

PROXECTO	Convenio entre a Xunta de Galicia e o Instituto de Investigacións Mariñas, para a análise dos datos recollidos pola Unidade Técnica de Pesca de Baixura (UTPB) no programa de monitoreo da frota de baixura e a formación dos técnicos desta unidade nas técnicas empregadas
SOCIOS	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto de Investigaciones Marinas, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IIM-CSIC). • Unidade Técnica de Pesca de Baixura (UTPB), Consellería do Mar, Xunta de Galicia.

PARTICIPANTES NO PROXECTO, ENTIDADES

- Instituto de Investigaciones Marinas, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IIM-CSIC).
- Unidade Técnica de Pesca de Baixura (UTPB), Consellería do Mar, Xunta de Galicia.

ANTECEDENTES

Existe unha demanda por aumentar os coñecementos sobre a dinámica de poboacións explotadas pola pesca independentemente da información dispoñible para a súa avaliación. De feito, xa en 2014, na reforma da Política Pesqueira Común da UE (2014) solicítase asesoramento científico para máis stocks que en regulacións anteriores, incluídos stocks cualificados como limitados en datos para aplicar unha avaliación cuantitativa do recurso, como é o caso da maioría dos recursos explotados por frotas artesanais. Desgraciadamente, a maioría das poboacións explotadas en augas europeas pertencen ás categorías 3-6 de ICES, nas que tanto o coñecemento da dinámica poboacional como os datos dispoñibles son menos coñecidos. A pesar de que unha poboación clasifíquese como de datos limitados, segue sendo necesario emitir ditames sobre a explotación sostible da poboación e os puntos de referencia de sustentabilidade. Actualmente existe un conxunto cada vez maior de métodos e ferramentas dispoñibles para avaliar poboacións con datos limitados. ICES desenvolveu moitos métodos a través da súa serie de talleres WKLIFE [1] e moitos deles codificáronse en ferramentas dispoñibles publicamente no GitHub de ICES.

Neste contexto, o presente proxecto supón unha oportunidade para á aplicación de metodoloxías de avaliación especificamente desenvolvidas para pesqueiras limitadas en datos, categoría onde podemos encadrar ao sector pesqueiro da baixura en Galicia. Sen dúbida este convenio deulle valor engadido ao traballo realizado pola UTPB desde a súa creación, poñendo en relevancia o seu papel fundamental na avaliación e xestión dos recursos pesqueiros explotados pola frota artesanal galega.

A historia de colaboración en ciencia aplicada á pesca entre a Consellería do Mar da Xunta de Galicia, a través da Unidade Técnica de Pesca de Baixura (UTPB), e o Consello Superior de Investigacións Científicas (CSIC), a través do Instituto de Investigacións Mariñas (IIM-CSIC), é longa e frutífera (Fig. 1). Esta colaboración atopou continuidade no presente convenio entre o IIM-CSIC e a Consellería do Mar da Xunta de Galicia (BOE Num.47, Ministerio de Ciencia e Innovación, Resolución do 17 de febreiro de 2023) coa intención de dar respostas a algunhas das preguntas que o sector e a sociedade galega ten acerca o estado dos nosos recursos pesqueiros.

ros.

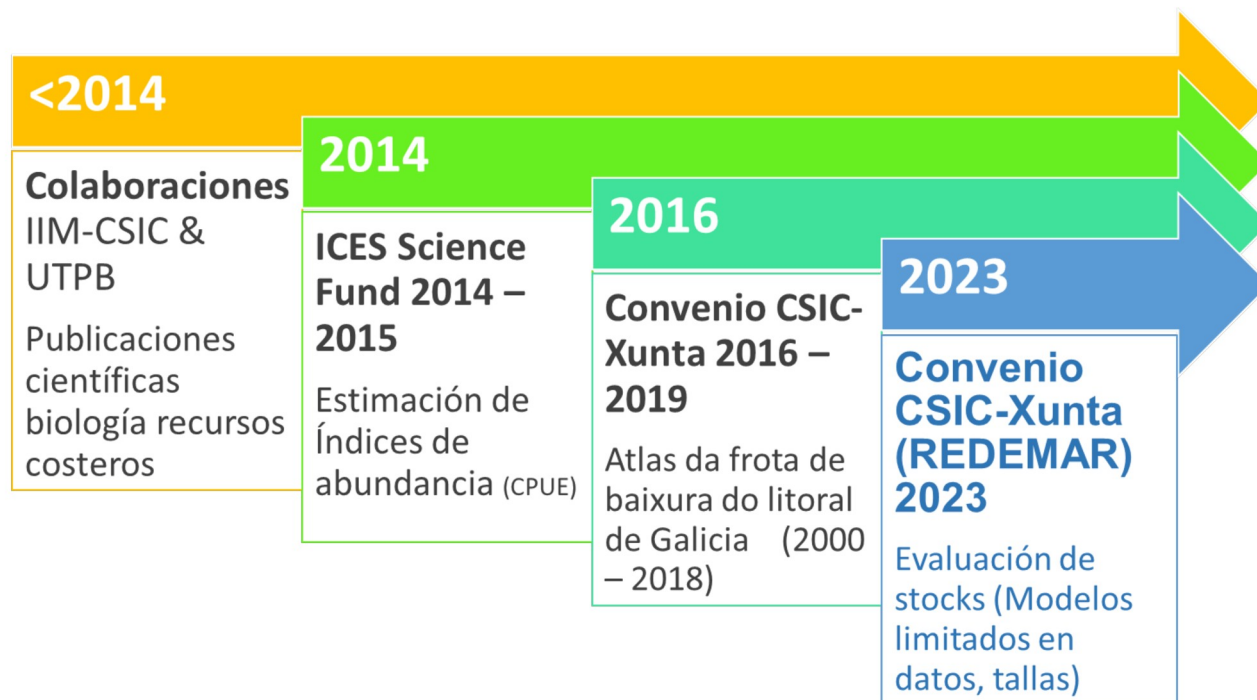


Figura 1. Resumo da traxectoria histórica de colaboración entre o equipo investigador do IIM-CSIC e o servizo da UTPB da Xunta de Galicia.

OBXECTIVOS DO PROXECTO

O obxectivo principal do convenio é a análise dos datos recolleitos pola Unidade Técnica de Pesca de Baixura (UTPB), da Consellería do Mar da Xunta de Galicia no programa de vixilancia da frota de baixura, co fin de proporcionar unha avaliación do estado dos recursos pesqueiros obxecto de explotación por frota artesanal galega. O equipo científico do departamento de Ecoloxía e Recursos Mariños (ERM) do Instituto de Investigacións Mariñas (IIM-CSIC) realizará un análise dos datos recollidos no programa de monitoreo da UTPB desde 2000 ata 2022 (ambos inclusive). Esta análise comprenderá ás principais especies pesqueiras de interese comercial e ecolóxico para a costa galega: *Conger conger* (congro), *Dicentrarchus labrax* (robaliza), *Diplodus sargus* (sargo), *Labrus bergylta* (maragota/pinto), *Loligo vulgaris* (lura), *Maja brachydactyla* (centola), *Mullus surmuletus* (salmonete), *Necora puber* (nécora), *Octopus vulgaris* (polbo), *Platichthys flesus* (solla), *Pollachius pollachius* (abadexo), *Scophthalmus máxima* (rodaballo), *Raja undulata* (raia), *Scophthalmus rombus* (coruxo), *Scyliorhinus canicula* (pintarroja), *Sepia officinalis* (choco), *Pegusa lascaris* (linguado de area), *Solea senegalensis* (leguando senegalés), *Solea solea* (linguado) e *Trisopterus luscus* (faneca). A información derivada destas análises pretende obter unha avaliación do estado actual e evolución dos recursos e proporcionar o coñecemento necesario para a súa xestión e asegurar a sustentabilidade da pesca artesanal en Galicia.

ACTIVIDADES E TAREFAS REALIZADAS, METODOLOXÍA, FASES DO PROXECTO

METODOLOXÍA

Antes de relatar as tarefas realizadas neste proxecto é importante describir brevemente a metodoloxía utilizada durante o mesmo.

A análise da información recollida dentro do programa de vixilancia con observadores a bordo xestionado pola UTPB incluía dous enfoques metodolóxicos principais en función da diferente natureza dos datos dispoñibles: i) capturas por unidade de esforzo e ii) frecuencia de tallas/pe-sos. Por tanto recorreremos a diferentes ferramentas dentro de cada enfoque: i) estandarización de capturas por unidade de esforzo e ii) modelos de avaliación para pesqueiras limitadas en datos.

i) Estandarización de CPUEs: Índices de abundancia relativos

En primeiro lugar, calculamos os índices de abundancia anuais mediante a estandarización dos datos de captura e esforzo, o que comunmente chamamos CPUE (captura por unidade de esforzo) [2]. A estandarización de CPUEs é un procedemento común na avaliación de múltiples stocks no mundo [3]. Utilízanse técnicas de modelización estatística, coma os modelos lineais xeneralizados, como o método máis común, pero tamén os modelos aditivos xeneralizados, os modelos mixtos lineais xeneralizados, as árbores de regresión ou as redes neuronais artificiais entre outros [2, 4]. Con estas ferramentas preténdese obter un índice estandarizado de abundancia relativa que elimine a maior parte da variación anual non atribuíble a cambios na abundancia, xa que a CPUE nominal pode incluír efectos espazo-temporais como a zona, a estación do ano e diversos factores ambientais como a profundidade ou o tipo de hábitat do fondo entre outros moitos. A estandarización da CPUE é hoxe en día indispensable para a avaliación das poboacións de peixes, xa que a CPUE estandarizada utilízase nos modelos de avaliación como índice de axuste e, en moitos casos, afecta en gran medida aos resultados estimados.

Entre as ferramentas estatísticas dispoñibles, os modelos lineais xeneralizados mixtos (GLMM) están a popularizarse nos últimos tempos e utilízanse cada vez con máis frecuencia para estimar índices de abundancia de peces [5]. Estes modelos son especialmente recomendables para tratar problemas de correlación entre observacións, típico ao tratar con datos dependentes da pesca onde a unidade de mostraxe (lance) podería considerarse como medidas repetidas se se realizan moitos lances na mesma marea ou por buques que foron monitorizados durante varias mareas ao longo dos anos. Ademais, para algunhas especies accesorias ou menos abundantes, os datos de CPUE caracterízanse por unha alta presenza de observacións sen captura (zero-inflated en inglés). A non consideración deste exceso de ceros podería reducir a capacidade de detectar relacións significativas e conducir interpretacións erróneas. Existen distribucións estatísticas adecuadas para tratar este problema do cero, como a distribución de Tweedie [6]. Tendo en conta todas estas consideracións, decidiuse levar a cabo a estandarización de CPUEs para estimar os índices de biomasa relativos utilizando un GLMM con distribución Tweedie.

ii) Métodos de avaliación con datos limitados

Os datos de frecuencia de tallas das capturas son probablemente a fonte máis común de información demográfica porque son relativamente baratos e fáciles de rexistrar. Por tanto, no transcurso do proxecto recorreremos aos datos individuais de tamaño das especies obxectivo

para aplicar tres métodos de avaliación diferentes destinados para ser aplicados en pesqueiras con datos limitados: LBI, LBSPR e LIME.

Método de indicadores baseados na lonxitude (length-based indicators, LBI) [7]: Os indicadores baseados na talla calcúlanse a partir de distribucións de frecuencia de tallas obtidas de capturas ou desembarques e compáranse con niveis de referencia baseados en parámetros do ciclo vital. Estes indicadores están relacionados coa conservación, o rendemento óptimo e as distribucións de tallas en relación coas expectativas de rendemento máximo sostible (RMS), polo que poden proporcionar descrições do estado das poboacións. O método LBI require os seguintes datos: lonxitude na madurez (L_{50} , a lonxitude na que a probabilidade de alcanzar a madurez é do 50%), tamaño corporal máximo medio asintótico de von Bertalanffy (L_{∞}), a relación entre a mortalidade natural e a taxa de crecemento de von Bertalanffy (M/k), e composicións de tallas a partir de capturas/desembarques anuais.

Método do coeficiente de potencial de desova baseada na talla (Length-based spawning potential cociente, LBSPR) [8, 9]: O método LBSPR consiste nun modelo baseado na talla para avaliar o estado da poboación mediante a proporción de potencial de desova dunha poboación de peixes medida a través dos datos de composición de tallas. A relación de potencial de desova (SPR) defínese como a proporción de biomasa reprodutora por recruta (SBPR) nunha poboación explotada con respecto á SBPR nunha poboación non explotada (virxe). O razoamento subxacente é que a abundancia por talla na poboación diminúe co envellecemento (talla) debido á mortalidade (natural, M , e por pesca, F). Unha poboación virxe terá unha maior cantidade de individuos maduros de gran tamaño que unha poboación explotada. O SPR oscila entre 1 (poboación virxe) e 0. Este método require os seguintes parámetros: a relación M/k , L_{∞} e o coñecemento da madurez á talla (L_{50} e L_{95} , talla ao 50% e 95% de madurez, respectivamente). Cabe destacar que as estimacións de SPR que oscilan entre 0.35 e 0.4 asóciase xeralmente cunha poboación no nivel de RMS, mentres que as estimacións de SPR que oscilan por baixo de 0.1 – 0.15 indican que a poboación está próxima ao colapso.

Efectos mixtos integrados baseados na lonxitude (length-based integrated mixed effects, LIME) [10]: LIME é un modelo mixto de dinámica de poboacións estruturado por idades e pode ter en conta a mortalidade por pesca e o recrutamento variables cando só se dispón de datos de talla dun único ano, así como os parámetros do ciclo vital, incluída a relación talla-idade, os parámetros de crecemento de von Bertalanffy, os parámetros alométricos talla-peso, o coeficiente de mortalidade natural e a talla ao 50% de madurez. Tamén pode acomodar múltiples anos e tipos de datos, incluíndo tanto datos de tallas como datos de índices e/o datos de capturas, de forma integrada para mellorar a estimación dos cambios na mortalidade por pesca ao longo do tempo. En comparación con LBSPR, cando se axustan datos de talla de máis de 1 ano, LIME non asume condicións de equilibrio cando o recrutamento é estimable.

Parámetros de historia vital (crecemento e reprodución)

No convenio contéplase a estimación de parámetros biolóxicos esenciais como parámetros de entrada para os métodos de avaliación en escenarios limitados en datos. Estes parámetros esenciais son os relacionados coa reprodución (L_{50} , talla de maduración, talla á que o 50% dos individuos son maduros) e o crecemento (parámetros da curva de crecemento de Von Bertalanffy). En primeiro lugar, realizouse unha procura bibliográfica para cada unha das especies obxecto de estudo dentro do convenio, incluíndo publicacións científicas en revistas indexadas, literatura gris e bases de datos xenéricas como FishBase ou SeaLifeBase. Ademais expúxose o desenvolvemento de mostraxes biolóxicas para obter información das poboacións locais dalgunha das especies obxectivo. A mostraxe biolóxica incluía o rexistro básico de datos morfo-

métricos (talla, peso, sexo) así como mostraxe de tecidos para análises reprodutivas (gónadas) e de estruturas duras para determinación da idade (vértebras).

TAREFAS E FASES

Debido o marco temporal do proxecto (menos de un ano) este se estruturou nunha única fase que contemplaba un total de sete tarefas (T) ben delimitadas pero relacionadas entre si. A continuación descríbense brevemente o traballo realizado en cada una de elas.

T1: Xornada de lanzamento do convenio

O día 28 de febreiro de 2023 celebrouse a reunión de lanzamento do proxecto nas instalacións do IIM-CSIC en Vigo. A esta reunión acudiron os responsables do servizo da UTPB e o equipo investigador do IIM-CSIC. Nesta reunión definiuse en gran medida o plan de traballo a seguir durante o desenvolvemento do convenio, destacando aspectos coma a determinación dos modelos para usar no exercicio de avaliación pesqueira e definición das necesidades de datos para a aplicación destes modelos.

T2: Aplicación de modelos de avaliación para escenarios pesqueiras limitadas en datos

O primeiro paso desta tarefa foi o proceso de depurado dos datos tanto para as capturas e esforzos como frecuencia de tallas e pesos. Isto levou a cabo durante os dous primeiros meses de desenvolvemento do convenio, en continua comunicación entre o persoal da UTPB e IIM-CSIC.

Aínda que non podemos falar de estandarización de CPUEs como un modelo de avaliación propiamente devandito, analizáronse os datos de captura e esforzo para obter un índice de abundancia relativo. A selección de datos para a aplicación dos modelos estatísticos seleccionados para a estandarización foi realizada seguindo os seguintes criterios: i) seleccionar aquela arte de pesca máis adecuado para cada recurso concreto en termos de distribución espacial, temporal e capturabilidade da arte; ii) considerar as diferentes modalidades de pesca e seleccionar aquela mellor muestreada e máis representativa para o recurso.; iii) incluír aquelas variables que potencialmente poidan afectar á capturabilidade da especie máis aló da propia biomasa/abundancia do recurso (profundidade, tipo de fondo etc.).

Os modelos de avaliación propostos requiren dunha serie de datos de entrada sobre a bioloxía das especies obxectivo. Trátase de parámetros da historia vital de crecemento reprodución e mortalidade. Realizouse unha procura bibliográfica profunda destes parámetros biolóxicos para cada unha das especies e poboacións obxectivo. No caso de non atopar referencias específicas para a zona de estudo recorréronse ás referencias máis próximas xeograficamente falando. Creouse unha base de datos compilando todos os parámetros atopados que posteriormente foron incorporados aos modelos. Unha vez compilados todos os datos da historia vital e as relacións talla peso, realizouse unha selección das artes de pesca máis representativa da distribución de tallas da poboación por especie seguindo os seguintes criterios: i) curva de selectividade similar, ii) dispoñibilidade de datos para toda a serie temporal e costa galega, iii) ampla distribución batimétrica. Unha vez feita esta selección comprobouse a distribución de tallas por ano para cada unha das especies para avaliar a representatividade da mostraxe.

Datos de historia vital, índices de abundancia e frecuencia de talla son os parámetros de entrada para os modelos de avaliación descritos na metodoloxía. Tendo en conta o requirimento de datos finalmente puidemos aplicar os métodos de avaliación seleccionados para pesquerías limitadas en datos a 17 das 20 especies seleccionadas, excluindo da selección inicial o polbo (O.

vulgaris), lura (*L. vulgaris*) e a centola (*M. brachydactyla*).

T3: Mostraxes biolóxicas para estudos de reprodución e crecemento

O equipo do IIM-CSIC levou a cabo a recollida de gónadas e estruturas duras (vértebras e espiñas caudais), para o estudo de reprodución e crecemento. Esta mostraxe realizouse sobre dúas especies de elasmobranquios costeiros incluídos no set de especies analizadas dentro do convenio, *R. undulata* and *S. canicula* (Táboa 1). As mostraxas recolléronse en diferentes portos pesqueiros da xeografía galega, as mostraxas permaneceron conxeladas ata o momento da súa mostraxe nas instalacións do IIM-CSIC.

Espece	Puerto	Fecha captura	Fecha muestreo	Nº Hembras	Nº machos
Scyliorhinus canicula	Malpica	10/03/2023	16/09/2023	7	55
Raja undulata	Bueu	08/03/2023	29/06/2023	4	7
	Cambados	21/02/2023	27/06/2023	21	9
	Muros	22/06/2023	24/08/2023	16	14
	Fisterra	23/02/2023	03/05/2023	10	23
	Malpica	21/03/2023	04/07/2023	18	11
	Cedeira	11/04/2023	27/06/2023	4	0
	Burela	03/03/2023	22/08/2023	18	13

Táboa 1. Táboa resumen de l esforzo de mostraxe realizada para *R. undulata* and *S. canicula*. As datas correspóndense co último de captura e de mostraxe xa que en ocasións realizouse en varias xornadas de pesca e/o de mostraxe.

T4: Procesado de tecidos para estudos de reprodución (histoloxía) e crecemento (esclerocronoloxía)

As gónadas recolléronse para identificar estados de maduración. As mostraxas conservábanse en formol para o seu posterior procesado histolóxico cando o tamaño permitía; pero cando o estado de maduración era moi avanzando e o tamaño dos ovos demasiado grande para o seu procesado histolóxico procedeuse a sacar fotografías. Estas fotografías serán procesadas mediante protocolos de análises de imaxe que permitirán estimar métricas para establecer correlacións co estado de desenvolvemento, por exemplo o diámetro medio dos ovos. Actualmente estase traballando no protocolo de análise de imaxe que nos permita definir estas métricas do estado de desenvolvemento dos ovos. No que respecta a as estruturas duras para determinación da idade, se muestrearon vértebras da rexión central do disco e espiñas dorsal da cola. É preciso elaborar novos protocolos e realizar un exercicio de validación que actualmente está en desenvolvemento para a correcta lectura destas estruturas duras.

T5: Formación en modelos de avaliación para pesqueiras limitadas en datos

O equipo do IIM-CSIC participou en varias reunións e talleres destinados a manter informados e participar na formación do equipo da UTPB en canto ás metodoloxías utilizadas dentro do convenio para analizar os datos do plan de vixilancia da pesca de baixura. En primeiro lugar, realizouse unha reunión de seguimento das actividades do convenio o día 22 de setembro de 2023 en Santiago de Compostela (Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos, Servizo de Planificación, UTPB). Nesta reunión o persoal do IIM-CSIC (Alexandre Alonso-Fernández e Daniel García García) presentaron as ferramentas analíticas utilizadas no convenio e os principais avances realizados ata a data. O programa formativo se completou cun taller organizado e impartido polo equipo investigador do IIM-CSIC. O taller levou a cabo o 28 de novembro de 2023 nas instalacións do IIM-CSIC. Este taller contou coa asistencia do persoal técnico da UTPB, do IIM-CSIC e investigadores convidados que previamente mostraron interese nas metodoloxías utilizadas dentro do convenio (Fig. 2). O taller concibiuse como unha introdución á aplicación de todas as ferramentas estatísticas e de modelado de datos dependentes da pesca incluíndo a estandarización de CPUEs e modelos limitados en datos baseados en frecuencia de tallas.



Figura 2. Asistentes ao taller sobre metodoloxías para a avaliación de pesqueiras limitadas en datos.

T6: Seminario final de proxecto

Levouse a cabo un seminario coincidindo coa finalización das actividades do proxecto. O obxectivo deste seminario era presentar os principais resultados do convenio, así como de mesa redonda para a discusión aberta acerca da interpretación e implicación dos resultados obtidos nas análises. Este seminario realizouse nas instalacións do IIM-CSIC o día 29 de novembro de 2023. Foi un seminario aberto onde asistiron tanto persoal da UTPB como o resto da comunidade científica do IIM-CSIC.

T7: Elaboración de informes e publicacións de carácter científico

O principal obxectivo do convenio era levar a cabo unha análise dos datos da frota artesanal galega que complementase aqueles que de forma rutineira leva a cabo a UTPB, engadíndolle

un valor engadido á información dispoñible no citado servizo. Ademais, este convenio ten tamén como obxectivo complementario realizar unha transferencia dos resultados e coñecemento xerado durante o desenvolvemento do proxecto non só á administración (Xunta de Galicia) senón ao resto de sectores implicados, como o sector pesqueiro (ver sección de divulgación dos resultados e publicidade) pero tamén no sector científico. Acorde con isto último, os resultados da aplicación das metodoloxías de avaliación de pesqueiras limitadas en datos foi obxecto dunha presentación oral no Simposio Ibérico de Modelado e Avaliación de Recursos Pesqueiros, SIMERPE 2, que tivo lugar no Puerto de Santa María, Cádiz, do 24 ao 27 de novembro de 2023, organizado polo Instituto Español de Oceanografía (Fig. 18). Este é o principal congreso da península Ibérica en canto a avaliación pesqueira refírese. O traballo foi presentado co seguinte título:

Assessment of the status of small-scale fisheries resources in north-west Spain (Galicia) using length-based assessment methods (2023) D. García, M. Cousido, R. Bañón, J.M. Campelos, F. Quintero, A. Gancedo, F. Lamas, D. Vázquez, S. Cerviño, A. Otero, A. Alonso-Fernández.

O traballo presentado en SIMERPE2 será a base dunha futura publicación na que se está traballando actualmente e espérase envíese a unha revista científica internacional no campo da ecoloxía pesqueira dentro do primeiro semestre do 2024.

RESULTADOS

O convenio deu comezo oficialmente o 17 de febreiro de 2023 e a data de finalización foi o 30 de novembro de 2023. A continuación, detállase os principais resultados obtidos.

Estes índices de abundancia non se poden interpretar como indicadores de sustentabilidade; pero se serven para a avaliación de tendencias na poboación, positivas ou negativas. O que nos mostran os resultados é que existen variacións interanuais de maior ou menor magnitude dependendo da especie obxectivo. En canto ás tendencias observadas, as taxas de cambio na abundancia relativa variaron entre descensos do 6.8% por ano aproximadamente (*P. flesus*) a aumentos do 6.6% (*S. canicula*) (Fig. 2).

Falando en termos xerais, cando nos referimos da variación dos datos nos últimos 20 anos, poderíamos falar dunha situación de certa estabilidade sen cambios de tendencia significativos para a maioría das especies. Con todo, debemos de ser cautos e conscientes de que para algunhas especies existen certos patróns de cambio, non lineais, negativos nos últimos anos da serie temporal que deben ser tidos en conta, por exemplo, *S. officinalis*, *R. undulata*, *P. flesus* ou *S. senegalensis*. Con todo, nas especies pouco abundantes con taxas de captura especialmente baixas nos lances muestreados pola UTPB estas tendencias deben ser interpretadas con precaución xa que están suxeitas a unha elevada incerteza pola pouca representatividade da mostraxe (90% de lances negativos do total muestreado); como pode ser o caso de *S. maximus* ou *S. rhombus* entre outros.



Figura 2. Tendencia temporal dos índices de biomasa relativos para as especies obxecto de estudo. Os puntos verdes representan valores do índice estandarizado superior á media interanual e en vermello inferiores. Os números na etiqueta de cada panel indican a porcentaxe de cambio anual estimado para toda a serie.

No que respecta ós modelos de avaliación para pesquerías limitadas en datos, centrámonos en primeiro lugar nas estimacións anuais do SPR (coeficiente de potencial de desova) calculado mediante dous métodos diferentes, LBSPR e LIME. Este indicador pretende reflectir a proporción de biomasa reprodutiva por recruta nunha poboación explotada respecto a a dunha poboación non explotada (virxe). Considérase que as poboacións se atopan nun nivel de explotación sostible cando estes indicadores superan un valor teórico de referencia (0.3 – 0.4). E en canto aos indicadores do LBI centrámonos naqueles indicadores centrados no rendemento máximo sostible (Lmean_Lfem) e óptimo (Lmean_Lopt), que non son máis que a relación do tamaño medio de captura con respecto a determinados valores de referencia que reflecten o nivel de explotación.

Coa intención de reflectir o estado actual das poboacións estudadas, obtivéronse os valores medios de cada indicador do últimos tres anos (2020 – 2022) para cada especie (Fig. 3). O indicador SPR dános resultados dispares dependendo o modelo utilizado, por exemplo, o SPR estimado por LBSPR suxírenos que o 47% dos stocks estudados estarían a ser explotados dentro dos límites de sustentabilidade mentres que se recorremos ao LIME este número sería notablemente inferior, 53%. Hai que ter en conta que LIME atopouse con problemas de converxencia para algunhas especies polo que non se puido estimar o SPR correspondente para a robaliza (*D. labrax*), maragota (*L. bergylta*), salmonete (*M. surmuletus*) e linguado de area (*P. lascaris*). Se atendemos ao indicador de rendemento máximo sostible do LBI o 58% das

poboacións atoparíase en límites sostibles, e este número aumentaría a un 70% se nos referimos ao indicador de rendemento óptimo.

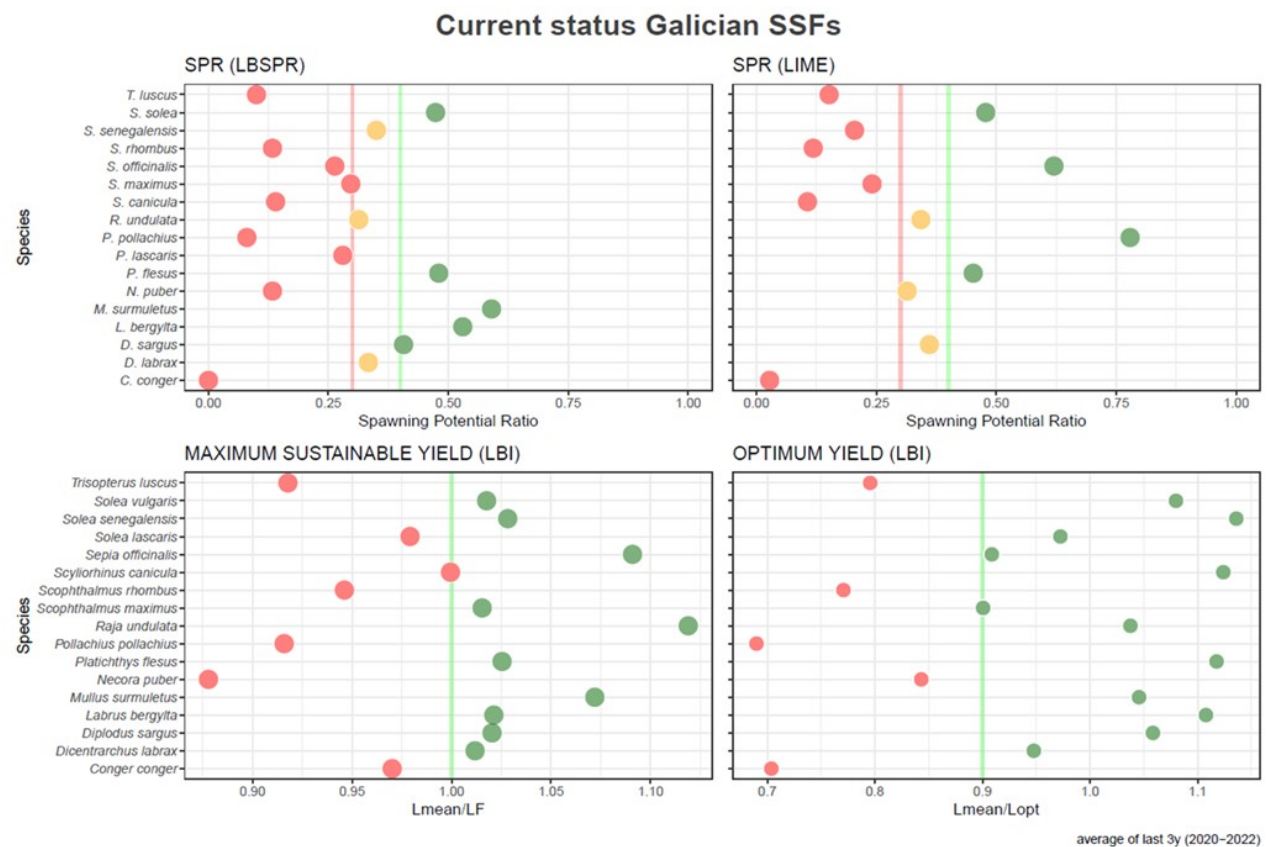


Figura 3. Valor medio do últimos tres anos da serie temporal (2020 – 2022) de cada indicador do estado da poboación estimado para cada especie. En verde valores por encima do límite teórico de sustentabilidade e en vermello por baixo (en laranxa valores situados entre dous valores de referencia de sustentabilidade para o SPR).

Tamén analizamos a correlación entre os índices de abundancia e os diferentes indicadores dos modelos de avaliación. Esperariamos unha correlación positiva significativa que mostrase similar tendencia temporal entre os índices de abundancia e o resto de indicadores, con todo, isto non ocorre para todas as especies. Por exemplo, no caso da correlación entre o índice abundancia e o SPR estimado por LBSPR unicamente dúas especies (*S. officinalis* e *P. lascaris*) correlacionan positivamente, o resto de especies non correlacionan de forma significativa ou mesmo o fan de forma negativa.

Tamén se analizou a correlación entre indicadores resultantes dos modelos de avaliación. Por exemplo, analizamos a correlación entre estímala de SPR calculadas polos modelos LBSPR e LIME, obtendo un 50% de correlacións positivas significativas. Todo isto móstranos que existe un nivel de inconsistencia considerable nos resultados obtidos mediante a aplicación dos diferentes métodos e modelos para a mesma especie. De feito, das 17 especies ás que aplicamos estes modelos, temos un total de 14 nas que polo menos un dos indicadores suxire que a poboación se atopa en niveis sostibles. Pero se nos fixamos nas especies nas que todos os indicadores indican un bo estado da poboación, este número redúcese á metade. Este nivel de incerteza non podemos obviar á hora de facer interpretacións e emitir conclusións e debemos ser cautos a hora de falar do estado dunha poboación en base ós resultados deste proxecto.

CONCLUSIÓNS

Este traballo puxo de manifesto a potencialidade dos datos da UTPB para a aplicación dunha serie de modelos de avaliación desenvolvidos para pesqueiras limitadas en datos. A aplicación destes modelos adaptados á natureza dos datos da UTPB, é unha cuestión que a CM debe considerar a curto-medio prazo para axustarse aos requirimentos que desde Europa solicítanse para a xestión dos recursos [1]. Estamos ante o primeiro exercicio de avaliación do estado dos recursos pesqueiros da frota da Baixura de Galicia, utilizando a mellor información e metodoloxías dispoñibles.

Os actuais resultados do análise de tendencia dos índices de abundancia mostran síntomas de estabilidade en términos xerais, pero certas especies mostran tendencias negativas especialmente nos últimos anos e que deberían ser tidas en conta. Ademáis, os resultados dos modelos de avaliación indican que a situación dalgunhas especies non se corresponde cos esperados para poboacións explotadas a niveles sostibles, aínda que un porcentaxe importante das especies analizadas suxiren un estado actual do recurso aceptable, máis da metade das especies (ver sección de resultados). Con todo, atopamos que unha parte importante dos resultados xerados non son tan consistentes como sería esperable (falta de correlación entre os indicadores do estado das poboacións), e esta avaliación está suxeita a un alto nivel de incerteza, por varias razóns. En primeiro lugar, estes modelos limitados en datos requiren certos supostos que nalgúns dos casos deste estudo poden non cumprirse (estamos a falar de aspectos relacionados coa selectividade da arte, estrutura poboacional única etc.). Aínda que a base de datos é excepcional para este tipo de pesqueiras artesanais (non hai exemplos similares en Europa), para algunhas especies a representatividade da mostraxe é limitada e dispoñemos de moi poucos individuos para caracterizar a poboación, e o que é máis importante, falta información biolóxica específica para as poboacións obxecto de estudo que permita unha correcta aplicación dos modelos. Por exemplo, non contamos cos datos de maduración e crecemento requiridos para algunhas das poboacións estudadas como entrada para os modelos e isto representa unha fonte de enorme incerteza, xerando potencialmente unha percepción altamente sesgada do estado do recurso. Estas consideracións débense ter en conta á hora de tomar decisións e emitir recomendacións en base a estes resultados. Con isto, queremos resaltar que este segue sendo un traballo en proceso que debe estar dirixido a reducir as fontes de incerteza asociadas a estas ferramentas de avaliación. Considerando os presentes resultados estas poderían ser algunhas das liñas de actuación que se poderían ter en conta en futuras accións:

- Os resultados destas avaliacións deben someterse a consulta en procesos participativos involucrando a todos os sectores implicados (sector, administración, ciencia) co fin de valorar se as conclusións obtidas axústanse á realidade observada e establecer prioridades de investigación e xestión.
- Unha vez establecidas esas prioridades en termos de especies, é necesario mellorar o seu coñecemento biolóxico. Os parámetros de maduración e crecemento son aspectos críticos nestas metodoloxías.
- Fortalecer os programas de mostraxe axudaría a xerar este novo coñecemento biolóxico, pero tamén aumentaría a súa representatividade.
- Explorar novas metodoloxías que poidan dar resposta ás nosas necesidades.

DIVULGACIÓN DOS RESULTADOS, PUBLICIDADE

Como xa se comentou previamente, unha parte importante do proxecto era a difusión dos resultados acadados na análise dos datos recopilados por la UTPB realizando un exercicio de transferencia do coñecemento ao resto de sectores implicados como a administración, o sector pesqueiro e o científico.

Como parte das tarefas de difusión dos resultados do proxecto, Alexandre Alonso Fernández (Investigador principal do proxecto) participou como relator na sesión ordinaria de presentación de proxectos do programa REDEMAR o 20 outubro de 2023 no Salón Obradoiro 1 do Hotel Porta do Camiño de Santiago de Compostela. Aproveitouse esta ocasión para presentar os resultados do proxecto co traballo titulado "*Análise do estado das poboacións pescadas pola frega artesanal galega*". Esta xornada contou coa presenza tanto de persoal científico, administración (coa presenza do conselleiro Alfonso Villares e a directora xeral de Desenvolvemento Pesqueiro, Susana Rodríguez; Fig. XX) e sector pesqueiro.



Figura XX. Sesión ordinaria de presentación de proxectos do programa REDEMAR (Fonte: Xunta – Conchi Paz | EUROPAPRESS).

Estes resultados foron presentados tamén no congreso interno "Encontros IIM" organizado polo IIM-CSIC. Este congreso interno é un encontro anual no que todo o persoal do IIM-CSIC comparte a súa actividade investigadora co obxectivo de ter unha idea máis completa da actividade do IIM, fomentando a discusión científico-técnica e fortalecendo os vínculos entre os grupos.

Realizouse un seminario final de proxecto (Tarefa 6) aberto nas instalacións do IIM-CSIC o día 29 de novembro de 2023. Foi un seminario aberto onde asistiron tanto persoal da UTPB como o resto da comunidade científica do IIM-CSIC.

Por último os resultados se presentaron no congreso internacional SIMERPE2 o 25 de novembro de 2023. A presentación realizada por Daniel García está dispoñible na canle de youtube do congreso: <https://www.youtube.com/watch?v=lTfeJI00CQg>



BIBLIOGRAFÍA

- [1] ICES. (2023). Eleventh Workshop on the Development of Quantitative Assessment Methodologies based on LIFE-history traits, exploitation characteristics, and other relevant parameters for data-limited stocks (WKLIFE XI). ICES Scientific Reports, 5: 21. https://ices-library.figshare.com/articles/report/Eleventh_Workshop_on_the_Development_of_Quantitative_Assessment_Methodologies_based_on_LIFE-history_traits_exploitation_characteristics_and_other_relevant_parameters_for_data-limited_stocks_WKLIFE_XI_/22140260
- [2] Maunder, M. N., Punt, A. E. (2004). Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches. *Fisheries Research*, 70(2–3), 141–159.
- [3] Campbell, R. A. (2015). Constructing stock abundance indices from catch and effort data: Some nuts and bolts. *Fisheries Research*, 161, 109–130.
- [4] Li, Z., Ye, Z., Wan, R., Zhang, C. (2015). Model selection between traditional and popular methods for standardizing catch rates of target species: A case study of Japanese Spanish mackerel in the gillnet fishery. *Fisheries Research*, 161, 312–319.
- [5] Thorson, J. T., Minto, C. (2015). Mixed effects: a unifying framework for statistical modelling in fisheries biology. *ICES Journal of Marine Science*, 72(5), 1245–1256.
- [6] Hiroshi, S. (2008). Application of the Tweedie distribution to zero-catch data in CPUE analysis. *Fisheries Research*, 93(1–2), 154–162.
- [7] Froese, R. (2004). Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and Fisheries*, 5(1), 86–91.
- [8] Hordyk, A., Ono, K., Valencia, S., Loneragan, N., Prince, J. (2015). A novel length-based empirical estimation method of spawning potential ratio (SPR), and tests of its performance, for small-scale, data-poor fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 72(1), 217–231.
- [9] Hordyk, A. (2019). LBSPR: Length-Based Spawning Potential Ratio. R package version 0.1.4. <https://github.com/AdrianHordyk/LBSPR>
- [11] Rudd M. B., Thorson J. T. (2018). Accounting for variable recruitment and fishing mortality in length-based stock assessments for data-limited fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 75: 1019–1035.