

DOCUMENTO DE TRABAJO

Estructura poblacional, migración parcial y otros temas en Merluza de tres aletas.

Centro de Estudios Pesqueros S.A.
Pérez Valenzuela No. 1276 - Providencia, Santiago - Chile

1. Introducción

En este documento se analiza la estructura poblacional de merluza de tres aletas en el Pacífico sureste (SEP) y suroeste Atlántico (SEW) en relación con la autonomía demográfica, el tipo de migración de acuerdo con Chapman et al. (2011a y 2011b), en base a los antecedentes bibliográficos disponibles. Asimismo, se analizan la implicación de la estrategia de migración parcial no reproductiva para el manejo de la pesquería en Chile.

1.1. Autonomía demografica

En América del Sur, *Micromesistius australis*, Norman (1732), soporta importantes pesquerías en Chile, Argentina e Islas Malvinas (Falkland), asociadas a dos áreas de reproducción conocidas. Una de ellas en el sudoeste Atlántico (SWA) al suroeste de las Islas Malvinas (Falkland) y la otra en el Pacífico sureste (SEP) en la ZEE Chilena, específicamente entre los 47S y 51S. Los análisis genéticos indican que no existen diferencias entre la fracción que ocurre en Atlántico y la que se encuentra en el Pacífico (Perrota 1982; Shaw 2003, 2005; Galleguillos et al. 2009). Sin embargo, estudios de microquímica de otolitos y otros, indican que existirían dos poblaciones una de ellas en Atlántico y la otra en el Pacífico. Al respecto, Arkhipkin et al. (2009), analizaron la composición química del otolito de peces provenientes de cada zona reproductora concluyendo que los peces adultos de ambas poblaciones tienen una alta afinidad (90 %) con sus respectivos lugares de origen (filopatría) y que el contingente de reproductores de SWA y SEP estarían constituidas por alrededor de un 80 % de peces originados en sus respectivas áreas de reproducción y de cerca de 20 % originados en la otra área.

Niklistschek et al. (2010) analizando los metales traza (Ca, Sr, Ba, Mg, Mn) e isótopos estables ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) en el núcleo de los otolitos y también el ensamblaje de parásitos, en peces adultos de las zonas de desove de SWA y SEP, encontraron diferencias significativas en las relaciones Sr: Ca, $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ entre ambas zonas de

desove e indican que sus resultados respaldan la existencia de al menos dos subpoblaciones ecológicamente distintas de merluza de tres aletas en América del Sur. El mejor modelo discriminante de elementos traza clasificó el 83 % de las muestras. Cada isótopo estable discriminó > 90 % de las muestras, mientras que al combinarlas en un modelo discriminante bivariado condujo a un éxito de clasificación del 100 %. Asimismo, las composiciones de ensambles de parásitos también mostraron diferencias significativas entre ambas áreas con respecto a la prevalencia de *Chondracanthus*, *Contracaecum*, *Hepatoxylon* and *Grillotia* y la abundancia de *Diclidophora*, *Anisakis*, *Contracaecum*, *Hysterothylacium* y *Hepatoxylon*. Igualmente, muestran que la segregación entre las zonas de alimentación indicadas por el análisis infracomunitario de parásitos es consistente con los resultados de la composición elemental en los bordes del otolito indicados por Arkhipkin et al. (2009), lo cual sugiere que los peces que desovan en SWA utilizaron las zonas de alimentación de verano ubicadas al NE de las Islas Malvinas (Falkland), no así los reproductores del SEP.

Complementariamente, Roa-Ureta (2009) detecta diferencias significativas en la edad en la primera madurez, estructura de tamaño y patrones de crecimiento, las cuales indican una fuerte divergencia en todos los procesos de la historia de vida entre las cohortes del Atlántico sur y del Pacífico sur. Asimismo, Leguá et al. (2013) advierte que existen las discrepancia en el tamaño y morfometría de los otolitos entre los peces del Atlántico y Pacífico que apoyan el planteamiento de una estructuración de dos sub-poblaciones ecológicamente diferentes de merluza de tres aletas en el cono sur de América, con un alto grado de fidelidad al sitio de origen y un cierto nivel de mezcla (Arkhipkin et al. 2009 ; Niklitschek et al.2010).

McKeown et al. (2017), señala que existe un alto nivel de auto reclutamiento e independencia demográfica para las poblaciones de SEP y SWA, e identifican al origen de la región natal como un posible mecanismo de aislamiento de poblaciones. También advierten que, dentro de las regiones, los cardúmenes pueden estar estructurados jerárquicamente (desde subpoblaciones putativas hasta grupos que contienen individuos relacionados) y exhiben cierto grado de permanencia, que también puede ser un componente de los efectos de referencia. La estructura jerárquica de *M. australis* puede predisponer a la especie a la erosión genética si se cosechan cardúmenes enteros (Fraser et al., 2005), pero también puede amortiguar la erosión genética si los cardúmenes se agotan parcialmente (Hauser et al., 1998). El homing también puede promover la recuperación a nivel local (Tamdrari et al., 2012), pero no a nivel regional, lo que significa que la recuperación natural de los stocks regionales agotados será impredecible, y en una escala de tiempo inaceptable para los pescadores y los administradores. El homing y la cohesión son, por lo tanto, características importantes que influyen en la resiliencia y la recuperación de la sobreexplotación. La pesca de cardúmenes es particularmente vulnerable a la explotación, ya que las tecnologías de pesca modernas pueden detectar los peces con alta eficiencia y precisión y, por lo tanto, la capturabilidad (la proporción de la población capturada por

unidad de esfuerzo) puede aumentar a medida que disminuye la abundancia, lo que significa que las poblaciones pueden colapsar incluso si se reduce el esfuerzo. Los datos genéticos en SWA indicaron un menor nivel de variación genética entre las muestras y dado que dichas muestras se recolectaron poco antes de que el stock de SWA colapsase entre 2004 y 2007 (Laptikovsky et al. 2013), la variación más baja puede reflejar la erosión genética. Curiosamente, otro estudio que analizó muestras recolectadas después del colapso no informó estructura genética (Galleguillos et al. 2009). Esta falta de estructura detectada por Galleguillos et al. (2009) simplemente podría reflejar la abundancia reducida de la población SWA. Por lo tanto, este estudio proporciona una línea de base importante para la vigilancia y evaluación genética futura vital de *M. australis*.

En resumen, todos los antecedentes indicados apuntan a una estructuración poblacional que distingue dos sub-poblaciones de merluza de tres aletas en el cono sur de América con algún grado de conectividad, donde los niveles de reclutamiento interpoblacional son muy bajos producto de la diferenciación genética tan significativa entre las muestras SEP y SWA, que ambas poblaciones son esencialmente autónomas en escalas temporales de interés para la gestión pesquera.

1.2. Migrador parcial no reproductivo

La migración parcial ocurre cuando una población de animales se compone tanto individuos residentes como migratorios (Chapman et al. 2011a,b; 2012a,b entre otros). Toledo & et al. (2010), tipifican a la merluza del sur como un migrador parcial. La merluza de tres aletas tiene a nuestro parecer el comportamiento de migrador parcial aún más acentuado.

Basados en la definición de Chapman et al. (2011a, 2012b), distinguiremos dos modalidades de migración parcial en función de la temporada en que la población es alopátrica. La primera denominada "migración parcial no reproductiva" donde todos los individuos de la población se reproducen en la misma área, pero un parte de la población migra desde el lugar de reproducción durante la temporada de no reproducción y la segunda, denominada "migración parcial reproductiva", toda la población pasa la temporada de no reproducción en el mismo lugar, pero algunos individuos migran en algunos años para reproducirse en otro lugar, mientras el resto permanece en los lugares de invernada para reproducirse en otros años o temporada.

¿Cuál es la evidencia que la tipifican como tal?.

La componente SEP de la merluza de tres aletas presenta una componente residente y otra migratoria. La componente migratoria está constituida por varias cohortes de peces principalmente adultos la cual realiza una migración hacia el océano Atlántico sur y mar de Scotia, con fines de alimentación. Fuera de la ZEE Chilena permanece fines de noviembre hasta inicios de junio cuando se ha detectado su ingreso a aguas

nacionales con dirección a su área de reproducción ubicada entre los 47°y 49°S, por lo cual esta migración es de tipo reproductivo, donde se juntan con al menos con una parte del stock residente. Luego, de haber desovado, retorna nuevamente hacia las área de alimentación iniciándose un nuevo ciclo. Este patrón se ha mantenido por años y se ajusta plenamente a la definición de migración parcial no reproductiva. Similar comportamiento o patrón se observa en la componente SWA.

1.3. Estrategia evolutiva de residentes y migratorios y las implicaciones de conservar tal estructura para el manejo

Chapman et al. (2012b), indica que comprender la migración parcial en peces tiene implicaciones aplicadas de gran alcance e importantes. Es esencial conocer los patrones de movimiento de una especie a través del espacio y el tiempo para conservar las poblaciones, y también la diversidad dentro de las poblaciones. Comprender la migración parcial puede dar pistas sobre cuándo y dónde pescar, y también cuáles pueden ser las consecuencias, lo que debería ser una consideración importante para las decisiones de manejo.

A pesar de que muchas especies comerciales importantes tienen poblaciones parcialmente migratorias su consideración en la toma de decisiones relacionadas con la gestión de stocks está ausente o es ignorada. Esto puede resultar inadecuado, pues residentes y los migrantes pueden tener tasas de crecimiento significativamente diferentes y, por lo tanto, alcanzar tamaños corporales muy diferentes. Si los migrantes de cuerpo grande se sobreexplotan y no se manejan como un stock separado, entonces puede permanecer una alta población de residentes improductivos. En una discusión interesante de los problemas de gestión del stock de harengus, Ruzzante et al. (2006) argumenta que la sustentabilidad de la población, la resistencia a las perturbaciones y, potencialmente, la capacidad de recuperarse a bajas abundancias luego de cambios ambientales o extremos climáticos puede verse afectada negativamente por el manejo generalizado de diversas poblaciones.

Cuando un stock compuesto por migrantes parciales es explotado, es muy importante evaluar adecuadamente las unidades de manejo biológico que tienen en cuenta el polimorfismo migratorio dentro de la población. Es valioso realizar más investigaciones sobre la importancia de la estructura de la población y la diversidad de la historia de vida en la persistencia y la reconstrucción de la población, entre otras cosas, ya que esto puede explicar por qué la recuperación del inventario colapsado es más larga de lo que predicen muchos modelos teóricos. Finalmente, cualquier proceso que implique la eliminación de partes de las poblaciones (como ocurre con la pesca comercial o recreativa) puede ser selectivo con consecuencias para la composición de la comunidad o la población (Darimont et al. 2009; Jorgensen et al. 2009; Mat-

sumura et al. 2011). Esto puede influir en la proporción de sexos o en la estructura de edad, si los migrantes son de cierta clase de edad o predomina un cierto sexo. En otras palabras, pescar sólo individuos que migran y más aún de manera no adecuada podría reducir ampliamente la diversidad fenotípica y genotípica en poblaciones de peces migratorias parciales, y los objetivos de conservación y sustentabilidad pesquera pueden verse seriamente afectados.

La merluza de tres aletas es un migrador parcial, por lo cual tener en cuenta las precauciones y recomendaciones para este tipo de estrategia de vida es importante. En Chile, el análisis y manejo pesquero, no tiene considerado este tipo de estrategia y por consecuencia menos en el manejo. En el caso particular de la merluza de tres aletas, el manejo de la pesquería se realiza sin considerar los componentes migratorios y residentes, a pesar que dicha estructura se conoce desde inicios de los años 90, cuando se realizaron las pescas de investigación con el fin de iniciar su explotación sin interferir en otras pesquerías establecidas, principalmente en la pesquería de merluza austral. En el caso de la fracción migrante de merluza de tres aletas, se conocen los movimientos que ocurren en la ZEE, pero una vez que abandona el territorio chileno las rutas y comportamiento son desconocidos y, se asume que estos se mueven hacia ciertas áreas el Atlántico sur y el Mar del Scotia, sin ser confirmado.

El nexo entre migrantes y residentes no se conoce plenamente. En cada fracción se ignoran los parámetros vitales de su historia de vida (Ej. tasas de crecimiento), su diversidad fenotípica y genotípica, como asimismo los problemas de conservación y sustentabilidad que se derivan con la explotación pesquera, y su capacidad de recuperarse a las bajas abundancias.

1.4. El aprendizaje de la conducta migratoria como factor a considerar en la recuperación o eventual colapso de la pesquería

El estado migratorio es el producto de un polimorfismo genético, el producto de la plasticidad fenotípica o el aprendizaje. Los individuos pueden adoptar una estrategia fija a lo largo de su vida adulta como producto del polimorfismo genético o, alternativamente, de la canalización fenotípica de un rasgo esencialmente plástico del desarrollo. Aunque el comportamiento migratorio puede asociarse con la edad o puede aprenderse a través de la experiencia, la mayoría de los estudios sugieren que las influencias ambientales son importantes. Otros, basados en selección artificial, indican que la tendencia migratoria es heredable (Berthold 1988). Donde la propensión migratoria está controlada por un punto de cambio de umbral que determina qué fenotipo se produce, donde existe un rasgo de “responsabilidad” que subyace a la expresión del dimorfismo migratorio. Si la responsabilidad de un individuo está por encima del umbral, se expresará en el comportamiento migratorio. Por el contrario,

si la responsabilidad es inferior al umbral, el individuo seguirá siendo residente (Pulido, 2011). Curiosamente, si bien la mayor parte de la evidencia de este modelo se deriva de experimentos de laboratorio con la curruca capirotada (*Sylvia atricapilla*) una especie de ave passeriforme (Pulido et al. 1996), también se ha mostrado una variación genética en las normas de reacción umbral para fenotipos migratorios alternativos en el salmón del Atlántico *Salmo salar* (Piche et al. 2008).

Los pocos estudios que han investigado críticamente la composición genética de los cardúmenes de peces silvestres pueden tener profundas implicaciones para la comprensión de la organización social y la diferenciación de la población en la investigación fundamental y aplicada (Fraser et al. 2005); quienes en un estudio tendiente a probar específicamente si: (i) los miembros de un cardumen se originaron de la misma población, (ii) los individuos de la misma población dentro de los cardúmenes eran parientes (medio o hermanos completos) y (iii) las relaciones de educación familiar diferían entre los sexos; revelaron una tendencia para la mayoría de los cardúmenes a ser específicas de la población, aunque algunas de ellos eran mezclas. También, encontraron significativamente más parientes dentro de los cardúmenes de lo esperado por el azar para ambas poblaciones (aprox. 21 a 34 % del número total de miembros del cardumen). Este resultado, combinado con el rango de tamaño observado de los individuos, indicó que pueden ocurrir asociaciones estables entre parientes más allá de las etapas juveniles por hasta 4 años. Sin embargo, una alta proporción de miembros del cardumen no eran parientes (aprox. 66 a 79 %). No se detectaron diferencias entre sexos en la propensión a formar cardúmenes con parientes.

Fraser et al. (2005), también discutieron la hipótesis de que los grupos de parientes estables, en lugar de surgir de la selección de parientes, pueden ser un subproducto de la familiaridad basada en la selección individual para el mantenimiento de adaptaciones locales relacionadas con la migración (filopatría natal y de alimentación). Nuestros resultados son notables porque sugieren que existe cierto grado de permanencia en la composición de los cardúmenes de peces silvestres. Además, apoyan la hipótesis de que los cardúmenes pueden estructurarse jerárquicamente (de miembros de la población a grupos familiares) y, por lo tanto, son entidades genéticas no aleatorias.

Vivir en grupos puede proporcionar beneficios y es un atributo común de diversos taxones de animales (Krause & Ruxton 2002). En los peces, el forrajeo cooperativo, la eficacia de la natación, y evitar depredadores son en gran parte responsables de la organización de cardúmenes en los peces. Sin embargo, se ha sugerido que al formar cardúmenes con familiares, los individuos también podrían al aumentar la probabilidad de que genes idénticos a los suyos se transmitan a la próxima generación (Hamilton 1964; Quinn & Busack 1985; Olsen 1989; Brown & Brown 1996) Asimismo, podría mejorar la búsqueda natal en áreas reproductivas en especies migratorias (Quinn & Busack 1985; Olsen 1989). En consecuencia, la formación de cardúmenes

asociada a parientes tiene varias implicaciones para la comprensión de la organización social y la diferenciación de la población, tanto en la investigación fundamental como en la aplicada.

Numerosos ejemplos muestran que el comportamiento migratorio es altamente facultativo y depende del estado físico o del entorno social del individuo. En *Rutilus rutilus*, un pez de agua dulce que migra (parcialmente) fuera de los lagos poco profundos para pasar el invierno en arroyos mostró una fuerte evidencia experimental de la importancia de la condición física individual (Brodersen et al. 2008). Sin embargo, el análisis detallado de un conjunto de datos longitudinales reveló que la migración es obligatoria y facultativa en esta especie (Chapman et al., No publicado), pero los migrantes sólo migran cuando están en condiciones lo suficientemente robustas para sobrevivir el invierno en un hábitat alimentario pobre. Estos datos podrían interpretarse como controlados por un modelo de umbral múltiple: un punto de cambio de desarrollo que canaliza a un individuo hacia la estrategia migratoria o residente, y otro umbral más plástico que determina si los migrantes migran o no en un año determinado.

Existe menos evidencia para el aprendizaje como mecanismo próximo para la migración, quizás al menos en parte, ya que la mayor parte del esfuerzo de investigación se ha centrado en aves paseriformes de corta vida (Nilsson et al. 2008), o en especies sin cuidado parental. En especies de vida más larga, como las grandes avutardas *Otis tarda*, existe cierta evidencia de que el aprendizaje puede desempeñar un papel en la migración. Además, que el aprendizaje puede ser importante en el comportamiento migratorio diferencial en los peces marinos, aunque esta evidencia es bastante circunstancial (Petitgas et al. 2010).

1.5. El grado en que se comparte el stock del Pacífico con otras flotas del Atlántico y sus implicaciones para el manejo.

Lillo & Céspedes (1998) plantearon la hipótesis de migración del stock adulto que a la letra dice: “*El Patrón de migración que se plantea (Fig. 22b , 22c), postula que durante el periodo de verano y a comienzos de otoño, la merluza de tres aletas se localiza en el mar de Scotia, donde se alimenta. Hacia fines de otoño comienza un movimiento migratorio de características reproductiva hacia el sector de la plataforma y talud continental del Pacífico suroriental y Atlántico suroccidental, alcanzando a mediados invierno las áreas de desove, que se localizan entre las latitudes 47°S y 51°S en el océano Pacífico y 49°S y 53°S en el océano Atlántico.* (Figura 1).

Una vez concluido el proceso de desove que transcurre a fines de invierno e inicios de primavera (Lillo y Paillaman 1994, Wöhler y Mari 1996) la merluza de tres aletas inicia una migración de carácter trófico en dirección hacia el mar de Scotia, sector

en el que permanece alimentándose durante el periodo de verano, volviendo hacia el norte a mediados de otoño”.

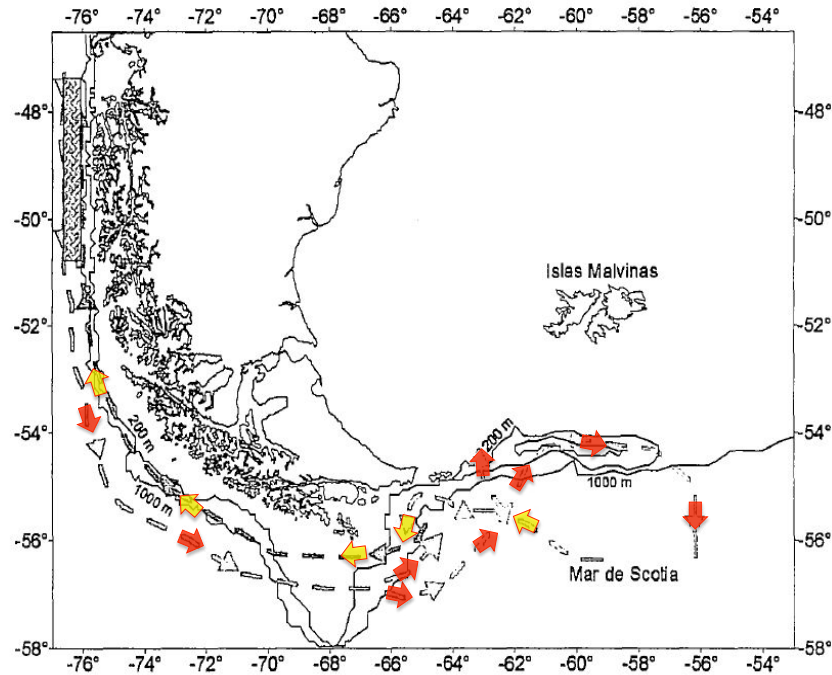


Figura 1. Patrón de migración del stock migrante Pacífico de merluza de tres aletas propuesto por Lillo & Céspedes (1998). Las flechas color rojo señalan ruta de la migración trófica y flechas amarillo ruta de la migración reproductiva.

Por otro lado, Wöhler (2001), indica que en términos generales, el patrón migratorio de ambos efectivos sería similar al descrito por Shubnikov et al. (1969). Madirolas et al. (1997) sugiere que existiría una migración de grandes cardúmenes que atraviesan la zona oeste del banco de Burdwood por el sur a inicios de invierno, con dirección a la costa de Islas Malvinas con fines de desove entre invierno y primavera, donde los cardúmenes se mueven hacia fuera e interior del área para desovar (Figura 2). Posteriormente se sugiere para cerrar el patrón migratorio una dispersión de los adultos en dirección sur en verano (Figura 3). Adicionalmente y complementando esta información, Perrota (1982) señala que a partir de los 55 S y de la época estival, merluza de tres aletas de la población que se encuentra en Patagonia migra hasta el Mar de Scotia, las Georgias del Sur y las Islas Shetland del Sur, siendo una migración de carácter trófico. Sin embargo, aún persisten algunos interrogantes ya que esta especie en las aguas del océano atlántico presentaría patrones migratorios complejos y no completamente dilucidados. Debe mencionarse que mientras en las costas chilenas se produce un desplazamiento estacional muy marcado, en el Atlántico

co una fracción considerable del stock permanece todo el año en cercanías del área de puesta, en un sector que abarca desde el noreste de las Malvinas hasta el sur de la Isla de los Estados, donde es objeto de extracción por parte de las flotas de Argentina y de la que opera con base en Malvinas. Asimismo, se desconoce el grado de mezcla que podría existir entre ambos efectivos (Atlántico, Pacífico), y el aporte que cada uno de ellos hace a las capturas totales declaradas en el área. También debería establecerse si efectivamente la presencia de la polaca en los sectores más alejados del mar de Scotia obedece al movimiento de los cardúmenes desde las zonas meridionales o corresponde a núcleos poblacionales independientes.

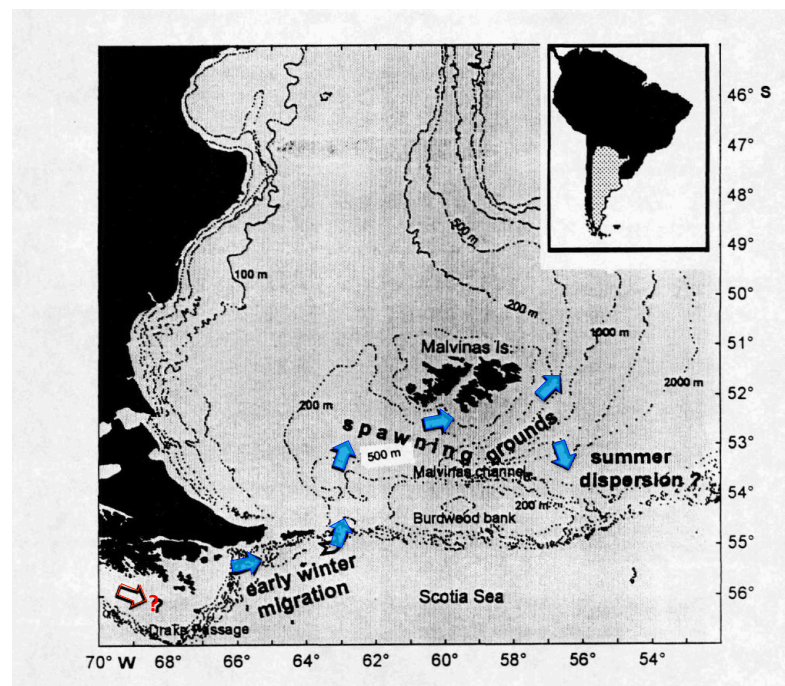


Figura 2. Esquema del patrón tentativo de migración del stock Atlántico de merluza de tres aletas (Madirolas,1997). Las flechas azules indica los movimientos de la fracción migrante del stock atlántico.

El año 2002 surge la discrepancia sobre las rutas, la dispersión de stock migrante Pacífico y su grado de mezcla con el stock Atlántico, específicamente para el cálculo de la CTP del año 2003. Para estos fines, SUBPESCA-IFOP, adoptan que una vez terminado el proceso reproductivo peces adultos migran hacia el Atlántico y se mezclan espacial y temporalmente con el stock Atlántico, tanto en aguas jurisdiccionales de Argentina y Falkland. Esta suposición desconoce los resultados del taller de trabajo entre investigadores de INIDEP, del Departamento de Pesquerías de Falkland, del NIWA y de IFOP, realizado en septiembre del año 2001, donde concluyó que la explicación más plausible, basados la información existente, apunta a que el stock

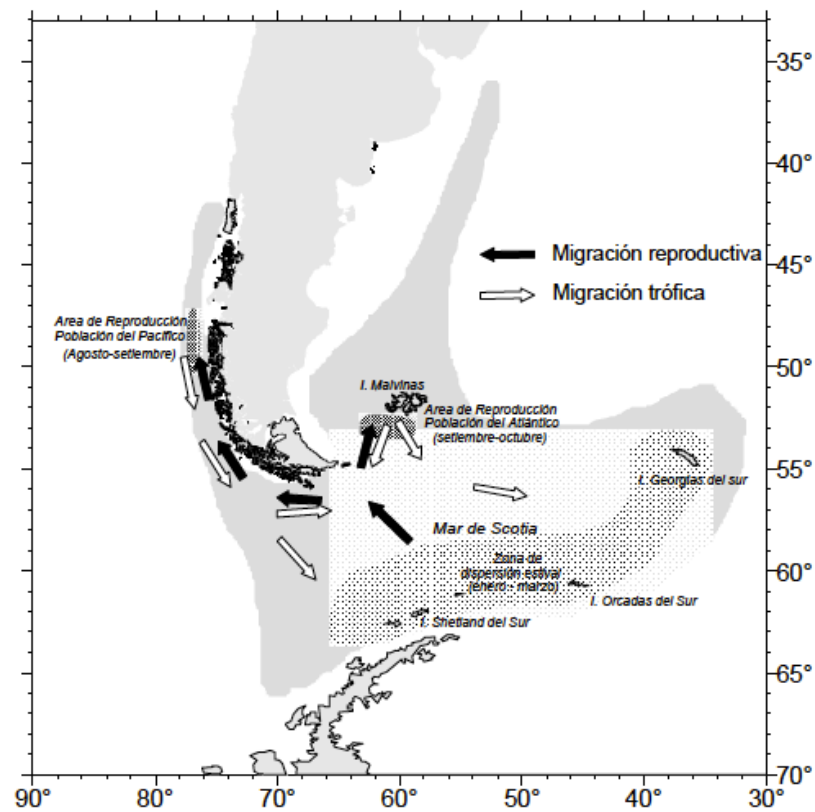


Figura 3. Esquema del patrón de migración del stock Atlántico y Pacífico de merluza de tres aletas (Wohler & Guissi, 2001).

Pacífico (SEP) lo haría hacia el mar de Scotia, tal como lo señala Céspedes et al., (1998) y Payá et al. (2002).

Recientemente, se ha constatado que para fines de evaluación y manejo SUBPESCA-IFOP insisten en que el stock pacífico está fuertemente compartido con Argentina, al asumir tajantemente una distribución y rutas migratorias sin sustento en datos (Figura 4), desconociendo lo señalado por Céspedes et al. (1998) y Lillo & Céspedes (1998) para el stock del pacífico; por Perrota 1982, Madirolas (1997) y Wohler & Mari (2001) para el stock Atlántico y, lo sugerido en el taller internacional que consideró como lo más probable que durante los meses de mayo y junio, cuando los peces retornan a aguas chilenas desde el Océano Austral siguiendo el talud de la dorsal del Arco de Scotia, una fracción sea capturada por la flota argentina al sur de la Isla de los Estados, es decir al sur de los 55°S, y también en las cercanía de la frontera marítima entre ambos países en cabo de Hornos.

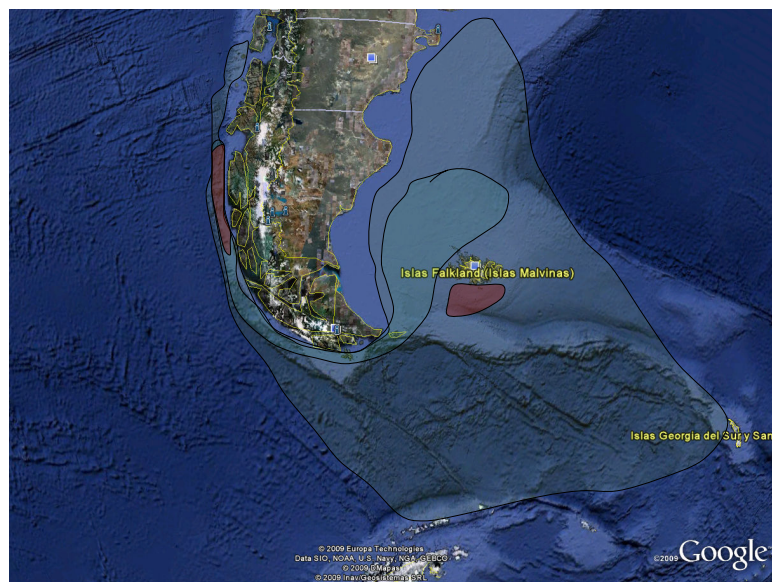


Figura 4. Patrón de distribución del stock Pacífico (SEP) de merluza de aletas usado por IFOP -SUBPESCA (Fuente: Vargas R, 2020).

No es correcto atribuir a la flota Argentina el alto grado de impacto que SUBPESCA - IFOP y CCT suponen, debido al desconocimiento de las rutas que sigue el componente migratorio una vez que ha dejado la ZEE Chilena en su viaje a las zonas de alimentación y también durante su retorno. Asimismo, por el escaso conocimiento de los lugares o áreas de alimentación que efectivamente usa esta fracción migrante. La suposición de SUBPESCA-IFOP y CCT es también arriesgada, ya que al asumir un stock fuertemente compartido se está enmascarando el efecto neto ejercido por la flota chilena sobre el stock Pacífico (SEP).

La evaluación de stock 2019 y 2020 y la recomendación de CBA para el año 2020 y 2021, cuando se incluyen en estos análisis y cálculo todas las capturas efectuadas por la flota Argentina en su ZEE desde los 54° hacia el sur, desde el año 1990 en adelante (Contreras 2019, Contreras et al. 2020). Esta decisión implica:

- desconoce o no considera lo señalado por investigadores Argentinos (Perrota 1982, Madirolas 1997 y Wohler & Mari 2001) que la flota de su país se concentra en los meses de mayo a junio entre los 54 - 55°S al este y noreste de la Isla de los Estados, a capturar polaca cuando la componente migratoria del SWA ingresa desde el sur con dirección a la zona de reproducción de Malvinas.
- que la flota Argentina en esta zona, la principal zona de captura histórica, sólo estaría capturando peces de la componente migratoria de la población que desova en Chile (SEP).
- que el aporte del SEP a la pesquería Argentina sería tan alto que constituiría más del 50 % de la captura total tomada por la flota transandina en su ZEE cada año (Figura 5) y,
- por consecuencia de lo anterior el grado de manejo del stock chileno por Chile es dudoso.

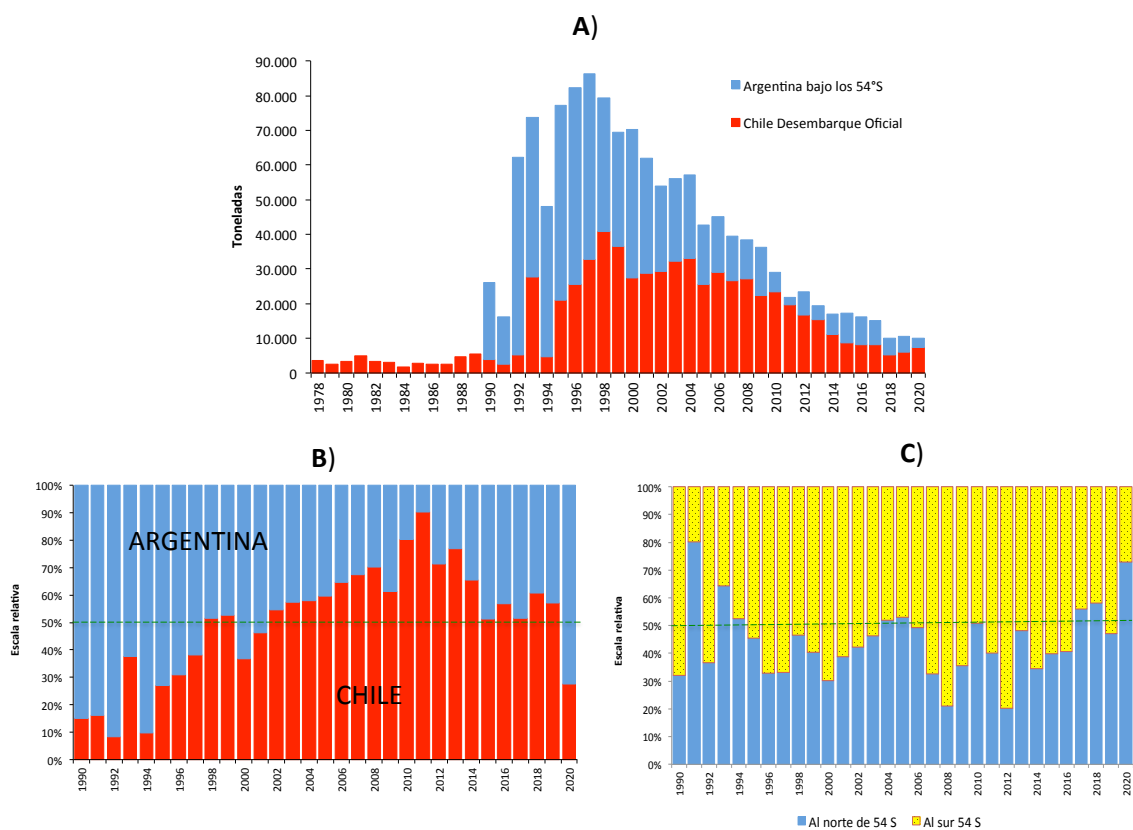


Figura 5. A) Capturas realizadas por Chile y Argentina sobre el el stock Pacífico (SEP) de acuerdo con la evaluación de stock 2020 y recomendación de CBA año 2021 (Contreras et al. 2020), B) Capturas en porcentaje realizadas por Chile y Argentina sobre el stock Pacífico desde 1990 en adelante y, C) Capturas de la flota Argentina en su ZEE al norte y sur de los 54°S.

2. Referencias

- Arkhipkin A., P.C. Schubert & L.V. Danyushevsky. 2009. Otolith chemistry reveals fine population structure and close affinity to the Pacific and Atlantic oceanic spawning grounds in the migratory southern blue whiting (*Micromesistius australis australis*), *Fisheries Research: An International Journal on Fishing Technology, Fisheries Science and Fisheries Management*, 96, (2-3) pp. 188-194. ISSN 0165-7836.
- Berthold P. 1988. Evolutionary aspects of migratory behavior in European warblers. *J. Evol. Biol.* 1: 195-209.
- Brodersen J., P. A. Nilsson, L.A. Hansson, C. Skov & C. Brönmark. 2008. Condition-dependent individual decision-making determines cyprinid partial migration. *Ecology* 89: 1195-1200.
- Brown G.E. & J.A. Brown. 1996. Kin discrimination in salmonids. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 6, 201-219.
- Chapman B. B., C. Brönmark, J.A. Nilsson & L. A. Hansson. 2011a. Partial migration: an introduction. *Oikos* 120, 1761-1763.
- Chapman B. B., C. Brönmark, J.A. Nilsson & L. A. Hansson. 2011b. The ecology of the partial migration. *Oikos* 120, 1764-1775.
- Chapman B. B., C. Skov, K. Hulthén, J. Brodersen, P.A. Nilsson, L.A. Hansson & C. Brönmark. 2012a. Partial migration in fishes I: definitions, methodologies and taxonomic distribution. *Journal of Fish Biology* (SIFM paper 12-040).
- Chapman B. B., K. Hulthén, J. Brodersen, P.A. Nilsson, C. Skov, L.A. Hansson & C. Brönmark. 2012b. Partial migration in fishes: causes and consequences. *Journal of Fish Biology* 81, 456-478. doi:10.1111/j.1095-8649.2012.03342.x.
- Contreras F. 2019. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2019. Merluza de tres aletas, 2019. Subsecretaría de Economía y EMT / Octubre 2019. Informe 2: Consolidado. Convenio Desempeño 2018. 95 pp+ Anexos.
- Contreras F., J. C. Quiroz & M. C. Pérez 2020. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2021. Merluza de tres aletas, 2021. Subsecretaría de Economía y EMT / Agosto 2020. Primer Informe Técnico. Convenio Desempeño 2020. 110 pp+ Anexos.
- Darimont C.T., S.M. Carlson, M.T. Kinnison, P.C. Paquet, T.E. Reimchen & C.C. Wilmers. 2009. Human predators outpace other agents of trait change in the wild. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*: 106, 952-954.
- Fraser D.J., P. Duchesne & L. Bernatchez. 2005. Migratory charr schools exhibit population and kin associations beyond juvenile stages. *Mol. Ecol.* 14, 3133-3146.
- Galleguillos R, S. Ferrada, C. Canales-Aguirre, S. Astete & A. Lafon. 2009. Análisis de genética de poblaciones. En: Niklitschek E., C. Canales-Aguirre, S. Ferrada, R. Galleguillos, M. George-Nascimento, H. Hernández, C. Herranz, A. Lafon, R. Roa & P. Toledo (eds). Unidades poblacionales de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*). Informe final FIP 2006-15. Universidad Austral de Chile (Centro Trapananda), Coyhaique, pp 34-49.
- Hamilton W.D. 1964. The genetical theory of social behaviour, I, II. *Journal of Theoretical Biology*, 7, 1-52.

- Hauser L., G.R. Carvalho & T.J. Pitcher. 1998. Genetic population structure in the Lake Tanganyika sardine *Limnothrissa miodon*. *J. Fish. Biol.* 53, 413-429.
- Jorgensen C., B. Ernande & O. Fiksen. 2009. Size-selective fishing gear and life history evolution in the Northeast Arctic cod. *Evolutionary Applications* 2, 356-370.
- Krause J. & G.D. Ruxton. 2002. Living in groups. Oxford Univ. Press.
- Laptikovsky V., A. Arkhipkin & P. Brickley. 2013. From small bycatch to main commercial species: explosion of stocks of rock cod *Patagonotothen ramsayi* (Regan) in the Southwest Atlantic. *Fish. Res.* 147, 399-403.
- Leguá J., G. Plaza, D. Pérez & A. Arkhipkin. 2013. Otolith shape analysis as a tool for stock identification of the southern blue whiting, *Micromesistius australis*. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 41(3): 479-489. DOI: 103856/vol41-issue3-fulltext-1.
- Lillo S. & R. Céspedes. 1998. Análisis de los Procesos Biológicos y Migratorios del recurso Merluza de Tres Aletas (*Micromesistius australis*). Informe Final Pesca de Investigación IFOP-EMDEPES. 38 pp. + Figuras.
- Madirolas A., R. Guerrero, R.P. Sanchez, L.B. Prenske, M. Sabatini, M. Pajaro & L. Machinandiarena. 1997. Acoustic, Oceanographic and Ichthyoplankton survey on the Spawning ground of the Austral blue whiting (*Micromesistius australis*), off the Southern Patagonia, 1995-1996. International Council for the Exploration of the Sea ICES CM 1997/Y:26, pp 1-18, included tables and figures.
- Matsumura S., R. Arlinghaus & U. Dieckmann. 2011. Assessing evolutionary consequences of size-selective recreational fishing on multiple life-history traits, with an application to northern pike (*Esox lucius*). *Evolutionary Ecology*: 25, 711-735.
- McKeown N., A. Arkhipkin & P. Shaw. 2017. Regional genetic population structure and fine scale genetic cohesion in the Southern blue whiting *Micromesistius australis*. *Fisheries Research*, 185, 176-184. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.09.006>
- Niklitschek E., R. Roa-Ureta & P. Toledo. 2009. Morfometría de otolitos. In: Niklitschek E., C. Canales-Aguirre, S. Ferrada, R. Galleguillos, M. George-Nascimento, H. Hernández, C. Herranz, A. Lafon, R. Roa & P. Toledo (eds). Unidades poblacionales de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*). Informe final FIP 2006-15. Universidad Austral de Chile (Centro Trapananda), Coyhaique, pp 50-54.
- Niklitschek E.J., D.E. Secor, P. Toledo, A. Lafon & M. George-Nascimento. 2010. Segregation of SE Pacific and SW Atlantic southern blue whiting stocks: integrating evidence from complementary otolith microchemistry and parasite assemblage approaches. *Environ. Biol. Fish.* 89, 399-413.
- Nilsson A. L. K., T. Alerstam & J.A. Nilsson. 2008. Diffuse, short and slow migration among blue tits. *J. Ornithol.* 149: 365-373.
- Payá I., P. Rubilar, H. Pool, R. Céspedes, H. Reyes, N. Ehrhardt, L. Adasme & H. Hidalgo. 2002. Evaluación de Merluza de Cola y Merluza de tres Aletas. Tomo I. Informe Final FIP 2000-15. 163 pp + Anexos.
- Olsen K.H. 1989. Sibling recognition in juvenile arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Journal of Fish Biology*, 34, 571-581.
- Perrota R.G. 1982. Distribución y estructura poblacional de la polaca (*Micromesistius australis*). Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP 3:35-50.
- Petitgas P., D.H. Secor, I. McQuinn, G. Huse & N. Lo. 2010. Stock collapses and their recovery: mechanisms that establish and maintain life-cycle closure in space and time. *ICES J. Mar. Sci.* 67: 1841-1848.

- Piche J., J.A. Hutchings & W. Blanchard. 2008. Genetic variation in threshold reaction norms for alternative reproductive tactics in male Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Proc. R. Soc. B* 275: 1571-1575.
- Pulido, F. et al. 1996. Frequency of migrants and migratory activity are genetically correlated in a bird population: evolutionary implications. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 93: 14642-14647.
- Pulido, F. 2011. Evolutionary genetics of partial migration the threshold model of migration revisited. *Oikos* 120: 1776-1783.
- Quinn T.P. & C.A. Busack. 1985. Chemosensory recognition of siblings in juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Animal Behaviour*, 33, 51-56.
- Roa-Ureta R. 2009. Parámetros clave de la historia de vida. In: Niklitschek E., C. Canales-Aguirre, S. Ferrada, R. Galleguillos, M. George-Nascimento, H. Hernández, C. Herranz, A. Lafon, R. Roa & P. Toledo (eds). Unidades poblacionales de merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*). Informe final FIP 2006-15. Universidad Austral de Chile (Centro Trapananda), Coyhaique, pp 55-69.
- Ruzzante D. E., S. Mariani, D. Bekkevold, C. Andre, H. Mosegaard, L.A.W. Clausen, T.G. Dahlgren, W.F. Hutchinson, E.M.C. Hatfield, E. Torstensen, J. Brigham, E.J. Simmonds, L. Laikre, L.C. Larsson, R.J.M. Stet, N. Ryman & G. Carvalho. 2006. Biocomplexity in a highly migratory pelagic marine fish, Atlantic herring. *Proceedings of the Royal Society B* 273, 1459 -1464.
- Shaw P.W. 2003. Testing for genetic subdivision of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*). Fisheries Department, Falkland Islands Government, Stanley, Falkland Islands.
- Shaw P.W. 2005. Using mitochondrial DNA markers to test for differences between nuclear and mitochondrial genome genetic subdivision of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*). Fisheries Department, Falkland Islands Government, Stanley, Falkland Islands.
- Tamdrari H., J.C. Brethes, M. Castonguay & D.E. Duplisea. 2012. Homing and group cohesion in Atlantic cod *Gadus morhua* revealed by tagging experiments. *J. Fish. Biol.* 81, 714-727.
- Vargas R. 2020. Evaluación del Stock Desovante de Merluza del Sur, Merluza de Cola y Merluza de Tres Aletas, en las aguas exteriores entre las regiones de Los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena, Año 2019. 10 junio. 2020. Presentación PPoint.
- Wöhler O.C. 2001. La Merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*) en el Mar Argentino. Documento preparado para Taller Internacional de Evaluación de Stock de Merluza de cola y Merluza de tres aletas, del 3 - 7 de julio del 2001, Villa Alemana, Chile. Anexo 3, 17 pp. En: Payá I., P. Rubilar, H. Pool, R. Céspedes, H. Reyes, N. Ehrhardt, L. Adasme & H. Hidalgo. 2002. Evaluación de Merluza de Cola y Merluza de tres Aletas. Tomo I. Informe Final FIP 2000-15. 163 pp + Anexos.