

Actualización do procedemento de avaliación de eventos de mortalidade de recursos marisqueiros por episodios de baixas salinidade. Procedemento CIMA-RM2-2023/04.

José Manuel Parada Encisa.

Data de emisión: 6/02/2026

Suxestión de citación:

Parada, J.M. 2026. Actualización do procedemento de avaliación de eventos de mortalidade de recursos marisqueiros por episodios de baixas salinidade (Procedemento CIMA-RM2-2023/04). 17 pp.

RESUMO

O 4 de febreiro de 2023 foi elaborado no Centro de Investigacións Mariñas (CIMA) un procedemento que tiña por obxectivo establecer unha metodoloxía, así como uns contidos e estrutura de mínimos para os traballos de avaliación de mortalidades de bivalvos ocorridas en bancos marisqueiros en relación con episodios de salinidades baixas. O procedemento está destinado ao seu emprego polo persoal técnico das entidades responsables dos plans de xestión do marisqueo e da Administración e facilita a avaliación transversal e a comparación entre bancos marisqueiros por parte da Administración. O presente documento actualiza o procedemento CIMA-RM2-2023/04 e describe o traballo normalizado para a estimación da mortalidade de recursos marisqueiros asociada a episodios de baixa salinidade empregado no Centro de Investigacións Mariñas da Consellería do Mar da Xunta de Galicia. O procedemento describe as fontes de datos meteorolóxicos e de salinidade empregadas, a identificación de episodios de salinidade críticos e a metodoloxía de cálculo das taxas de mortalidade, que require dunha avaliación do stock previa ao declaración do evento. Tamén inclúe unha referencia a fontes de datos e ás ferramentas numéricas empregadas tanto para as avaliacións de stock como para o cálculo da mortalidade, así como unha estratexia de deseño das avaliacións de stock que axilice o tempo e os recursos necesarios para a avaliación de stock de stock posterior ao evento de mortalidade. Algunhas das fontes de datos e das ferramentas informáticas foron postas a disposición do persoal técnico en determinadas plataformas. Debido a diferentes cambios na dispoñibilidade de ditas plataformas, a presente actualización do procedemento asegura a accesibilidade das ferramentas a aplicar no mesmo.

LISTADO DE CONTIDOS

RESUMO.....	ii
1. ANTECEDENTES	1
2. OBXECTIVOS.....	1
3. FONTES DE DATOS E SOFTWARE	2
3.1. Fontes de datos de interese.	2
3.2. Aplicacións e ferramentas.	3
4. VALORES DE SALINIDADE.....	3
4.1. Rexistro e contextualización das precipitacións e/ou valores de salinidade.	3
4.2. Valores críticos de salinidade e mortalidades asociadas.....	4
5. DESEÑO DAS CAMPAÑAS DE AVALIACIÓN DE STOCK.....	5
5.1. Variables das avaliacións de stock empregadas no cálculo da mortalidade.	5
5.2. Optimización do esforzo de toma de mostras.....	6
5.2.1. Priorizar os bancos nos que calcular a mortalidade.....	6
5.2.2. Redeseñar a fase de toma de mostras da avaliación de stock dos bancos marisqueiros a estudar.	6
5.3. Estratexia de optimización de avaliacións de stock.	8
6. CÁLCULO DAS TAXAS DE MORTALIDADE	10
7. CONTIDOS MÍNIMOS DO INFORME.....	12
7.1. Antecedente e/ou introdución.	12
7.2. Obxectivo.....	12
7.3. Metodoloxía.	12
7.4. Resultados.....	12
7.5. Anexos.....	13
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13

Listado de figuras:

Figura 1.- Comparación dos resultados de avaliación de stock obtidos coas seleccións de mostras 1 e 2 (valores estimados) con respecto ao total de mostras orixinais (valores observados).....	7
Figura 2.- Bondade de axuste entre as estruturas de tamaño de 5 seleccións de mostras con respecto ao conxunto orixinal de mostras. A selección de mostras que ofrece unha estrutura de tamaños con mellor axuste á estrutura de tamaños obtida coa totalidade das mostras é a que menor SSR e S ² R ofrezca.	8
Figura 3.- Estratexia para a optimización de avaliacións de stock en casos de requirimento de avaliacións rápidas. EP, especie principal; ER, estacións representativas; ES, especie secundaria; Di, densidade do stock inicial; Df, densidade do stock final.....	9
Figura 4.- (Tomado de Parada <i>et al.</i> , 2008) Procedemento de estimación das capturas en termos de densidade (ind/m ²). (a) A relación tamaño-peso permite converter os datos de frecuencia de tamaños nun histograma de pesos. (b) O histograma de pesos contén información sobre cantos exemplares de cada tamaño hai nun kg, desta forma é posible converter as capturas en kg a capturas en individuos (c). Coñecendo a superficie do banco no que se capturaron os exemplares e asumindo un reparto proporcional, pode realizarse unha aproximación ás capturas en termos de individuos por metro cadrado capturados a partir das capturas en individuos (d). A ferramenta de estimación da mortalidade por pesca non parte da estrutura de tamaños das capturas, senón que asume que só se capturaron exemplares comerciais e na mesma proporción que a estrutura de tamaños comerciais do stock.....	11

1. ANTECEDENTES

1. As poboacións de especies de interese comercial dos bancos marisqueiros en Galicia están sometidas a un seguimento baseado na avaliación dos seus stocks realizadas con periodicidade semestral en outono e primavera.
2. Moitas das poboacións destas especies aséntanse en esteiros ou zonas internas de rías e se atopan baixo a influencia directa das fluctuacións da salinidade da auga do mar. Á súa vez, estas salinidades están directamente relacionadas coas precipitacións, aforos de ríos, e outras variables océano-meteorolóxicas.
3. Cando se producen episodios de salinidades baixas que orixinan eventos de mortalidade, os técnicos das entidades responsables dos plans de xestión do marisqueo calculan as posibles mortalidades ocasionadas e redactan informes sobre nos que dan conta dos seus efectos. Sen embargo, os traballos de avaliación e os informes emitidos non sempre son homoxéneos no tocante á metodoloxía empregada e aos seus contidos.
4. Requírese unha metodoloxía, uns contidos mínimos, e estrutura comúns para os traballos de avaliación de efectos dos episodios de salinidades baixas e as súas consecuencias.
5. O 4 de febreiro de 2023 foi elaborado no Centro de Investigacións Mariñas (CIMA) un procedemento que tiña por obxectivo establecer unha metodoloxía, así como uns contidos e estrutura de mínimos para os traballos de avaliación de mortalidades de bivalvos ocorridas en bancos marisqueiros en relación con episodios de salinidades baixas: Procedemento CIMA-RM2-2023/04 (Parada, 2023). Algunhas das fontes de datos e das ferramentas informáticas incluídas no procedemento foron postas a disposición do persoal técnico en determinadas plataformas. Debido a diferentes cambios na accesibilidade das fontes de datos e destas plataformas, a presente actualización do procedemento asegura a accesibilidade ás fonte de datos e ferramentas necesarias.

2. OBXECTIVOS

Este documento ten por obxectivo actualizar o procedemento CIMA-RM2-2023/04 que establece unha metodoloxía e uns contidos e estrutura de mínimos para os traballos de avaliación de mortalidades ocorridas en relación con episodios de salinidades baixas. O procedemento debe poder ser empregado polo persoal técnico das entidades responsables dos plans de xestión do marisqueo e facilitar a avaliación transversal e a comparación entre bancos marisqueiros por parte da Administración.

3. FONTES DE DATOS E SOFTWARE

3.1. Fontes de datos de interese.

- Datos de precipitacións: Datos históricos de Meteogalicia. Poden ser descargados con periodicidade dezminutal para filtrar posteriormente os que coinciden coa preamar. Accesibles en : <https://www.meteogalicia.gal/web/observacion/rede-meteorologica>
- No Centro de Investigacións Mariñas (CIMA) da Consellería do Mar desenvolveuse un modelo océano-meteorolóxico que estima a salinidade da auga do mar a 1 m sobre fondo durante a preamar no esteiro do Ulla. En determinados casos estes datos poden ser empregados como referencia se se contextualizan con precipitacións semellantes nos lugares onde se pretenden aplicar. Os datos son xestionados e actualizados pola Área de Recursos Mariños do CIMA e, para o seu uso nestas avaliacións, poden ser solicitados a cima@xunta.gal.
- Datos de salinidade nas estacións océano-meteorolóxicas de Meteogalicia. Cómpre ter presente que non miden a salinidade a 1 m sobre o fondo senón sempre á mesma profundidade dende a superficie da auga independentemente da marea. Compre filtrar os datos coincidentes coas preamares. Accesibles en : <https://observatoriocosteiro.xunta.gal/plataformas/>
- Táboa de mareas. Para o filtrado ou recollida de valores de salinidade durante a preamar. Accesibles en:
 - Meteogalicia (táboas anuais en horario local): <https://www.meteogalicia.gal/web/prediccion/mareas-e-luas>
 - Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM) (táboas en horario UTC):
 - * En pdf: <https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/cienciahm1/pr efLang-es/02ProductosServicios--045PrevisiondeMareas--01Principal>
 - * En texto: <https://ideihm.covam.es/portal/api-mareas/>
- Datos de aforos de ríos (opcional). Datos históricos de aforos da rede de meteogalicia. Accesibles en: https://servizos.meteogalicia.gal/mgafos/estacions/estacions.action?request_locale=gl

3.2. Aplicacións e ferramentas.

- Avaliación de stock: Aplicación ARouSA (Parada *et al.*, 2009). <https://arousa.bnmarina.com>
- Selección de estacións representativas: Ferramenta de Selección de Estacións. Incluída na versión 14 e superiores da aplicación ARouSA.
- Redeseño de planillas de datos para recálculo de avaliacións previas aos eventos de mortalidade: Ferramenta de Organización de Datos (Orgz_Datos.xlsm). Incluída na versión 14 e superiores da aplicación ARouSA.
- Identificación de cohortes: FISAT II
- Cálculo de taxas de mortalidade: Ferramenta Mortalidade da aplicación ARouSA. <https://arousa.bnmarina.com>
- Aproximación á mortalidade por pesca : Ferramenta de Mortalidade por pesca (Mortalidade_pesca.xlsm). Incluída na versión 14 e superiores da aplicación ARouSA.

4. VALORES DE SALINIDADE

4.1. Rexistro e contextualización das precipitacións e/ou valores de salinidade.

As avaliacións de eventos de mortalidade derivados de episodios de salinidades baixas basearanse na identificación destes episodios de xeito directo ou deducidos a partir de precipitacións ou caudais extremos de ríos. Así, tanto os valores de salinidade como os de precipitación deben ser contextualizados, de xeito que ademais de amosar graficamente e/ou en táboas de valores o episodio ou episodios relacionados coa mortalidade que se pretende avaliar, deben presentarse valores de episodios anteriores semellantes ou non.

En episodios de precipitacións extremas, os valores relevantes de salinidade na columna de auga mariña para os organismos bentónicos son os correspondentes á auga que está en contacto con eles. Durante a baixamar a capa de auga doce pode entrar en contacto co fondo mariño pero, dependendo do espesor da mesma, durante a preamar a salinidade pode aumentar coa entrada de auga mariña que separa do fondo a capa superficial máis doce. Se durante a preamar os valores de salinidade son baixos, as posibilidades de resistencia dos organismos bentónicos verase reducida. Así, tomaranse como valores de salinidade relevantes os obtidos na auga de fondo, a 1 m sobre o leito mariño, e durante a preamar.

Para identificar episodios de precipitacións excesivas ou salinidades críticas será preciso contar con series de datos de precipitacións nas estacións meteorolóxicas máis próximas e dentro da bacía hidrográfica do banco marisqueiro a estudar. Igualmente cómpre contar con datos de salinidade, preferiblemente, obtidos de xeito directo. No seu defecto poden substituírse os valores de salinidade polos de precipitacións se se contextualizan con precipitacións rexistradas en eventos de mortalidade pasados. Podería contarse con datos de estacións oceanográficas próximas se se contextualizan con eventos anteriores de mortalidade, pero cómpre ter presente que estas estacións son flotantes e non miden a salinidade a 1 m sobre o fondo senón a unha determinada profundidade medida dende a

superficie da auga e, polo tanto, a distancia do sensor ao fondo varía coa marea. Por outra banda, das series de datos de salinidade cómpre empregar unicamente os datos obtidos durante as preamaras, para o que será preciso contar cunha táboa de mareas co mesmo sistema horario (local ou UTC) que o do sensor de salinidade.

4.2. Valores críticos de salinidade e mortalidades asociadas.

Tendo en conta os eventos de mortalidade rexistrados no esteiro do Ulla dende 1977, Parada *et al.* (2012) definiron eventos de mortalidade severa no esteiro do Ulla como aqueles que provocaban a mortalidade do 50% ou máis do berberecho e/ou ameixa babosa e do 15% ou máis das ameixas fina e xaponesa. Tamén definiron eventos de mortalidade moderada como aqueles nos que se rexistraban mortalidades inferiores ás dos eventos de mortalidade severa para as distintas especies, agás para a ameixa babosa, máis sensible e non propia da comunidade de *Cerastoderma edule* inda que presente puntualmente no esteiro. O estudio dos diferentes eventos de mortalidade ocorridos no esteiro do Ulla dende 1977 permitiron establecer que os distintos tipos de eventos de mortalidade se producen tanto cando se acumula un número elevados días con valores de salinidade da auga de fondo durante a preamar por debaixo de 25, como cando se rexistran valores extremadamente baixos durante uns poucos días consecutivos. Na **táboa 1** amósanse os valores críticos de salinidade para cada tipo de evento de mortalidade en termos de número de días consecutivos nos que esta se rexistra na auga de fondo durante a preamar.

Sen embargo, o modelo non ten en conta as variacións de caudal do río Ulla derivadas do réxime de baleirado dos seus encoros. Deste xeito, variacións extremas do caudal do ría Ulla poden provocar descensos da salinidade superiores aos esperados polo modelo de salinidade, que atendendo unicamente ás variables océano-meteorolóxicas. Deste xeito, determinados desaxustes entre a salinidade esperada polo modelo e a salinidade rexistrada poden ser asociados a descargas dos encoros.

Táboa 1.- Número medio de días consecutivos con valores críticos pevos de salinidade na auga de fondo durante a preamar que provocan eventos de mortalidade moderada (MMod), ou diferentes tipos de eventos de mortalidade severa (MSev, MSevl e MSevll). (L1 e L2 correspóndese cos límite do intervalo de confianza ao 95% para a media de días).

	<5	<10	<15	<20	<25	<30
MMod (L1)	0	0	1	3	8	15
MMod	0	1	3	6	10	18
MMod(L2)	1	2	4	8	13	22
MSev(L1)	2	5	7	11	14	20
MSev	4	7	9	13	18	24
MSev(L2)	6	8	11	14	22	28
MSevl(L1)	0	4	6	12	20	27
MSevl	1	5	9	13	22	29
MSevl(L2)	2	6	11	14	24	31
MSevll(L1)	6	7	7	10	10	15
MSevll	7	9	10	12	14	19
MSevll(L2)	8	10	13	15	17	23

5. DESEÑO DAS CAMPAÑAS DE AVALIACIÓN DE STOCK

5.1. Variables das avaliacións de stock empregadas no cálculo da mortalidade.

Para o cálculo das taxas de mortalidade empregaranse as seguintes variables:

- Densidade da especie ou especies de interese en termos de individuos/m² na última avaliación de stock realizada antes do episodio ou episodios de salinidades baixas que se queira estudar. En adiante densidade inicial ou *Di*.
- Densidade da especie ou especies de interese en termos de individuos/m² na avaliación de stock realizada unha vez finalizado o episodio ou episodios de salinidades baixas que se queira estudar. En adiante densidade final ou *Df*.

No procedemento estándar entenderanse *Di* e *Df* como densidades do conxunto de exemplares de toda a poboación independente do seu tamaño (densidade total). Non obstante, poderían calcularse as densidades de determinado grupo de tamaños (p. ex. de exemplares comerciais e non comerciais, atendendo ao tamaño mínimo de captura) ou de determinados grupos de idade, se previamente se identifican as cohortes existentes nas poboacións inicial e final (p. ex. recrutas e adultos de diferentes clases de idade).

5.2. Optimización do esforzo de toma de mostrás.

A mortalidade será calculada para tódalas especies da área de estudio. A área de estudio pode ser todo o ámbito territorial do plan de xestión; un ou varios bancos marisqueiros concretos cando os efectos se limitan unicamente a áreas concretas; ou ben restrinxirse ao banco ou bancos marisqueiros principais xustificando previamente a súa importancia relativa con respecto ao resto de zonas.

Normalmente a avaliación do stock en todo o conxunto de bancos marisqueiros dun plan de xestión supón un gran esforzo e require unha grande cantidade de tempo. Cando se rexistran episodios de salinidades baixas, xeralmente, se require obter unha estimación da mortalidade nun prazo moi curto de tempo. O presente procedemento establece unha vía de optimización do esforzo de avaliación dos stocks afectados.

5.2.1. PRIORIZAR OS BANCOS NOS QUE CALCULAR A MORTALIDADE.

Idealmente debe calcularse a mortalidade en tódolos bancos marisqueiros pero tamén se poden establecer prioridades atendendo en función de en que banco ou bancos marisqueiros é indispensable a avaliación da mortalidade xustificando a súa importancia relativa fronte ao resto de bancos.

5.2.2. REDESEÑAR A FASE DE TOMA DE MOSTRAS DA AVALIACIÓN DE STOCK DOS BANCOS MARISQUEIROS A ESTUDIAR.

As avaliacións de stock de bancos marisqueiros soen basearse en deseños de mostraxe que inclúen un gran número de estacións para reducir a súa incertidume. Cando se dan eventos de mortalidades, as persoas ao cargo do asesoramento á xestión dos bancos marisqueiros requiren información nun prazo de tempo demasiado curto para facer unha avaliación que implique o mesmo esforzo de toma de mostrás realizado nas avaliacións de stock ordinarias.

É posible reducir o número de mostrás nunha avaliación de stock que ten por obxectivo comparar a densidade cunha avaliación previa. Isto pode facerse seleccionando un número razoable de mostrás de xeito que, recalculando o stock cos datos obtidos nestas estacións na avaliación previa, reproduzan os resultados da avaliación previa en termos de volume de stock e de estrutura de tamaño.

Para a selección deste grupo reducido de estacións (en adiante estacións representativas) pode empregarse a ferramenta Selección de Estacións. Esta ferramenta está incluída na versión 14 da aplicación ARouSA.

Selección de muestras representativas

A ferramenta de selección de mostrax está dispoñible como “Selección de estacións” no menú de “Utilidades” da versión 14 e superiores da aplicación ARouSA. Ao executar a ferramenta, solicitará que se lle indique un arquivo de datos dunha mostraxe previa que se axuste á estrutura dunha planilla de ARouSA para datos de tamaños individuais dunha mostraxe de base puntual. Unha vez importada a planilla, debe indicarse o número de estacións de toma de mostrax que se quere seleccionar do estrato correspondente á planilla de datos importada, así como o número de iteracións que debe realizar a ferramenta para a selección.

A ferramenta de selección de estacións axuda á selección de estacións de toma de mostrax de base puntual cando se require repetir unha mostraxe empregando menos estacións pero que sexan representativas dos resultados obtidos nunha mostraxe anterior. A ferramenta realiza combinacións dun número determinado de estacións e compara os resultados da avaliación de stock obtida con cada combinación, con respecto aos obtidos co total de estacións na mostraxe orixinal. A comparación de resultados realízase en termos de densidade total, comercial e non comercial, e en termos de estrutura de tamaños. Para valorar as comparacións emprega unha análise de suma de cadrados dos residuos das estruturas de tamaño e selecciona as cinco mellores combinacións.

Para seleccionar o grupo de estacións de mostraxe representativas teranse en conta as estacións que presenten as menores diferenzas nos resultados obtidos coas mostrax seleccionadas e os obtidos coa totalidade das mostrax (**Figura 1**). Tamén se terán en conta as menores diferenzas na estrutura de tamaños medidas a través da suma de cadrados e dos residuos (SSR) e da media dos cadrados dos residuos (S^2R ou MSR). Canto menor sexa o valor destas diferenzas, maior será o axuste entre estimacións de stock realizadas cos dous conxuntos de estacións (**Figura 2**).

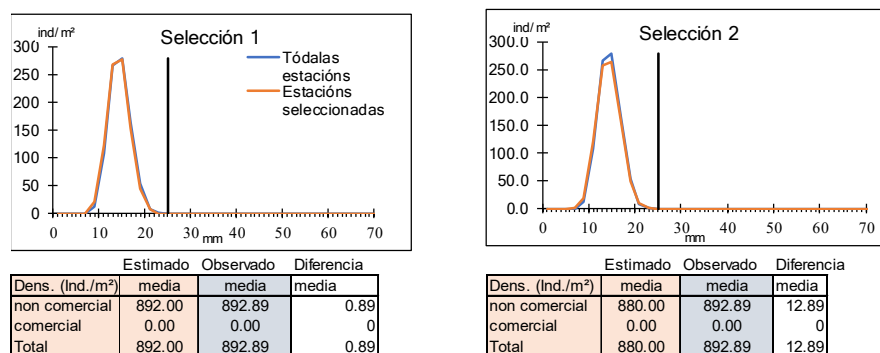


Figura 1.- Comparación dos resultados de avaliación de stock obtidos coas seleccións de mostrax 1 e 2 (valores estimados) con respecto ao total de mostrax orixinais (valores observados).

Selección	SSR	S ² R
1	511.8	14.62
2	542.3	15.49
3	615.1	17.57
4	718	21
5	777.1	22.2

Figura 2.- Bondade de axuste entre as estruturas de tamaño de 5 seleccións de mostras con respecto ao conxunto orixinal de mostras. A selección de mostras que ofrece unha estrutura de tamaños con mellor axuste á estrutura de tamaños obtida coa totalidade das mostras é a que menor SSR e S²R ofrezca.

Ademais, debe terse en conta que a selección de estacións non estea dominada por estacións sen individuos na avaliación de stock orixinal. Entre unha seleccións de estacións composta por seis estacións que na mostraxe orixinal tiñan densidades 10, 8, 0, 0, 0 e 0 ind/m² (media 3 ind/m²) e outra con 7, 4, 3, 2, 2 e 0 ind/m² preferirase a segunda selección. Os resultados da ferramenta de selección de estacións ofrece gráficos que permiten determinar as densidades orixinais de cada unha das estacións incluídas na selección.

5.3. Estratexia de optimización de avaliacións de stock.

A ferramenta de selección de estacións facilita empregar a seguinte estratexia de optimización das avaliacións de stock (**Figura 3**).

- 1.- Se non se pode avaliar a densidade final (D_f) na totalidade do banco, cómpre identificar o estrato ou estratos principais nos que se distribúe a especie ou especies máis importantes (en adiante especies principais; E_p) dos banco escollidos para avaliar a mortalidade.
- 2.- Seleccionar, en cada estrato do banco ou nos estratos principais, o número de estacións que se considera asumible para calcular a densidade final (D_f) da especie ou especies principais, mediante a avaliación de stock posterior ao evento de mortalidade.
- 3.- Para cada especie principal recalcular a densidade inicial (D_i) en cada un dos estratos do banco ou nos escollidos como principais, e recalcular o stock inicial para o total do banco ou os estratos escollidos empregando os datos da avaliación inicial correspondentes ás estacións seleccionadas.

A ferramenta “Organización de Datos” da versión 14 e superiores de ARouSA (menú Utilidades) permite compoñer novas planillas de datos coas estacións seleccionadas a partir das planillas de datos orixinais que conteñen tódalas estacións de cada estrato.

- 4.- Para as especies consideradas secundarias, tomar como densidade inicial a obtida coa nova avaliación de stock realizada para a especie principal que teña un maior número de estacións con presenza da especie secundaria. Se todas tiveran o mesmo número de estacións con presenza da especie secundaria escoller como avaliación inicial a que ofrezca uns resultados máis parecidos aos obtidos co total de estacións.

5.- Realizar a mostraxe final empregando unicamente as estacións seleccionadas para cada unha das especies principais.

6.- Calcular o stock final de cada unha das especies principais a partir dos datos das estacións seleccionadas para cada unha delas. Os resultados de densidade correspóndense coa densidade final (D_f), pero, no caso das especies principais tamén poden ser considerados unha estimación do estado final do stock no conxunto de estratos estudiado ou no total do banco, se se tomaron mostras en tódolos estratos. No caso das especies secundarias, os resultados finais poden ser empregados para o cálculo da mortalidade por comparación cos resultados obtidos nas mesmas estacións na avaliación inicial, pero dun xeito estrito, no poden ser tomados como o estado final do stock nos estratos ou no total do banco.

Optimización de mostraxes para a estimación da mortalidade

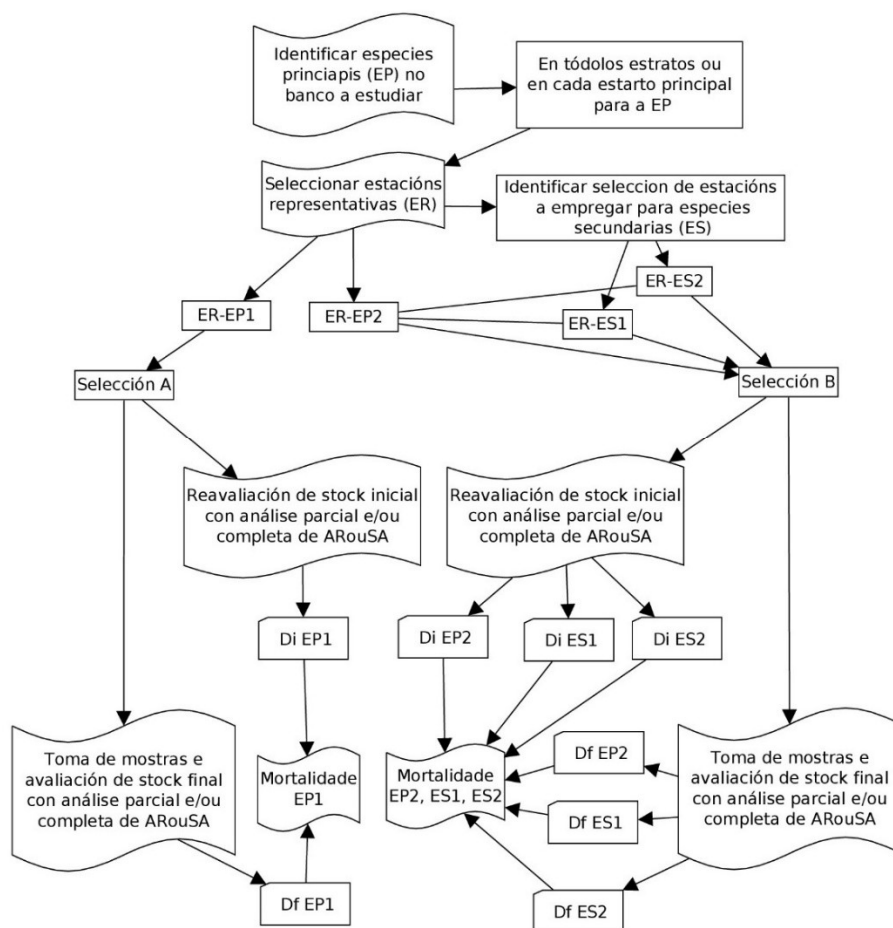


Figura 3.- Estratexia para a optimización de avaliacións de stock en casos de requirimento de avaliacións rápidas. EP, especie principal; ER, estacións representativas; ES, especie secundaria; Di, densidade do stock inicial; Df, densidade do stock final.

6. CÁLCULO DAS TAXAS DE MORTALIDADE

En ausencia de actividade marisqueira no período entre a avaliación de stock inicial e a avaliación posterior ao evento de mortalidade, a estimación da mortalidade de cada especie realizarase calculando a taxa de mortalidade instantánea como

$$Z = -\ln(N_t/N_0)$$

onde Z é a taxa instantánea de mortalidade para o período entre toma de mostras; N_t a densidade final no estrato ou conxunto de estratos estudados; N_0 a densidade inicial do mesmo estrato ou conxunto de estratos. A partir da taxa de mortalidade instantánea calcularase a taxas de mortalidade finita como

$$Z\% = (1 - e^{-Z}) * 100^Z$$

onde $Z\%$ é a taxa de mortalidade finita, expresada en porcentaxe, no período de estudio (Krebs, 1999).

Sen embargo, se no período entre avaliacións de stock actividade extractiva e capturas, parte da mortalidade total se corresponde con mortalidade por pesca (F) e outra parte correspóndese coa mortalidade natural (M), de xeito que

$$Z = M + F$$

Polo tanto, a mortalidade que se pretende avaliar como efecto dos episodios de baixa salinidade é a mortalidade natural (M) e se expresa como

$$M = Z - F$$

Mentres que no caso de ausencia de explotación os cálculos se poden facer directamente a partir da densidade inicial (D_i) e final (D_f) resultantes das avaliacións do stock de cada especie, cando existe mortalidade por pesca no período entre avaliacións de stock, a comparación entre D_i e D_f correspóndese coa mortalidade total (Z) e cómpre calcular a mortalidade por pesca. A partir das avaliacións inicial e final, das capturas rexistrada, dos controis de tamaño das capturas, e das regresións tamaño – peso para cada especie, é posible calcular a mortalidade por pesca (Parada *et al.*, 2008). A ferramenta de cálculo de mortalidade incluída na aplicación ARouSA permite calcular Z , M e F seguindo as instrucións incluídas no manual da aplicación ARouSA (Parada *et al.*, 2009).

A ferramenta de cálculo da mortalidade da aplicación ARouSA require a identificación previa das cohortes das poboacións estudadas. Esta identificación das coorte realizarase empregando os métodos de Battacharya e NORMSEP implementados na aplicación FISAT II da FAO (Gayanilo *et al.*, 2005).

En caso de non contar con toda a información requirida pola ferramenta de cálculo da mortalidade de ARouSA, pode empregarse a ferramenta de cálculo da mortalidade por pesca incluída na versión 14 e superiores de ARouSA (menú Asesoramento). Esta ferramenta permite obter unha aproximación rápida da mortalidade por pesca para restala á mortalidade total calculada a partir da comparación das dúas avaliacións de stock. Unicamente require a estrutura de tamaños do stock inicial (en densidade); o tamaño comercial; a data final; as capturas (en kg) acumuladas entre a avaliación do stock inicial e a data final; a superficie do banco; e unha regresión tamaño-peso (**Figura 5**). Sen embargo, a utilización desta ferramenta require asumir tres condicións:

- Non se capturaron exemplares de tamaño inferior ao comercial.
- A estrutura relativa de tamaños das capturas é a mesma que a dos exemplares de tamaño comercial da poboación inicial.
- Non transcorreron máis de catro ou cinco meses dende a avaliación de stock se esta foi realizada en outono, ou máis dun mes se foi realizada en primavera.

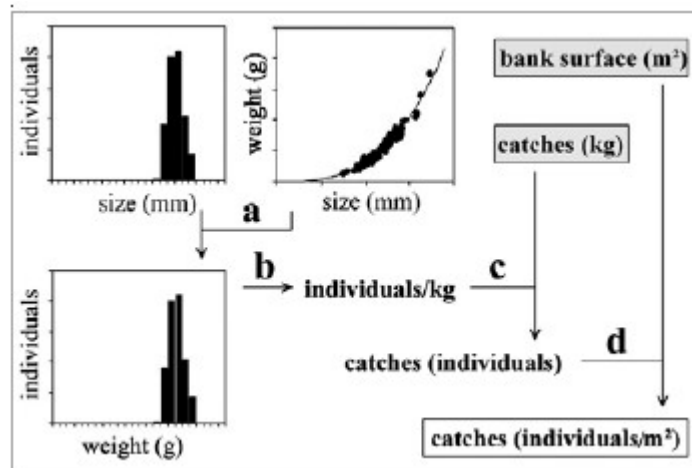


Figura 4.- (Tomado de Parada *et al.*, 2008) Procedemento de estimación das capturas en termos de densidade (ind/m²). (a) A relación tamaño-peso permite converter os datos de frecuencia de tamaños nun histograma de pesos. (b) O histograma de pesos contén información sobre cantos exemplares de cada tamaño hai nun kg, desta forma é posible converter as capturas en kg a capturas en individuos (c). Coñecendo a superficie do banco no que se capturaron os exemplares e asumindo un reparto proporcional, pode realizarse unha aproximación ás capturas en termos de individuos por metro cadrado capturados a partir das capturas en individuos (d). A ferramenta de estimación da mortalidade por pesca non parte da estrutura de tamaños das capturas, senón que asume que só se capturaron exemplares comerciais e na mesma proporción que a estrutura de tamaños comerciais do stock.

7. CONTIDOS MÍNIMOS DO INFORME

O informe correspondente ás avaliacións de mortalidade conterá os seguintes epígrafes:

- Antecedente e ou introdución
- Obxectivos
- Metodoloxía
- Resultados
- Anexos

7.1. Antecedente e/ou introdución.

Neste apartado poden expoñerse os seguimentos que se realizan periodicamente sobre os stocks e o medio, así como un adianto dos eventos detectados que xustifican o informe. Outra información relevante pode facer referencia breve á importancia do stock e o banco ou bancos estudados na economía do colectivo ou en aspectos concretos do plan de xestión (p. ex. a mortalidade puido ter afectado a áreas de sementeira ou recrutamento).

7.2. Obxectivo.

O obxectivo do informe estará principalmente centrado en avaliar a mortalidade en relación co episodio ou episodios detectados, pero tamén pode ser interesante incluír outros en relación coa repercusión ou valoración económica.

7.3. Metodoloxía.

Neste apartado especificarase como se obtiveron os datos de precipitación, salinidade e/ou aforos que permiten identificar os episodios de salinidades baixas. Tamén se poden incluír os valores que se consideran críticos. Neste apartado tamén se describirá o deseño das campañas de avaliación de stocks: cando e como se avaliaron os stocks inicial e final; xustificación da comparabilidade entre o deseño inicial e final se este foi modificado; adaptación ou re-análise da avaliación inicial se é o caso, etc. Igualmente se explicará como se realizaron os cálculos das taxas de mortalidade, especificando se entre as campañas de avaliación dos stocks as poboacións estiveron sometidas a explotación pesqueira. Debe indicarse se os resultados foron incluídos nun anexo AT5 e se estes foron incluídos na FTP.

7.4. Resultados.

Neste epígrafe amosaranse con gráficos ou táboas os episodios de precipitación, aforos e/ou salinidades no período de estudio. Igualmente, para poñer en contexto os episodios que ocasionan o informe, amosaranse ou farase referencia a episodios anteriores semellantes ou non, que tiveran causado mortalidades salientables. Farase referencia aos resultados obtidos nas avaliacións de stock previa e posterior aos episodios, e as taxas de mortalidade instantánea e finita estimadas no estudio.

7.5. Anexos.

Incluirase copia dos resultados das avaliacións de stock (non todas as persoas destinatarias do informe teñen acceso á FTP). Tamén pode resultar interesante incluír fotografías ou calquera outra información que se considere relevante. Ao igual que as táboas e figuras, todos os anexos deben estar referenciados nalgún dos epígrafes do documento.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gayanilo, F. C., Sparre, P., and Pauly, D. 2005. FAO-ICLARM stock assessment tools II: user's guide. FAO computerized information series. Worldfish Center, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 168 pp.

Krebs, C.J. 1999. *Ecological methodology*. Addison-Welsey Education Publishers. 620 pp.

Parada, J.M. 2023. Procedemento de avaliación de eventos de mortalidade de recursos marisqueiros por episodios de baixas salinidade. Consellería do Mar. Procedemento CIMA-RM2-2023/04. 20 pp. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10812714>

Parada, J. M. e Molares, J. 2008. Natural mortality of the cockle *Cerastoderma edule* (L.) from the Ria of Arousa (NW Spain) intertidal zone. *Revista de biología marina y oceanografía*, 43: 132–142.

Parada, J.M. e Molares, J. 2009. Unha ferramenta para avaliación de recursos marisqueiros. ARouSA. 86 pp. Dispoñible en www.arousa.bnmarina.com

Parada, J. M.; Molares, J. e Otero, X. 2012. Multispecies Mortality Patterns of Commercial Bivalves in Relation to Estuarine Salinity Fluctuation. *Estuaries and Coasts*, 35: 132–142. DOI: 10.1007/s12237-011-9426-2.

Dr. José Manuel Parada Encisa
Colexiado nº 15.637-X