

IMPACTOS DE EL NIÑO SOBRE LOS DEPREDADORES SUPERIORES Y EL FUTURO DE LAS PESQUERÍAS

Mariano Gutierrez¹

¹ Instituto Humboldt de Investigación Marina y Acuícola (IHMA)



Mariano Gutierrez es ingeniero pesquero y doctor en Ciencias con mención en Acuicultura. Ha sido director general de Investigación Pesquera en el Instituto del Mar del Perú. Actualmente, es director científico del Instituto Humboldt de Investigación Marina y Acuícola (IHMA). Es integrante del Grupo de Trabajo de Monitoreo del Hábitat de la Organización Regional de Ordenamiento Pesquero para el Pacífico Sur (OROP-PS) y del Grupo de Trabajo de Acústica Pesquera del Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES).

Palabras clave: El Niño, depredadores superiores, aves, lobos marinos, pesquerías, cambio climático

Citar como Gutierrez, M. (2024). Impactos de El Niño sobre los depredadores superiores y el futuro de las pesquerías del Perú. *Boletín científico El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, vol. 11 n.º 10, págs. 4-11.

¿Cuál es la **contribución** de esta investigación para los tomadores de decisiones?*

Los tomadores de decisiones deben fortalecer la conservación de hábitats y regular la pesca artesanal, ya que la disminución de aves marinas persiste pese a la recuperación de la anchoveta, lo cual evidencia impactos antropogénicos. La resiliencia de los lobos marinos destaca la importancia de una dieta diversificada en especies costeras. Además, es crucial mitigar el calentamiento global bajo 2 °C para evitar cambios drásticos en las pesquerías. Finalmente, la contaminación por desagües y plásticos exige políticas urgentes, pues representa una amenaza inmediata para los ecosistemas marinos y la sostenibilidad pesquera.

Resumen

En el presente artículo se describe el impacto de El Niño sobre los depredadores superiores, particularmente las aves y lobos marinos, y se bosqueja el futuro de las pesquerías de cara al cambio climático. Las variaciones que se observan desde hace un siglo en las poblaciones de aves marinas son parcialmente explicadas por cambios en la biomasa de la anchoveta. Sin embargo, luego de El Niño ocurrido en 1972, se observa un desacople completo entre la biomasa de anchoveta y la abundancia de aves marinas, lo que se

explica principalmente por efectos antropogénicos. En el caso de los lobos marinos, sí se observó una recuperación de sus poblaciones, lo que se explica por su mayor acceso a las presas, no solo a la anchoveta, sino a un numeroso grupo de especies costeras. El escenario de cambio climático para la Región Norte del Sistema de la Corriente de Humboldt (RNSCH) es solo optimista si se logra mantener el calentamiento global en menos de 2 °C en comparación con la temperatura en la era preindustrial. Ahora bien, a diferencia del cambio climático, la persistente contaminación del mar, ríos, lagos y humedales por

desagües y plásticos ya es una amenaza real que conviene abordar a través de políticas específicas de las cuales carecemos actualmente. Cabe señalar que este trabajo forma parte de la serie de artículos publicados en 2023 sobre El Niño y la abundancia de los recursos pesqueros del Perú (Gutierrez, 2023a), así como de las interacciones entre especies pesqueras del Perú y su relación con El Niño (Gutierrez, 2023b).

1. Introducción

El año 2009 fue especialmente cálido en la costa peruana; para el año siguiente, es decir, 2010, se anunció el desarrollo de un evento El Niño de tipo global. Previendo el calentamiento del mar, el Gobierno peruano dictó, en el verano de 2010, una serie de medidas para aprovechar la presencia y mayor disponibilidad de especies de aguas cálidas. Sin embargo, nada notable ocurrió ese año, ya que el anunciado Niño se diluyó y dio lugar a una nueva definición: Niño Modoki, que es aquel que comienza a manifestarse de modo clásico a través de un calentamiento de la zona central del océano Pacífico (en la denominada región 3.4), pero que no produce calentamiento en la costa.

Volviendo al año 2009. Estaba claro que había que crear una definición distinta a la que la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) de los EE. UU. le da a la región Niño 3.4 (localizada en el océano Pacífico ecuatorial-central). Acertadamente, la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN) creó una definición propia para el calentamiento o enfriamiento en nuestro mar (ENFEN, 2012). Nacieron así los conceptos de El Niño Costero y La Niña Costera, que se basan más bien en las anomalías térmicas de la colindante región Niño 1+2 (localizada en el océano Pacífico oriental costero), con umbrales para las intensidades débil, moderada y fuerte, para La Niña Costera; y débil, moderado, fuerte y extraordinario, para El Niño Costero.

Estas precisiones son necesarias porque aún existe confusión sobre la diferencia entre estos tipos de eventos que, a menudo, se dan sin que exista necesariamente una relación entre las regiones Niño 3.4 y 1+2. Ejemplo de esto son los Niños Costeros de 2017 y 2023, eventos que fueron en algún momento

reforzados por el arribo de ondas Kelvin en su modo cálido, con un marcado efecto sobre las lluvias.

Independientemente de si se trata de uno u otro tipo de evento, entre los modos de variabilidad de las condiciones oceanográficas que caracterizan la Región Norte del Sistema de la Corriente de Humboldt (RNSCH), es El Niño el que modifica de forma sustantiva las condiciones del hábitat de la totalidad de especies que lo habitan, con impactos proporcionales a la intensidad con que se desarrolle el evento en distintas escalas de tiempo y espacio. De este modo, por ejemplo, el Niño Costero de 2023 ha tenido mayores impactos que el de 2017, a juzgar al menos por el mayor calentamiento en la columna de agua; de modo que, así como en 2017 (Ledesma et al., 2021), también en 2023 se tendría que haber producido una menor productividad primaria y secundaria, con efectos diversos sobre todas las especies.

En el presente artículo se describirán algunos casos de impactos esperados de El Niño sobre los depredadores superiores y el futuro de las pesquerías frente al cambio climático. Este trabajo forma parte de la serie de artículos publicados en 2023 sobre El Niño y la abundancia de los recursos pesqueros del Perú (Gutierrez, 2023a) e interacciones entre especies pesqueras del Perú y su relación con El Niño (Gutierrez, 2023b).

2. Aves marinas

Furness y Monaghan (1987) han determinado que las aves guaneras del ecosistema peruano presentan, en comparación con especies similares de otros ecosistemas, características biológicas particulares (mayor peso, por ejemplo), gracias a sus superiores capacidades de adaptación, y al entorno altamente productivo y variable como el existente en el Perú. Las aves se alimentan de una variedad de especies costeras, entre las que destaca, por su abundancia, la anchoveta.

Sin embargo, las principales especies de aves guaneras, guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*), piquero (*Sula variegata*) y pelícano (*Pelecanus thagus*) presentan abundancias relativas menores a las esperadas desde hace sesenta años, desde el Niño de 1964-65 (Chavez et al., 2008; Goya & Valverde, 2006; Jahncke et al., 2004).

La anchoveta mantuvo altas tasas de abundancia hasta El Niño de 1972. Las poblaciones de aves no han recuperado el nivel poblacional anterior a ese año, a pesar de que la anchoveta sí se recuperó. El efecto combinado de los eventos El Niño y la actividad pesquera de entonces (Goya, 2000) habría afectado la capacidad de recuperación de las aves guaneras; en otras palabras, ha disminuido su resiliencia a pesar de la alta biomasa de anchoveta que se observa en el ecosistema a partir de El Niño 1997-98 (Taylor et al., 2008).

En la Figura 1 de Goya y Valverde (2006), se presenta la abundancia de aves (línea azul) entre 1908 y 2004 en comparación con la biomasa de anchoveta entre 1955 y 2004 (línea roja segmentada). Se observa que cada evento El Niño (los principales eventos están indicados por flechas negras) tiene un efecto negativo sobre la abundancia de aves. A partir de la década de 1950, la frecuencia de esta clase de eventos se ha incrementado, lo que ha provocado declinaciones continuas de la abundancia de estos animales. Durante El Niño de 1997-98, el número de aves sobrevivientes fue ínfimo, y aun así ha mostrado una recuperación; sin embargo, no ha llegado a los niveles anteriores a 1972. La tasa precisa de abundancia de

estas poblaciones es desconocida, pero podría ser mayor a la que se muestra en la Figura 1, ya que las estimaciones actuales se basan en censos restringidos solo a las áreas accesibles.

De igual manera, la serie de tiempo que se presenta en la Figura 1 muestra un número de aves relativamente bajo hasta 1917, lo que indica, como proponen, entre otros, Salvatecci et. al. (2022), que la abundancia de anchoveta era baja hacia inicios del siglo XX, aspecto que debe ser analizado tomando en cuenta que la pesca industrial en el Perú recién se inició en la década de 1950. Goya y Valverde (2006) presentaron dos hipótesis complementarias para explicar esta discrepancia entre la alta biomasa de anchoveta y la relativamente menor abundancia de aves. La primera de ellas propone que las aves juveniles, con menor fortaleza y capacidad de ubicar sus presas, representan un incremento de la mortalidad natural y una población vieja con declinante capacidad reproductiva. La segunda hipótesis, en tanto, propone que los eventos El Niño han incrementado su frecuencia a partir de El Niño de 1957 alterando la respuesta adaptativa, lo que explicaría por qué hay ahora una menor proporción reproductiva. Por otro lado, cabe mencionar que se ha incrementado la perturbación en

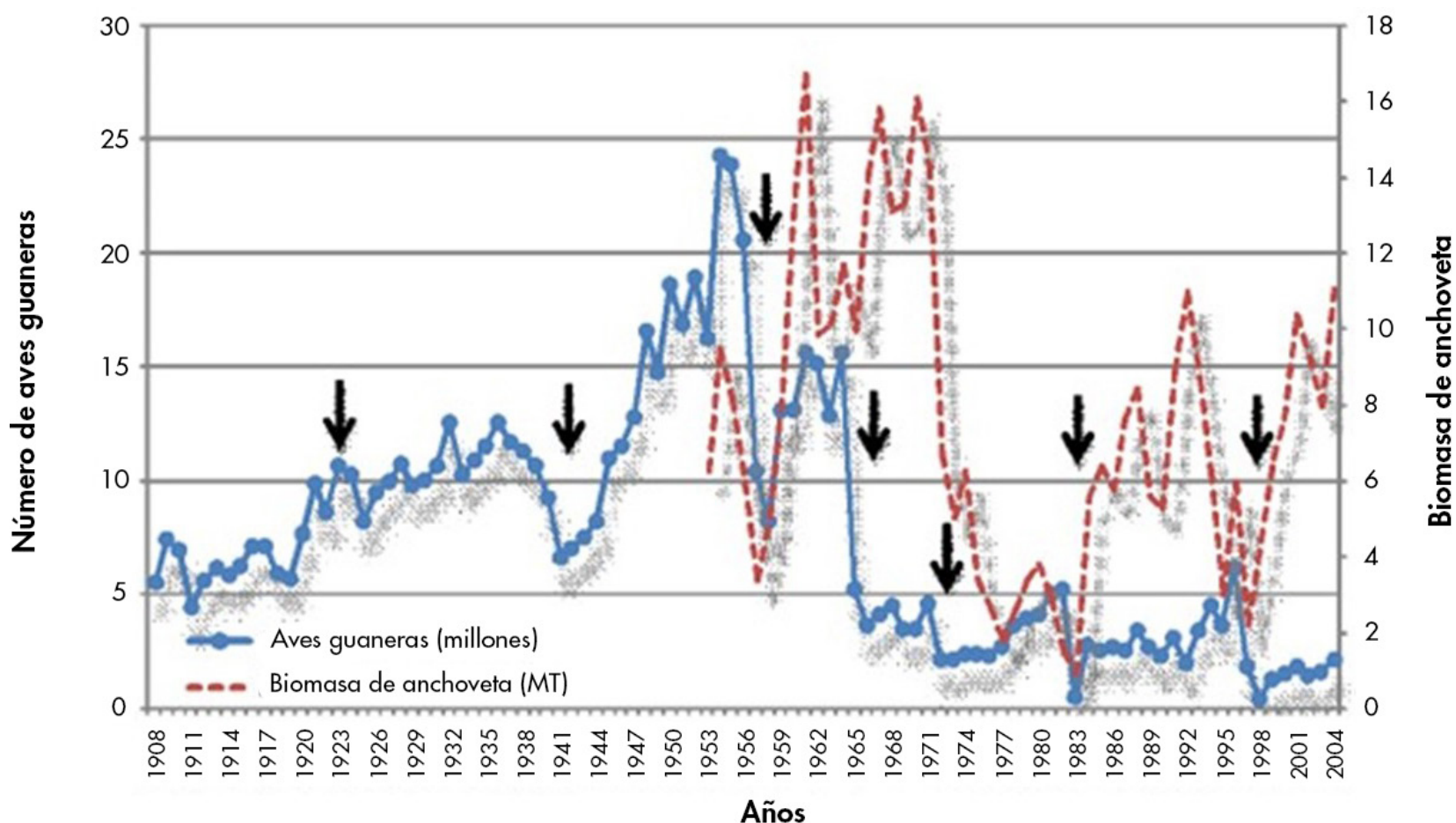


Figura 1. Serie de tiempo sobre la abundancia de aves (en millones de individuos, eje vertical izquierdo) y biomasa de anchoveta (en millones de toneladas, eje vertical derecho). Las flechas de color negro indican la ocurrencia de eventos El Niño. Nótese el relativamente bajo número de aves en comparación con la alta biomasa de anchoveta. Tomado de Goya y Valverde, 2006.

las colonias reproductivas por la presencia humana en las zonas antiguamente habitadas por las aves, presencia que ocasiona vandalismo sobre los nidos, así como el uso de dinamita y la captura incidental de aves por los diversos aparejos de la pesca.

Otras hipótesis que contribuyen a explicar la menor abundancia de aves son las siguientes:

1. Los trabajadores de AGRORURAL (la empresa estatal que heredó las funciones de la Compañía Administradora del Guano y, más adelante, las de PROABONOS), entidad a cargo de la vigilancia y cuidado de las islas y zonas protegidas, carecen de la especialización suficiente y del compromiso de los antiguos trabajadores, quienes cumplían la función adicional de observadores de las variaciones poblacionales de las colonias (E. Goya, comunicación personal).
2. El número de pescadores artesanales se ha incrementado en toda la costa (Estrella et al., 2006; IMARPE, 2018) en comparación con el primer censo sobre la pesca artesanal realizado en 1997 (Escudero; 1997), con el consiguiente incremento de la presencia humana en las zonas de anidación. La recurrencia de prácticas ilegales es reconocida por los pescadores artesanales, según una encuesta llevada a cabo por IMARPE, la cual señala que la falta de información y el desconocimiento de las leyes inciden en las prácticas ilegales reportadas.
3. La inaccesibilidad de las zonas de anidación limita la recolección de información sobre distribución y abundancia de aves.
4. La menor transparencia del agua, producto de una mayor productividad primaria y secundaria desde El Niño de 1997-98 (Ayon et al., 2008), reduciría la vulnerabilidad de la anchoveta frente a las aves.
5. La presencia de una menor abundancia de especies como el bonito (*Sarda chilensis*), un pez que provocaría un "efecto de mediación" (Taylor, 2008), por el cual las aves ubican a la anchoveta y a otras especies gracias a otros depredadores.

3. Lobos marinos

Los lobos marinos han experimentado una recuperación notoria en su abundancia luego de El Niño 1997-98, en una proporción mayor con relación a la abundancia de aves. Sin embargo, debido a que

los censos de lobos son aún más difíciles de realizar que los de aves, se ha recurrido a modelos tróficos y simulaciones para determinar la abundancia relativa de estos.

Taylor et al. (2008) proponen, con base en un modelo trófico del ecosistema (Ecopath con Ecosim), una posible relación *bottom-up* entre la anchoveta y sus principales depredadores costeros (aves y mamíferos), lo que significa que la anchoveta puede regular la abundancia de estos al modificar su conducta migratoria; por ejemplo, si migra o se desplaza a mayores profundidades durante periodos prolongados, tal como ocurre durante los eventos El Niño.

Por otro lado, en el ecosistema frente al Perú, la ubicación de la oxiclina es muy cercana a la superficie (Sifeddine et al., 2008; Chavez et al., 2008), lo que restringe la profundización de los peces y otras presas, y facilita la alimentación por parte de aves y mamíferos. Sin embargo, el hundimiento de la oxiclina, que es característica de los eventos El Niño o de los periodos con intrusión de ondas Kelvin, profundiza también la distribución de las especies pelágicas como la anchoveta por extensos periodos (Alheit & Ñiquen, 2004; Bertrand et al., 2004; Gutierrez et. al, en edición).

En especial, hay que considerar que los individuos de lobos y aves, más jóvenes o más viejos, son los que menos capacidades tienen para bucear hasta la profundidad en la que se haya distribuida la anchoveta (más profunda durante El Niño), por lo que eventualmente se producen muertes masivas por inanición. Otro factor a considerar es la saca ilegal de lobos por parte de algunos pescadores artesanales como una manera de proteger sus aparejos de pesca frente al ataque de estos. Se desconoce la magnitud de estas sacas clandestinas y su impacto sobre las poblaciones (GEF-PNUD, 2015).

4. El cambio climático y el futuro de las pesquerías peruanas

La Región Norte del Sistema de la Corriente de Humboldt (RNSCH) muestra condiciones características de un productivo ecosistema de afloramiento típico de los bordes orientales de los continentes. Sin embargo, este ecosistema, siendo el

más rico de todos, no siempre tuvo esa productividad. Salvatecci (2013) halla, al analizar las escamas y vértebras sedimentadas en la arena, que antes de 1870 la abundancia de todas las especies analizadas (peces pelágicos y mesopelágicos, además de la merluza) era significativamente menor que en el presente. Por tanto, cabe preguntarse si así como la productividad del ecosistema ha aumentado, en algún momento tendrá que descender, con previsibles impactos socioeconómicos, lo que requiere una atención urgente a la problemática de la pesca artesanal (Bertrand et al., 2018). Por otro lado, la comunidad científica internacional está de acuerdo con este desenlace, pero no se tiene ninguna certeza sobre cuándo se manifestarán estos impactos. Un estudio financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (Gutierrez et al., 2019) indica que, hacia finales de la década de 2030, ya se tendría que haber observado una disminución de la población de anchoveta.

Otro estudio de Salvatecci et al. (2022) describe que se espera que el cambio climático implique que, en el futuro, los peces que van a dominar en términos

de abundancia serán los de pequeño tamaño (gobios), ello como resultado del calentamiento y desoxigenación de los océanos. Para llegar a esa conclusión se reconstruyó una base de datos sobre las condiciones oceanográficas que existieron en el periodo cálido global más reciente (es decir, el último periodo interglacial desarrollado entre 130 000 y 116 000 años antes del presente) utilizando sedimentos de la RNSCH. A diferencia de un ecosistema dominado actualmente por la anchoveta, el último periodo interglacial se caracterizó por la dominancia de peces más pequeños (gobios y peces mesopelágicos), con una abundancia muy baja de anchoveta (Figura 2).

Otra investigación en la que se llega a conclusiones similares es la realizada por Ariza et al. (2022). En dicho estudio se concluye que se espera que la fauna pelágica sea afectada en todo los océanos debido al cambio climático, de acuerdo con las simulaciones realizadas. Sin embargo, el momento y la magnitud del impacto aún es incierta, además de carecer de una corroboración respaldada por estudios estadísticos basados en observaciones. Para realizar esta investigación se utilizaron bases

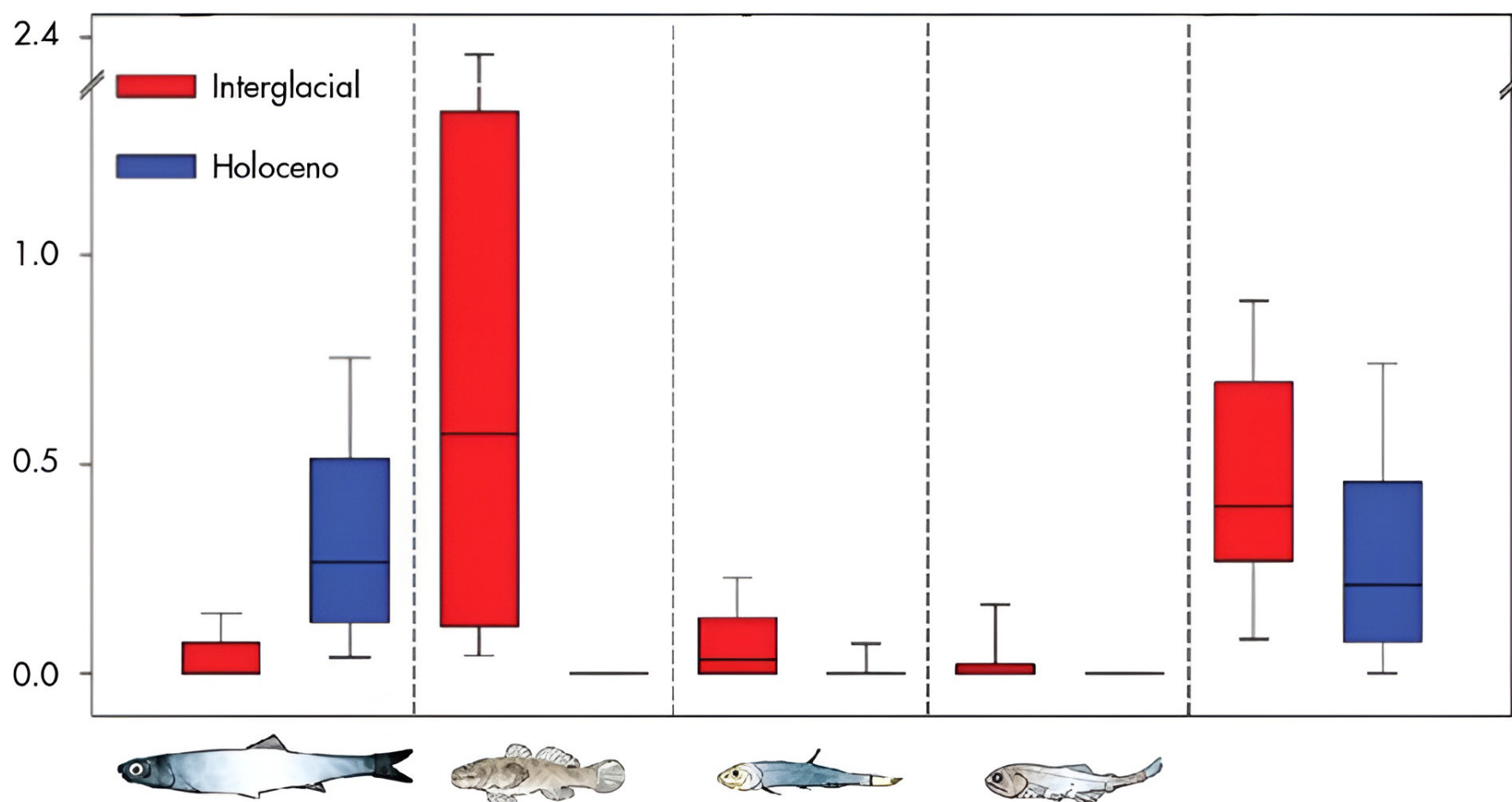


Figura 2. Abundancia de vértebras de peces durante el último periodo interglacial (barras rojas) y el Holoceno (barras azules). Los peces parecidos a los gobios y mesopelágicos (es decir, *Vinciguerria lucetia* y el pez linterna azul [*T. crenularis*]) fueron abundantes durante el último periodo interglacial. La categoría de otras especies incluye vértebras de peces adultos y juveniles no identificados, además de peces mesopelágicos. Nótese la disminución de la anchoveta que se espera en un ecosistema más cálido que el actual. Tomado de Salvatecci et al. (2022).

de datos tomados con ecosonda en diversas partes del mundo para cuantificar en términos relativos la cantidad detectada de organismos vivos. Con esta información se realizaron proyecciones para intentar predecir el cambio en la distribución y la abundancia futura de la fauna en todos los océanos del mundo. Según este estudio, la fauna pelágica mundial se verá seriamente comprometida para fines del siglo XXI si se continúa bajo el actual escenario de calentamiento global debido al exceso de emisiones de gases de efecto invernadero. En línea con este estudio de 2022, se espera que para las latitudes bajas y medias, como la de la RNSCH, ocurra una reducción del 3 % al 22 % de la biomasa animal actual debido a la expansión de los sistemas poco productivos, mientras que las latitudes más altas estarían pobladas por la fauna que puebla actualmente las zonas templadas. Todo ello respalda los resultados de otras simulaciones llevadas a cabo por otros investigadores. En el curso de la misma investigación de Ariza et al. (2022), se halló que las medidas de mitigación que logren contener el calentamiento global por debajo de 2 °C permitirán que los impactos descritos en la investigación sean menores a la mitad de lo previsto.

5. Discusión

Tal como se ha visto para los distintos segmentos de especies que sustentan pesquerías (costeros, pelágicos, bentónicos, etc.), en los que no se ve una relación clara entre El Niño y el incremento o la disminución de ciertas especies, la sobrepesca explica más que El Niño las fluctuaciones que vemos en la abundancia de esos grupos de especies (Gutierrez 2023a, b). En el caso de las aves, conocemos que hay un cierto desfase en la relación entre la biomasa de anchoveta y la de aves: sin embargo, en general, era razonable asumir que si hay más alimento (anchoveta) tendría que haber más aves. No obstante, luego de El Niño de 1972 ha quedado totalmente desacoplada la aparente relación entre la biomasa y el número de aves.

Nuevamente, cabe preguntarse acerca de por qué no ha habido recuperación en las aves si la ha habido en la anchoveta. Es posible que todas las hipótesis planteadas para explicar esta paradoja sean ciertas. En otras palabras, no es El Niño sino nuestra manera de gestionar el ecosistema lo que impacta mucho más en las aves. Como se ha mostrado en el caso de los mamíferos, específicamente en el caso de los

lobos marinos, sí ha habido una recuperación que explicaría que el hábitat de estos animales es más difícil de acceder que el de las aves. Los lobos marinos habitan siempre en zonas cercanas al mar, pasan mucho más tiempo en el agua y pueden bucear por mucho más tiempo que las aves, y, por tanto, tienen mayor acceso a la anchoveta y muchas otras especies abundantes, incluyendo la múnida (*Pleuroncodes monodon*, Gutierrez et al., 2008). Además, los lobos marinos aprovechan muy bien el “efecto de intermediación” (Taylor et al., 2008) que les ofrecen los barcos de pesca. Es bien conocido que a bordo de un barco que efectúa un lance de pesca no se observa ningún lobo, pero poco después se congregan cientos de ellos. Las aves guaneras costeras, si bien también aprovechan este efecto provocado por los barcos de pesca, al oscurecer suelen regresar a sus colonias. Adicionalmente, cabe señalar que Bertrand et al. (2012) mostraron que, cuando las aves guaneras se alejan demasiado siguiendo a los barcos de pesca, ya no regresan a su colonia, y que si esto se presenta durante temporadas de anidación, por lo general, es un evento fatal para los pichones, al quedar desprotegidos y sin alimento.

Respecto al tema del cambio climático y cómo afectará en el futuro a las especies de depredadores superiores, es evidente que todos los escenarios posibles son también negativos a menos que se logre evitar el incremento de 2 °C en la temperatura global del aire respecto al valor que existía en la era preindustrial. Es necesario tener presente que el Perú no es un emisor importante de gases de efecto invernadero; por tanto, no se considera como una prioridad el contener drásticamente las emisiones, lo que tendría un costo considerable en términos económicos. Sin embargo, donde sí urge intervenir es en la manera en que se está contaminando el mar, los ríos, los lagos y los humedales. El país carece de una política para esto y no se observa liderazgo de parte del sector vivienda, el cual, no obstante, es la mayor fuente de contaminación que se drena a los ecosistemas sin ningún tratamiento. Tampoco existe una política clara respecto al plástico para, por ejemplo, imponer un impuesto sobre su uso a fin de financiar el reciclaje y la disposición de estos residuos que, por otra parte, podrían ser el origen de nuevas actividades económicas que justifiquen el mencionado impuesto. En definitiva, al parecer, el cambio climático no sería el problema más serio para nuestros ecosistemas, sino la manera en que se les está contaminando.

6. Conclusiones

Las variaciones que se observan en las poblaciones de aves marinas son parcialmente explicadas por la biomasa de la anchoveta. Luego del colapso de la pesca en 1972, como resultado de la sobrepesca de esos años más la ocurrencia de un Niño fuerte, se observa un desacople completo entre la biomasa de anchoveta y la abundancia de aves marinas, lo que se explica no solo por la pesca sino por otros efectos antropogénicos como el de la ocupación de zonas costeras antaño ocupadas por colonias de aves marinas.

En el caso de los lobos marinos, sí se observó una recuperación de sus poblaciones, lo que se explica por su mayor acceso a las presas, no solo anchoveta sino a un numeroso grupo de especies costeras.

El escenario de cambio climático para la RNSCH es solo optimista si se logra mantener el calentamiento global en menos de 2 °C en comparación con la temperatura en la era preindustrial. En cualquier otro escenario, los impactos serán negativos para todas las especies, con excepción de las especies naturalmente pequeñas, como los gobios y peces mesopelágicos.

La contaminación por desagües y plásticos ya es una amenaza real que conviene abordar a través de políticas específicas de las cuales carecemos actualmente.

Referencias

- Alheit, J., & Niquen, M. (2004). Regime shifts in the Humboldt Current ecosystem. *Progress in Oceanography*, 60(2-4), 201-222. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2004.02.006>
- Ariza, A., Lengaigne, M., Menkes, C., Lebourges-Dhaussy, A., Receveur, A., Gorgues, T., ... & Bertrand, A. (2022). Global decline of pelagic fauna in a warmer ocean. *Nature Climate Change*, 12(10), 928-934. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01479-2>
- Ayón, P., Swartzman, G., Bertrand, A., Gutierrez, M., & Bertrand, S. (2008). Zooplankton and forage fish species off Peru: large-scale bottom-up forcing and local-scale depletion. *Progress in Oceanography*, 79(2-4), 208-214. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.023>
- Bertrand, S., Díaz, E., & Niquen, M. (2004). Interactions between fish and fisher's spatial distribution and behaviour: an empirical study of the anchovy (*Engraulis ringens*) fishery of Peru. *ICES Journal of Marine Science*, 61(7), 1127-1136. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2004.07.016>
- Bertrand, A., Vögler, R., & Defeo, O. (2019). Climate change impacts, vulnerabilities and adaptations: Southwest Atlantic and Southeast Pacific marine fisheries 1. *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture*, 325.
- Bertrand, S., Joo, R., Arbulu, C., Tremblay, Y., Barbraud, C., & Weimerskirch, H. (2012). Local depletion by a fishery can affect seabird foraging. *Journal of Applied Ecology*, 49(5), 1168-1177. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02190.x>
- Castillo, G., Fernández, J., Medina, A., y Guevara, R. (2018). *Tercera encuesta estructural de la pesquería artesanal en el litoral peruano. Resultados generales*. Informe vol. 45(3) Instituto del Mar del Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3300>
- Chavez, F. P., Bertrand, A., Guevara-Carrasco, R., Soler, P., & Csirke, J. (2008). The northern Humboldt Current System: Brief history, present status and a view towards the future. *Progress in Oceanography*, 79(2-4), 95-105. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.012>
- ENFEN. (2012). *Índice Operacional para definir "El Niño" y "La Niña" en la costa peruana*. Estudio Nacional del Fenómeno El Niño, nota de prensa, 9 de abril de 2012.
- Escudero, L. (1997). *Encuesta estructural de la pesquería artesanal del litoral peruano*. Informe Progresivo n.º 59. Instituto del Mar del Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/957>
- Estrella C., Castillo, G., Fernandez, J., y Medina, A. (2006). *Segunda encuesta estructural de la Pesquería Artesanal Peruana: Regiones Moquegua y Tacna*. Informe vol. 33(1), Instituto del Mar del Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/1836>
- Furness, R.W., & Monaghan, P. (1987). *Seabird ecology*. Blackie & Son Limited. <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2093-7>
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial - Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [GEF-PNUD]. (2015). *Análisis Diagnóstico Ecosistémico Transzonal (ADET) Chile-Perú*. PROYECTO GEF-PNUD-HUMBOLDT PIMS 4147. <http://humboldt.iwlearn.org/es/informacion-y-publicacion/pagina-de-documentos-del-proyecto>
- Goya, E. (2000). Abundancia de aves guanera y su relación con la pesquería de anchoveta peruana de 1953 a 1999. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 19(1-2), 125-131. <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/157>
- Goya, E., & Valverde, M. (2006). *Long-term changes in population status of Peruvian guano-producing seabirds*. Proceedings of the Humboldt Current Symposium. www.peru.ird-fr/humboldt_speeches/communications/friday/HCS_205_Goya.pdf
- Gutierrez, M., Ramirez, A., Bertrand, S., Moron, O., & Bertrand, A. (2008). Ecological niches and areas of overlap of the squat lobster 'munida' (*Pleuroncodes monodon*) and anchoveta (*Engraulis ringens*) off Peru. *Progress in Oceanography*, 79(2-4), 256-263. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.019>

Gutiérrez, D., Tam, J., Reguero, B., Ramos, J., Oliveros, R., Chamorro, A., Gévaudan, M., Espinoza, D., Colas, F., Echevin, V., Correa, D., Domínguez, N., Zavala, R., Gonzales, N., Ramos, J., Grados, D. y Romero, C. (2019). *Fortalecimiento del conocimiento actual sobre los impactos del cambio climático en la pesquería peruana*. En Zavala, R., Gutiérrez, D., Morales, R., Grünwaldt, A., Gonzales, N., Tam, J., Rodríguez, C. y Bucaram, S. (Eds.), *Avances del Perú en la adaptación al cambio climático del sector pesquero y del ecosistema marino-costero* (pp. 38-71). Instituto del Mar del Perú [IMARPE] y Banco Interamericano de Desarrollo [BID]. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3509>

Gutierrez, M. (2023a). El Niño, la anchoveta y otros recursos pesqueros. *Boletín científico El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, vol. 10 n.º 06, págs. 4-10. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/5511>

Gutierrez, M. (2023b). Interacciones entre especies pesqueras del Perú, su relación con El Niño y el Cambio Climático. *Boletín Científico El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, vol. 10 n.º 10, págs. 4-12. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/5537>

Gutierrez, M., Angulo, J., Tarazona, A., Peraltilla, S., Pecquerie, L., Vagner, M., Sardenne, F., Grados, D. & Espinoza, P. (2024, en revisión/edición). *Variations in maximum fish length, spatial distribution, biomass, and omega 3 content of anchovy (Engraulis ringens) off the Peruvian coast between 1998 and 2022 with repercussions on fishery management*. *Deep Sea Research II*. <https://hal.science/hal-04180087v1>

Jahncke, J., Checkley, D.M., Hunt, G.L. (2004). Trends in carbon flux to seabirds in the Peruvian upwelling system: effects of wind and fisheries on population regulation. *Fisheries Oceanography*, 13(3), 208–223. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2419.2004.00283>

Ledesma, J., Graco, M., Tam, J., Díaz, K., Anculle, T., García, W., Bernales, A., Quispe, D., Espinoza-Morriberón, D., Carhuapoma, W., & Gutiérrez, D. (2022). Efectos de El Niño Costero 2017 sobre la oxigenación, fertilidad y productividad del mar frente a las costas del Perú. *Boletín Instituto del Mar Del Perú*, 36(2), 409–427. <https://doi.org/10.53554/boletin.v36i2.345>

Salvatecci R. (2013). *Variabilité multi-décennale et millénaire de l'intensité de la Zone de Minimum d'Oxygène, de la production exportée et des populations de poissons pélagiques à partir de sédiments marins laminés à Pisco, Pérou, au cours des derniers 25 000 ans*. Thèse de doctorat de L'Université Pierre et Marie Curie. Paris, 277 pp.

Salvatecci, R., Schneider, R. R., Galbraith, E., Field, D., Blanz, T., Bauersachs, T., Crosta, X., Martinez, P., Echevin, V., Scholz, F., & Bertrand, A. (2022). Smaller fish species in a warm and oxygen-poor Humboldt Current system. *Science (American Association for the Advancement of Science)*, 375(6576), 101–104. <https://doi.org/10.1126/science.abj0270>

Sifeddine, A., Gutiérrez, D., Ortlieb, L., Boucher, H., Velazco, F., Field, D., Vargas, G., Boussafir, M., Salvatecci, R., Ferreira, V., García, M., Valdés, J., Caquineau, S., Mandeng Yogo, M., Cetin, F., Solis, J., Soler, P., & Baumgartner, T. (2008). Laminated sediments from the central Peruvian continental slope: A 500 year record of upwelling system productivity, terrestrial runoff and redox conditions. *Progress in Oceanography*, 79(2–4), 190–197. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.024>

Sociedad Nacional de Pesquería - Instituto Humboldt de Investigación Marina y Acuícola [SNP-IHMA]. (2023). Informe del Undécimo Taller SNP sobre las condiciones del hábitat del jurel y otras especies de la Corriente del Perú en el Sistema de Humboldt

Taylor, M.H., Tam, J., Blaskovic, V., Espinoza, P., Ballón, R.M., Wosniza-Mendo, C., Argüelles, J., Díaz, E., Purca, S., Ochoa, N., Ayón, A., Goya, E., Quipuzcoa, L., Gutiérrez, D. & Wolff, M. (2008). Trophic modeling of the Northern Humboldt Current Ecosystem, Part II: Elucidating ecosystem dynamics from 1995–2004 with a focus on the impact of ENSO. *Progress in Oceanography*, 79(2–4), 366–378. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.008>