



Actores que intervienen en las recomendaciones de la cuota de pesca en la anchoveta (*Engraulis ringens*) en Perú

Actors involved in the recommendations of the fishing quota for Peruvian anchoveta (*Engraulis ringens*)

Pedro Ramiro Castillo*, Marilú Bouchon, Daniel Grados y Renato Guevara-Carrasco

0000-0003-0580-2742

0000-0001-7458-0878

0000-0001-5184-2740

0000-0001-5734-2077

Instituto del Mar del Perú (Imarpe). Esq. Gamarra y General Valle s/n. Chucuito, Callao. Perú. ramirocasti@gmail.com*, mbouchon@imarpe.gob.pe, dgrados@imarpe.gob.pe, rguevara@imarpe.gob.pe

* Autor de correspondencia / Corresponding author

RESUMEN

Este artículo describe los actores que intervienen en la recomendación de la cuota de captura de anchoveta, previo a las temporadas de pesca para cada región (norte-centro y sur), así como el sesgo asociado a la misma. Los datos de las biomásas, cuotas y desembarques corresponden al período 2000-2022, mientras que las recomendaciones para la cuota total corresponden a 2019-2022. Para la región norte-centro, el Imarpe recomienda a Produce una tasa de explotación menor o igual a 0.35 mediante una tabla de decisión para cuatro escenarios probables de ambiente oceanográfico, considerando una biomasa remanente para asegurar su sostenibilidad. El cumplimiento de las cuotas de capturas de anchoveta en las primeras temporadas de pesca ha sido mayor a 90 %, mientras que en las segundas temporadas de pesca se han capturado inclusive menores a 50 %, como es el caso del: 2001, 2019, 2010 y 2017. Entre 2019 y 2022, Produce optó lo siguiente: i) con cuota menor a la recomendada en la tabla de decisión (I-2021, II-2020, I-2019) y ii) con cuota mayor a la recomendada en la biomasa a la tabla de decisión (I-2022, II-2021, II-2022, II-2019 y I-2020). El error de observación es menor (0.10) en los cruceros de verano y mayor (0.15) en invierno-primavera (cruceros de biomasa desovante e hidroacústicos).

PALABRAS CLAVE: cuota de pesca, temporada de pesca, evaluación hidroacústica, dinámica poblacional, biomasa de anchoveta

ABSTRACT

This article describes the actors involved in the recommendation of the Peruvian anchoveta catch quota prior to the fishing seasons of each region (north-central and south), as well as the bias associated with it. The data on biomasses, quotas, and landings correspond to the 2000-2022 period, while the recommendations for the total quota correspond to 2019-2022. For the north-central region, Imarpe recommends Produce an exploitation rate lower than or equal to 0.35. This is done through a decision table for four probable oceanographic environment scenarios, considering a remaining biomass to ensure sustainability. The compliance of Peruvian anchoveta catches quotas in the first fishing seasons has been higher than 90 %, while in the second fishing seasons, catches have even been less than 50 %, as in the case of: 2001, 2019, 2010 and 2017. Between 2019 and 2022, Produce opted for the following: i) with a quota lower than that recommended in the decision table (I-2021, II-2020, I-2019) and ii) with a quota higher than that recommended in the biomass of the decision table (I-2022, II-2021, II-2022, II-2019 and I-2020). The observation error is lower (0.10) for the summer surveys and higher (0.15) for the winter-spring (spawning biomass and hydroacoustic surveys).

KEY WORDS: fishing quota, fishing season, hydroacoustic assessment, population dynamics, anchoveta biomass

INTRODUCCIÓN

La pesquería de la anchoveta (*Engraulis ringens*) en el Perú, está sustentada por la alta productividad y variabilidad del ecosistema de la Corriente de Humboldt (Nixon y Thomas, 2001; Agüero, 2007; Bakun y Weeks, 2008). La gestión de la pesquería de la anchoveta en Perú evolucionó desde un acceso abierto con cuotas globales desde 1966 (D.S. N° 066), hasta un sistema de cuotas individuales por unidad de pesca denominado Límites Máximos de Captura por Embarcación (LMCTP) en 2008 (D.L. N° 1084), que empezó a ser efectiva a partir de la primera temporada de pesca de 2009 (Aranda, 2009), terminando de esta manera una carrera desmedida por obtener en el menor tiempo posible la mayor proporción de la cuota de captura (“carrera olímpica”). El LMCTP es la cuota de pesca asignada para cada embarcación en una temporada determinada.

El manejo pesquero de la anchoveta cuenta con un marco regulatorio más desarrollado que otras especies pesqueras y está regulada según el destino de las capturas por Consumo Humano Directo (CHD) o Consumo Humano Indirecto (CHI). Las herramientas de gestión más importantes son: i) la ley general de pesca, ii) la ley y el reglamento sobre el Límite Máximo de Captura Total Permissible (LMCTP) que establecen de manera diferenciada para la región norte-centro y para la sur un sistema de cuotas individuales de captura para la flota industrial y iii) el Reglamento de Ordenamiento Pesquero (ROF) para CHD (Monteferri *et al.*, 2020). El LMCTP es la cuota total en toda la temporada de pesca. Por otro lado, el manejo de la anchoveta está centrado en la sostenibilidad del recurso, por lo que las cuotas globales de captura y las vedas biológicas han sido las medidas de manejo más utilizadas.

La alta variabilidad oceanográfica y la baja capacidad de ser pronosticada genera “incertidumbre ecológica” al diagnóstico y al manejo de la pesquería, lo que ha ocasionado que la ordenación pesquera peruana sea muy dependiente de las condiciones ambientales a corto plazo (Bouchon, 2018). Lo que impulsó al desarrollo de metodologías más precisas en la obtención de información biológico-pesquera y que permitieran implementar medidas de manejo a muy corto plazo, conocido como “manejo adaptativo”, cuya finalidad es conciliar la sostenibilidad de los recursos vivos con la actividad pesquera logrando que ésta sea sostenible en el tiempo (Chávez y Messie, 2008; Arias-Screiber *et al.*, 2011).

La aplicación de estas normas por los gestores se fundamenta principalmente en evidencias científicas,

INTRODUCTION

Anchoveta (*Engraulis ringens*) fishing in Peru is supported by the high productivity and variability of the Humboldt current ecosystem (Nixon and Thomas, 2001; Agüero, 2007; Bakun and Weeks, 2008). Anchoveta fishing management in Peru has evolved from open access with global quotas starting in 1966 (D.S. N° 066) to a system with individual quotas per fishing units, which is denoted as the maximum permissible total catch limit (MPTCL) per vessel, established in 2008 (D.L. N° 1084) and put into effect in the first fishing season of 2009 (Aranda, 2009), thus ending an unbridled race for obtaining the highest proportion of the catch quota in the shortest possible time (dubbed as Olympic race). The MPTCL is the fishing quota assigned to each vessel in each season.

Anchoveta fishery management has a more developed regulatory framework than that of other species. It is regulated according to the purpose of the catches: direct human consumption (DHC) or indirect human consumption (IHC). The most relevant management tools are i) the general fishing law; ii) the law and regulations regarding the MPTCL, which establish differentiated systems of individual catch quotas for the industrial fleet in the north-central and southern regions; and iii) the Fisheries Management Regulation for DHC (Monteferri *et al.*, 2020). The MPTCL represents the total quota throughout the fishing season. Moreover, anchoveta management is focused on resource sustainability, which is why global catch quotas and biological rests have been the most frequent measures.

High oceanographic variability and low forecasting capabilities generate ecological uncertainty regarding the diagnostics and management of fishery. This has caused Peruvian fishery management to be dependent on short-term environmental conditions (Bouchon, 2018) and has prompted the development of more accurate methodologies to obtain fishery-biological information thought of a scientific survey and to allow implementing very short-term management measures. This is known as adaptive management, and its purpose is to reconcile the sustainability of living resources with fishing activity, making it sustainable over time (Chávez and Messie, 2008; Arias-Screiber *et al.*, 2011).

The application of these regulations by managers is mainly founded upon scientific evidence provided by the Peruvian Institute of the Sea (Imarpe). Imarpe’s work is fundamental to understanding the population and biological status of anchoveta. The Institute’s general mission is to

realizados por el Instituto del Mar del Perú (Imarpe). La labor de Imarpe es fundamental para el conocimiento de la población y situación biológica de la anchoveta, cuya misión general es de promover y realizar investigaciones científicas y tecnológicas del mar, aguas continentales y de los recursos vivos de ambos, con el objeto de lograr el aprovechamiento racional de los mismos; proporcionando al Ministerio de la Producción y a la comunidad científica los estudios de manera veraz y oportuna (Produce, 2012). Adicionalmente, a estas investigaciones científicas se considera también el factor socioeconómico, establecida por los gestores.

La captura anual de la anchoveta está distribuida en dos temporadas de pesca y es realizada por embarcaciones pesqueras de cerco conocidas como “bolicheras” y registradas en el Viceministerio de Pesquería de Produce. La implementación del sistema de cuotas individuales por embarcación fue una respuesta a la problemática existente desde fines de la década de los noventa como eran: el exceso de flota, la sobre-inversión en plantas y flota, la informalidad en el sector, el riesgo de la sostenibilidad en el recurso, los problemas ambientales, entre otros. La Cuota Individual por Embarcación es el resultado de distribuir en cada temporada de pesca el LMCTP o Cuota de Captura Total (TAC) para el consumo humano indirecto (CHI) entre un número finito de embarcaciones y es Produce quien establece, asigna, regula y monitorea estas cuotas individuales (Monteferri *et al.*, 2021).

Las dos temporadas de pesca se basan principalmente en los períodos posteriores al desove de la anchoveta. Esta especie desova casi todo el año, con dos períodos de mayor intensidad, el principal en invierno (agosto-setiembre) y otro en verano (febrero-marzo) (Santander y Sandoval de Castillo, 1969; Perea *et al.*, 2011; Bouchon, 2018). La finalización o suspensión de la temporada de pesca está sujeta a: i) como cumplimiento de la TAC, ii) extracción de juveniles previstos (así no se haya cumplido el TAC), iii) inicio del período del desove, y iv) condiciones ambientales anómalas (p. ej., El Niño de intensidad extraordinaria 1997-1998).

La región norte-centro (04°30′-15°59′S) es considerada como la de mayor abundancia y distribución de la anchoveta encontradas en las últimas décadas, comparada con la región sur (16°00′S-18°20′S) (Ñiquen *et al.*, 2000). Para estas regiones son aplicadas dos temporadas en forma independiente; para la región norte-centro se realizan normalmente entre abril-junio y entre noviembre-febrero, mientras que para la sur se realizan entre enero-junio y entre julio-diciembre; es decir, semestralmente.

promote and carry out scientific and technological research of the sea and continental waters, as well as of the living resources of both while aiming for rational utilization. They provide these studies to the Ministry of Production (Produce) in a truthful and timely manner (Produce, 2012). In addition to the biomass results of these scientific investigations, the socioeconomic factor – established by the managers – is also considered, which, in some cases, can increase or decrease the fishing quota.

The annual anchoveta catch is distributed in two fishing seasons and is carried out by purse seine fishing vessels known as *bolicheras* that are registered in the Produce’s Vice-Ministry of Fishery. The implementation of the system of individual quotas per vessel was a response to issues dating back to the late 90s, *i.e.*, fleet overcapacity, overinvestment in plants and fleet, informality in the sector, the resource’s sustainability risk, and environmental issues, among others. The per-vessel individual quota is the result of distributing the MPTCL, or the total catch quota (TCQ), for IHC among a finite number of vessels, and it is the Produce who establishes, assigns, regulates, and monitors these individual quotas (Monteferri *et al.*, 2021).

The two fishing seasons are primarily based on the periods following the spawning of the anchoveta. This species spawns almost all year long, with two higher-intensity periods, the main one being in winter (August-September) and the other one in summer (February-March) (Santander and Sandoval de Castillo, 1969; Perea *et al.*, 2011; Bouchon, 2018). The end or suspension of the fishing season is subject to i) reaching the TCQ, ii) the extraction of the expected juveniles (even if the TCQ has not been reached), iii) the start of the spawning period, and iv) anomalous environmental conditions (*e.g.*, the extraordinary-intensity El Niño in 1997-1998).

In recent years, the north-central region (04°30′-15°59′S) has been regarded as the one with the greatest abundance and distribution of anchoveta in comparison with the southern region (16°00′S-18°20′S) (Ñiquen *et al.*, 2000). In these regions, two seasons are independently implemented: for the north-central region, they take place between April and June and between November and February, while, for the southern region, they take place between January and June and between July and December. This corresponds to a biannual regime.

Un aspecto que se debe considerar previo a estas temporadas de pesca es la variabilidad oceanográfica. La alta variabilidad climática, que puede ser estacional (verano-invierno), interanual (El Niño-La Niña), periódica (períodos cálidos y fríos) y secular (alta y baja variabilidad), influyen en la distribución y abundancia de las especies del ecosistema pelágico y demersal (Espino, 2014). Esta variabilidad climática puede producir desplazamientos horizontales y/o verticales de la anchoveta en tiempos cortos y se puede dar en el tiempo transcurrido entre la finalización de las investigaciones realizadas y el inicio de la temporada de pesca. En eventos interanuales como El Niño, que afecta a la población de anchoveta y que en parte están disponibles a la flota pesquera por la cercanía a la costa, las altas capturas podrían producir una disminución en su biomasa sino hay un control idóneo, como lo ocurrido en El Niño: 1972–73, 1982–83 y 1997–98 (Peña Tercero, 2019). La única forma es efectuar investigaciones periódicas para evaluar el impacto del evento y de la pesquería, para garantizar la sostenibilidad de la especie.

Una de las razones para plantear una pregunta de investigación es definir el nivel de responsabilidad de los actores que intervienen en las decisiones para mantener una población saludable de la anchoveta en el Perú. Ante ello, el presente artículo tiene por finalidad evaluar el nivel de responsabilidad de los diversos actores que participan en el proceso de evaluación de la anchoveta y que posteriormente se remiten las recomendaciones a Produce mediante unas tablas de decisión para la determinación de las cuotas de captura de anchoveta, principalmente de la región norte-centro. El proceso se inicia con las investigaciones realizadas por el Imarpe, y las decisiones son realizadas por Produce de manera independiente para ambas zonas (región norte-centro y región sur).

MATERIAL Y MÉTODOS

La ejecución de las actividades comprendidas en cada proceso de evaluación de la anchoveta es responsabilidad de las diferentes áreas científicas del Imarpe de acuerdo con su especialidad. La Dirección General de Investigaciones en Oceanografía y Cambio Climático (DGIOCC) del Imarpe es responsable del desarrollo del crucero de evaluación de la biomasa desovante de anchoveta de la región norte-centro (Método de Producción de Huevos-MPH), de elaborar el informe final de esa operación, y de la descripción del cuadro ambiental y sus proyecciones a corto plazo.

One aspect to be considered prior to these fishing seasons is oceanographic variability. High climate variability, which may be seasonal (summer-winter), interannual (El Niño-La Niña), periodical (warm and cold periods), or secular (high and low variability, exerts an influence on the distribution and abundance of species in the pelagic and demersal ecosystems (Espino, 2014). This climate variability may generate horizontal and/or vertical displacements of anchoveta in short periods of time. This variability can also occur at the end of the research survey and the beginning of the fishing season. In interannual events such as El Niño, which affects the population of anchoveta that is partially available to the fleet given its proximity to the coast, high catch values could entail a biomass reduction if no suitable control is implemented, as occurred in the following El Niño events: 1972-73, 1982-83, and 1997-98 (Peña Tercero, 2019). The only way is to conduct periodical research to assess the impact of these events and of fishery, aiming to ensure the sustainability of the species.

One of the reasons for proposing a research question is to determine the extent of responsibility of various actors involved in decision-making aimed at maintaining a healthy anchoveta population in Peru. Considering this, the present article aims to appraise the extent of the responsibility of various actors participating in the anchoveta evaluation process, which subsequently leads to the issuance of recommendations to Produce via decision tables for determining catch quotas, primarily in the north-central region. This process begins with research conducted by Imarpe, and decisions are made by Produce independently for each zone (north-central and southern regions).

MATERIALS AND METHODS

The execution of the activities corresponding to each anchoveta evaluation process is assigned to the various scientific areas of Imarpe depending on their specialty. Imarpe's General Research Directorate for Oceanography and Climate Change (DGIOCC) is entrusted with the survey for the assessment of anchoveta spawning biomass in the north-central region (egg production method, or EPM), as well as with elaborating the final report of said operation and describing the environmental landscape and its short-term projections.



La Dirección General de Investigaciones en Hidroacústica, Sensoramiento Remoto y Artes de Pesca (DGIHSA) del Imarpe es responsable de la evaluación directa de la biomasa de anchoveta de la región norte-centro y región sur, mediante el desarrollo de los cruceros de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos, los que se ejecutan de manera periódica según la programación de actividades de campo del Imarpe y de elaborar el informe final del crucero. La Dirección General de Investigaciones de Recursos Pelágicos (DGIRP) del Imarpe, es responsable de coordinar permanentemente los aspectos científicos de las operaciones de campo con las otras Direcciones Generales, de la evaluación de anchoveta de la región norte-centro y región sur, mediante métodos indirectos (modelos de dinámica poblacional) y la consolidación de los resultados de cada proceso de evaluación, y de elaborar y presentar el informe final con proyecciones de pesca a la Alta Dirección para su aprobación y remisión a Produce.

El proceso de evaluación de la anchoveta incluye todas las acciones que desarrolla el Imarpe previo a cada temporada de pesca de anchoveta (Imarpe, 2020), incluye dos fases:

Fase I. Métodos directos:

Crucero de evaluación de biomasa desovante de la anchoveta

El crucero permite estimar la biomasa desovante de la anchoveta a partir de la cuantificación de la cantidad de huevos en el mar, producto del desove (considerado también como MPH) y es realizada entre agosto y setiembre, precisamente en el período de mayor reproducción o desove de la anchoveta. En este proceso de cálculo se consideran cinco parámetros poblacionales: el peso promedio individual, la fecundidad parcial, la proporción sexual, la frecuencia de desove y la cantidad de huevos que se están produciendo por día.

La biomasa desovante es la fracción del stock, medida en peso, que es capaz de aportar mediante el proceso de desove, nuevos ejemplares al stock. En términos simples, la biomasa desovante resulta de la multiplicación de la biomasa total a la edad (o talla) por la proporción de ejemplares maduros a la edad (o talla). La metodología está descrita en Ayón *et al.* (2001).

Crucero de evaluación hidroacústica de la anchoveta

El crucero realiza investigaciones sobre la distribución, biomasa y disponibilidad de los principales

The General Research Directorate for Hydroacoustics, Remote Sensing, and Fishing Gear (DGIHSA) is entrusted with directly evaluating the biomass of anchoveta in the north-central and southern regions via hydroacoustic research surveys of pelagic resources, which are periodically carried out according to Imarpe's field activity schedule. In addition, they must elaborate the final survey report. The General Research Directorate for Pelagic Resources (DGIRP) is entrusted with permanently coordinating the scientific aspects of field operations with the other General Directorates regarding the evaluation of anchoveta in the north-central and southern regions via indirect methods (population dynamics models) and consolidating the results of each evaluation process. In addition, they must elaborate and present the final report with fishing projections to Senior Management for their approval and submission to Produce.

The evaluation process includes all actions performed by Imarpe prior to each anchoveta fishing season (Imarpe, 2020). It comprises two phases:

Phase I. Direct methods:

Research survey for anchoveta spawning biomass

This survey allows estimating the spawning biomass of anchoveta by quantifying the eggs in the sea, a product of spawning (also known as the *EPM*), and it is carried out between August and September, precisely in the period of greatest reproduction or spawning of anchoveta. In these calculations, five population parameters are considered: individual average weight, partial fertility, sexual proportion, spawning frequency, and the number of eggs being produced per day.

Spawning biomass is the fraction of the stock, measured in weight, that can contribute with new specimens to the stock via the spawning process. In simple terms, spawning biomass is the result of multiplying the total biomass at a given age (or size) by the proportion of mature specimens at that age (or size). This methodology is described in Ayón *et al.* (2001).

Survey for the hydroacoustic assessment of anchoveta

This survey conducts research on the distribution, biomass, and availability of the main fishing resources via hydroacoustics, *i.e.*, by applying sound or echo in the water. The echo is emitted by a sonar system, which allows recording all objects or targets below the sea surface or water column. This system is installed on a research platform.

recursos pesqueros, mediante el uso de la hidroacústica; es decir, en la aplicación del sonido o eco en el agua. El eco es emitido por un sistema sonar, que permite registrar todos los objetos o blancos que se encuentran debajo de la superficie del mar o columna de agua y que está instalado en una plataforma de investigación. Gracias a la intensidad del eco, el sistema acústico es capaz de identificar el fondo del mar y los distintos cardúmenes, así como su densidad. Este tipo de crucero es realizado dos veces al año, uno en febrero-abril (verano) y otro en setiembre-octubre (primavera). Existen diversas técnicas de muestreo acústico y de estimación de biomasa. La metodología usada en el mar peruano está descrita en Castillo *et al.* (2011).

La información oceanográfica obtenida en el crucero es complementada con la información satelital para su actualización. Para los pronósticos a corto plazo de las condiciones oceanográficas, se recurre a las salidas de los modelos internacionales European Centre for Medium-Range Weather Forecasts model, North American Multi-Model Ensemble model de la NOAA y Coupled Forecast System model de la NOAA).

Fase II. Evaluación mediante métodos de evaluación indirecta:

Modelo de dinámica poblacional

Se aplica un modelo basado en acústica acoplado a modelos de dinámica poblacional, donde el método de evaluación de la anchoveta difiere de los tradicionales en tres aspectos: i) uso de un horizonte de proyección conservador para establecer los límites de gestión; ii) uso de cruceros de evaluación hidroacústica como observaciones directas en tiempo casi real como condición inicial para la proyección de las capturas y iii) inclusión de la variabilidad ambiental en las proyecciones, utilizando parámetros poblacionales variables para diferentes escenarios ambientales según las mejores previsiones disponibles sobre el estado del ecosistema. Este paradigma de evaluación fue desarrollado en el marco de la variabilidad natural del medio ambiente impulsada principalmente por El Niño/Oscilación del Sur (ENSO). El procedimiento y aplicación de este modelo se describe en Imarpe (2020) y Oliveros-Ramos *et al.* (2021). Finalmente, se elabora un informe de gestión sobre el estado poblacional de la anchoveta, el cual es elevado a la Alta Dirección para su aprobación y remisión a Produce.

Para la región sur se aplica el Modelo de Producción Excedente, que sugiere que desde 2008, la mortalidad por pesca que se viene aplicando sobre el stock, ya sea en términos

Thanks to the intensity of the echo, the acoustic system can identify the bottom of the sea and different schools, in addition to their density. This type of survey is carried out twice a year: one in February-April (summer) and another one in September-October (spring). There are different acoustic sampling and biomass estimation techniques. The methodology employed in the Peruvian sea is described in Castillo *et al.* (2011).

The oceanographic information obtained in the survey is complemented with satellite data for updating purposes. For short-term forecasts of oceanographic conditions, the outputs of international models are employed, *i.e.*, the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts model and NOAA's North American Multi-Model Ensemble and Coupled Forecast System models.

Phase II. Evaluation through indirect methods:

Population dynamics model

An acoustics-based model is applied, coupled with population dynamics models, wherein the anchoveta evaluation process differs from traditional ones in three aspects: i) the use of a conservative projection horizon to determine management limits; ii) the use of hydroacoustic surveys for direct observations in almost real time as an initial condition for catch projection; and iii) the inclusion of environmental variability in projections, using variable population parameters for different environmental scenarios, according to the best forecasts available regarding the state of the ecosystem. This evaluation paradigm was developed within the framework of the natural variability of the environment, mainly driven by El Niño/South Oscillation (ENSO). The procedures and implementation of this model are described in Imarpe (2020) and Oliveros-Ramos *et al.* (2021). Finally, a management report on the population state of anchoveta is elaborated, which is taken to Senior Management for their approval and submission to Produce.

For the southern region, the Surplus Production Model is applied, which suggests that, since 2008, the fishing mortality applied to the stock, whether in terms of rate (F) or absolute figures (landings), has been below its reference level (FMSY or MSY). To estimate the maximum total catch in the southern region, the same procedure for the north-central region is followed, with a differentiating element in the dynamic biomass models. A dynamic biomass model summarizes the dynamics of a stock (growth + recruitment + mortality + migration) in a simple production function, whose formulation is:

de tasa (F) o cifras absolutas (desembarques), son menores a su nivel de referencia (FMSY o MSY). Para estimar la máxima captura total en la región sur es el mismo procedimiento utilizado para la región norte-centro con elemento de contraste de los modelos de biomasa dinámica. El modelo de biomasa dinámica resume la dinámica de un stock (Crecimiento + Reclutamiento – Mortalidad – Migración) en una simple función de producción, cuya formulación es:

$$P_t = r B_t \left(1 - \frac{B_t}{K}\right)$$

Donde: P_t es la producción del stock en el tiempo t , r es la tasa de crecimiento poblacional, B_t es la biomasa en el año actual y K es la capacidad de carga (Díaz y Oliveros, 2015).

Otras informaciones complementarias

La información complementaria son los cruceros del MPH, prospecciones oceanográficas, operaciones Eureka, monitoreo de la pesquería, entre otros; con datos de los parámetros biológicos pesqueros como selectividad de las redes de cerco, crecimiento, procesos de madurez sexual, desove, relación longitud-peso, parámetros estimados en retrospectiva. Para la región norte-centro, se realiza un diagnóstico de las condiciones oceanográficas en el período en la cual se realiza el Crucero de Evaluación Hidroacústica y su respuesta es clave (Mathisen, 1989; Bertrand *et al.*, 2004, 2008; Joo *et al.*, 2014; Castillo *et al.*, 2019; Morón *et al.*, 2019); así como, se observó en los últimos años (Imarpe, 2012, 2014a, 2014b, 2015, 2016b) la ocurrencia de anomalías oceanográficas en el área de distribución que alteraron el comportamiento espacial de la anchoveta.

Fase III. Decisión

Dirección de Políticas y Ordenamiento de Produce

Depende de la Dirección General de Políticas y Análisis Regulatorio en Pesca y Acuicultura (Dgparpa). Entre las funciones principales están formular, evaluar y difundir normas, lineamientos, reglamentos entre otros en materia de pesca y acuicultura; así como, administrar el registro de embarcaciones que efectúen actividades en altamar en el marco de las medidas de ordenamiento pesquero.

Oficina general de Asesoría Jurídica de Produce

Es el órgano de asesoramiento responsable de emitir opinión y asesorar en asuntos de carácter jurídico-legal a la Alta Dirección y a los demás órganos del Ministerio de la Producción.

$$P_t = r B_t \left(1 - \frac{B_t}{K}\right)$$

Where: P_t is the production of the stock over time t , r is the population growth rate, B_t is the biomass of the current year, and K is the load capacity (Díaz and Oliveros, 2015).

Other complementary data

The complementary information comprises EPM surveys, oceanographic prospection, Eureka operations, and fishery monitoring, among others. This includes data on fishing biological parameters such as the selectivity of purse seine nets, growth, sexual maturity processes, spawning, and the length-weight relationship, these parameters are retrospectively estimated. In the north-central region, a diagnosis of oceanographic conditions is made for the period when the hydroacoustic survey is conducted, and this response is key (Mathisen, 1989; Bertrand *et al.*, 2004, 2008; Joo *et al.*, 2014; Castillo *et al.*, 2019; Morón *et al.*, 2019). In addition, as observed in recent years (Imarpe, 2012, 2014a, 2014b, 2015, 2016b) the occurrence of oceanographic anomalies in the distribution area altered the spatial behavior of anchoveta.

Phase III. Decision-making

Policies and Management Directorate of Produce

This office depends on the Produce's General Directorate for Policy and Regulatory Analysis in Fishing and Aquaculture (Dgparpa). Among its main functions are formulating, evaluating, and disseminating norms, guidelines, and regulations, among others, regarding fishing and aquaculture, in addition to managing the register of vessels performing activities in the open sea, within the framework of fishery management measures.

Produce General Office of Legal Advice

It is the advisory body responsible for issuing opinions and advising on legal matters for Senior Management and the other bodies within the Ministry of Production.

METODOLOGÍA

Se efectuó un diagrama de flujo del proceso para determinar la cuota de pesca de una temporada de pesca de la anchoveta, que generalmente son dos temporadas al año; tanto para la región norte-centro como para la temporada sur. Para la decisión de la cuota de captura total de la anchoveta se considera el informe situacional y perspectivas de pesca de la anchoveta para una temporada de pesca, que es generada por el Imarpe a través de sus investigaciones marinas. En este informe se detalla las tablas de decisión para diversos escenarios oceanográficos ambientales, y la condición ambiental recomendado con tasas de explotación menores a 0.35 ($E \leq 35\%$). Se considera una biomasa desovante remanente que quedaría disponible después de la temporada de pesca, alrededor de 5×10^6 ton (informes presentados a Produce). Los procedimientos están descritos en Imarpe (2020) y Oliveros-Ramos *et al.* (2021). Produce determina la cuota total de la temporada de pesca o el LMCTP descritos en CSA-UPH (2011) con base en las recomendaciones generadas en las tablas de decisión.

Para la comparación de la biomasa estimada, cuota determinada y captura de anchoveta por temporada de pesca para la región norte-centro, fueron considerados los datos correspondientes entre 2000 y 2022. En el análisis de las cuotas asignadas en las temporadas de pesca para la región norte-centro, en los informes referentes a la situación biológica de la anchoveta y pronósticos de pesca se recomendó utilizar una tasa de explotación (E) menor o igual a 0.35.

Finalmente, se indican los errores de observación en los actores que participan en el proceso de la asignación de la cuota de pesca en la región norte-centro. La metodología de estos errores de observación es descrita en Díaz *et al.* (en preparación) en un análisis de la evaluación del estado de conservación de la anchoveta peruana de 1950 a 2022 mediante un modelo estocástico de producción excedentaria en tiempo continuo. En ella es considerado estos errores principalmente en la metodología de los cruceros de evaluación hidroacústica y en los de biomasa desovante de la anchoveta. Este tipo de errores de observación como de procesos son muy utilizados en diversos modelos de espacio estado.

RESULTADOS

3.1 Proceso en cada temporada de pesca

El proceso de evaluación para la anchoveta es difícil por la gran variabilidad del ambiente marino en diferentes escalas de tiempo, que conlleva a esporádicas y recurrentes

METHODOLOGY

A flowchart of the process to determine the quota for a fishing season of anchoveta was elaborated (there are generally two fishing seasons in a year). This was done for both the north central and the southern regions. For decision-making regarding the total anchoveta catch quota, the situation and fishing perspectives report of anchoveta is considered for a fishing season, which is issued by Imarpe by means of their marine research. This report details the decision tables for a diversity of oceanographic and environmental scenarios, as well as the recommended environmental conditions, with exploitation rates lower than 0.35 ($E \leq 35\%$). A remaining spawning biomass is considered, which would be available after the fishing season – around 5×10^6 ton (as per reports submitted to Produce). The procedures are described in Imarpe (2020) and Oliveros-Ramos *et al.* (2021). Produce determines the total quota for the fishing season or the MPTCL described in CSA-UPH (2011) based on the recommendations in the decision tables.

To compare the estimated biomass, the established quota, and the anchoveta catches per fishing season in the north-central region, data corresponding to the 2000-2022 period were considered. As per the quotas assigned to the fishing seasons in this region, an exploitation rate (E) lower than or equal to 0.35 was recommended in the reports related to the biological state of anchoveta and fishing forecasts.

Finally, the observation errors of the actors involved in the process of assigning the fishing quota for the north-central region were indicated. The methodology regarding these observation errors is described in Díaz *et al.* (in press), within the framework of an analysis of the conservation status of Peruvian anchoveta between 1950 and 2022, by means of a continuous-time stochastic surplus production model. Here, these errors are especially considered for the methodology employed in surveys for hydroacoustic survey and for studying the spawning biomass of anchoveta. This type of observation and process errors is very common in state-space models.

RESULTS

3.1 Process in each fishing season

The anchoveta evaluation process is a difficult task due to the great variability of the marine environment in different time scales, leading to sporadic and recurrent

reorganizaciones del sistema, que impactan en los recursos, así como, en su ordenación pesquera. Para la región norte-centro, se realiza un diagnóstico de las condiciones oceanográficas en el mismo período del crucero de evaluación hidroacústica:

i) Si las condiciones son estables, se decide utilizar los datos y resultados del crucero; en esta situación, si es en la primavera se consideran también los datos del Crucero de Evaluación de Biomasa Desovante. **ii)** Si las condiciones son inestables; es decir, hay una alta variabilidad oceanográfica con anomalías, se decide usar los datos del crucero de evaluación anterior con un modelo de dinámica poblacional con informaciones biológicas de la flota comercial o de otras fuentes como los laboratorios costeros de Imarpe.

En ambas situaciones los datos provenientes de los cruceros de evaluación hidroacústica son proporcionada por la Dgihsa; mientras que, la evaluación por métodos indirectos es realizada por la Dgirp, que emitirán un informe situacional de la población de anchoveta y las perspectivas para la presente temporada de pesca, que contendrá las tablas de decisión con valores de biomasa con diferente esfuerzo de pesca, bajo cuatro escenarios probables. Este informe es remitido a Produce, el cual tomará la decisión de determinar la cuota total de la temporada de pesca. La decisión es determinada por la Dirección de Políticas y Ordenamiento de la Dgparpa y del Despacho Viceministerial de Pesca y Acuicultura de Produce y puede considerar un incremento como cuota social por factores socioeconómicos (Figura 1).

system reorganization, which impacts resources and fisheries management. For the north-central region, a diagnosis of the oceanographic conditions is carried out in the same period as the hydroacoustic survey:

i) If the conditions are stable, the data and results of the survey are used. In this case, for spring, the data of the spawning biomass survey are also considered. **ii)** If the conditions are unstable, *i.e.*, there is great oceanographic variability with anomalies, the data from the previous survey are used, as well as a population dynamics model with biological information from the commercial fleet of other sources such as Imarpe coastal labs.

In both scenarios, the data from hydroacoustic surveys are provided by the DGIHSA, while assessment via indirect methods is carried out by the DGIRP, who issue a situation and fishing perspectives report for anchoveta in the current fishing season, containing decision tables with biomass values corresponding to different fishing efforts in four probable scenarios. This report is submitted to Produce, who will decide on the total quota for the fishing season. This decision is made by the Policies and Management Directorate of Dgparpa and Produce's Vice-Minister's Office for Fishing and Aquaculture, and it may consider an increment as social quota due to socioeconomic factors (Figure 1).

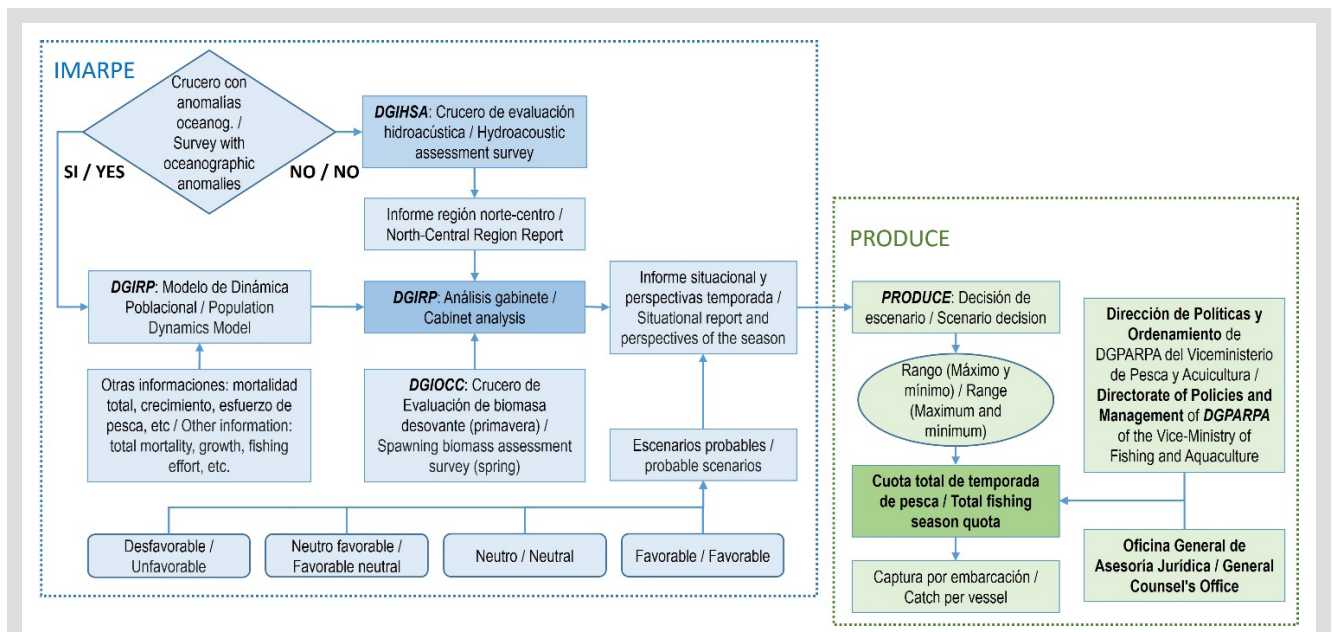


Figura 1. Diagrama del proceso para determinar la cuota de pesca de la anchoveta previa a cada temporada.

Figure 1. Process diagram to determine the anchoveta fishing quota prior to each season

Para la región sur se aplica el Modelo de Producción Excedente, cuya biomasa en esta región es altamente variable y fluctúa alrededor de su nivel de referencia de la biomasa asociada al Máximo Rendimiento Sostenible (MRS). Similar procedimiento que en la región norte-centro, Produce toma la decisión de la cuota de pesca de la temporada.

3.2 Decisión de la cuota de captura total de anchoveta

En los últimos cuatro años (2019-2022), las condiciones oceanográficas fueron normales a ligeramente frías, por el cual fueron consideradas condiciones neutras (Tabla 1). En todos los casos, fueron usadas las máximas tasas de explotación de 0.35; sin embargo, pueden haber sido menores.

Tabla 1. Tasas de explotación menores a 35 % y cuota asignada para cada probabilidad de escenario en cada temporada de pesca de la anchoveta en la región norte-centro. La cuota para E = 0.30, E = 0.32 y E = 0.35 esta expresado en millones de toneladas. En el crucero 1909-11 fue utilizado el modelo de dinámica poblacional y en el crucero 2102-04 la investigación fue realizada entre Puerto Pizarro (03°30'S) y bahía Independencia (14°15'S), considerando que la región norte-centro corresponde desde el extremo norte hasta 15°59'S.

Año / Year	Crucero / Survey	Temporada de pesca / Fishing season	Biomasa total (t) / Total biomass (tons)	Biomasa región N-C (t) / Biomass region N-C (tons)	Probabilidad de escenario / Scenario probability	Tasas de explotación (E) ≤ 35 % / Exploitation rates (E) ≤ 35 %					
						E = 0.30	Cuota (Q) / Quota	E = 0.32	Cuota (Q) / Quota	E = 0.35	Cuota (Q) / Quota
2019	1902-03	I	8825231	7003297	Desfavorable / Unfavorable	0.303	1.702	0.320	1.800	0.347	1.958
					Neutro / Neutral	0.301	1.828	0.318	1.936	0.346	2.112
					Neutro-favorable / Neutral-favorable	0.301	1.918	0.318	2.031	0.346	2.214
					Favorable / Favorable	0.301	2.051	0.318	2.172	0.346	2.368
	1909-11	II	-	8340000	Neutro / Neutral	0.302	2.391	0.319	2.536	0.348	2.770
2020	2002-03	I	11047031	10106769	Desfavorable / Unfavorable	0.301	1.816	0.318	1.928	0.346	2.109
					Neutro / Neutral	0.301	2.076	0.318	2.202	0.346	2.407
					Neutro-favorable / Neutral-favorable	0.302	2.280	0.320	2.423	0.349	2.654
					Favorable / Favorable	0.302	2.554	0.320	2.712	0.349	2.969
	2009-11	II	9518207	8423057	Desfavorable / Unfavorable	0.300	2.392	0.318	2.536	0.347	2.766
					Neutro / Neutral	0.300	2.488	0.318	2.636	0.347	2.874
					Neutro-favorable / Neutral-favorable	0.300	2.530	0.318	2.685	0.347	2.934
					Favorable / Favorable	0.300	2.606	0.318	2.765	0.347	3.021

For the southern region, the surplus production model is applied, as the biomass in this region is highly variable and fluctuates around its biomass reference level, associated to the maximum sustainable yield (MSY). Similarly to the procedure in the north-central region, Produce decides the season's fishing quota.

3.2 Decision on the total anchoveta catch quota

In the last four years (2019-2022), oceanographic conditions ranged from normal to mildly cold, which is why they were regarded as neutral (Table 1). In all cases, a maximum exploitation rate of 0.35 was used. However, this value could have been lower.

Table 1. Exploitation rates lower than 35 % and quota assigned for each scenario in each anchoveta fishing season in the north-central region. The quota for E = 0.30, E = 0.32, and E = 0.35 is expressed in million tons. In the 1909-11 survey, the population dynamics model was used, and, in the 2102-04 survey, research was carried between Puerto Pizarro (03°30'S) and Bahía Independencia (14°15'S), considering that the north-central region spans from 03° 33'S to 15°59'S.

Año / Year	Cruceiro / Survey	Temporada de pesca / Fishing season	Biomasa total (t) / Total biomass (tons)	Biomasa región N-C (t) / Biomass region N-C (tons)	Probabilidad de escenario / Scenario probability	Tasas de explotación (E) ≤ 35 % / Exploitation rates (E) ≤ 35 %					
						E = 0.30	Cuota (Q) / Quota	E = 0.32	Cuota (Q) / Quota	E = 0.35	Cuota (Q) / Quota
2021	2102-04	I	9880665	9880665	Desfavorable / Unfavorable	0.300	2.358	0.316	2.494	0.348	2.755
					Neutro / Neutral	0.300	2.564	0.316	2.711	0.348	2.993
					Neutro-favorable / Neutral-favorable	0.301	2.713	0.318	2.872	0.346	3.129
					Favorable / Favorable	0.301	2.904	0.318	3.073	0.346	3.347
	2109-11	II	8032349	7007899	Desfavorable / Unfavorable	0.300	1.520	0.318	1.614	0.347	1.766
					Neutro / Neutral	0.300	1.660	0.318	1.762	0.347	1.927
					Neutro-favorable / Neutral-favorable	0.300	1.759	0.318	1.869	0.347	2.047
					Favorable / Favorable	0.300	1.889	0.318	2.007	0.347	2.199
2022	2202-04	I	10209811	9780370	Desfavorable / Unfavorable	0.302	1.906	0.319	2.017	0.346	2.198
					Neutro / Neutral	0.302	2.149	0.319	2.275	0.346	2.477
					Neutro-favorable / Neutral-favorable	0.303	2.344	0.321	2.484	0.348	2.710
					Favorable / Favorable	0.303	2.603	0.321	2.758	0.348	3.010
	2209-11	II	7184272	6841182	Desfavorable / Unfavorable	0.300	1.733	0.318	1.838	0.347	2.009
					Neutro / Neutral	0.300	1.873	0.318	1.987	0.347	2.170
					Neutro-favorable / Neutral-favorable	0.300	1.964	0.318	2.086	0.347	2.283
					Favorable / Favorable	0.300	2.085	0.318	2.214	0.347	2.422

La cuota (Q) esta expresada en 1000×10^6 toneladas.

The quota (Q) is expressed in 1000×10^6 tons.

3.3 Comparación de biomasa estimada, cuota determinada y captura de anchoveta por temporada de pesca en la región norte-centro

Las biomásas estimadas por la metodología hidroacústica han sido variables, obteniéndose la mayor biomasa en el verano de 2013 (cruceiro 1302-04) con 12.13×10^6 ton y la menor biomasa fue obtenida en la primavera de 2009 (cruceiro 0912 entre Salaverry-Atico) con 1.80×10^6 ton. Generalmente, las mayores biomásas fueron encontradas en los veranos y en los últimos años (2018-2022); han mostrado cierta estabilidad en 8.05×10^6 ton, se visualiza un stock remanente considerable con respecto a las capturas por la flota industrial y artesanal. Las capturas

3.3 Comparison of the estimated biomass, the established quota, and the anchoveta catch per fishing season in the north-central region

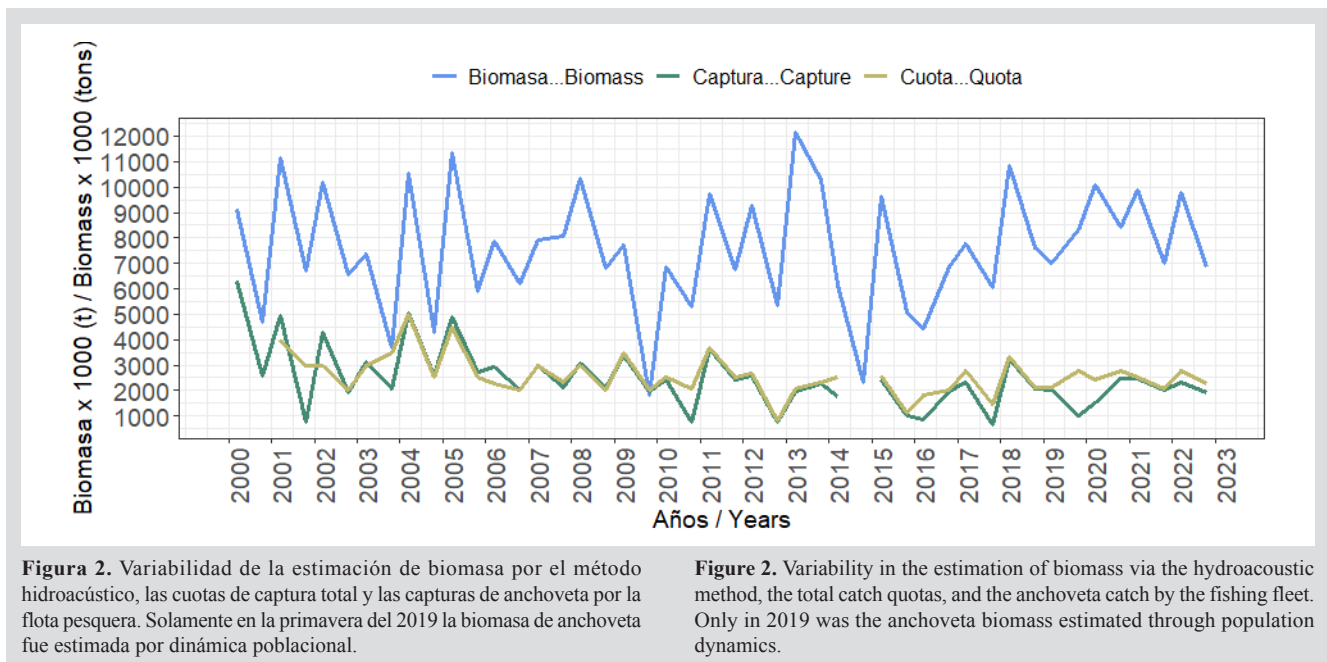
The biomass estimated via the hydroacoustic methodology has been variable, with the highest values obtained in summer 2013 (1302-04 survey), *i.e.*, 12.13×10^6 ton; and the lowest value obtained in spring 2009 (0912 survey between Salaverry and Atico), *i.e.*, 1.80×10^6 ton. In general terms, the highest biomass values were found in summer, and, in recent years (2018-2022); they have shown a certain stability around 8.05×10^6 ton. A considerable remaining stock is observed with regard to the catch by the industrial and artisanal fleet. Anchoveta catches by the

de pesca de la anchoveta por la flota pesquera han mostrado altos porcentajes con respecto a las cuotas de captura, desde la primavera de 2002 (II temporada de pesca de 2002) hasta la primavera de 2022 (II temporada de pesca de 2022); a excepción, de las segundas temporadas de pesca de 2001, 2010, 2017 y 2019, cuyos porcentajes fueron menores a 50 %. Las razones se debieron fundamentalmente a las migraciones de la anchoveta (horizontal y vertical) como consecuencia de la variabilidad ambiental producida principalmente por las ondas Kelvin ecuatoriales.

En la primavera de 2014 (crucero 1411-12) la biomasa fue estimada en 4.57×10^6 ton; en el cual no hubo temporada II de pesca. Así mismo, hay una leve tendencia decreciente de las cuotas de pesca y capturas por la flota pesquera comparados con 2000-2006 (Figura 2).

fishing fleet have shown high percentages with respect to the catch quotas between spring 2002 (fishing season II of 2002) and spring 2022 (fishing season II of 2022), except for the second fishing seasons of 2001, 2010, 2017, and 2019, with values lower than 50 %. This is fundamentally due to migrations of anchoveta (horizontal and vertical) because of the environmental variability caused by equatorial Kelvin waves.

In spring 2014 (survey 1411-12), the estimated biomass was 4.57×10^6 ton; at this time, there was no fishing season II. Moreover, there is a slightly decreasing tendency in the fishing quotas and the catches by the fishing fleet in comparison with the 2000-2006 period (Figure 2).



3.4 Análisis de las cuotas asignadas en las temporadas de pesca de la anchoveta entre 2019 y 2022, para la región norte-centro

La probabilidad del escenario ambiental en estos años fue de condición neutra, no hubo eventos anómalos cálidos significativos que alteraran el comportamiento normal de la anchoveta. En las tablas de decisión se contempla tasas de explotación también tasas menores a 0.35, en la cual los gestores pueden considerarlo como una medida precautoria. Pero, también se puede considerar un incremento o una cuota social a los pescadores e industrias pesqueras; así como, un aporte económico al estado.

3.4 Analysis of the quotas assigned to the anchoveta fishing seasons between 2019 and 2022 for the north-central region

The likelihood of these years' environmental scenario corresponded to neutral conditions. There were no significant anomalous warm events that altered the normal behavior of anchoveta. The decision tables also show exploitation rates lower than 0.35, which may be regarded by managers as a precautionary measure. Nevertheless, an increment or a social quota for the fishermen and fishing industries can be considered, as well as an economic contribution to the state.

Entre 2019-2022, se aplicaron dos decisiones: **i)** una decisión precautoria, aplicado en la I temporada de pesca de 2021 con una biomasa menor en 484×10^3 ton, II temporada de pesca de 2020 con una biomasa menor en 94×10^3 ton y en la I temporada de pesca de 2019 con una biomasa menor en 12×10^3 ton, **ii)** una decisión máxima, aplicados en la I temporada de pesca de 2022 con un incremento de 315×10^3 ton, II temporada de pesca de 2021 con un incremento de 120×10^3 ton, II temporada de pesca de 2022 con un incremento de 113×10^3 ton, II temporada de pesca de 2019 con un incremento de 16×10^3 ton y en la I temporada de pesca de 2020 con un incremento de 6×10^3 ton (Tabla 2).

Between 2019 and 2022, two decisions were made: **i)** a precautionary one in fishing season I of 2021, with a 484×10^3 ton lower biomass, in fishing season II of 2020, with a 94×10^3 ton lower biomass, and in fishing season I of 2019, with a 12×10^3 ton lower biomass; **ii)** a maximum one in fishing season I of 2022, with an increment of 315×10^3 ton, in fishing season II of 2021, with an increment of 113×10^3 ton, in fishing season II of 2019, with an increment of 16×10^3 ton, and in fishing season I of 2020, with an increment of 6×10^3 ton (Table 2).

Tabla 2. Cuotas asignadas a las temporadas de pesca en la región-centro entre los años 2019-2022, donde E es la tasa de explotación con (0.35).

Table 2. Quotas assigned to the fishing seasons of the north-central region between 2019 and 2022, where E is the exploitation rate (0.35)

Temporada de pesca / Fishing season	Crucero / Survey	E = 0.35	Biomasa (toneladas) / Biomass (tons)		
			Recomendación / Recommendation	Cuota asignada / Allocated quota	Diferencia / Difference
I-2019	1902-03	0.346	2112000	2100000	- 12000
II-2019	1909-11	0.348	2770000	2786000	16000
I-2020	2002-03	0.346	2407000	2413000	6000
II-2020	2009-11	0.347	2874000	2780000	- 94000
I-2021	2102-04	0.348	2993000	2509000	- 484000
II-2021	2109-11	0.347	1927000	2047000	120000
I-2022	2202-04	0.346	2477000	2792000	315000
II-2022	2209-11	0.347	2170000	2283000	113000

3.5 Errores de observación en los actores que participan en el proceso de la asignación de la cuota de pesca en la región norte-centro

En el proceso de la determinación del LMCTP o cuota total permisible de la anchoveta en la región norte-centro para la II temporada de pesca de cada año intervienen cinco actores o procesos, iniciados por los: i) resultados del crucero de biomasa desovante de la anchoveta, ii) resultados del crucero de evaluación hidroacústica (en ambos cruceros las mediciones de las muestras son directas), iii) Análisis de gabinete, iv) Tabla de decisión (en el análisis de gabinete se puede considerar el proceso de las tablas de decisión) y v) Dirección de Políticas y Ordenamiento. En la I temporada de pesca no se considera los cruceros de biomasa desovante. En el caso de la aplicación del método de balance poblacional, no se considera los datos acústicos del crucero de evaluación hidroacústica, como lo realizado en la II temporada de pesca de 2019, fueron utilizados los datos del crucero anterior; es decir, del verano de 2019.

3.5 Observation errors made by the actors involved in the process of assigning fishing quotas to the north central region

In determining the MPTCL or the total permissible quota for anchoveta in fishing season II of each year for the north-central region, five actors or processes are involved, considering i) the results of the anchoveta spawning biomass survey, ii) the results of the hydroacoustic survey (in both surveys, sample measurement is direct), iii) a cabinet analysis, iv) a decision table (in the cabinet analysis, the process involving the decision tables may be considered), and v) the Policies and Management Directorate. For fishing season I, the spawning biomass surveys are not considered. As for the application of the population balance method, the data from the hydroacoustic survey are not considered, as was done for fishing season II of 2019, where data from the previous survey were used (*i.e.*, from summer 2019).

El Índice de Capturabilidad en el crucero de evaluación de biomasa desovante por el método de producción de huevos es de 0.15 con un error de observación de 0.10; mientras que, en el crucero de evaluación hidroacústica es de 0.10 con un error de observación de 0.10. Estos valores son casi similares porque las metodologías de observación dada por los equipos acústicos en ambos cruceros son iguales en los diseños de muestreo (sistemáticos). Similar situación sucede con los límites de confianza de los valores NASC o de integración que oscilan entre 12 y 25 %, siendo los más bajos en los cruceros de verano y los más altos en los cruceros realizados en invierno y primavera en otras estaciones, debido a la amplia dispersión en estas estaciones del año.

En el análisis de gabinete la incertidumbre o errores están incluidos en los riesgos que se recomiendan en la tabla de decisión. La ventaja es que en este proceso los resultados son casi similares a los obtenidos en los cruceros de investigación, y los datos considerados en los análisis son los obtenidos en las actividades de investigación del Imarpe y por la flota industrial.

El balance es un modelo que parte de la observación acústica anterior, el error es mayor cuando la observación acústica es mayor. Otros sesgos o errores menores son los datos provenientes de las actividades de investigación de seguimiento de la pesquería y de la flota pesquera. Finalmente, La Dirección de Políticas y Ordenamiento, también genera sesgos menores a 10 % obtenidos con el incremento de cuotas consideradas como sociales y económicas (Tabla 3).

Tabla 3. Sesgos en los actores o procesos para la determinación de las cuotas de pesca en la región norte-centro

	Actores / Actors	Medición de datos / Data measurement	Tipo de datos / Data type	Índice de capturabilidad / Catchability index	Error de observación del índice / Observation error Index
Imarpe	Aplicación del método de biomasa desovante / Application of spawning biomass method	Directo / Direct	Cuantitativo / Quantitative	1 (0.15)	0.10 (0.15)
	Aplicación del método hidroacústico / Application of the hydroacoustic method	Directo / Direct	Cuantitativo / Quantitative	1 (0.10)	0.10 (0.15)
	Análisis de gabinete / Cabinet analysis	Indirecto / Indirect	Cuantitativo / Quantitative	Dependiente / Dependent	Dependiente / Dependent
	Aplicación del método de balance poblacional / Application of the population balance method	Indirecto / Indirect	Cuantitativo / Quantitative	Dependiente / Dependent	Dependiente / Dependent
	Tabla de decisión / Decision table	Indirecto / Indirect	Cuantitativo / Quantitative	Dependiente / Dependent	Dependiente / Dependent
Produce	Dirección de Políticas y Ordenamiento Dgparpa / Directorate of Policies and Management Dgparpa	Indirecto / Indirect	Cuantitativo / Quantitative	-	> 10 %

Dependiente, se refiere a la dependencia de los datos utilizados.

The catchability index provided by the spawning biomass survey, as obtained via the EPM, was 0.15, with an observation error of 0.10. Meanwhile, the value reported by the hydroacoustic survey was 0.10, with an observation error of 0.10. These values are almost similar because the observation methodologies involved in the use of the acoustic equipment of both surveys are equal in the sampling designs (systematic). Something similar occurs with the confidence limits of the NASC (integration values), which oscillate between 12 and 25 %, with the lowest values reported for the summer surveys and the highest for those carried out in winter and spring.

The cabinet analysis includes uncertainty or errors in the risks recommended in the decision table. The advantage is that, during this process, the results are almost similar to those obtained in the research surveys, and the data considered in the analyses are those obtained during the research activities of Imarpe and the industrial fleet.

The result is a population balance model that starts from the previous acoustic observation (previous acoustic survey), the error in the biomass estimation is greater when the acoustic observation has greater variability due to the dispersion of the schools. Other biases or minor errors are the data from the monitoring activities carried out by fisheries and the fishing fleet. Finally, the Policies and Management Directorate also generates biases lower than 10 %, which are obtained through the increase in the quotas regarded as social and economic (Table 3).

Table 3. Biases in the actors or processes involved in determining the fishing quotas for the north-central region.

Dependent, refers to the dependence on the data used.

El proceso de evaluación de la anchoveta consiste en un método jerárquico; es decir, al final de la tabla de decisión ya contempla toda la incertidumbre asociada a cada etapa del proceso. Estimar un porcentaje de error para la tabla de decisión, sería sumar todo el error desde la estimación de biomasa acústica hasta las proyecciones, por el cual la metodología para tener estimados de error en cada etapa del proceso estaría ampliamente sesgada.

DISCUSION

Las resoluciones ministeriales son emitidas por Produce que autorizan el inicio de la temporada de pesca, se indica que está dirigido a las especies anchoveta y anchoveta blanca o samasa (*Anchoa nasus*), cuyas abundancias de esta última especie en los cruceros de evaluación hidroacústica realizados por Imarpe han sido mínimas, localizadas generalmente en la zona norte, en áreas aisladas y cercanas a la costa, tanto para la región norte-centro como para la sur.

En el proceso para determinar el LMTCP o cuota total permisible intervienen varios grupos de investigadores multidisciplinarios de Imarpe; así como, profesionales y gestores de la administración pesquera de Produce. Este mecanismo de engranaje de los investigadores de las diversas áreas de investigación del Imarpe ha permitido a través de los años contribuir en la sostenibilidad de la abundancia de la anchoveta y el reconocimiento mundial como el mejor país en el manejo de sus recursos pesqueros, de un total de 53 países realizado por la Universidad de British Columbia de Canadá (Diario La República, 2009). Sin embargo, esta regulación pesquera puede estar afectada por cambios anómalos cálidos que alteran el ecosistema marino produciéndose migraciones horizontales y/o verticales, como lo ocurrido en la II temporada de pesca del 2019; Castillo *et al.* (2021a) determinaron eventos ambientales por la presencia de una onda Kelvin cálida y eventos biológicos por el fuerte reclutamiento y migración vertical cerca del fondo de los ejemplares adultos.

La decisión de la tasa de explotación y de la probabilidad del escenario ambiental por Produce, también requiere de gestores con amplio conocimiento para optar una decisión acertada. Las autoridades temporales del Ministerio de la Producción deberían de priorizar la sostenibilidad ecosistémica y el crecimiento económico del país. Castillo *et al.* (2020 y 2021b) mencionaron que la abundancia de la anchoveta en 2019 y 2020 se encontró en condiciones saludables con mayor abundancia en la zona pelágica

The anchoveta evaluation process consists of a hierarchical model, *i.e.*, at the end of the decision table, it already contemplates all the uncertainties associated with each stage of the process. Estimating a percent error for the decision table would mean summing the whole error, from the acoustic biomass estimation to the projections made, which would represent a wide bias in the methodology for obtaining error estimates at each stage of the process.

DISCUSSION

The ministerial resolutions issued by Produce that authorize the beginning of the fishing season are aimed at the anchoveta and the white anchovy or *samasa* (*Anchoa nasus*). The abundance of the latter, as per the hydroacoustic surveys carried out by Imarpe, has been minimal. This species has been generally reported in the northern zone, in isolated areas near the coast, both in the north-central and the southern region.

The process followed to determine the MPTCL or the total permissible quota involves several groups of multidisciplinary researchers at Imarpe, as well as administrative professionals from Produce. Over the years, this gearwork of Imarpe researchers in different areas has allowed to contribute to the sustainability of anchoveta abundance and Peru's global recognition as the country with the best management of its fishing resources among a total of 53 countries, as per a study carried out by the University of British Columbia (Diario La República, 2009). However, this fishing regulation may be affected by anomalous warm changes that alter the marine ecosystem, causing horizontal and/or vertical migrations, as occurred in fishing season II of 2019. Castillo *et al.* (2021a) determined the environmental events generated by the presence of a warm Kelvin wave, in addition to biological events due to strong recruitment and vertical migration of adult specimens near the bottom.

Produce's decision on the exploitation rate and the likelihood of the environmental scenario also requires managers with great knowledge to take sound measures. The Ministry of Production's temporary authorities should prioritize ecosystem sustainability and the country's economic growth. Castillo *et al.* (2020 and 2021b) mentioned that the abundance of anchoveta in 2019 and 2020 showed healthy conditions, with higher values in the neritic pelagic zone, and that the variability in its distribution was due to oceanographic conditions, mainly

nerítica y que la variabilidad de su distribución se debió a las condiciones oceanográficas, principalmente por la salinidad en la capa superficial y por el oxígeno a nivel vertical.

Generalmente, las recomendaciones de Imarpe para las cuotas de pesca fueron generadas por los cruceros de evaluación hidroacústica, y que se aplicaron desde 1983 a la fecha; a excepción de la II temporada de pesca de 2019, que fue realizado por el modelo de balance poblacional y que posteriormente el resultado de la biomasa fue confirmado por Castillo *et al.* (2022) con diversas técnicas de procesamiento para las frecuencias de 120 y 38 kHz. Las cuotas en cada temporada de pesca desde 1983 a la fecha se han mejorado a través del tiempo contando con mayores informaciones como: bitácoras electrónicas, seguimiento satelital, presencia de inspectores a bordo, política de las empresas pesqueras en el marco de la sostenibilidad, período de desove, entre otros, herramientas que permiten inmediatamente el cierre temporal de áreas, principalmente para evitar un mayor porcentaje de captura de ejemplares juveniles a lo permitido.

Otro aspecto para considerar en las segundas temporadas de pesca, especialmente en los últimos años, es que los porcentajes de las capturas no son altas o no se cumplen totalmente, debido a las condiciones oceanográficas frías, que produjeron una amplia dispersión de la anchoveta, constituidos principalmente por cardúmenes de menores dimensiones morfométricas y energéticas, y que no son atractivas para los patrones de pesca de la flota industrial. La localización de una fracción de estos cardúmenes en áreas alejadas de la costa por la dispersión constituye un inconveniente para el cumplimiento de la cuota asignada.

Los errores de observación determinados por los actores en el proceso de obtención del LMTCP son mayores en las estaciones de invierno y primavera, debido a que la población de anchoveta se encuentra en áreas alejadas de la costa y algunas veces no se realiza los muestreos adecuados en esta zona. El alejamiento de la costa de la población de anchoveta requiere también que la estrategia de los muestreos sea rápida, para evitar la sobreestimación o subestimación por las migraciones horizontales; por lo cual, es recomendable utilizar dos o más embarcaciones para su investigación. Lo contrario, sucede en el verano cuando la población de anchoveta se acerca hacia la costa, y los muestreos son adecuados, reduciendo los sesgos e incertidumbre.

Finalmente, en todo el proceso de recomendaciones para la determinación de una cuota de pesca para la anchoveta en la región norte-centro intervienen diferentes componentes que muestran resultados coherentes con la actualidad en

to salinity in the surface layer and oxygen at the vertical level.

Generally, Imarpe's recommendations for fishing quotas have been based on hydroacoustic surveys since 1983, with the exception of those of fishing season II of 2019, which considered a model of population balance. The biomass results were later confirmed by Castillo *et al.* (2022) using diverse processing techniques for the 120 and 38 kHz frequencies. The quotas of each fishing season since 1983 have been improved over time, as there is more information available, such as electronic logs, satellite monitoring, the on-board presence of inspectors, and fishery policies framed within the concept of sustainability and the spawning period, among others. This information allows immediately issuing provisions for the temporary closure of fishing areas, avoiding a higher percentage of juvenile catches.

Another aspect to consider about the second fishing seasons, especially in recent years, is that the catch percentages are not high or are not completely reached due to cold oceanographic conditions, which have caused a wide dispersion of anchoveta, represented by schools of smaller morphometric and energy dimensions. These are not attractive for the industrial fleet's fishing patterns. The location of a fraction of these schools in areas far from the coast (which is due to dispersion) constitutes an inconvenience in fulfilling the assigned quota.

The observation errors of the actors involved in the process of obtaining the MPTCL are greater in winter and spring, as the anchoveta population is in areas far from the coast and adequate sampling of these zones is sometimes not performed. The population's distancing from the coast also requires a fast-sampling strategy, in order to avoid over- or underestimation due to horizontal migration. Therefore, we recommend using two or more vessels for research activities. The opposite occurs in summer, when the anchoveta population comes near the coast and sampling is adequate, reducing bias and uncertainty.

Finally, different components intervene throughout the recommendation process for determining an anchoveta fishing quota in the north-central region, showing results that are coherent with the current situation in each fishing period and that have allowed maintaining ecosystem sustainability in recent decades. Imarpe is currently undergoing an international certification process regarding its research, which will allow for greater credibility and

cada etapa y que han permitido a través de estas décadas mantener una sostenibilidad ecosistémica. Actualmente, el Imarpe está en proceso de certificación internacional de las investigaciones que realiza, el cual permitirá una mayor credibilidad y confiabilidad; lo que sí es recomendable es que los gestores de la pesca sean profesionales especializados para entender la dinámica ambiental del sistema de la Corriente de Humboldt, que influye en la población de la anchoveta.

CONCLUSIONES

Para recomendar la cuota de captura en la región norte-centro se requiere cumplir con las siguientes etapas; **i)** el uso de cruceros de evaluación hidroacústica como observaciones directas en tiempo casi real como condición inicial para la proyección de las capturas; **ii)** inclusión de la variabilidad ambiental en las proyecciones, utilizando parámetros poblacionales variable para diferentes escenarios ambientales según las mejores previsiones disponibles sobre el estado del ecosistema.

Para recomendar la cuota de captura en la región sur se aplica el modelo de producción excedente, en tiempo continuo y la decisión está basada en el MRS.

El Imarpe recomienda para la región norte-centro una tasa de explotación menor o igual a 0.35 mediante una tabla de decisión para cuatro probables escenarios de ambiente oceanográfico, considerando una biomasa remanente para asegurar su sostenibilidad. Entre 2019 y 2022 las condiciones fueron neutras.

El cumplimiento de las capturas de anchoveta en las primeras temporadas de pesca ha sido alto (mayores a 90 %); mientras que, en las segundas temporadas de pesca fueron menores a 50 % como lo registrado en 2001, 2010, 2017 y 2019.

En la decisión de la cuota de la temporada de pesca entre 2019 y 2022, se consideraron dos decisiones, una decisión precautoria con biomasa menor a la tabla de decisión (I-2021, II-2020, I-2019) y una decisión máxima con un incremento a la biomasa atribuida a la cuota social y económica (I-2022, II-2021, II-2022, II-2019 y I-2020).

En cada proceso o etapa para la determinación de la cuota de pesca existe un error de observación, como cualquier metodología de investigación, el mayor error ocurre en el invierno y primavera por el alejamiento de la costa de la población de anchoveta, y el menor error ocurre en el verano cuando la población de anchoveta se acerca hacia la costa.

reliability. What is indeed advisable is for fishery managers to be professionals specialized in understanding the environmental dynamics of the Humboldt current system, which influences the population of anchoveta.

CONCLUSIONS

To make recommendations on the catch quota for the north-central region, the following conditions must be fulfilled: **i)** the use of hydroacoustic surveys, direct observation methods in almost real time, as an initial condition for catch projections; **ii)** the inclusion of environmental variability in the projections, using variable population parameters for different scenarios according to the best forecasts available regarding the state of the ecosystem.

To recommend a catch quota in the southern region, the surplus production model is applied in continuous time, and the decision is based on the MSY.

For the north-central region, Imarpe recommends an exploitation rate lower than or equal to 0.35, by means of a decision table for both probable oceanographic environment scenarios, considering a remaining biomass to ensure sustainability. Between 2019 and 2022, the conditions were neutral.

The fulfillment of the catch quotas in the first fishing seasons has been high (more than 90 %), whereas, in the second fishing seasons, values lower than 50 % were reported, as in 2001, 2010, 2017, and 2019.

The decision regarding the quotas for the fishing seasons between 2019 and 2022 considered two measures: a precautionary one, with a biomass lower to that in the decision table; and a maximum use, with an increase in biomass attributed to a social and economic quota (I-2022, II-2021, II-2022, II-2019, and I-2020).

In each process or stage for determining the fishing quota, there is an observation error, as in any research methodology. The highest error is observed in winter and spring because the anchoveta population distances itself from the coast, and the lowest error occurs in summer when the population comes near it.

It is recommended for fishery managers to be professionals suited to understanding the marine dynamics influencing the abundance and behavior of anchoveta.

Es necesario que los gestores de la pesca sean profesionales adecuados para entender la dinámica marina que influye en la abundancia y comportamiento de la anchoveta, para tomar decisiones responsables.

AGRADECIMIENTOS

Un reconocimiento especial a todo el personal que participó en los cruceros de investigación del Imarpe realizados entre 2020 y 2021, y por el apoyo logístico para la realización de estas actividades a pesar de las dificultades de la pandemia del COVID-19.

ACKNOWLEDGMENTS

Special thanks to all the personnel participating in the Imarpe research surveys carried out between 2020 and 2021, as well as for the logistic support provided during these activities, despite the difficulties caused by the COVID-19 pandemic.

BIBLIOGRAFÍA / LITERATURE CITED

- Agüero, M (ed). 2007. Capacidad de pesca y manejo pesquero en América y el Caribe. Doc. Téc. Pesca FAO, Roma. 403 p.
- Aranda, M. 2009. Developments on fisheries management in Peru: The new individual vessel quota system for the anchoveta fishery. *Fish. Res.*, 96: 308–312. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2008.11.004>
- Arias Schreiber, M., M. Ñiquen and M. Bouchon. 2011. Coping strategies to deal with environmental variability and extreme climatic events in the Peruvian anchovy fishery. *Sustainability*, 3: 823-846. <https://doi.org/10.3390/su3060823>.
- Ayón, P., B. Buitrón y S. Guzmán. 2001. Biomasa desovante del stock norte-centro de la anchoveta peruana estimada por el método de producción de huevos en invierno 2000. *Inf. Imarpe*, 162.
- Bakun, A. and S.J. Weeks. 2008. The marine ecosystem off Peru: What are the secrets of its fishery productivity and what might its future hold?. *Prog. Oceanogr.*, 79: 290 – 299. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.027>
- Bertrand, A., M. Segura, M. Gutiérrez and L. Vásquez. 2004. From small-scale habitat loopholes to decadal cycles: a habitat-based hypothesis explaining fluctuation in pelagic fish populations off Peru. *Fish Fish.*, 5: 296–316. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2679.2004.00165.x>
- Bertrand, A., F. Gerlotto, S. Bertrand, M. Gutiérrez, L. Alza, A. Chipollini, E. Díaz, P. Espinoza, J. Ledesma and R. Quesquén. 2008. Schooling behaviour and environmental forcing in relation to anchoveta distribution: An analysis across multiple spatial scales. *Prog. Oceanogr.*, 79, 264–277. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.018>
- Bouchon, M. 2018. La pesquería de anchoveta en el Perú. Tesis Doct. Cienc. del Mar y Biol. Apl., Univ. Alicante, España. 131 p.
- Castillo, P.R., S. Peraltilla, A. Aliaga, M. Flores, M. Ballon, J. Calderón y M. Gutiérrez. 2011. Protocolo técnico para la evaluación acústica de las áreas de distribución y abundancia de recursos pelágicos en el mar peruano. Versión 2009. *Bol. Imarpe*, 36 (1-2): 7–28.
- Castillo, R., L. Dalla Rosa, W. García Díaz, L. Madureira, M. Gutiérrez, L. Vásquez and R. Koppelman. 2019. Anchovy distribution off Peru in relation to abiotic parameters: A 32-year time series from 1985 to 2017. *Fish. Oceanog.*, 28: 389–401. <https://doi.org/10.1111/fog.12419>
- Castillo, R., R. Cornejo, L. La Cruz, D. Grados, G. Cuadros, C. Valdez y M. Posada. 2020. Distribución y biomasa de recursos pelágicos neríticos y oceánicos en el ecosistema marino peruano obtenidos de los cruceros hidroacústicos en el 2019. *Bol. Imarpe*, 35(2): 213-241.
- Castillo, P.R., M. Ñiquen, L. La Cruz, R. Guevara-Carrasco and G. Cuadros. 2021a. Migration behavior of anchoveta (*Engraulis ringens*) in the northern Humboldt Current System between September 2019 and September 2020. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 49: 702-716. <http://dx.doi.org/10.3856/vol49-issue5-fulltext-2669>
- Castillo, R., R. Cornejo, L. La Cruz, D. Grados, G. Cuadros, C. Valdez, A. Paz y M. Pozada. 2021b. Abundancia de anchoveta (*Engraulis ringens*) y otras especies pelágicas estimadas por el método hidroacústico en el ecosistema marino peruano en el 2020. *Inf. Imarpe*, 48(3): 327-349.
- Castillo, P.R., L. La Cruz., D. Grados, R. Cornejo, R. Guevara-Carrasco and J. Csirke. 2022. Anchoveta (*Engraulis ringens*) Biomass in the Peruvian marine ecosystem estimated by various hydroacoustic methodologies during Spring of 2019: A recent study. *J Mar Biol Oceanogr* 9:35-55. <https://doi.org/10.9734/bpi/nvbs/v8/2118E>
- Chavez, F. and M. Messié. 2009. A comparison of Eastern Boundary Upwelling Ecosystem. *Prog. Oceanogr.* 83:80-96. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2009.07.032>



- CSA–UPCH. 2011. Evaluación de los sistemas de gestión pesquera en el marco de la certificación a cargo del Marine Stewardship Council. La pesquería peruana de anchoveta. UPCH, Lima. 160 p.
- D.S. 066. 1966. Cuota de captura de anchoveta para todo el litoral peruano. El Peruano. Normas Legales.
- Decreto Ley N° 1084. 2008. Ley sobre límites máximos de captura por embarcación. 28 de junio 2008. Diario Oficial El Peruano, Normas Legales: 375089 – 375101. <https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/DecretosLegislativos/01084.pdf>
- Diario La República, 2009 Redacción LR, Reconocen al Perú como el mejor en manejo de sus recursos pesqueros. 31 marzo, links: <https://larepublica.pe/economia/389879-reconocen-a-peru-como-el-mejor-en-manejo-de-sus-recursos-pesqueros>.
- Díaz, E. y R. Oliveros. 2015. Protocolo estimación de la captura total permisible del stock sur de la anchoveta peruana. Edición 01. Imarpe-DGIRP. 3 p.
- Díaz, E., E. Quispe and P. Marin. 2015. Assessing the conservation status of the Peruvian anchoveta *Engraulis ringens* from 1950 to 2022 using a stochastic surplus production model in continuous-time. In press.
- Espino, M. 2014. Patrones de variabilidad ambiental y las pesquerías en el Pacífico Sud Este. Tesis Doctorado en Cienc. Biol., Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Lima. 147 p.
- Imarpe. 2012. Proyecciones de pesca de anchoveta en la región Norte-Centro (Temporada noviembre 2012–enero 2013). Inf. Imarpe, 9 p.
- Imarpe. 2014a. Situación actual del stock Norte-Centro de la anchoveta peruana y perspectivas de explotación para el período abril-julio 2014. Inf. Imarpe, 9 p.
- Imarpe. 2014b. Situación del stock Norte-Centro de la anchoveta peruana a octubre del 2014. Inf. Imarpe, 45 p.
- Imarpe. 2015. Informe complementario sobre la situación del stock Norte-Centro de la anchoveta peruana a noviembre del 2015. Inf. Imarpe, 37 p.
- Imarpe. 2016. Informe situación del stock Norte-Centro de la anchoveta peruana al 01 de noviembre de 2016 y alternativas de explotación para la segunda temporada de pesca 2016. Inf. Imarpe, 34 p.
- Imarpe. 2020. Protocolo “Elaboración de la tabla de decisión para la determinación del límite máximo de captura total permisible por temporada de pesca en la pesquería del stock Norte-Centro de la anchoveta peruana. Edición 05. Setiembre 2020. <https://www.gob.pe/institucion/imarpe/informes-publicaciones/1202194-elaboracion-de-la-tabla-de-decision-para-la-determinacion-del-limite-maximo-de-captura-total-permisible-por-temporada-de-pesca-en-la-pesqueria-del-stock-norte-centro-de-la-anchoveta-peruana>.
- Joo, R., A. Bertrand, M. Bouchon, A. Chaigneau, H. Demarcq, J. Tam, M. Simier, D. Gutiérrez, M. Gutiérrez, M. Segura, R. Fablet and S. Bertrand. 2014. Ecosystem scenarios shape fishermen spatial behavior. The case of the Peruvian anchovy fishery in the Northern Humboldt Current System. Prog. Oceanogr., 128, 60–73.
- Mathisen, O. 1989. Adaptation of the anchoveta (*Engraulis ringens*) to the Peruvian upwelling system: 220-234. In: The Peruvian upwelling ecosystem: dynamics and interactions. Iclarm Conf. Proc., Imarpe, Callao.
- Monteferrí, B., C. Scheske y S. De la Puente. 2020. Anchoveta. <https://www.mardelperu.pe/pesca/10/pesqueria-anchoveta> [15/04/2023].
- Monteferrí, B., K. Zarbe, M. Mitma, R. Bandín, C. Heck y C. Guidino. 2021. Reglas de juego en el sector pesca. <https://www.mardelperu.pe/pesca/3/reglas-de-juego-en-el-sector-pesca> [15/04/2023].
- Morón, G., P. Galloso, D. Gutiérrez and J. Torrejón-Magallanes. 2019. Temporal changes in mesoscale aggregations and spatial distribution scenarios of the Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*). Deep Sea Res. 2 Top Stud. Oceanogr., 159: 75–83. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2018.11.009>
- Nixon, S. and A. Thomas. 2001. On the size of the Peru upwelling ecosystem. Deep Sea Res 1 Oceanogr. Res. Pap., 48, 2521-2528. [https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(01\)00023-1](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(01)00023-1)
- Ñiquen, M., M. Bouchón, S. Cahuín y E. Díaz. 2000. Pesquería de anchoveta en el mar peruano: 1950–1999. Bol. Inst. Mar Perú, 19: 117–123.
- Oliveros-Ramos, R., M. Ñiquen, J. Csirke and R. Guevara-Carrasco. 2021. Management of the Peruvian anchoveta (*Engraulis ringens*) fishery in the context of climate change. 237-244. In: Bahri, T., M. Vasconcellos, D.J. Welch, J. Johnson, R.I. Perry, X. Ma and R. Sharma (Eds.) Adaptive management of fisheries in response to climate change. FAO Fish. Aquac. Techn. Pap. 667. <https://doi.org/10.4060/cb3095en>.
- Peña Tercero, C.L. 2019. Eventos El Niño y su impacto en la pesquería de anchoveta en Perú. Tesis Master Cienc. Gestión Pesq. Sost., Univ. Alicante, España. 53p.
- Perea, Á., C. Peña, R. Oliveros-Ramos, B. Buitrón y J. Mori. 2011. Producción potencial de huevos, reclutamiento y veda reproductiva de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*): Implicaciones en el manejo pesquero. Cienc. Mar., 37: 585-601. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-38802011000500006&lng=es&tlng=es.

Produce. 2012. Reglamento de organización y funciones, Imarpe, Res. Minist. N° 345-2012-Produce 23 de julio de 2012. 32 p. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1488605/ROF-Imarpe.pdf?v=1608565328>

Santander, H. y O. Sandoval de Castillo O. 1969. El desove de la anchoveta (*Engraulis ringens* J.) en los períodos reproductivos de 1961 a 1968. Inf. Imarpe, 40. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/1587>.

RECIBIDO / RECEIVED: 13/04/2023

ACEPTADO / ACCEPTED: 28/01/2024