des gonades

Deux méthodes sont utilisées pour suivre la maturation des gonades, le calcul des indices gonado-somatique (GSI) ou gonadique (GI) et la classification des gonades par observation macroscopique. Cette classification se fait essentiellement à l'aide de l'échelle de Jolley (1977) qui distingue 6 stades : 0 = Immature (sex indifférenciable), 1 = immature, 2 = au repos, 3 = active, 4 = fluente (condition de ponte), 5 = ayant frayé.

Des individus matures et en reproduction ont été observés à Cuba (Carles, 1971). La présence d'un pourcentage important d'individus en stades 2, 3 et 4 sur une échelle de 5 stades, au fil des mois, laisse à penser qu'il ne

s'agit pas de la même population d'un mois sur l'autre. Pendant les mois de Juillet et Août, les individus avec une maturité complète sont les plus nombreux, ils représentent 83,6% des femelles et 77,4% des mâles.

Par l'observation macroscopique des stades de maturité des gonades, les travaux de Freire *et al.* (2005) ainsi que ceux de Vieira *et al.* (2005) suggèrent que la région Nord-Est du Brésil est une zone de reproduction pendant la période de Septembre à Janvier. Les maturations initiales y ont lieu au cours des mois de septembre et octobre. Pendant les deux mois qui suivent, les individus sont en pleine reproduction.

Les derniers travaux sur la reproduction des thons à nageoires noires (Bezerra *et al.* sous presse 2012) ont permis de suivre leur activité durant tous les mois sur plusieurs années autour de l'archipel de Saint Pierre et Saint Paul (Brésil). Une émission des gamètes a été observée pratiquement tous les mois de l'année, avec tout de même une activité plus importante de décembre à mars.

La mesure des indices gonado-somatique (GSI) ou gonadique (GI) donne une idée du stade de développement de la gonade par son poids, relatif au poids de l'individu.

Selon les résultats obtenus par Bezerra *et al.* (sous presse 2012), les plus importantes valeurs de GI se rencontrent majoritairement au cours des trois premiers mois de l'année.

Tableau 4. Indices Gonado-somatiques et gonadiques du thon à nageoires noires.

Indices	Zone	N	Résultats	Source
gonado-somatique $GSI=(Wg \times 100)/ Wd$	Brésil (Nord-est)	5316	♀ Pas de modèle type ♂ Valeurs plus élevées en Décembre	Freire <i>et al.</i> 2005
gonadique $GI=(Wg \times 10^5)/FL^3$	Brésil (SPSPA)	361	♀ 6.62 à 58.38 ♂ 2.63 à 66.20	Bezerra <i>et al.</i> (sous presse, 2012)

Où Wg (gonadal weight)= poids gonadique; Wd (guttet weight) = poids évidé; FL (fork length)= longueur à la fourche

3.e. Sex-ratio

Les travaux réalisés sur le thon à nageoires noires montrent tous une prédominance des mâles par rapport aux femelles. Cependant les auteurs restent prudents sur ce résultat en raison d'un trop grand nombre d'individus non-identifiés.

Deux études brésiliennes obtiennent les valeurs suivantes de sex-ratio : 1,9♂ : 1♀ (Freire *et al.* 2005) et 4,2, soit 2,1♂ :0,5♀ (Vieira *et al.* 2005). Cependant le sex-ratio obtenu par Freire *et al.* (2005) n'est pas significativement différent de 1 :1.

Seule une étude réalisée par Bezerra *et al.* (sous presse 2012) trouve une plus grande fréquence de femelles au cours des mois de Mars et Septembre. Le reste de l'année les mâles sont plus abondants avec un sex-ratio de 2,2 soit 2,2♂.: 1♀.

Au cours de pêches expérimentales réalisées autour de DCP près de la Martinique, Taquet *et al.* (2000) observent dans les prises de thon à nageoires noires de longueur à la fourche comprise entre 30 et 82 cm, 80 % d'individus mâles.

3.f. Reproduction

Différents auteurs ont rapporté que la température de surface est un paramètre important dans la distribution et l'abondance des larves (Katsanevakis *et al.* 2006 ; Sánchez-Velasco *et al.* 2004). Il semble que le thon à nageoires noires se reproduise lorsque la température de l'eau atteint les 27°C (Juarez et Frias, 1986).

Hare *et al.* (2001) ont mis en évidence une profondeur moyenne des larves de *T. atlanticus* supérieure la nuit que le jour (entre 10 et 35 m), à proximité de Porto-Rico, lorsque la salinité et la température sont homogènes sur 80 m de profondeur. Cette mobilité est réduite par la présence d'une halocline ou d'une thermocline.

Pereiro Abreu et Frias Fonseca (2010) n'ont trouvé aucune corrélation entre la température de surface et la présence de larves.

Au sud-est des Etats-Unis la période de reproduction a été déterminée entre Avril et Novembre (Idyll et De Sylva, 1963 ; Juarez, 1978) avec un pic aux mois de Juin et Juillet (Richardson *et al.* 2010).

A Cuba, de fortes concentrations de larves (jusqu'à 435 larves/100m²) ont été recensées en Avril (Pereiro Abreu et Frias Fonseca, 2010) et en Mai-Juillet (Olvera Limas *et al.* 1988).

A Porto Rico et aux Iles Vierges la présence de larves a été notée lors de campagnes scientifiques en Mai et en Novembre/Décembre, néanmoins l'abondance des larves suggère un pic de ponte pendant le printemps et l'été (Hare *et al.* 2001).

Au Brésil, les pontes ont été observées plus tardivement en fin d'année (Octobre – Décembre) avec un pic d'activité reproductrice en Décembre (Kácia *et al.* 2005).

Si l'on considère que l'on définit une zone de reproduction par la présence d'individus matures, d'œufs et/ou de larves alors le thon à nageoires noires se reproduit sur une grande partie de sa zone de répartition, dès que les conditions sont favorables. Les pontes ont lieu d'Avril à Décembre avec un pic durant les mois chauds (Mai et Juin principalement), à l'exception du Brésil où la plus forte activité reproductrice a été observée en Décembre.

3.g. Migrations

Les grands pélagiques et particulièrement les thonidés ont tendance à s'agréger dans les zones d'upwelling (Ramos et Sangra, 1992), près des hauts fonds et des tombants océaniques, lieux procurant des conditions nourricières favorables (Fiedler et Bernard, 1987).

Les campagnes de marquage permettent d'accroître les connaissances sur les déplacements des poissons pélagiques. Des thons à nageoires noires ont été recapturés dans la même zone que leur lieu de marquage à St Vincent et les Grenadines (Singh-Renton et Renton, 2007) et aux Bermudes (Luckhurst *et al.* 2001), avec parfois un laps de temps très long (près de 4 ans).

De là, trois hypothèses sont proposées (Luckhurst *et al.* 2001) :

1) des populations de thons à nageoires noires sont résidentes et inféodées à une zone favorable à leur nourrissage et à leur reproduction. A Saint Vincent et les Grenadines, les recaptures effectuées côté mer des Caraïbes (côte ouest) ont montré de faibles déplacements des individus, parfois recapturés au lieu exact de leur marquage. Dans le même temps des individus marqués et recapturés côte Atlantique ont parcouru des distances plus importantes (Singh-Renton et Renton, 2007). Ces variations pourraient s'expliquer par la stabilité relative des conditions trophiques en liaison avec la morphologie et l'exposition océanique du plateau insulaire. En effet, sur la côte Caraïbe, la configuration étroite du plateau océanique associée aux courants de marée auraient pour effet de concentrer les bancs de petites proies, apportant de bonnes conditions trophiques de manière permanente aux thons à nageoires noires. Sur la côte Atlantique, où les conditions sont plus océaniques donc moins stables, les recaptures, moins nombreuses, ont été effectuées beaucoup plus loin du lieu de marquage.

2) les thons à nageoires noires fréquentent au cours de leur vie une zone de nourrissage et une zone de reproduction empruntant une route de migration annuelle stable. Aux Bermudes, les thons à nageoires noires quitteraient leur zone de nourrissage au cours du premier trimestre quand la température de l'eau diminue (saison fraîche) pour se diriger vers une zone où les eaux chaudes sont plus propices à la reproduction (Juarez et Frias, 1986). Ce phénomène de migration pourrait expliquer les observations de Doray *et al.* (2004) qui ont mis en évidence l'absence d'une classe de taille comprise 35 et 48 cm autour des Dispositifs de Concentration de Poissons (DCP) de la Martinique. Cela pourrait correspondre à une migration trophique de ces individus âgés de 7/8mois qui reviendraient 8 mois plus tard pour se reproduire.

3) Une combinaison des 2 premières hypothèses où des populations seraient migratrices et d'autres résidentes

3.h. Régime alimentaire

Le thon à nageoires noires est une espèce épipélagique vivant principalement dans les 50 premiers mètres (Maghan et Rivas, 1971). Il se nourrit de jour (Headley *et al.* 2009).

Son régime alimentaire varié est composé principalement de poissons, de céphalopodes et de crustacés (Headley *et al.* 2009 ; Guevara, 1984 ; Manooch et Mason, 1983 ; Carles, 1971). Quantitativement ce sont les poissons qui représentent la majeure partie de l'alimentation.

Plusieurs études mettent en évidence une variation du régime alimentaire des thons en fonction de leur taille. Dans l'étude de Guevara (1984) à Cuba, on observe une variation dans la composition de l'alimentation. Les estomacs de thons à nageoires noires d'une taille supérieure à 62 cm de FL présentaient un volume important (55% du volume total) de Mollusques, principalement des céphalopodes. Les individus de classes de tailles inférieures présentaient eux en grande majorité des restes de poissons, la part de Mollusques ne dépassant pas les 15% du volume total. Les grands individus semblent donc diminuer la consommation de poissons pour favoriser la capture des céphalopodes. Chez les jeunes thons, la présence de déchets flottants et d'algues dans leurs estomacs sous-entend un nourrissage en surface (Manooch et Mason, 1983).

La taille des proies semble varier suivant la taille des thons à nageoires noires. Manooch et Mason (1983) ont montré que les petits individus préfèrent des proies de tailles réduites (larves de crustacés, juvéniles de poissons) alors que les individus de plus grandes tailles choisissent des proies plus grosses (poissons adultes).

3.i. Physiologie

À l'instar des autres thonidés, le thon à nageoires noires est une espèce très active. La capacité de conserver la chaleur métabolique dans le muscle rouge et dans d'autres régions du corps comme le cerveau, les yeux et les viscères (endothermie locale), un taux métabolique élevé et un volume cardiaque à fréquence modulée différencient les thonidés des autres poissons (Graham et Dickson, 2004 ; Dickson et Graham, 2004). Ces spécialisations favorisent la nage continue et rapide des thonidés en régulant la température corporelle et en augmentant l'efficacité de leurs muscles.

Les thons possèdent un système respiratoire hautement développé intégrant un réseau de vaisseaux à contre-courant (*retia mirabilia*), qui réduit la perte de chaleur produite par la musculature et qui accroît l'efficacité de l'échange d'oxygène (Graham et Dickson, 2004). La vascularisation cutanée est plus développée dans le genre *Thunnus* que chez les autres thons et reflète une moindre importance de la voie vasculaire centrale et de son *rete* associé chez les thonidés adultes. Le thon à nageoires noires possède un petit *rete* central.

La taille et le stade de développement du thon affectent également sa capacité à conserver la chaleur. Les adultes possèdent une plus grande masse et sont capables de conserver une plus grande quantité de chaleur par inertie thermique, que les juvéniles (Brill *et al.* 1999 ; Maury, 2005).

La nage des thonidés se caractérise par un système de propulsion comprenant une ondulation latérale minimale et par la concentration de la production de la force dans l'oscillation rapide de la nageoire caudale. Parmi tous les téléostéens, seuls les thons utilisent ce type de nage (Graham et Dickson, 2004).

3.j. Comportement

Plusieurs auteurs se sont intéressés au comportement du thon à nageoires noires autour d'objets flottants comme les DCP. Ces travaux ont été conduits en Martinique par Doray *et al.* (2005, 2006, 2007 et 2009) et Doray (2006) à l'aide principalement d'échosondeurs et de vidéos. Les résultats de ces études montrent une présence d'agrégations importantes de *Thunnus atlanticus* autour des DCP. Les bancs de poissons observés sont plurispécifiques mais homogènes en termes de taille des individus. Les travaux réalisés en Martinique permettent de distinguer deux types d'agrégations diurnes de thons et une agrégation nocturne. De jour, on peut identifier : une concentration de thonidés juvéniles (FL moyenne : 30 cm) observée très près de la surface durant 25 % des périodes diurnes échantillonnées ainsi qu'une grande agrégation de thons observée en sub-surface (de 35 à 100 m de profondeur) lors de toutes les phases diurnes ; cette agrégation est essentiellement constituée de thons noirs (*Thunnus atlanticus*) de 58 cm FL. Enfin une agrégation de sub-surface, aux dimensions plus réduites et composée de thons et « d'extranatants » (poissons restant à distance de 10 à 50 m du DCP) est observée lors de 75 % des périodes nocturnes. La faible vulnérabilité diurne des thons de sub-surface aux techniques de ligne utilisées indique qu'ils ne se nourrissent pas activement durant la journée. Ces poissons pourraient se nourrir préférentiellement d'organismes mésopélagiques durant les phases de transition et nocturnes autour des DCP ancrés (Doray *et al.* 2007).

Le comportement des bancs libres de thon à nageoires noires est mal connu. Springer (1957) étudie leur activité alimentaire au large de la côte du Mississippi. A partir de 16h, des bancs de thons à nageoires noires ont été observés s'agitant en surface, des individus de 2 à 3 kg qui ciblaient visiblement des bancs de petits poissons de moins de 7,6 cm. Cette agitation a duré jusqu'à la tombée de la nuit. Selon Marcille (1985) l'observation de bancs de thon à nageoires noires, habituellement de taille moyenne et très mobiles, est pratiquement toujours aisée en raison de leur activité en surface et de la présence d'oiseaux.

3.k. Mortalité naturelle

La mortalité naturelle a été calculée par Freire *et al.* (2005) à l'aide de l'équation de Pauly utilisant les paramètres de la courbe de croissance de von Bertalanffy et la température moyenne de l'eau. Avec une température moyenne de surface pendant les saisons de pêche de 1996 et 97, le taux de mortalité naturelle calculé est de 0.94 par an, avec une mortalité par pêche de 1.40 par an et un taux d'exploitation de 59.7 %.

4. Distribution et exploitation

4.a. Population/Structure des stocks

Saxton (2009) étudie la structure génétique d'une population de thons à nageoires noires provenant de deux régions : le Golfe du Mexique et le Nord-Ouest Atlantique. Trois cent vingt-trois paires de bases d'ADN mitochondrial et six loci microsatellites ont été analysés. Les résultats montrent une importante diversité génétique de la population aussi bien intra-régionale qu'inter-régionale (le Golfe du Mexique et le Nord-Ouest Atlantique) soulignant le comportement migratoire de l'espèce. Selon les courants océaniques existants, on peut supposer que les larves provenant du Golfe du Mexique peuvent se disperser dans le Nord-Ouest Atlantique, l'inverse étant peu probable.

A l'heure actuelle, la structure des stocks est très peu connue. Il serait nécessaire de travailler davantage sur ce point avec des échantillons plus importants.

4. b. Description des pêcheries: prises et effort, prise par âge

Les statistiques de la FAO (FishStatJ, 2012) montrent entre 1950 et 2010 une évolution des captures de thon à nageoires noires qui pourrait être décomposée en 3 phases. La première de 1950 au début des années 1970, montre des débarquements en augmentation avec uniquement des chiffres provenant des Antilles françaises. En 1973, une chute importante des déclarations de captures de ces îles s'accompagne progressivement d'une augmentation des déclarations de capture du Brésil, de la République dominicaine, de Grenade et à partir de 1981 de Cuba. Cette progression des débarquements se fera jusqu'en 2002.

Les débarquements de thons à nageoires noires ont évolué de 600 tonnes (t) dans les années 1950, 2 000 t dans les années 1970, à 4 000 t dans les années 2000 avec un pic de 5 258 t en 2002. On observe en 2003 une chute de la production mondiale. Depuis cette date les chiffres fluctuent entre 1 400 t et 2 800 t. Les déclarations de capture des pays des Grandes Antilles deviennent plus importantes que les chiffres des pays continentaux et des Petites Antilles.

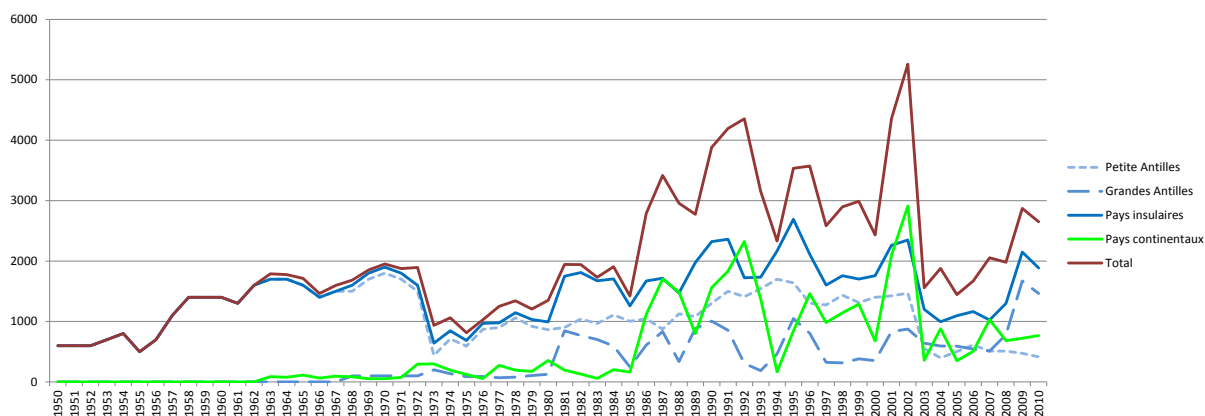


Figure 6. Déclarations de captures de thon à nageoires noires dans l'Atlantique de 1950 à 2010 (FishStatJ, 2012)

Selon les données de la FAO, 16 pays exploitent le thon à nageoires noires. Sur la base des moyennes de déclarations de capture faites entre 2003 et 2010, il ressort que la pêche de cette espèce se fait essentiellement dans l'Atlantique Centre Ouest (1 775 t). Il s'agit des Grandes Antilles (849 t), avec en particulier la République Dominicaine (340 t) et surtout Cuba, principal exploitant du thon à nageoires noires avec des captures à hauteur de 488 t. Les pays continentaux qui exploitent cette zone sont essentiellement le Mexique (9 t), les Etats-Unis d'Amérique (14 t) et surtout le Venezuela (393 t). Enfin, les pays des Petites Antilles déclarent en moyenne 504 t de thon à nageoires noires dans cette zone 31 de la FAO. Les autres secteurs exploités sont l'Atlantique Sud-Ouest par le Brésil (210 t), l'Atlantique Centre-Est par le Sénégal (93 t) et enfin l'Atlantique Nord-Ouest par les Etats-Unis d'Amérique (2 t).

Au cours de cette même période (2003 à 2010) et selon les données de la tâche 2 de la CICTA, les principaux engins exploitant le thon à nageoires noires sont la senne (essentiellement au Venezuela) et la palangre. Les petites pêches artisanales pratiquent surtout la pêche à la ligne sous différentes formes. Le thon à nageoires noires peut aussi se prendre dans les nasses ou les sennes de plage lorsqu'ils se rapprochent de la côte. Depuis le début des années 1990, dans la région Caraïbes, la pêche du thon à nageoires noires se pratique aussi autour des DCP ce qui pourrait avoir pour effet d'augmenter légèrement les captures notamment dans les Petites Antilles (CFFM, 2012).

Les statistiques de la FAO n'incluent probablement pas toutes les prises de thon à nageoires noires. Il est en effet probable que les juvéniles, qui sont très difficiles à distinguer d'autres espèces, ou que les pêches récréatives ne soient pas intégrés à ces données de captures. D'importantes fluctuations dans ces données semblent refléter une discontinuité de déclaration de plusieurs pays. Il est donc difficile de se faire une idée à partir de ces chiffres de l'évolution de cette ressource.

L'examen de séries de données réalisé dans différentes études donne des résultats peu concordants. Une étude à Baia Formosa au Brésil indique une augmentation des captures entre 1993 et 2001, passant de 16,8 t à 48,6 t en moyenne par an. Ce résultat est entaché de doutes en raison d'éventuelles erreurs d'identification. En effet, le thon à nageoires noires est appelé dans cette région « albacore », ce qui peut porter à confusion avec le thon jaune (*Thunnus albacares*) (Freire *et al.* 2005). Une étude précédente conduite aux Bermudes montre au contraire une grande stabilité du nombre d'individus débarqués issus de la pêche commerciale entre 1975 et 1997, avec une fluctuation faible au cours des années ; comprise entre 5 t et 16 t (Luckhurst *et al.* 2001).

L'IUCN a inscrit le thon à nageoires noires comme « Least Concern » (IUCN, 2010) et recommande que cette espèce soit suivie avec attention. Cette position a été prise en 2010 sur la base des constats suivants :

- les données de débarquements montrent des fluctuations sans évidence d'une tendance au déclin,
- certaines nations faisant des pêches importantes de cette espèce, ont cessé de déclarer leurs captures
- les pays qui déclarent leurs débarquements ne font pas apparaître de diminution de ceux-ci.

La saisonnalité de la pêche du thon à nageoires noires a été étudiée dans plusieurs régions. Aux Bermudes 50 à 70% des débarquements se produisent de juillet à septembre (Luckhurst *et al.* 2001). La majeure partie des captures est réalisée au cours du mois de Juin pour la zone Nord-Occidentale de Cuba, puis au mois de mai pour les zones sud-occidentale et Nord-Centre-Orientale de Cuba (Carles Martin, 1991). En Martinique les captures mensuelles par sortie en mer montrent des pics de CPUE durant la même période qu'aux Bermudes, de juillet à septembre (Mathieu *et al.* sous presse). Enfin, plus à l'Ouest, dans les eaux de l'île de San Andres, 70% des captures se font de février à juillet avec des pics entre avril et juin (Grandas Olarte et Castro Gonzalez, 2004).

Dans la région Caraïbes les individus capturés présentent une taille minimale de 20 cm et des tailles maximales situées entre 60-70 cm (Valle-Gomez, 1992 ; Rivoalen *et al.* 2007 ; Gobert, 1988 ; Castro *et al.* 2007). En Amérique du Sud, les tailles maximales de capture semblent plus élevées avec 87 cm pour le Brésil (Freire *et al.* 2005) et 95,5cm pour le Vénézuéla (Arocha *et al.* 2012). Plusieurs études réalisées en Martinique ont montré qu'il existe une différence de fréquences de taille des prises selon les techniques de pêche utilisées. A la ligne de traîne au large on observe 2 pics, le plus important autour de 25 cm et l'autre entre 50 et 55 cm. A la ligne de traîne profonde pratiquée sur les hauts fonds et les accores les captures se situent majoritairement autour de 50-55 cm.

L'heure à laquelle s'effectue la pêche est un facteur déterminant pour la taille des thons à nageoires noires capturés autour des DCP. Les plus gros individus (LF > 40cm) sont capturés très tôt le matin, ou bien en quantité

moins importante au cours de l'après-midi, après 3 :00 h (Mathieu *et al.* sous presse). Le reste de la journée les prises autour des DCP sont majoritairement constituées d'individus juvéniles (pic de fréquences de taille autour de 25 cm).

5. Bibliographie

- ANON. 1990. Manual de operaciones para las estadísticas y el muestreo de túnidos y especies afines en el océano Atlántico. CICAA. Madrid, 185 pp.
- AROCHA F., A. Barrios, J. Marcano and X. Gutierrez. 2012. Blackfin tuna (*Thunnus atlanticus*) in the Venezuelan fisheries. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 68(3): 1253-1260.
- BATTAGLIA A. 1993. Les grands poissons pélagiques à la Martinique et en région Caraïbe. Biologie et pêche. Ifremer, Rapp. DRV N° 93/027.
- BEZERRA N.P.A., P. Travassos, F.H.V. Hazin, D. de L. Viana and B.C.L. Macena. 2011. Occurrence of blackfin tuna *Thunnus atlanticus*, Lesson 1931 (Scombridae) in Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil. Pan-American Journal of Aquatic Sciences (2011), 6(1):68-70.
- BEZERRA N. P. A., C. A. F. Fernandes, F. V. Albuquerque, V. Pedrosa, F. Hazin and P. Travassos. Submitted in 2012. Reproductive biology 1 of the blackfin tuna *Thunnus atlanticus* (Perciformes: Scombridae) in the Equatorial Atlantic, Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil. Revista de Biologia Tropical.
- BRILL R.W., B.A. Block, C.H. Boggs, K.A. Bigelow, E.V. Freund y D.J. Marcinek. 1999. Horizontal movements, depth distribution of large, adult yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) near the Hawaiian Islands, recorded using ultrasonic telemetry: implications for the physiological ecology of pelagic fishes. Marine Biology, 133: 395-408.
- CARLES C.A. 1971. Características biológico-pesqueras del bonito (*Katsuwonus pelamis*) y la albacora (*Thunnus atlanticus*) en la costa nororiental de Cuba. Contr. Centr. Invest. Pesq. Cuba, (32),11-48.
- CARLES MARTIN C. A. 1991. Composición por especies de las capturas de tunidos con vara en Cuba. SCRS/91/61
- CARPENTER, K.E. (Ed.). 2002. The living marine resources of the western central Atlantic. Volume 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome, FAO: 1375-2127.
- CASTRO E., H. Bent, C. Ballesteros and M. Prada. 2007. Large pelagics in the southern section of the seaflower marine protected area, San Andres archipelago, Colombia: a fishery in expansion. Gulf and Caribbean Research Vol 19(2), 131–139.
- COLL, I.G. and A.B. Mendez. 1986. Determinación de la edad y el crecimiento del bonito, *Katsuwonus pelamis* y la albacora, *Thunnus atlanticus* en la región nororiental de Cuba. Revista de Investigaciones Marinas. Vol. VII, N°3, 1986.
- COLLETTE, B.B. and C.E. NAUEN, 1983. FAO Species Catalogue. Vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. Rome: FAO. FAO Fish. Synop. 125(2):137 p.
- CRFM. 2012. Report of Eighth Annual Scientific Meeting – Kingstown, St. Vincent and the Grenadines, 20 - 30 June 2012. CRFM Fishery Report - 2012. Volume 1. 150p.
- DICKSON K. A. and J.B. Graham. 2004. Evolution and consequences of endothermy in fishes. Physiological and Biochemical Zoology 77 (6): 998-1018.
- DORAY M., B. Stéquent, and M. Taquet. 2004. Age and growth of blackfin tuna (*Thunnus atlanticus*) caught under moored fish aggregating devices, around Martinique Island. Aquatic Living Resources 17, 13–18.

- DORAY M., P. Petitgas, E. Josse and S. Mahévas. 2005. A geostatistical method for assessing biomass of tuna aggregations around moored Fish Aggregating Devices with star acoustic surveys. IECS CM 2005.U: 15.
- DORAY M., E. Josse, P. Gervain, L. Reynal and J. Chantrel. 2006. Acoustic characterization of pelagic fish aggregations around moored fish aggregating devices in Martinique (Lesser Antilles). *Fisheries Research* 82 (2006) 162–175.
- DORAY M. 2006. L'agrégation de thons de sub-surface au sein du système [DCP ancré – macronecton – environnement – pêche] en Martinique : étude hiérarchique par méthodes acoustiques, optiques et halieutiques. Thèse ENSA, Rennes, France, 423 p.
- DORAY, M., E. Josse, P. Gervain, L. Reynal and J. Chantrel. 2007. Joint use of echosounding, fishing and video techniques to assess the structure of fish aggregations around moored Fish Aggregating Devices in Martinique (Lesser Antilles). *Aquatic Living Resources*, 20:357–366.
- DORAY M., P. Petitgas, L. Nelson, S. Mahevas, E. Josse and L. Reynal. 2009. The influence of the environment on the variability of monthly tuna biomass around a moored, fish-aggregating device. *ICES Journal of Marine Science*, 66: 1410–1416.
- FAO Fisheries and Aquaculture Department, Statistics and Information Service
FishStatJ: Universal software for fishery statistical time series. Copyright 2011
- FIEDLER P.C. and H.J. Bernard. 1987. Tuna aggregation and feeding near fronts observed in satellite imagery. *Continental Shelf Research* 7:871–881.
- FREIRE K. M. F., R. Lessa and J. E. Lins-Oliviera. 2005. Fishery and biology of Blackfin tuna *Thunnus atlanticus* off Northeastern Brazil. *Gulf and Caribbean Research*, Vol. 17: 15-24.
- FROESE, R. and D. Pauly. Editors. 2012. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (12/2012).
- GOBERT B. 1988. Les thons et espèces voisines dans les pêcheries artisanales martiniquaises en 1987. Col.Vol.Sci.Pap. ICCAT, 30 (1) : 77-83.
- GRAHAM, J.B. and K.A. Dickson. 2004. Tuna comparative physiology. *The Journal of Experimental Biology* 207: 4015-4024.
- GRANDAS OLARTE Y. and E. Castro Gonzalez. 2004. Catch and Effort Regime in Pelagic Small Scale Fishery in San Andres Island, West Caribbean. CFI:55.
- GUEVARA, E. C. 1984. Alimentación de la albacora *Thunnus atlanticus* en la región sur occidental de Cuba. *Rev. Invest.* 5, 37–45.
- HARE, J.A., D.E. Hoss, A.B. Powell, M. Konieczna, D.S. Peters, S.R. Cummings, R.E. Robbins. 2001. Larval distribution and abundance of the family Scombridae and Scombrobracidae in the vicinity of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Bulletin of the Sea Fisheries Institute* 153(2):13-30.
- HEADLEY, M., H.A. Oxenford, M.S. Peterson, P. Fanning. 2009. Size related variability in the summer diet of the blackfin tuna (*Thunnus atlanticus* Lesson, 1831) from Tobago, the Lesser Antilles. *J. Appl. Ichthyol.* 1.25,669–675.
- IDYLL C.P. and D. De Sylva. 1963. Synopsis of biological data on the blackfin tuna *Thunnus atlanticus* (Lesson) 1830 (Western Atlantic). *FAO Fisheries Biology Synopsis* 68:761–770.
- IGFA, 2001. Database of IGFA angling records until 2001. IGFA, Fort Lauderdale, USA.
- IUCN. 2010. <http://www.iucnredlist.org/details/155276/0>.

- JOLLEY, J.W. 1977. The biology and fishery of Atlantic sailfish *Istiophorus platypterus*, from south-east Florida. Florida Marine Research Publication 28, 31 p.
- JUAREZ, M. 1972. Las formas larvarias del *Thunnus atlanticus*. Mar Pesca 78: 26-29.
- JUAREZ A. 1978. Distribucion de las larvas de la Familia *Scombridae* en aguas adyacentes a las Bahamas. Rev. Cub. Inv. Pesq. 3(4).
- JUAREZ M. y P. Frías. 1986. Distribución de las larvas de bonito (*Kasuwonus pelamis*) y falsa albacora (*Thunnus atlanticus*) (Pisces: Scombridae) en la zona económica de Cuba. Actas de la conferencia ICCAT sobre el Programa del Año Internacional del Listado. Madrid, 533 p.
- KATSANEVAKIS S. and G. Verriopoulos. 2006. Modelling the effect of temperature on hatching and settlement patterns of meroplanktonic organisms: the case of the octopus. Sci Mar 70: 699–708.
- KLAWE W.L. and B.M. Shimada. 1959. Young scombroid fishes from the Gulf of Mexico. Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb. 9 (1) (1959), pp. 100–115.
- LUCKHURST B. E., T. Trott and S. Manuel. 2001. Landings, seasonality, catch per unit effort and tag-recapture results of yellowfin tuna and blackfin tuna at Bermuda. American Fisheries Society Symposium, 25, 225– 234.
- MAGHAN W. B. and L. R. Rivas. 1971. The blackfin tuna (*Thunnus atlanticus*) as an underutilized fishery resource in the tropical western atlantic ocean. FAO LIBRARY AN: 117191.
- MANOOCH C.S. and D.L. Mason. 1983. Comparative food studies of yellowfin in tuna, *Thunnus albacares*, and blackfin tuna, *Thunnus atlanticus*, (Pisces: Scombridae) from the southeastern and gulf coast of the United States. Acta Ichthyol. Pisc. 8, 25–46.
- MARCILLE J. 1985. Tuna resources of the Lesser Antilles. Present state of fishing and prospects for development. FAO Fish. Circ., (787): 33 p.
- MATHIEU H., C. Pau et L. Reynal. Sous presse. What do we know about Blackfin tuna (*Thunnus atlanticus*)? GCFI, Santa Marta, Colombia, November 2012.
- MATSUMOTO, W. M., E. H Ahlstrom, S. Jones, W. L. Klawe, W. J. Richards and S. Ueyanagi. 1972. On the clarification of larval tuna identification particularly the genus *Thunnus*. *Fishery Bulletin US* 70, 1–12.
- MAURY O. 2005. How to model the size-dependent vertical behaviour of bigeye (*Thunnus obesus*) tuna in its environment. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 57(2): 115-126.
- NAKAMURA I. et B. SÉRET, 2002. Clef d'identification pratique des thons du Genre *Thunnus*. Cybium 2002, 26(2).
- OLVERA LIMAS R., J. L. Cerecedo E. y G. A. Compéan. 1988. Distribucion de larvas de tunidos en el golfo de Mexico y mar Caribe; abundancia y biomasa de tres especies en la zona economica exclusiva. Ciencia Pesquera. Inst. Nal. de la Pesca. Sria. de Pesca. México. (6): 103-118.
- PEREIRO ABREU Y. y M. Frías Fonseca. 2010. Abundancia de larvas de peces de las familias Carangidae y Thunnidae, al sur de Cuba en 2005. Comportamiento de la temperatura superficial del mar. Preprint.
- RAMOS A.G. and P. Sangra. 1992. Características oceanográficas en al Area de Canarias: Relación con la Pesquería de Listado (*Kasuwonus pelamis*). ICCAT Collective Volume of Scientific Papers 39:289–296.
- RICHARDS, W.J. and T. Potthoff. 1973. Analysis of the taxonomic characters of young Scombrid fishes, genus *Thunnus*, En J. H. S. Blaxter, (Ed.), The early life history of fish, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York: 623-648.

- RICHARDS, W.J., T. Potthoff and J. Kim. 1990. Problems identifying tuna larvae species (Pisces: *Scombridae*: *Thunnus*) from the Gulf of Mexico. *Fish. Bull. U. S.*, 88 (3): 607-609.
- RICHARDSON D.E., J.K. Llopiz, C.M. Guigand, R.K. Cowen. 2010. Larval assemblages of large and medium sized pelagic species in the Straits of Florida. *Prog. Oceanogr.* 86:8–20.
- RIVOALEN J.J., A. Lagin, M.H. Norbert et L. Reynal. 2007. Relations taille-poids et fréquences de taille par catégorie commerciale des principales espèces capturées autour des dispositifs de concentration de poissons ancrés en Martinique. *In* Report of and papers presented at the second meeting of the WECAFC Ad Hoc Working Group on the Development of Sustainable Moored Fish Aggregating Device Fishing in the Lesser Antilles. Bouillante, Guadeloupe, 5–10 July 2004. Vol. 797: 161-179.
- SANCHEZ-VELASCO L., C. Avalos-Garcia, M. Renteria-Cano, and B. Shirasago. 2004. Fish Larvae Abundance and Distribution in the Central Gulf of California During Strong Environmental Changes (1997–1998 El Niño and 1998–1999 La Niña). *Deep-Sea Research Part II—Topical Studies in Oceanography* 51:711–722.
- SAXTON B. L. 2009. Historical demography and genetic population structure of the Blackfin tuna (*Thunnus atlanticus*) from the Northwest Atlantic Ocean and the Gulf of Mexico. Thesis submitted to the Office of Graduate Studies of Texas A&M University in partial fulfillment of the requirements for the degree of MASTER OF SCIENCE.
- SINGH-RENTON S. and J. RENTON. 2007. CFRAMP's large pelagic fish tagging programme. *Gulf and Caribbean Research* 19(2):99–102.
- SPRINGER S. 1957. Some Observations of the Behavior of Schools of Fishes in the Gulf of Mexico and Adjacent Waters. *Ecology*, Vol. 38, No. 1, pp. 166-171
- VALLE GOMEZ S.V. 1992. Caracterización de los cardumenes de Listado (*Katsuwonus pelamis*) y Atun aleta negra (*Thunnus atlanticus*) en aguas de Cuba. Centro de Investigaciones Pesqueras, Ministerio de la Industria Pesquera. Col.Vol.Sci.Pap. ICCAT, 39 (1) : 12-26.
- VIEIRA K. R., J. E. Lins Oliveira, M. C. Barbalho and J. P. Aldatz. 2005. Aspects of the dynamic population of Blackfin tuna (*Thunnus atlanticus* – lesson, 1831) caught in the northeast Brazil. *Collective Volume of Scientific Papers, ICCAT*, 58(5): 1623-1628.
- VIEIRA K. R., J. E. Lins Oliveira, M. C. Barbalho and J. Garcia Jr. 2005. Reproductive characteristics of Blackfin tuna *Thunnus atlanticus* (Lesson, 1831), in Northeast Brazil. *Collective Volume of Scientific Papers, ICCAT*, 58(5): 1629-1634.
- ZAVALA-CAMIN, L.A., R.T.B. Grassi, R.W.V. Seckendorff, and G.G. Tiago. 1991. Ocorrência de recursos pesqueiros epipelágicos na posição 22o11'S, 039o55'W, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 18:13–21.