

Introducción, conceptos, instalación y ejemplos del software OpenMSE para evaluación de estrategias de manejo

Esteban Gentile

Dirección: Dirección de Pesquería de Peces
Programa/Gabinete: Gabinete de Biomatemática

Citar como:

Gentile E 2025. Introducción, conceptos, instalación y ejemplos del software OpenMSE para evaluación de estrategias de manejo. Inf ASES INIDEP N.º 053/25, 07 pp.

**INIDEP**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO PESQUERO



Introducción, conceptos, instalación y ejemplos del software OpenMSE para evaluación de estrategias de manejo

Esteban Gentile

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)

Resumen

Este informe, desarrollado para ser utilizado como guía preliminar para el curso sobre estrategias de manejo pesquero dictado por el Renzo Tascheri en el marco del Grupo de Evaluación de Recursos Pesqueros, presenta de manera clara la naturaleza, objetivos, metodología, materiales y principales hallazgos del uso del software OpenMSE. Su finalidad es familiarizar a lectores no especializados con la simulación de Modelos Operativos (OM) y Procedimientos de Manejo (MP) para recursos pesqueros en un entorno de incertidumbre.

Palabras Clave

Evaluación de recursos pesqueros, evaluación de estrategias de manejo, OpenMSE, Modelo Operativo, Procedimientos de manejo.

Introducción

En virtud del próximo curso a desarrollarse en el INIDEP sobre estrategias de manejo pesquero, dictado por Renzo Tascheri en el marco del Grupo de Evaluación de Recursos Pesqueros (GERP), se propone este informe como una guía preliminar de acercamiento a la utilización del software OpenMSE (OpenMSE 2023).

Materiales y métodos

OpenMSE es una plataforma de simulación basada en el lenguaje R que permite evaluar estrategias de manejo para recursos pesqueros mediante modelos operativos (OM), y procedimientos de manejo (MP). Esta herramienta, de código abierto, fue diseñada para facilitar el proceso de toma de decisiones en escenarios de incertidumbre, aportando un marco estandarizado y flexible para el desarrollo de simulaciones reproducibles.

Desarrollo

El primer paso para comenzar a trabajar con OpenMSE consiste en disponer de un entorno funcional en el lenguaje R, junto con los paquetes necesarios para su ejecución. Se recomienda utilizar RStudio como interfaz, dado que facilita la organización de los scripts, la visualización de resultados y la gestión del entorno de trabajo. Una vez instalado R y RStudio, puede avanzarse con la instalación de los paquetes relacionados a OpenMSE (específicamente: openMSE, MSEtool, DLMtool y SAMtool), que conforman el ecosistema principal de esta metodología.

Estos paquetes permiten acceder a funciones para construir modelos operativos, ejecutar simulaciones, aplicar distintos procedimientos de manejo y visualizar resultados de manera gráfica.

Una vez instalado el entorno, se sugiere comenzar la exploración utilizando los ejemplos y plantillas que provee la documentación oficial de OpenMSE. Estas plantillas son modelos simplificados de especies o situaciones pesqueras ya trabajadas, que permiten experimentar con la herramienta sin necesidad de construir un modelo desde cero.



Las plantillas permiten cargar parámetros biológicos del stock (crecimiento, mortalidad, reclutamiento), supuestos sobre la incertidumbre, escenarios de manejo posibles, indicadores de evaluación comparativa entre estrategias.

A partir de estos modelos base, el usuario puede familiarizarse con los principales conceptos detrás del enfoque de Evaluación de Estrategias de Manejo (MSE) como el modelo operativo (OM), procedimientos de manejo (MP), simulación MSE, indicadores de gestión.

Con el objetivo de afianzar el uso de la plataforma se proponen una serie de ejemplos con grado de complejidad creciente (**Anexo**).

Ejemplo 1: Aplicación con modelos precargados

Modelo del stock de Albacore, Atún Albacora (*Thunnus alalunga*), ha sido diseñado como ejemplo introductorio. Este ejecuta una plantilla precargada en la aplicación con datos de la pesquería y permite visualizar un modelo operativo, cómo se seleccionan estrategias de manejo, y cómo se interpretan indicadores de desempeño como la probabilidad de sobrepesca, el rendimiento sostenido o la estabilidad interanual de las capturas.

Albacore: representa la especie y sus parámetros biológicos, crecimiento, mortalidad natural, tasa de reproducción, reclutamiento, distribución de tallas y otros valores que permite cargar.

Generic_IncE: define cómo opera la flota pesquera, variación del esfuerzo de pesca a lo largo del tiempo, niveles de selectividad, capturas incidentales. Representa un escenario donde la presión pesquera no se mantiene constante, sino que crece año a año.

Imprecise_Unbiased: este bloque define la precisión y sesgo de los datos que se obtienen del sistema pesquero. Indica que la información que se tiene no es muy precisa (hay variabilidad), pero no tiene sesgo sistemático (no está sistemáticamente sobreestimada ni subestimada). Sería como tener estimaciones de biomasa con mucha variabilidad, pero que en promedio son correctas.

Perfect_Imp: Representa cómo de bien se implementan y cumplen las regulaciones pesqueras. "Perfect_Imp" significa que la implementación es perfecta.

Para la selección de los procedimientos de manejo (MP) el OpenMSE nos ofrece una variedad de 126 opciones, las cuales pueden cargarse y visualizarse.

Para el ejemplo se seleccionaron de la lista 5 reglas y se generó el vector de las mismas, cabe mencionar que el usuario puede variar la cantidad y procedimientos según su interés.

Lo siguiente es ejecutar el MSE propiamente dicho, mediante la sintaxis "runMSE" la cual requiere como parámetros el vector del modelo operativo seleccionado (OMej1) y el vector de las reglas de manejo elegidas (OMej1MPs).

Ejemplo 2: Aplicación con modelos adaptados al contexto local

En el sitio oficial, se encuentran disponibles plantillas en formato Excel que permiten cargar parámetros biológicos, históricos de captura y selectividad asociados a stocks como el de Gatuzo (*Mustelus Schmitti*), evaluado por INIDEP (<https://openmse.com/om-library/>)

Estas plantillas pueden ser editadas para adaptar los parámetros a datos conocidos, permitiendo realizar una primera aproximación al uso del software en contextos reales, con información local. El detalle de los campos se encuentra disponible en la sección "Conceptos, Tutoriales y Detalles" de la página oficial.

Para el caso de aplicación descargamos la planilla correspondiente al Gatuzo, que constituye el modelo operativo (OM) para posteriormente incorporarla como el primer parámetro de entrada del OpenMSE. Al igual que en el primer ejemplo se requiere definir el vector con los procedimientos de manejo (PM) disponibles y finalmente se ejecuta el programa con estos dos parámetros.



Ejecutamos el programa con los parámetros definidos y aguardamos los resultados.

Visualización de resultados

Por defecto el OpenMSE entrega cuatro resultados:

- PNOF : probabilidad de NO sobrepesca
- P50 : probabilidad que la biomasa reproductora (SB) esté por encima de la mitad de la biomasa del rendimiento máximo sostenible
- AAVY : probabilidad de variabilidad interanual promedio en rendimiento inferior al 20%
- LTY : probabilidad de rendimiento a largo plazo (10 años) mayor a 0.5 del rendimiento que se puede obtener con tasa de pesca constante

De la librería de gráficos disponibles en Rstudio seleccionamos cinco, para mostrar los resultados, todos poseen límites o valores de referencia precargados los cuales pueden modificarse cambiando el vector de dichos valores.

- Wormplot : traza de la probabilidad de cumplir los objetivos de biomasa en los próximos años.
- Pplot : trayectorias de biomasa, mortalidad por pesca y rendimiento relativo para los Procedimientos de Gestión (MPs) a lo largo del tiempo, permitiendo comparar su desempeño bajo incertidumbre.
- Tplot : tendencia media en biomasa, captura y mortalidad por pesca para cada MP en distintos períodos de tiempo, ayudando a evaluar su comportamiento a mediano/largo plazo.
- Tplot2 : similar a Tplot, pero con foco en la variabilidad de las métricas clave (biomasa, captura, F) entre repeticiones. Muestra intervalos de confianza o diagrama de cajas (boxplots) por período, lo que facilita evaluar la robustez del MP.
- Kobe : representa el estado del stock y el nivel de explotación en un plano tipo Kobe (biomasa relativa vs. F relativo), donde cada punto muestra la proporción de repeticiones que caen en cada cuadrante (verde, amarillo, rojo).

Para el Ejemplo 1 se ejecutan los cinco gráficos, para el ejemplo 2 solo se muestra el wormplot dejando a cargo de los usuarios la búsqueda y selección de nuevos gráficos.

Conclusiones

Se recomienda a los interesados en participar del curso, que dediquen algunas horas a instalar el entorno de trabajo (R y RStudio). Familiarizarse con los paquetes y funciones principales del ecosistema OpenMSE. Explorar los ejemplos disponibles, priorizando el del stock de Albacore. Revisar las plantillas de datos en blanco para identificar los parámetros que se ingresan en el OM y observar la planilla del Gatuzo, para analizar cómo es el ingreso de los datos dispuestos por columnas para cada uno de los parámetros.

Esta preparación básica facilitará una comprensión más profunda durante el curso y permitirá una participación activa, acelerando el proceso de aprendizaje y el aprovechamiento de los contenidos brindados por el docente.

Bibliografía

OpenMSE 2023. <https://openmse.com/>



Anexo. Código base de R para utilizar la plataforma OpenMSE.

```
#####  
##### GERP - PRACTICA OPENMSE #####  
#####  
  
##### Instalación de OpenMSE #####  
  
install.packages("openMSE")  
install.packages("MSEtool")  
install.packages("DLMtool")  
install.packages("SAMtool")  
  
##### Cargar librerías #####  
  
library(openMSE)  
library(MSEtool)  
library(DLMtool)  
library(SAMtool)  
library(readxl)  
  
##### Ejemplo 1: Modelo Operativo Precargado #####  
  
# Seguimos el ejemplo del Albacore  
OMeJ1 = new('OM', Albacore, Generic_IncE, Imprecise_Unbiased, Perfect_Imp)  
  
# Para ver los parámetros con los que el ejemplo esta seteado se ven con el @ o en los datos  
  
OMeJ1@nsim # número de simulaciones  
OMeJ1@M #rango de la mortalidad natural definida con una distribución uniforme  
#...etc  
  
# Cargar todas las reglas de control  
  
allMPs = avail('MP')  
allMPs  
  
?AvC #mediante el signo de pregunta podemos ver el help de cada MP  
  
# en el ejemplo trabajaremos con 5 EEM  
  
OMeJ1MPs = c("AvC", "BK", "CC1", "DCAC", "Islope1")  
  
#corremos el ejemplo  
MSE = runMSE (OM=OMeJ1, MP=OMeJ1MPs)  
  
# Mostramos cuatro (4) resultados por defecto  
  
#PNOF : probabilidad No sobrepesca  
#p50 : probabilidad biomasa reproductora (SB) está por encima de la mitad de la biomasa con un rendimiento  
máximo sostenible  
#AAVY : probabilidad de variabilidad interanual promedio en rendimiento es inferior al 20%
```



#LTY : probabilidad rendimiento a largo plazo (10 años) >0.5 del rendimiento que se puede obtener con tasa de pesca constante

#mostramos los resultados
summary(MSE)

Graficamos Resultados

#1 usaremos la función Tplot y Tplot2

Tplot(MSE,
Lims = c(0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5) #aca debo definir el vector de valores objetivos yo cargue todo en el 50%
)

?Tplot2(MSE) # esta función ya viene con limites pre-cargados Lims = c(0.2, 0.2, 0.8, 0.8)

#2 wormplot traza la probabilidad de cumplir los objetivos de biomasa en los próximos años

wormplot(MSE,
Bref = 0.5, # valor de referencia con el que va a comparar la biomasa BMSY
LB = 0.15, # valor límite de B que será indicada de color rojo
UB = 0.75 # valor del umbral superior que separara mediante color verde y amarillo
)

#3 Pplot : trayectorias de biomasa, mortalidad por pesca y rendimiento relativo para los Procedimientos de Gestión

Pplot(MSE,
maxsims = 11 # parámetro para variar el número de simulaciones mostradas
)

#4 Kobe

Kplot(MSE,
maxsim= 10 # parámetro para variar el número de simulaciones mostradas
)

Ejemplo 2: Gatuzo/ INIDEP

descargo la planilla de la librería <https://openmse.com/om-library/>

#carga la planilla de gatuzo como OM, indicando la dirección donde se descarga el archivo

MyOM = XL2OM("D: /Gatuzo_Argentina_INIDEP.xlsx") # Especificar la ubicación del archivo

#Defino cuales serán mis Estrategias de Manejo (EEM) (seleccionadas de las 126 disponibles)
MyOMMPs = c("AvC", "BK", "CC1", "DCAC", "Islope1") #vector de EEM



```
#corro el MSE
MyMSE = runMSE (MyOM, MP=MyOMMPs) # corro el MSE con mi modelo operativo (excel) + 5 normas de
manejo

#mostramos los resultados
summary(MyMSE)

# Mostramos cuatro (4) resultados por defecto para las 5 EEM
#PNOF :probabilidad de No sobrepesca
#p50 : probabilidad biomasa reproductora (SB) está por encima de la mitad de la biomasa con un rendimiento
máximo sostenible
#AAVY : probabilidad de variabilidad interanual promedio en rendimiento es inferior al 20%
#LTY : probabilidad de rendimiento a largo plazo (10 años) >0.5 del rendimiento que se puede obtener con
tasa de pesca constante

#Trabajamos Algunos Gráficos (traemos uno de los vistos en el ejemplo 1 para ver que el programa muestra
resultados)
#wormplot traza la probabilidad de cumplir los objetivos de biomasa en los próximos años

wormplot(MyMSE,
  Bref = 0.5, # Valor de referencia con el que va a comparar la biomasa BMSY
  LB = 0.15, # valor límite de B que será indicada de color rojo
  UB = 0.75 # Valor del umbral superior que separara mediante color verde y amarillo
)

"#####"
```

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP