



Magíster en Ciencias mención Pesquerías

Evaluación y Manejo de Pesquerías Limitadas en Datos

Dr. Luis Cubillos

| Enero 15 - 19, 2024 | Concepción |

Consultas: Cecilia Briceño Email: cebriceno@udec.cl



Día 4: Reglas de control de captura. Simulación bajo incertidumbre

◆ **Clase 5:** Reglas de control de captura. Simulación bajo incertidumbre

Análisis del estado de situación de una pesquería

El análisis de estado de situación de una pesquería implica:

- **Diagnóstico:** comparación de la biomasa actual con los puntos de referencia objetivo y límite
- **Manejo:** Proyección de corto plazo aplicando una estrategia de explotación o regla de control de captura.

Diagnóstico

- Sobre la base de un estudio de los indicadores, se debe calificar técnicamente la condición de explotación actual del recurso.
- ¿Existe sobreexplotación?
- ¿Está ligada al crecimiento o al reclutamiento?
- ¿Qué indica la relación stock-reclutamiento?
- ¿Qué niveles de explotación son recomendables para revertir y evitar la sobreexplotación pesquera?

El manejo clásico

El enfoque convencional para proveer de consejo científico-técnico operacional acerca de niveles de captura se basa en:

1. **“la mejor evaluación del estatus”** de un recurso dado, a menudo en el **“mejor modelo de evaluación de stock”** que esté disponible.
2. Proyección del stock y de la captura sobre la base de supuestos acerca del reclutamiento, crecimiento, madurez y selectividad según un rango de capturas o mortalidades por pesca objetivo.
3. La selección del rango se basa en la definición de puntos biológicos de referencia para asegurar la sustentabilidad del stock o se recupere con una alta probabilidad a niveles seguros definidos.

Reglas de control básicas

J.J. Deroba, J.R. Bence / *Fisheries Research* 94 (2008) 210–223

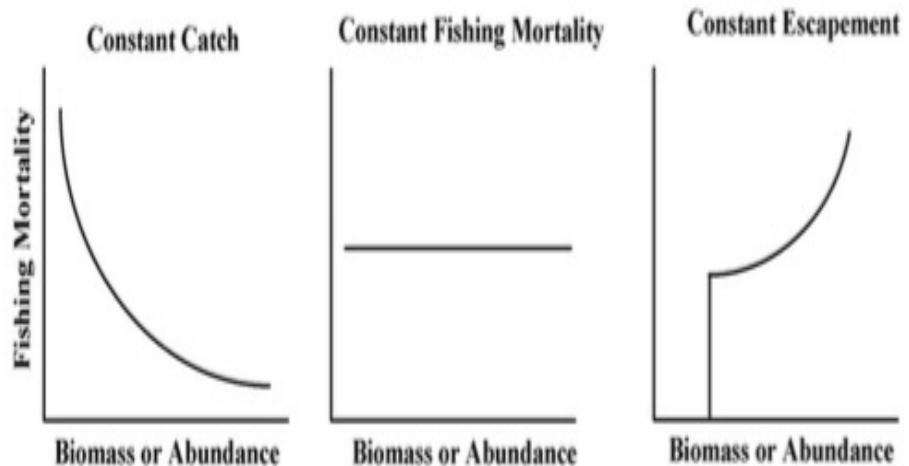


Fig. 1. Basic control rules and how fishing mortality generally changes with biomass or abundance for each type.

(Deroba and Bence, 2008)

Tasa de mortalidad por pesca constante:

Apuntes

Fig1

Fig2 Fig3

Capturas = mortalidad por pesca * biomasa promedio

$$C_i = F \bar{B}_i$$

Si F es constante, la captura será proporcional a la biomasa

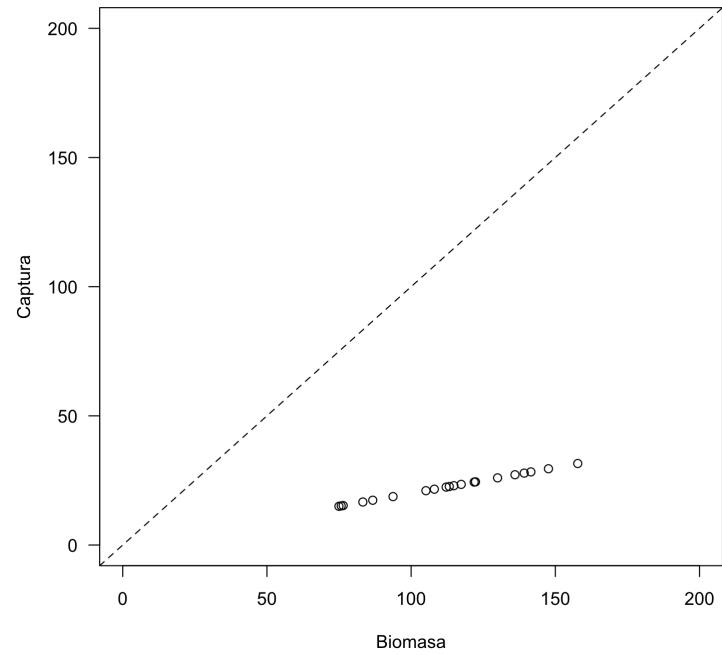
Tasa de mortalidad por pesca constante:

Apuntes

Fig1

Fig2

Fig3



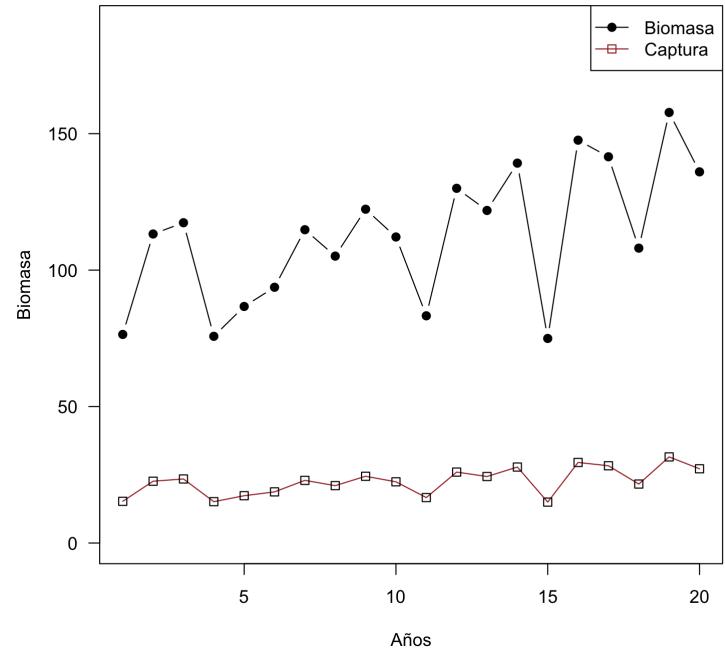
Tasa de mortalidad por pesca constante:

Apuntes

Fig1

Fig2

Fig3



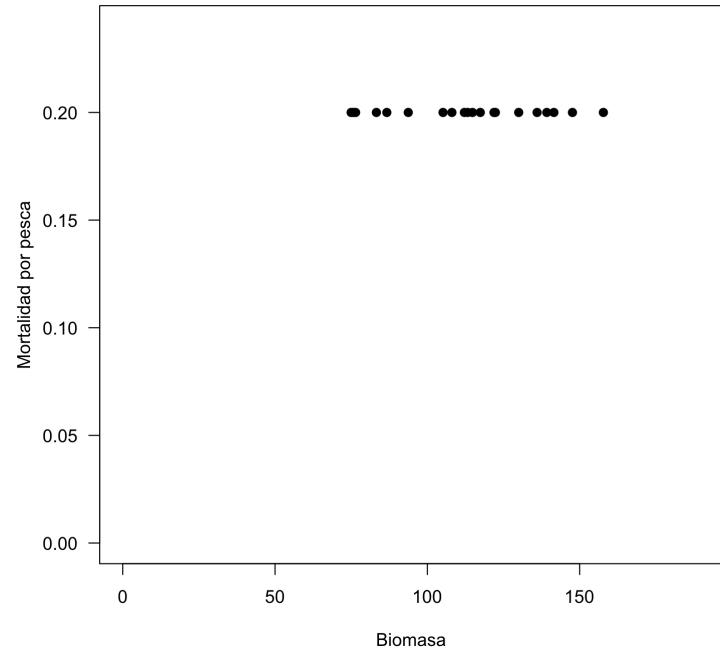
Tasa de mortalidad por pesca constante:

Apuntes

Fig1

Fig2

Fig3



Captura constante:

[Apuntes](#) [Fig1](#) [Fig2](#) [Fig3](#)

Capturas = K

$$C = F_i \bar{B}_i$$

Si C es constante, la mortalidad por pesca será variable e inversamente proporcional a la biomasa

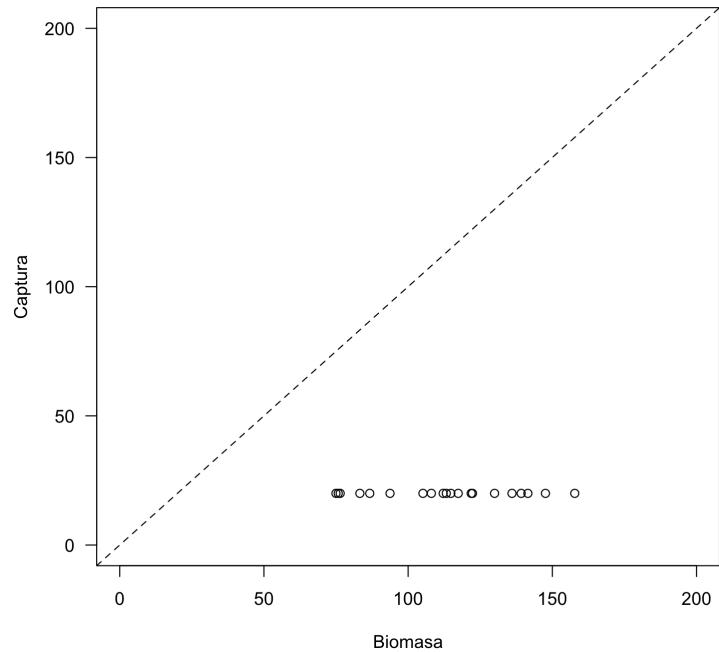
Captura constante:

Apuntes

Fig1

Fig2

Fig3



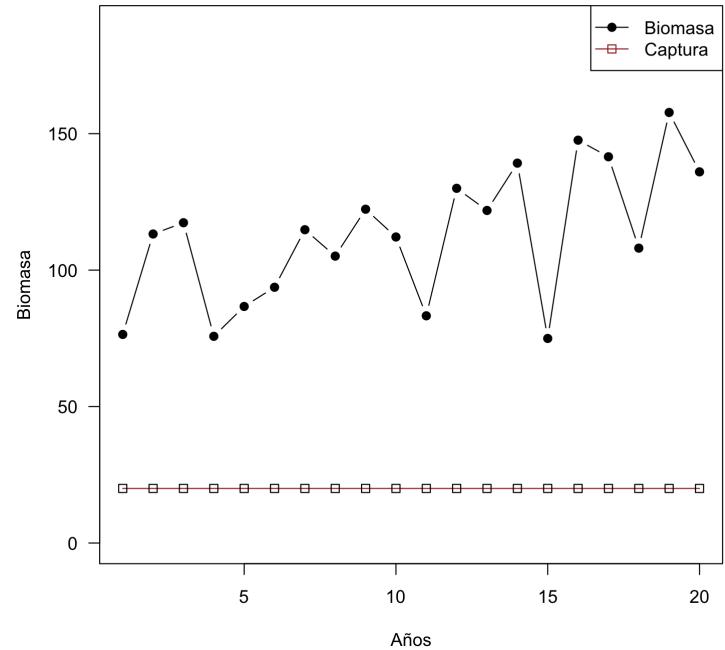
Captura constante:

Apuntes

Fig1

Fig2

Fig3



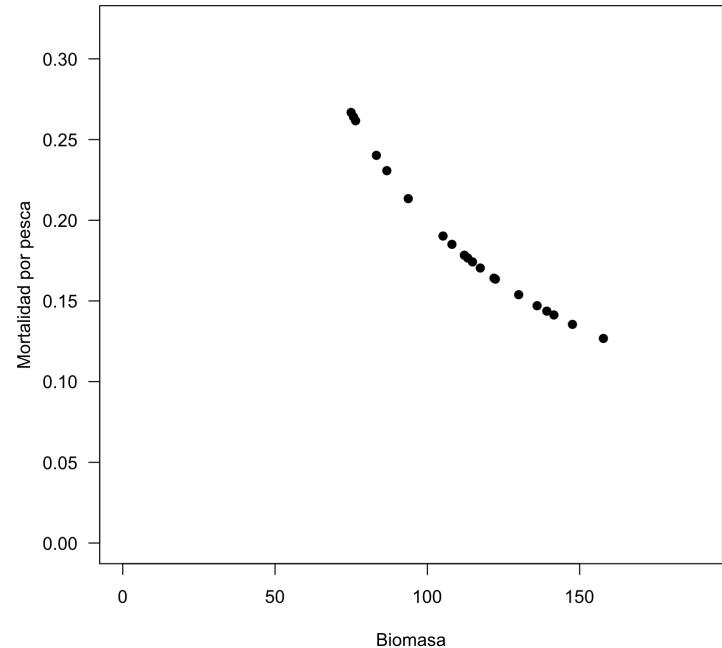
Captura constante:

Apuntes

Fig1

Fig2

Fig3



Escape constante:

Apuntes Fig1 Fig2 Fig3

U = Escape constante

$$C_i = \begin{cases} 0 & \text{si } B < U \\ B - U & \text{si } B \geq U \end{cases}$$

Si U es constante, la mortalidad por pesca será más baja cuando B se acerque a U

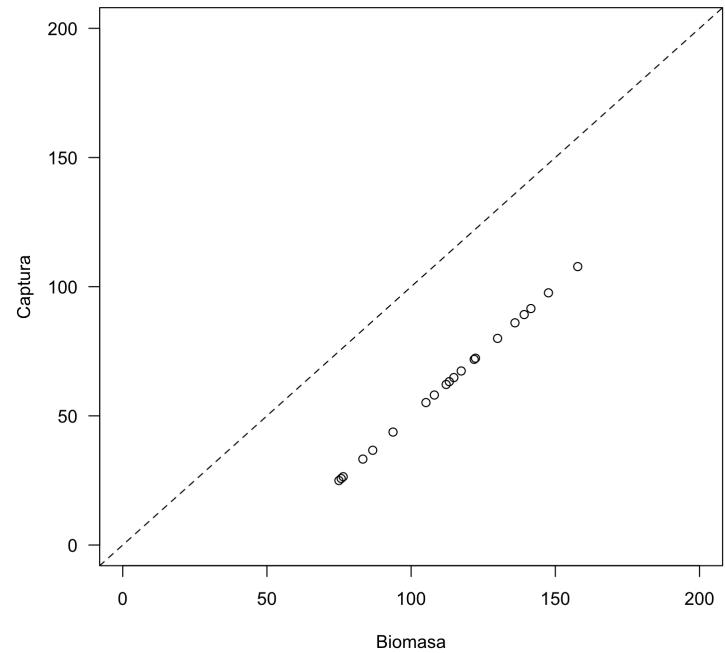
Escape constante:

Apuntes

Fig1

Fig2

Fig3



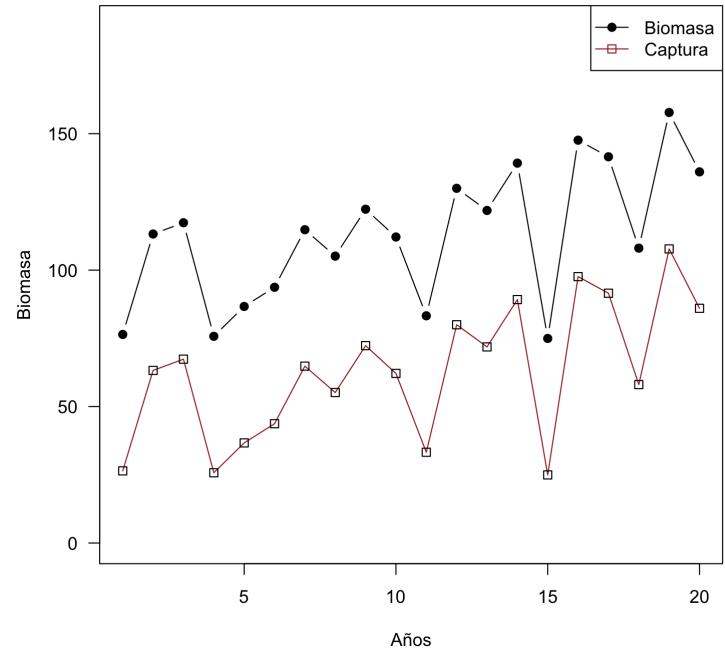
Escape constante:

Apuntes

Fig1

Fig2

Fig3



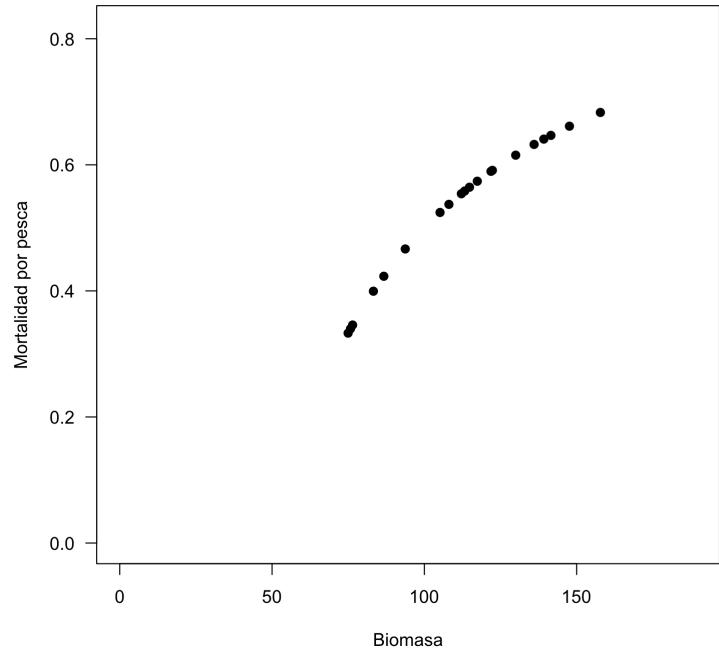
Escape constante:

Apuntes

Fig1

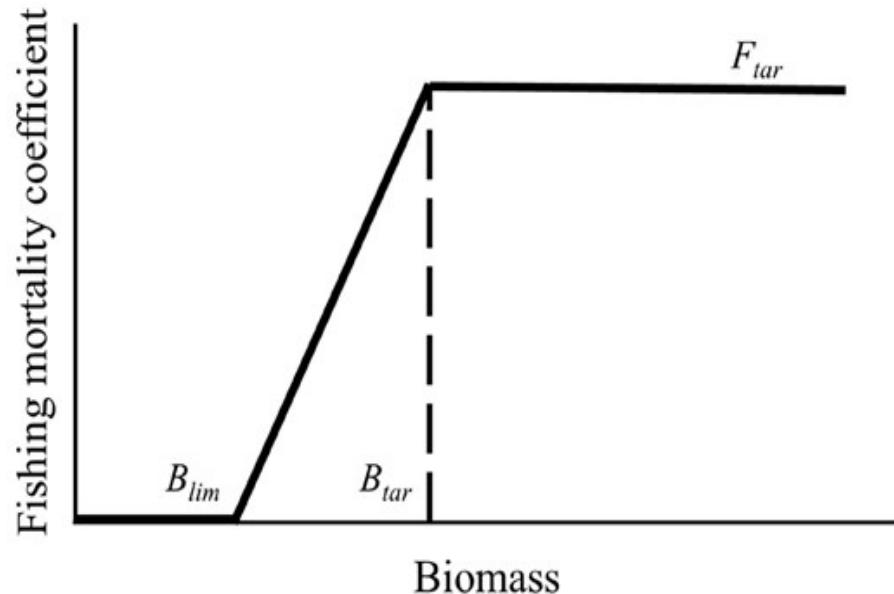
Fig2

Fig3



Reglas de control

En función de la biomasa



(Yami and Yamakawua, 2020)

Reglas de control complejas

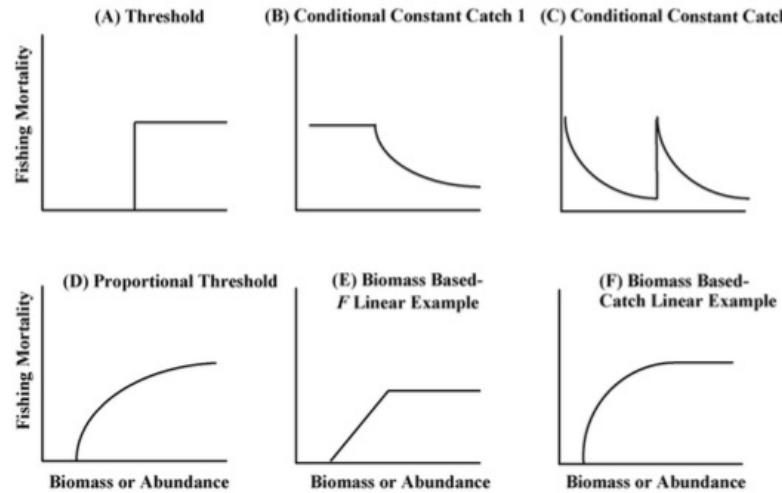


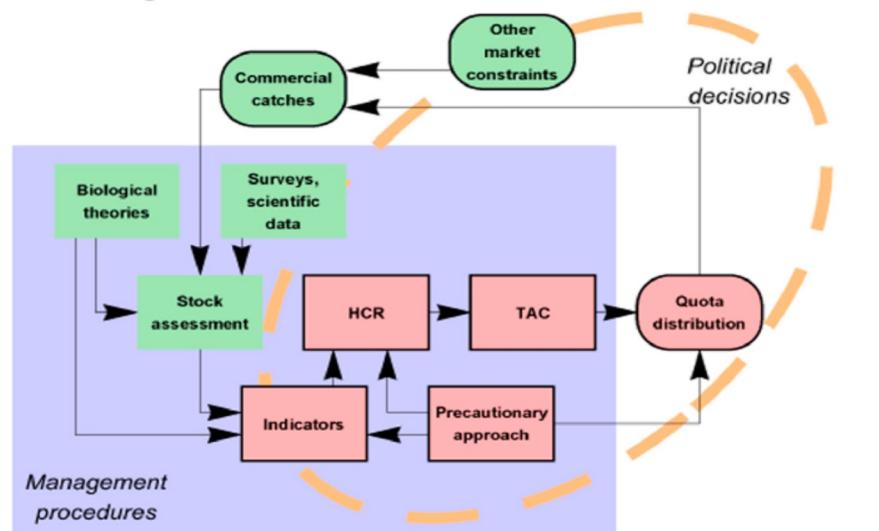
Fig. 2. Variants of basic control rules and how fishing mortality generally changes with biomass or abundance for each type.

(Deroba and Bence, 2008)

Procedimiento de manejo

El manejo de pesquería se basa en el control de capturas o desembarques. El proceso de manejo clásico se repite anualmente con el objeto de calcular una captura biológicamente aceptable o captura total permisible (CTP) (en inglés: TAC)

HCR management scheme:

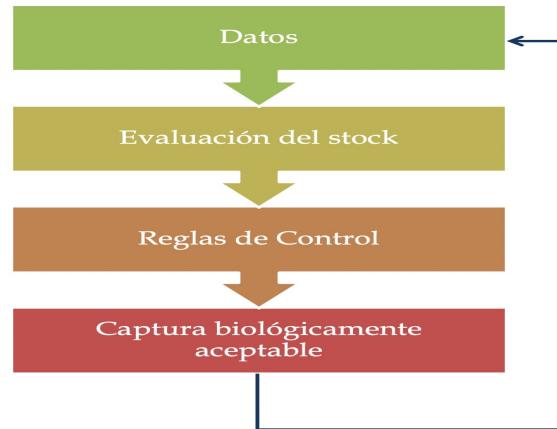


(Kvamsdal et al. 2016)

Elementos de un Procedimiento de Manejo (PM)

1. Objetivo de manejo
2. Marco biológico para la explotación
3. Puntos biológicos de referencia
- 4. Datos desde el seguimiento de la pesquería (monitoreo), y control de capturas.**
- 5. Evaluación del estatus.**
- 6. Regla de control de captura.**
- 7. Medida de manejo: captura biológicamente aceptable.**

Procedimiento de manejo



Regla de control de captura

En inglés HCR = harvest control rule

¿Qué es una HCR?

Una Regla de Control de Captura (RCC) es un conjunto de normas que indican al manejo lo que se debe hacer cuando los indicadores del stock alcanzan o no alcanzan el objetivo de manejo, o cuando se acercan a los límites o los sobrepasan.

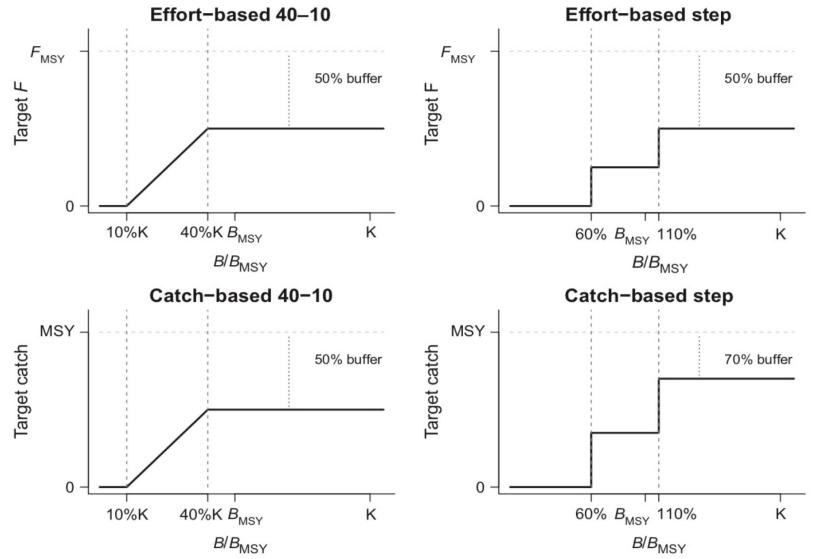
Tabla 1. Reglas de control de captura genéricas³ que consideran el control de la mortalidad por pesca considerando un indicador de estatus.

RCC	Descripción general e implicancias	Visual
Constante	Mantiene un valor objetivo constante e independiente del estatus del stock, e implica una estrategia de explotación con mortalidad por pesca (F) constante (o captura constante). Cuando es F , la captura biológicamente aceptable (CBA) es proporcional al tamaño del stock.	 <p>Indicador de Estatus</p>
Umbral	Mantiene un valor constante e independiente del estatus del stock a partir de cierto umbral. Por debajo del umbral la pesquería se cierra (veda). Después del umbral, la mortalidad por pesca es constante, pero la CBA es proporcional al tamaño del stock.	 <p>Indicador de Estatus</p>
Escalera	Mantiene valores constante e independiente del estatus del stock según diferentes estados, a la forma de reducciones discretas en la mortalidad por pesca objetivo.	 <p>Indicador de Estatus</p>
Rampa	La mortalidad por pesca se reduce proporcionalmente en función del indicador de estatus, por debajo del objetivo de manejo. Esta RCC puede contener umbrales en que no se permite mortalidad por pesca. Por ejemplo, cuando el stock esté agotado, o muy agotado.	 <p>Indicador de Estatus</p>

Indicador del estatus

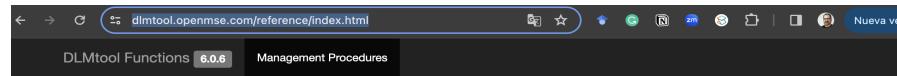
- Las RCC pueden estar basadas en uno o varios indicadores.
- Los indicadores provienen de modelos (i.e., biomasa reproductiva) o parámetros empíricos (medidos directamente en la pesquería, como la longitud media de la captura o la CPUE).
- Independientemente de si el indicador es empírico o estimado, éstos proporcionan información sobre el estado de la población.
- Las RCC proporcionan una interpretación respecto de un Punto Biológico de Referencia (PBR) objetivo o límite, y ajustar la mortalidad por pesca para evitar los límites y lograr el(es) objetivo(s) de manejo.

Ejemplo:



Procedimientos de manejo pesquerías limitadas

En DLMtool



Reference

Output Controls

Management Procedures that return a total allowable catch (TAC)

<code>AvC()</code>	Average Catch
<code>BK()</code> <code>BK_CC()</code> <code>BK_ML()</code>	Beddington and Kirkwood life-history MP
<code>CC1()</code> <code>CC2()</code> <code>CC3()</code> <code>CC4()</code> <code>CC5()</code> <code>CurC()</code>	Geromont and Butterworth (2015) Constant Catch
<code>CompSRA()</code> <code>CompSRA4010()</code>	Age-Composition Stock-Reduction Analysis
<code>DCACs()</code> <code>DCAC()</code> <code>DCAC_40()</code> <code>DCAC4010()</code>	Depletion Corrected Average Catch
<code>DCAC_ML()</code> <code>DAAC()</code> <code>HDAAC()</code>	
<code>DBSRA()</code> <code>DBSRA_40()</code> <code>DBSRA4010()</code>	Depletion-Based Stock Reduction Analysis
<code>DD()</code> <code>DD4010()</code>	Delay - Difference Stock Assessment
<code>Fratio()</code> <code>Fratio4010()</code> <code>DepF()</code> <code>Fratio_CC()</code>	FMSY/M ratio methods
<code>Fratio_ML()</code>	
<code>DynF()</code>	Dynamic Fratio MP
<code>Fadapt()</code>	Adaptive Fratio
<code>Fdem()</code> <code>Fdem_CC()</code> <code>Fdem_ML()</code>	Demographic FMSY method
<code>GB_CC()</code>	Geromont and Butterworth Constant Catch Harvest Control Rule
<code>GB_slope()</code>	Geromont and Butterworth index slope Harvest Control Rule
<code>GB_target()</code>	Geromont and Butterworth target CPUE and catch MP
<code>Gcontrol()</code>	G-control MP
<code>TCI()</code> <code>TCI_CI()</code>	Index Confidence Interval

Contents

- Output Controls
- Input Controls
- Mixed Controls

PM disponibles openMSE

```
#install.packages("openMSE")
library(openMSE)
avail("MP")
```

```
## [1] "curEref"      "FMSYref"       "FMSYref50"      "FMSYref75"      "NFref"
## [6] "DDSS_4010"     "DDSS_75MSY"     "DDSS_MSY"       "SCA_4010"       "SCA_75MSY"
## [11] "SCA_MSY"       "SP_4010"        "SP_75MSY"       "SP_MSY"        "SSS_4010"
## [16] "SSS_75MSY"     "SSS_MSY"        "AvC"            "AvC_MLL"       "BK"
## [21] "BK_CC"         "BK_ML"          "CC1"            "CC2"           "CC3"
## [26] "CC4"           "CC5"            "CompSRA"        "CompSRA4010"   "CurC"
## [31] "curE"          "curE75"         "DAAC"           "DBSRA"         "DBSRA_40"
## [36] "DBSRA4010"    "DCAC"           "DCAC_40"        "DCAC_ML"       "DCAC4010"
## [41] "DCACs"         "DD"              "DD4010"         "DDe"           "DDe75"
## [46] "DDes"          "DepF"           "DTe40"          "DTe50"          "DynF"
## [51] "EtargetLopt"   "Fadapt"         "Fdem"           "Fdem_CC"       "Fdem_ML"
## [56] "Fratio"         "Fratio_CC"       "Fratio_ML"      "Fratio4010"    "GB_CC"
## [61] "GB_slope"       "GB_target"       "Gcontrol"       "HDAAC"         "ICI"
## [66] "ICI2"          "Iratio"          "Islope1"        "Islope2"        "Islope3"
## [71] "Islope4"        "IT10"            "IT5"             "Itarget1"       "Itarget1_MPA"
## [76] "Itarget2"       "Itarget3"        "Itarget4"       "ItargetE1"      "ItargetE2"
## [81] "ItargetE3"      "ItargetE4"        "ITe10"           "ITe5"           "ITM"
## [86] "L95target"      "LBSPR"           "LBSPR_MLL"      "Lratio_BHI"    "Lratio_BHI2"
## [91] "Lratio_BHI3"    "LstepCC1"        "LstepCC2"       "LstepCC3"       "LstepCC4"
## [96] "LstepCE1"        "LstepCE2"        "Ltarget1"       "Ltarget2"       "Ltarget3"
## [101] "Ltarget4"       "LtargetE1"        "LtargetE4"       "matlenlim"     "matlenlim2"
## [106] "MCD"            "MCD4010"         "minlenLopt1"    "MRnoreal"      "MRreal"
## [111] "Rcontrol"       "Rcontrol2"       "SBT1"           "SBT2"           "slotlim"
## [116] "SPmod"          "SPMSY"           "SPslope"        "SPSRA"          "SPSRA_ML"
## [121] "YPR"            "YPR_CC"          "YPR_ML"
```

Tipos de Procedimientos de Manejo

Output control (límites de captura, TAC):

```
MPtype("AvC")
```

```
##   MP  Type Recs
## 1 AvC Output TAC
```

Input control (límites de esfuerzo, TAE):

```
MPtype("DDe")
```

```
##   MP  Type Recs
## 1 DDe Input TAE
```

Input control (límites de tamaño, Retención):

```
MPtype("matlenlim")
```

```
##           MP  Type      Recs
## 1 matlenlim Input Retention
```

Funciones personalizadas

```
# Evaluación con modelo de excedente de producción con HCR
SPS = function(x, Data, tunepar=1, ...){
  # Modelo de excedente de producción
  Mod = SAMtool::SP(x,Data)

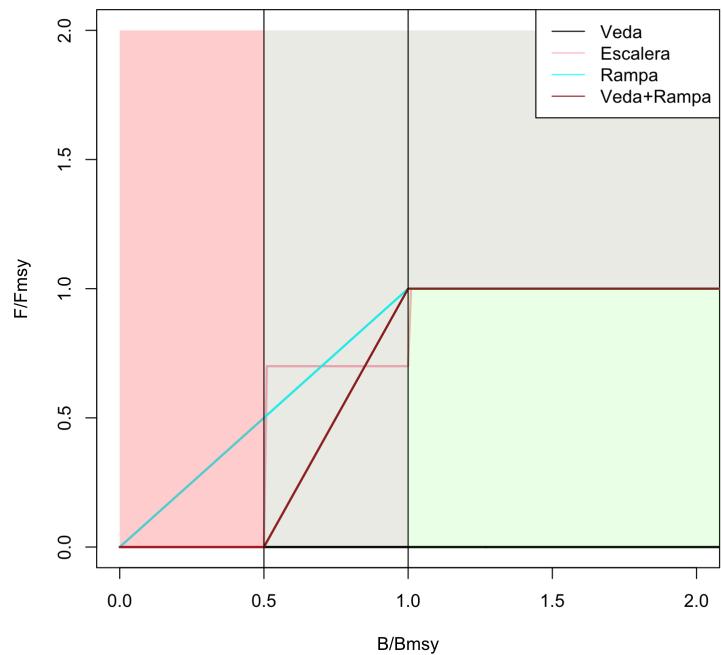
  # Regla de control
  Bthresh = Mod@BMSY
  Blim = 0.4 * Bthresh
  Ftar = tunepar*0.1
  Fmin = 0.1 * Ftar
  Bcurr = Mod@B[length(Mod@B)]

  if(Bcurr >= Bthresh){
    Fmort = Ftar
  }else{
    if(Bcurr > Blim){
      Fmort = Ftar*(-0.367 + 1.167*Bcurr/Bthresh)
    }else{
      Fmort = Fmin
    }
  }

  Rec = new("Rec")
  Rec@TAC = Fmort*Bcurr
  Rec
}

class(SPS) = 'MP'
```

Ejemplo en R



Referencias

- Deroba, J. J., & Bence, J. R. (2008). A review of harvest policies: understanding relative performance of control rules. *Fisheries Research*, 94(3), 210-223.
- Kvamsdal, S. F., Eide, A., Ekerhovd, N. A., Enberg, K., Gudmundsdottir, A., Hoel, A. H., ... & Vestergaard, N. (2016). Harvest control rules in modern fisheries management. *Elementa*, 4, 000114.
- Yagi, T., & Yamakawa, T. (2020). Optimal shape of the harvest control rule for different fishery management objectives. *ICES Journal of Marine Science*, 77(7-8), 3083-3094.
- Walsh, J. C., Minto, C., Jardim, E., Anderson, S. C., Jensen, O. P., Afflerbach, J., ... & Cooper, A. B. (2018). Trade-offs for data-limited fisheries when using harvest strategies based on catch-only models. *Fish and Fisheries*, 19(6), 1130-1146.