

Stocks pesqueros de *Cynoscion guatucupa* y *Micropogonias furnieri* (Pisces, Sciaenidae), en la costa atlántica de Sudamérica: comparación entre métodos de identificación

Alejandra V. Volpedo, Patricia Miretzky y Alicia Fernández Cirelli

Resumen. En el presente trabajo se realiza una revisión de los stocks de la pescadilla de red (*Cynoscion guatucupa*) (Cuvier, 1830) y la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) (Demarest, 1823) (Sciaenidae) en la costa atlántica de Sudamérica. Se comparan las metodologías usadas para la identificación de los stocks pesqueros (estructura de tallas, aplicación de caracteres morfométricos y merísticos, aloenzimas, morfología y morfometría del otolito, y composición química del otolito) siguiendo los criterios de: diseño de muestreo y captura, parámetros y variables mensurables de la muestra, recursos humanos y financieros, tiempo requerido, efectividad y precisión del método. Estas metodologías y los parámetros del ciclo de vida permitieron determinar tres stock de *Cynoscion guatucupa* y cinco stocks de *Micropogonias furnieri*.

Palabras clave. Stocks pesqueros. Estructura de tallas. Variaciones fenotípicas. Aloenzimas. Otolitos.

Fisheries stocks of *Cynoscion guatucupa* and *Micropogonias furnieri* (Pisces, Sciaenidae), in the South American Atlantic coast line: a comparison between of identification methods

Abstract. The aim of the present study is review fish stocks of stripped weakfish (*Cynoscion guatucupa*) (Cuvier, 1830) and whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) (Demarest, 1823) (Sciaenidae) in South America Atlantic coastline. Methodologies of fish stocks identification (size structure, morphometric and meristic features, allozimes, otolith morphometry and morphology and otolith chemical composition) are compared according to the following items: sampling and captures design, parameters and measurable variables in fish samples, human and financial resources, the time required, precision and effectiveness. These methodologies, together with life history parameters, are used to determine three stock of *Cynoscion guatucupa* and five stocks of *Micropogonias furnieri*.

Key words. Fish stock. Size structure. Phenotypic variations. Aloenzimes. Otoliths.

Introducción

La captura extractiva pesquera a nivel global se ha incrementado en los últimos 25 años. A mediados de la década de los 80, las capturas extractivas se establecieron en un nivel constante de aproximadamente 80 millones de toneladas anuales, mientras que en la actualidad se capturan en el mundo 94,8 millones de toneladas de peces marinos (FAO 2004).

Algunas estrategias orientadas a garantizar la eficiencia en el manejo y ordenamiento sustentable de las pesquerías se basa en la identificación de los stocks y en la

regulación del esfuerzo pesquero, para ello se pretende que las reservas pesqueras no disminuyan hasta niveles irreversibles que comprometan la continuidad de la pesquería o conlleven a problemas socioeconómicos del sector productivo pesquero. Desde 1950 el 25% de las pesquerías del mundo han colapsado (Mullon *et al.* 2005).

El concepto de stock pesquero describe principalmente las características de una unidad poblacional con integridad genética, y sobre la cual se realiza algún tipo particular de manejo (Begg *et al.* 1999a, Waldman 1999). Existen diferentes métodos para la identificación de stocks pesqueros tales como captura-recaptura, parámetros poblacionales, estructura de tallas, caracteres morfométricos y merísticos, identificación genética, entre otros (Cavalho y Hansen 1994, Park y Moran 1994, Waldman 1999). En los últimos años, la utilización de la morfología, morfometría y composición química del otolito *sagitta* también ha permitido la identificación de stocks de diferentes especies comerciales (Campana *et al.* 2000, Gillanders 2001, Volpedo 2001).

Los esciénidos son los peces costeros de mayor importancia comercial en Sudamérica, siendo la pescadilla de red (*Cynoscion guatucupa*, Cuvier, 1830) y la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*, Desmarest, 1823) dos de los recursos pesqueros más relevantes y abundantes.

La pescadilla de red se distribuye desde los 22°35'S en las costas de Río de Janeiro (Brasil) hasta aproximadamente los 43°S en Argentina (Cousseau y Perrotta 2000). Por su parte, la corvina rubia se distribuye desde Veracruz, México (20°20'N), pasando por el sur del Caribe y en el este de costa sudamericana hasta el sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina (41°00'S) (Isaac 1988, Cousseau y Perrotta 2000).

Las capturas de pescadilla de red en la costa sudamericana presentan fluctuaciones anuales importantes, capturándose entre 20000 t y 50000 t aproximadamente (FAO 2004, www.fao.org). En Brasil se capturan aproximadamente 4000 a 14000 t y en Uruguay 11000 t (Carozza *et al.* 2003). En Argentina en la década del 70 las capturas promediaban las 4000 t, incrementando a 10000 t en la década de los 80, y alcanzando las 24130 t en los 90. Sin embargo, en el 2004 se capturaron 15468 t (SAGPyA 2004 www.sagpya.mecon.gov.ar).

Las capturas de corvina rubia en Sudamérica alcanzan aproximadamente las 70000 t anuales (FAO 2004 www.fao.org). En Brasil se capturan 20000 t, mientras que en Uruguay la captura oscila entre 10000 y 20000 t. En el 2004 se capturaron en Argentina aproximadamente 11000 t (FAO 2004 www.fao.org, SAGPyA 2004 www.sagpya.mecon.gov.ar).

La literatura referida a la identificación de los stocks pesqueros de estos sciaenidos es escasa. En las últimas décadas diferentes autores propusieron la presencia de diferencias geográficas entre grupos de estas especies, identificando en algunos casos diferentes stocks pesqueros y utilizando variadas metodologías (Vazzoler 1971, Isaac 1988, Figueroa y Díaz de Astarloa 1991, Díaz de Astarloa y Bolasina 1992, Díaz de Astarloa y Ricci 1998, Volpedo 2001, Norbis y Verocai 2005, Volpedo y Fernández Cirelli 2006). En el presente trabajo se realiza una revisión de los stocks de pescadilla de red (*Cynoscion guatucupa*) y corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) en la costa atlántica sudamericana, y se comparan las metodologías usadas para la identificación de los stocks pesqueros.

Materiales y Métodos

Se revisó la identificación de stocks pesqueros de la pescadilla común y la corvina rubia en la costa atlántica sudamericana desde 1970 hasta la actualidad. Se analizaron y compararon los resultados de la aplicación de los diferentes métodos de identificación de dichos stocks pesqueros realizados por diferentes autores (Vazzoler 1971, Isaac 1988, Figueredo y Díaz de Astarloa 1991, Díaz de Astarloa y Bolasina 1992, Díaz de Astarloa y Ricci 1998, Volpedo 2001, Norbis y Verocai 2005, Volpedo y Fernández Cirelli 2006).

Se compararon siete métodos de identificación de stocks pesqueros aplicados en especies comerciales por diferentes autores (Thresher 1999, Bolles y Begg 2000, Murta 2000, Silva 2003, Ayvazian *et al.* 2004). Estos métodos son: estructura de tallas, variaciones fenotípicas (caracteres merísticos y morfométricos), caracterización genética por aloenzimas, morfología, morfometría y composición química del otolito (Tabla 1). La comparación entre los métodos se basó en los siguientes criterios:

- Diseño de muestreo y captura (arte de pesca, selectividad, número muestral).
- Parámetros y variables mensurables de la muestra (tipo de caracteres).
- Alcances y limitaciones del método. Especificidad.
- Recursos humanos (capacitación y cantidad).
- Recursos financieros (equipamiento e instrumental).
- Tiempo requerido.
- Efectividad y precisión del método empleado.

Resultados y Discusión

Identificación de stocks pesqueros

Pescadilla de red (*Cynoscion guatucupa*)

Los stocks pesqueros de la pescadilla de red no están identificados en la totalidad de su área de distribución, existiendo escasos trabajos al respecto. Sin embargo en el área norte de su distribución existen trabajos sobre diferentes parámetros de su ciclo de vida que incluyen características como el crecimiento, la edad, la talla de primer madurez, la fecundidad, la distribución y la abundancia (Ihssen *et al.* 1981, Pawson y Jennings 1996) los cuales pueden ser utilizados para distinguir stocks ya que son expresiones entre la influencia genotípica y el ambiente (Begg *et al.* 1999a).

En 1992, Díaz de Astarloa y Bolasina encontraron que algunos caracteres morfométricos (largo total, largo estándar, largo de la cabeza, largo del hocico, distancias prepectoral, predorsal, longitud de la aleta pectoral, altura pedúnculo caudal) y merísticos (número de radios de las aletas pectoral izquierda, de la primera dorsal, de

la anal) de 116 ejemplares de dos zonas de la costa uruguaya y de 343 ejemplares de seis zonas de la costa bonaerense, diferían significativamente. Estas diferencias permitieron a estos autores, conformar dos grupos de peces, uno compuesto por los peces provenientes de la costa uruguaya (34°57'S-54°14'O) y los del norte de la provincia de Buenos Aires (36°12'S-36°43'S) y el otro por los peces del sur de la provincia de Buenos Aires (39°S-62°O a 39°30'S-60°O). Las pescadillas de red del sur presentaron la aleta pectoral y caudal, y el hocico más corto en relación con las del norte de Buenos Aires y de la costa uruguaya, y el pedúnculo caudal más bajo. Esto reflejaría la existencia de al menos dos grupos en el área, aunque Haimovici (1997), sugiere que Argentina, Uruguay y Brasil explotan el mismo stock de pescadilla de red.

El análisis de la morfometría y morfología de 1194 otolitos de *Cynoscion guatucupa* no mostró diferencias significativas entre las localidades de la provincia de Buenos Aires (Partido de la Costa y Bahía San Blás) (Volpedo 2001). Sin embargo, al determinar la composición química de los otolitos de 20 ejemplares provenientes de las mismas localidades, se hallaron diferencias significativas en las relaciones Mg/Ca, Mn/Ca y Sr/Ca. Los otolitos del Partido de La Costa mostraron los siguientes valores para la relación Mg/Ca= $86,87 \pm 33,8$; Mn/Ca= $2,91 \pm 0,41$ y Sr/Ca= 2129 ± 450 , mientras que los de Bahía San Blás resultaron: Mg/Ca= $41,57 \pm 8,23$; Mn/Ca= $2,10 \pm 0,31$; Sr/Ca= 2812 ± 300 (Volpedo y Fernández Cirelli 2006). Estos resultados sugieren la existencia de dos stocks, uno en el norte (Bahía Samborombón y Partido de La Costa) y otro en el sur de la provincia de Buenos Aires (El Rincón, San Blás).

En conclusión, los stocks pesqueros de la pescadilla de red en la costa sudamericana serían al menos tres. El primero ubicado en la costa sur de Brasil y Uruguay, el segundo en la zona norte de la costa bonaerense (Bahía Samborombón y Partido de La Costa) y el tercero en el sur bonaerense (El Rincón y Bahía San Blás) (Figura 1). Esta es la primera revisión de la presencia de stocks de *Cynoscion guatucupa* en la costa atlántica sudamericana. Sin embargo habría que intensificar los estudios específicos de identificación de stock de esta especie provenientes de la costa brasilera-uruguaya (aprox. desde 22°S hasta 35°S), ya que este stock está caracterizado sólo por parámetros del ciclo de vida y no por métodos de identificación más precisos como la composición química del otolito.

Corvina rubia (*Micropogonias furnieri*)

Los limitados estudios relacionados con la identificación de stocks pesqueros de *M. furnieri* en la costa atlántica de Sudamérica están concentrados en la costa meridional y en el extremo sur de distribución de la especie (Tabla 2).

Isaac (1998) sugirió la existencia de cuatro poblaciones en la costa atlántica sudamericana entre los 23° y los 39° S. Dichas poblaciones fueron: I) entre los 23°S-29°S, II) entre los 29°S-33°S, III) Río de la Plata (34°S-55°O a 36°30'S-8°30'O) y IV) Bahía Blanca (38°45'S-64°15'O a 39°25'S-62°30'O). La caracterización de las poblaciones I y II realizada por Vazzoler (1971) se basó en caracteres merísticos (nú-

Tabla 1. Comparación entre los métodos de identificación de stocks pesqueros.

| Criterio | Estructura tallas | Caracteres fenotípicos | Caracterización genética | Morfología del otolito | Morfometría del otolito | Composición del otolito |
|--|---|---|--|--|--|--|
| Diseño de muestreo y captura Arte de pesca | Todas las tallas deben estar representadas | Todas las tallas deben estar representadas | Deben estar representadas las clases de tallas | Deben estar clases de tallas | Deben considerarse tallas juveniles y adultos | Deben estar representados las tallas de juveniles y adultos |
| Número muestral | N>100 | N>100 | N=50-100 | N=50-100 | N=50-100 | N<30 |
| Preparación de la muestra | Sin preparación | Preparación anatómica de rutina | Preparación por técnicas moleculares de rutina | Preparación de rutina para observación bajo microscopio estereoscópico | Preparación de rutina para medir bajo microscopio o microscopio estereoscópico y pesar en balanza analítica. | Preparación por digestión ácida |
| Parámetros y variables mensurables de la muestra | 2 a 3 parámetros Ejemplo: Longitud total (LT), longitud estándar (LS) y peso (P) | >15 parámetros Ejemplo: N barbillas mentonianas, N branquiespinas, N de vértebras, N escamas línea lateral, etc. | >10 parámetros | 2 a 6 parámetros Ejemplo: forma otolito, caracteres cara interna (<i>Sulcus</i> , <i>ostium</i> , <i>cauda</i> , <i>areales</i>), caracteres cara externa (<i>estrias</i> , <i>concreciones calcáreas</i>) y <i>vista lateral</i> . | 2 a 6 parámetros Ejemplo: largo del otolito (LO), ancho del otolito (AO), largo del <i>ostium</i> (LOS), ancho de la cauda (LC), ancho de la cauda (AC), <i>Peso del otolito (PO)</i> | Número variable de parámetros que pueden ser determinados simultáneamente. |
| Alcances y limitaciones del método Especificidad | Sin restricciones | Complejos de cunatifjar | homogeneidad genética del grupo. | Depende de la Sin restricciones | Sin restricciones | Sin restricciones |
| Recursos humanos | | | | | | |
| Capacitación | Baja | Alta | Alta | Alta | Alta | Alta |
| Cantidad | Alta | Alta | Intermedia | Intermedia | Intermedia | Baja |
| Recursos financieros | | | | | | |
| Equipamiento e instrumental | Económico | Oneroso | Oneroso | Intermedio | Intermedio | Intermedio |
| Tiempo requerido | Alto | Alto | Corto | Medio | Medio | Muy corto |
| Efectividad y precisión del método | Depende del número muestral y de la especie de pez. | Depende de la muestral y de la especie de pez. | Depende de la especie de pez. | Depende de la especie de pez | Depende de la especie de pez y del estadio del pez. | Depende de la especie de pez. |



Figura 1. Stocks pesqueros de la pescadilla de red *Cynoscion guatucupa*.

mero de branquiespinas, escamas de la línea lateral y series de escamas por encima de la línea lateral), proporciones del cuerpo, caracteres reproductivos y parámetros de crecimiento.

En la costa uruguaya y argentina (33°S y 40°S), Figueroa y Díaz de Astarloa (1991) hallaron diferencias significativas entre caracteres morfométricos (largo total y estándar, largo de la cabeza, diámetro horizontal del ojo, distancia predorsal, preventral y preanal, y largo de la aleta pectoral) y caracteres merísticos (número de espinas de la aleta dorsal y número de branquiespinas del primer arco branquial) de las corvinas provenientes de cuatro áreas (Chuy: 33°50'S, Montevideo: 34°53'S-56°10'O, Bahía Samborombón: 35°27'S-56°45'O a 36°22'S-56°35'O y El Rincón: 39°21'S-62°O a 39°30'S-60°O). Estos autores determinaron que las corvinas rubias del Chuy, Montevideo y Bahía Samborombón poseen cabezas más grandes que las de El Rincón y que conformarían un grupo homogéneo, separado de las de esta última localidad. Sin _

Tabla 2. Parámetros biológicos de *Microponogonias furnieri* de diferentes latitudes de la costa atlántica sudamericana.

| Ubicación geográfica costera | Coordenadas | Talla Primera Madurez (mm) | | Autor |
|---|-------------------------------|----------------------------|--------|---------------------------------------|
| | | Hembras | Machos | |
| Santa Catarina | 23°S a 29°S | 275 | 250 | Vazzoler (1971) |
| Laguna dos Patos | 32°S | 205 | 181 | Castelo (1986) |
| Río Grande do Sul | 29°S a 33°S | 350 | 330 | Vazzoler (1971) |
| Río de la Plata | 34°S, 55°O a 36°30'S, 58°30'O | 348,1 | 318,9 | Machi (1996) |
| Zona común de Pesca Argentina-Uruguay (ZPCAU) | 34°S - 39°S | 394 | 330 | Díaz de Astarloa <i>et al.</i> (1997) |

embargo, estudios recientes, utilizando caracteres morfométricos del otolito (longitud máxima, ancho máximo y peso del otolito) determinaron la presencia de dos stocks en el Río de la Plata (Norbis y Verocai 2005).

En la costa argentina (Partido de La Costa, Mar del Plata y Bahía San Blás), se utilizó por primera vez la morfología y la morfometría de los otolitos así como la composición química de los mismos (Volpedo 2001, Volpedo y Fernández Cirelli 2006), con el fin de identificar stocks de corvinas rubias. Se determinó que los peces provenientes del Partido de La Costa y de Mar del Plata pertenecerían al mismo stock pesquero, mientras que los de Bahía San Blás corresponderían a un stock sureño bonaerense. El stock del norte de la provincia de Buenos Aires incluiría los peces de Bahía Samborombón, Cabo San Antonio, Partido de La Costa y Mar del Plata, y el stock sureño incluiría peces de El Rincón y Bahía San Blás.

Los otolitos de la corvina rubia pertenecientes al stock del sur bonaerense, presentan conspicuas concreciones calcáreas en el extremo posterior y mayores dimensiones relativas que los del stock del norte (Volpedo y Echeverría 1999). La composición química de los otolitos de las corvinas rubias de ambos stocks presenta diferencias significativas en las relaciones Cd/Ca, Cu/Ca, Mg/Ca, Sr/Ca y Zn/Ca (Volpedo y Fernández Cirelli 2006). Los resultados hallados por estos autores determinaron que el stock del norte presentó otolitos con los siguientes rangos: Cd/Ca= 0,07-0,39; Cu/Ca= 2,12-7,69; Mg/Ca= 100,76-348,09; Sr/Ca= 1670-2779 y Zn/Ca= 3,38-10,10; mientras que el stock del sur presenta Cd/Ca= 0,007-0,045, Cu/Ca= 0,54-3,03; Mg/Ca= 120,09-651,10; Sr/Ca= 2111-3621 y Zn/Ca= 1,93-7,96.

La determinación basada en la composición química del otolito implicó el análisis de un menor número de muestras (n= 48) en comparación con las utilizadas en el análisis de la morfología y morfometría (n= 444). La preparación previa de la muestra para la determinación de la composición química del otolito incluye un proceso simple de digestión ácida y posteriormente la determinación de elementos traza con un alto grado de precisión y menor requerimiento de tiempo. Es por ello que la aplicación de este método sería muy útil en la identificación de stocks en la costa norte de Sudamérica.

Los stocks pesqueros de la corvina rubia de la costa atlántica sudamericana serían al menos cinco (Figura 2). El primer y segundo stock en la costa de Brasil entre los 23°S-29°S y 29°S-33°S, respectivamente, el tercero en la costa uruguaya del Río de la Plata, el cuarto en el norte de la provincia de Buenos Aires (Bahía Samborombón, Partido de La Costa y Mar del Plata) y el quinto en el sur bonaerense (El Rincón y Bahía San Blás).

En comparación con la revisión realizada por Isaac (1988) se observa que con el incremento de los estudios se han podido identificar stocks en el sur del área de distribución de la especie. Sin embargo aún no hay datos en la costa de Brasil desde los 5°N a los 23°S que permitan determinar los stocks presentes en esa área. En un futuro se deberían concentrar más esfuerzos en la identificación de stocks de esta zona.



Figura 2. Stocks pesqueros de la corvina rubia *Micropogonias furnieri*.

Comparación entre los métodos de identificación de stocks pesqueros

La comparación entre los métodos de identificación de stock pesqueros, evidencian diferencias con respecto a los diferentes criterios considerados (Tabla 1).

El método de análisis de la estructura de tallas es uno de los más utilizados (Begg *et al.* 1999b, Ayvazian *et al.* 2004). Se basa en la colecta de un alto número de individuos de la misma especie en un área ($N > 100$), los cuales están representados en todas las tallas. Debido a este último requerimiento, el arte de pesca utilizado y su selectividad, así como el diseño muestral de la captura (periodo de muestreo, esfuerzo pesquero) son factores fundamentales para la correcta interpretación de los resultados. Los recursos económicos de la aplicación del método son bajos. Sin embargo, la erogación realizada para la obtención de la muestra (embarcaciones, muestreos, artes de pesca, otros) así como el personal técnico involucrado demanda altos costos. Este método requiere mucho tiempo y esfuerzo para llegar a obtener resultados confiables.

La variación fenotípica entre stocks provee una base indirecta de la estructura del stock. Sin embargo no brinda una evidencia directa de que los stocks considerados estén aislados genéticamente, aunque puede indicar que las postlarvas de los peces hayan estado por un prolongado tiempo separadas geográficamente ([Begg *et al.* 1999a](#)). La variación fenotípica se puede expresar como la variación de caracteres merísticos y morfométricos de los peces.

La variación de los caracteres merísticos es una de las metodologías utilizadas en la diferenciación geográfica de grupos poblacionales ([Paiva y Cergole 1988](#), [Vazzoler 1991](#)) y de stocks pesqueros. Este método se basa en el recuento de caracteres merísticos como los radios de la segunda aleta dorsal, los radios de la aleta pectoral, las branquiespinas, las barbillas mentonianas, las escamas de la línea lateral, las hileras longitudinales de escamas de la línea lateral y el número de vértebras, de especímenes provenientes de diferentes áreas. La obtención de la muestra debe considerar el tipo de arte de pesca y su selectividad, para asegurar que todas las tallas estén representadas. Además, la selección de los caracteres merísticos cuantificables importantes, debido a que algunos de estos caracteres presentan distinto grado de variabilidad y por lo tanto, debe evaluarse cuáles son pertinentes para su uso. Los caracteres merísticos más estables no permiten ser utilizados para discriminar grupos de peces, como por ejemplo los radios de las aletas pectorales y dorsales, mientras que otros caracteres son sumamente variables y dependen, en algunos casos de los parámetros ambientales (temperatura, salinidad) y, por lo tanto, tampoco son útiles. La aplicación de este método demanda mucho tiempo y recursos y precisa de personal técnico especializado para el reconocimiento y recuento de estructuras.

La utilización de los caracteres morfométricos para la identificación de los stocks pesqueros es aplicada en diferentes grupos de especies, con resultados disímiles ([Cadrin 2000](#), [Silva 2003](#)). Este método se basa en la medición de diferentes estructuras de los peces, como por ejemplo longitud de la cabeza, altura del cuerpo, diámetro del ojo, longitud de la quijada superior e inferior, longitud de las aletas (pectORALES, pélvicas, dorsales y anal), altura del pedúnculo caudal, entre otras ([Laevastu 1980](#)). La obtención de la muestra debe considerar el arte de pesca y su selectividad, especificando el rango de tallas considerado para las cuales se plantean las relaciones morfométricas y el sexo, ya que es posible que existan diferencias morfométricas entre sexos y estadios de vida (juveniles y adultos) ([Volpedo y Thompson 1996](#)). Al igual que la aplicación los caracteres merísticos, el uso de los caracteres morfométricos demandan mucho tiempo y recursos, y precisa de personal técnico especializado para el reconocimiento y medición de las estructuras.

La caracterización genética a través de aloenzimas es un buen método dentro de las técnicas de genética molecular, ya que posee un grado intermedio de dificultad y puede detectar flujo genético ([Cavalho y Hansen 1994](#)). Sin embargo, aunque este método es relativamente rápido y posee un costo operativo relativamente bajo en relación a otras técnicas de genética molecular (PCR, análisis de ADN mitocondrial, análisis de ADN nuclear), su aplicación en la determinación de stocks pesqueros

comparando otros métodos tradicionales involucra un alto costo debido al equipamiento y al personal técnico necesario para el desarrollo del mismo.

La morfología y morfometría del otolito han sido aplicadas recientemente como métodos de determinación de stocks pesqueros (Begg y Brown 2000, Gauldie y Jones 2000, Volpedo 2001, Gauldie y Crampton 2002, Norbis y Verocai 2005). La morfología y morfometría del otolito, si bien son específicos de cada taxón, pueden presentar variaciones que están asociadas al ambiente que habita el pez (Volpedo 2001, Volpedo y Echeverría 2003). Estas variaciones pueden ser distinguidas por personal capacitado y el número de muestra necesario es intermedio ($n= 50-100$). La morfometría del otolito permite discriminar stocks pesqueros en estadios más tempranos que la morfología. Sin embargo las mediciones y el registro de las mismas deben ser realizados por personal calificado e implica mucho tiempo y esfuerzo. Estos métodos si bien son sencillos, necesitan de una cantidad considerable de muestra, con representantes de todas las tallas, y de personal técnico especializado para la extracción de estas estructuras, su caracterización morfológica y su medición. Además, hay que considerar que durante el desarrollo del pez los otolitos se modifican morfológicamente hasta que se establece el patrón tipo de la especie (Baldás *et al.* 1997, Volpedo y Echeverría 2001, Waesle *et al.* 2002). Por ello, la aplicación de la morfología de los otolitos para la identificación de stocks debe realizarse utilizando peces adultos, ya que en los juveniles las variaciones presentes pueden ser asignadas principalmente a la ontogenia (Volpedo y Echeverría 1999).

La aplicación de la composición química del otolito es un método utilizado en los últimos años. Su implementación se basa en el concepto de que el otolito contiene un registro completo de los elementos presentes en el ambiente y que no existe reabsorción de los mismos (Campana 1999, Campana *et al.* 2000, Volpedo y Fernández Cirelli 2004). Este método es preciso y permite obtener resultados confiables para la discriminación de stocks pesqueros en diferentes especies (Campana *et al.* 1994, Campana *et al.* 1995, Campana 1999, Thresher 1999). Se realiza utilizando diferente instrumental (espectrómetro de absorción atómica (EAA), espectrómetro de plasma acoplado de masa (ICPMS) y espectrómetro de plasma de acoplamiento inductivo (ICP-OES) (Grady *et al.* 1989, Hoff y Fuiman 1993, Dove *et al.* 1996, Campana 1999). La precisión y exactitud de la aplicación de este último método, así como sus limitaciones (disponibilidad del instrumental específico y personal químico especializado para su uso e interpretación de los resultados), depende del instrumental empleado y de la capacitación del operador. Sin embargo, existen ventajas y desventajas propias del instrumental utilizado. Por ejemplo, el ICP permite la determinación simultáneamente de todos los elementos traza analizados, a diferencia de la espectrometría de absorción atómica. El esfuerzo y el tiempo en aplicar la composición química del otolito para la identificación de stock no es alto. Lo mismo ocurre con el tamaño muestral, que es relativamente bajo, ya que se obtienen de resultados representativos utilizando menos de 30 ejemplares.

Conclusiones

En la costa atlántica de Sudamérica son escasos los estudios específicos focalizados en la identificación de stocks pesqueros, en particular en esciéndidos como *Cynoscion guatucupa* y *Micropogonias furnieri*. Este tipo de estudios está concentrado principalmente entre Río de Janeiro y el sur de la provincia de Buenos Aires (Argentina), no existiendo en el resto de la costa sudamericana trabajos específicos, aunque existe información sobre diferentes aspectos biológicos (caracteres reproductivos, tallas de primera madurez, edad y crecimiento) (Lowe Mc. Connell 1966, Vazzoler 1971, Castello 1986, Machi 1996, Álvarez y Pomares 1997, Álvarez y Pomares 2004 www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd58/roncador.html). Los métodos para determinar stocks pesqueros son variados y presentan diferentes grados de complejidad y eficiencia. Los métodos tradicionales (estructura de tallas, variaciones fenotípicas), recuento de caracteres merísticos y medición de caracteres morfométricos), necesitan para su aplicación una gran cantidad de muestras, capturada con artes de pesca de baja selectividad por talla. Los recursos humanos, económicos y el esfuerzo implicados en estos métodos son muy altos. Esto mismo ocurre con el método genético de caracterización por aloenzimas. Sin embargo a diferencia de los primeros, este último puede no ser útil en el caso que exista una alta homogeneidad y flujo genético entre los stocks.

Las metodologías relacionadas con el análisis morfológico y morfométrico de los otolitos permiten caracterizar stocks utilizando principalmente ejemplares adultos. Sin embargo, para su aplicación debe establecerse el patrón morfológico típico del otolito de la especie y los cambios debidos a la ontogenia.

El uso de la composición química del otolito como una herramienta para la identificación de stocks pesqueros es un procedimiento alternativo, simple, rápido y útil para identificar stocks pesqueros. Provee información confiable para la implementación de medidas que permitan la explotación y el manejo sustentable de los peces comerciales más importantes.

En estudios futuros habría que concentrar esfuerzos en la verificación de la existencia de los stocks de *Cynoscion guatucupa* en la costa atlántica brasilera y uruguayana y de *Micropogonias furnieri* en la costa atlántica brasilera entre 5°N a los 23°S, utilizando métodos de identificación eficientes como la composición química de los otolitos o bien aplicando metodologías holísticas que integren este método conjuntamente con otros. Esto permitiría contar con una herramienta para el manejo sustentable de las pesquerías de pescadilla de red y de corvina rubia de la región.

Agradecimientos. Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y a la Universidad de Buenos Aires por el apoyo financiero.

Bibliografía.

- ÁLVAREZ, R. Y O. POMARES. 1997. Aspectos biológicos del roncador *Micropogonias furnieri* en el golfo de Venezuela. *Zootecnia Tropical* 15(2): 191-208.
- AYVAZIAN, S. G., T. P. BASTOW, J. S. EDMONDS, J. HOW Y G. B. NOWARA. 2004. Stock structure of Australian herring (*Arripis georgiana*) in southwestern Australia. *Fisheries Research* 67: 39-53.
- BALDÁS, M., G. PÉREZ MACRI, A. V. VOLPEDO Y D. D. ECHEVERRÍA. 1997. Morfología de la *sagitta* de peces marinos de la costa bonaerense de la Argentina 1: Carangidae, Sciaenidae, Mullidae. *Atlántica, Río Grande* 19: 99-112.
- BEGG, G. A. Y R. W. BROWN. 2000. Stock identification of haddock *Melanogrammus aeglefinus* on George Bank based on otolith shape analysis. *Transaction of the American Fisheries Society* 129: 935-943.
- BEGG, G. A., K. D. FRIEDLAND Y J. B. PEARCE. 1999b. Stocks identification and its role in stock assessment and fisheries management: an overview. *Fisheries Research* 43: 1-8.
- BEGG, G. A., J. A. HARE Y D. D. SHEEHAN. 1999a. The role of life history parameters as indicators of stock structure. *Fisheries Research* 43: 141-163.
- BOLLES, K. L. Y G. A. BEGG. 2000. Distinction between silver hake (*Merluccius bilinearis*) stocks in U.S. waters of the northwest Atlantic based on whole otolith morphometrics. *Fisheries Bulletin* 98: 451-462.
- CADRIN, S. X. 2000. Advances in morphometric analysis of fishes stock structure. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10: 91-112.
- CAMPANA, S. E. 1999. Chemistry and composition of fish otolith: pathway, mechanism and applications. *Marine Ecology-Progress Series* 188: 263-297.
- CAMPANA, S. E., A. J. FOWLER Y C. M. JONES. 1994. Otolith elemental finger printing for stock identification of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) using laser ablation ICPMS. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 51: 1942-1950.
- CAMPANA, S. E., J. A. GAGNE Y J. W. MCLOREN. 1995. Elemental fingerprinting of fish otolith using ICPMS. *Marine Ecology-Progress Series* 122: 115-120.
- CAMPANA, S. E., G. A. CHOUINARD, J. HANSON, A. FRECHET Y J. BRATTER. 2000. Otolith elemental fingerprint as biological tracers of fish stocks. *Fisheries Research* 46: 343-357.
- CAROZZA, C., J. COLONELLO Y C. LASTA. 2003. Análisis de los desembarques de especies demersales costeras provenientes del Río de La Plata y Zona Común de Pesca, efectuados en los años 1993, 1994, 1999 y 2001. Informe Técnico III FREPLATA, PNUD. 52 pp.
- CASTELLO, J. P. 1986. Distribución, crecimiento y maduración sexual de la corvina juvenil *Micropogonias furnieri* en el estuario de la Lagoa dos Patos, Brasil. *Physis Revista de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales* 44(106): 21-36.
- CAVALHO, G. R. Y G. R. HANSEN. 1994. Molecular genetics and the stock concepts in fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 4: 326-350.
- COUSSEAU, M. B. Y R. G. PERROTTA. 2000. Peces marinos de Argentina. Biología, distribución, pesca. INIDEP, Argentina. 163 pp.
- DÍAZ DE ASTARLOA, J. M., C. R. CAROZZA, R. A. GUERRERO, A. G. BALDIONI Y M. B. COUSSEAU. 1997. Algunas características biológicas de peces capturados en una campaña costera invernal en 1993, en el área comprendida entre 34° y 42° S (Atlántico Sudoccidental) y su relación con las condiciones ambientales. Informe Técnico, INIDEP. 34 pp.
- DÍAZ DE ASTARLOA, J. M. Y S. N. BOLASINA. 1992. Análisis estadístico de los caracteres morfométricos y merísticos de la pescadilla de red (*Cynoscion striatus*) en el área

- comprendida entre 34° y 39°30'S. *Publicación de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo* 11(A): 57-62.
- DÍAZ DE ASTARLOA, J. M. Y L. RICCI. 1998. Meristic comparison of the whitemouth croaker, *Micropogonias furnieri* (Demarest, 1823) (Piscis: Sciaenidae) in southwestern Atlantic between 34°30' and 39°30'S. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 33(2): 213-222.
- DOVE, S. G., B. M. GILLANDERS Y M. J. KINGSFORD. 1996. An investigation of chronological differences in the deposition of trace metals in the otoliths two temperature reef fish. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 205: 15-33.
- FAO. 2004. El estado actual de la pesca y la acuicultura. FAO, Roma. 164 pp.
- FIGUEROA, D. E. Y J. M. DÍAZ DE ASTARLOA. 1991. Análisis de los caracteres morfométricos y merísticos de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) entre los 33°S y 40°S (Pisces, Sciaenidae). *Atlántica, Río Grande* 13: 75-86.
- GAULDIE, R. W. Y J. B. JONES. 2000. Stocks as geographically separated populations of the New Zealand Orange Roughy *Hoplostethus atlanticus* in relation to parasite infestation, growth rate and otolith shape. *Bulletin of Marine Science* 67: 949-972.
- GAULDIE, R. W. Y J. S. CRAMPTON. 2002. An ecomorphological explication of individual variability in the shape of the fish otolith: comparison of the otolith of *Hoplostethus atlanticus* with other species by depth. *Journal of Fish Biology* 60: 1204-1221.
- GILLANDERS, B. M. 2001. Trace metals in four structures of fish and their use for estimates of stock structure. *Fishery Bulletin* 99: 410-419.
- GRADY, J. R., A. G. JONSON Y M. SANDERS. 1989. Heavy metal content in otolith of king mackerel (*Scomberosomus cavalla*) in relation to body length and age. *Contributions of Marine Science* 31:17-23.
- HAIMOVICI, M. 1997. Recursos pesqueros demersais da região sul. Fundação de estudos do Mar, Rio de Janeiro. 80 pp.
- HOFF, G. R. Y L. A. FUIMAN. 1993. Morphometry and composition of red drum otolith: changes associated with temperature, somatic growth rate and age. *Comparative Biochemistry and Physiology* 106: 209-219.
- IHSSEN, P. E., H. E. BOOKE, J. M. CASSELMAN, J. M. MC GLADE, N. R. PAYNE Y F. M. UTTER. 1981. Stock identifications: materials and methods. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 38: 1838-1855.
- ISAAC, V. J. 1988. Synopsis of biological data on the white croaker *Micropogonias furnieri* (Demarest, 1823). FAO Fish. Synopsis 150. 35 pp.
- LAEVASTU, T. 1980. Manual de métodos de Biología Pesquera. Editorial Acribia, España. 243 pp.
- LOWE-McCONNEL, R. H. 1966. The sciaenids fishes of British Guiana. *Bulletin of Marine Science* 16(1): 21-57.
- MACHI, G. J. 1996. Estimación de la talla de primera maduración de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) y pescadilla de red (*Cynoscion striatus*), durante el periodo 1994-1996. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata, Informe Técnico INIDEP. 13 pp.
- MULLON, C., P. FRÉON Y P. CURY. 2005. The dynamics of colliapse in world fisheries. *Fish and Fisheries* 6: 111-120.
- MURTA, A. G. 2000. Morphological variation of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Iberian and North African Atlantic: implications for stock identification. *Journal of Marine Science* 37: 1240-1248.
- NORBIS, W. Y J. VEROCAL. (2005). Presence of two whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*,

- Pisces: Sciaenidae) groups in the río de la Plata spawning coastal area as consequence of reproductive migration. *Fisheries Research* 74(1-3): 134-141.
- PAIVA, A. M. Y M. C. CERGOLE. 1988. Diferenciação geográfica de *Nebris microps* (Cuvier, 1830), na costa sudeste do Brasil. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Sao Paulo* 36(1/2): 37-45.
- PARK, L. Y P. MORAN. 1994. Developments in molecular genetic techniques in fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 4: 272-299.
- PAWSON, M. G. Y S. JENNINGS. 1996. A critique of methods for stock identification in capture fisheries. *Fisheries Research* 25: 203-217.
- SILVA, A. 2003. Morphometric variation among sardine (*Sardine pilchardus*) populations from the northeastern Atlantic and the western Mediterranean. *Journal of Marine Science* 60: 1352-1360.
- THRESHER, R. E. 1999. Elemental composition of otolith as a stock delineator in fishes. *Fisheries Research* 43: 165-204.
- VAZZOLER, A. 1971. Diversificação fisiológica e morfológica de *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1923) ao sul de Cabo Frio (23°), Brasil. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Sao Paulo* 20(2): 1-70.
- VAZZOLER, A. 1991. Síntese de conhecimentos sobre a biología da corvina, *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823), da costa do Brasil. *Atlântica, Rio Grande* 13: 55-74.
- VOLPEDO, A. V. Y A. FERNÁNDEZ CIRELLI. 2004. El uso del otolito *sagitta* como bioindicador de la calidad de ambientes acuáticos costeros. Pp. 171-176. En: J. J. Neiff (Ed.), *Humedales de Iberoamérica*. Red Iberoamericana de Humedales (RIHU), La Habana, Cuba.
- VOLPEDO, A. V. Y A. FERNÁNDEZ CIRELLI. 2006. Otolith chemical composition as a useful tool for sciaenids stock discrimination in south-western Atlantic. *Scientia Marina* 70(2): 325-334.
- VOLPEDO, A. V. Y A. G. THOMPSON. 1996. Diferencias en el crecimiento de las *sagittae* de *Prionotus nudigula* Ginsburg, 1950 (Pisces: Triglidae) en relación al sexo. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 12(1): 3-16.
- VOLPEDO, A. V. Y D. D. ECHEVERRÍA. 1999. Morfología de los otolitos *sagitta* de juveniles y adultos de *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Sciaenidae). *Thalassas* 15: 19-24.
- VOLPEDO, A. V. Y D. D. ECHEVERRÍA. 2001. Morfología y morfometría de las *sagitta* de sciaenidos marinos del norte de Perú. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* 72: 147-154.
- VOLPEDO, A. V. 2001. Estudio de la morfometría de las *sagitta* en poblaciones de sciaenidos marinos de aguas cálidas del Perú y aguas templado-frías de Argentina. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, Argentina. 186 pp.
- VOLPEDO, A.V. Y D. D. ECHEVERRÍA. 2003. Ecomorphological patterns of the *sagitta* in fish associated with bottom marine shelf in the Mar Argentino. *Fisheries Research* 60: 551-560.
- WAESSLE, J. A., C. A. LASTA Y M. FAVERO. 2002. Otolith morphology and body size relationships for juvenile Sciaenids in The Rio de la Plata estuary (35°S-36°S). *Scientia Marina* 67(2): 233-240.
- WALDMAN, J. R. 1999. The importance of comparative studies in stock analysis. *Fisheries Research* 43: 237-246.

Recibido: 13 julio 2005
Aceptado: 10 octubre 2006

Alejandra V. Volpedo ¹⁻², Patricia Miretzky¹ y Alicia Fernández Cirelli ¹⁻³

¹ Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua, FVET, Universidad de Buenos Aires, Av. Chorroarín 280, Ciudad de Buenos Aires (1427). Tel: 54-11-45248484/ Fax: 54-11-45248499. ceta@fvet.uba.ar

² Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Ciudad Universitaria Pabellón 2, (1428). Buenos Aires Argentina. volpedo@bg.fcen.uba.ar

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).