

Lab 1 Guía Práctica Modelos Basados en Captura

Luis A. Cubillos

17 Enero 2022

Objetivos

General

Aplicar algunos métodos de evaluación con datos limitados analizar el estatus y reconocer limitaciones.

Específicos

1. Evaluación del estatus aplicando un método basado sólo en capturas.

Tópicos

1. Series de tiempo de capturas.
2. Clasificación de estatus en base a C_{max} .
3. Métodos basados sólo en captura (Only-catch).

Datos

1. Capturas anuales de reineta en Chile, periodo 1994-2020.
2. Capturas anuales de jibia, *Dosidicus gigas*, en el Pacífico Suroriental (Area 87). Datos recopilados de distintas fuentes por Payá (2018).

Métodos

1. CMSY2 (Froese et al., 2017)
2. OCOM (Zhou et al., 2017a)
3. zBRT (Zhou et al., 2017b)

Instalación de packages

```
devtools::install_github("cfree14/datalimited2")
```

Métodos basados en datos de captura

Los modelos que se utilizarán son tres de los más comunes, y consisten en estimaciones de estatus según el modelo de excedentes de producción logístico para el modelo de biomasa dinámica dada por:

$$B_{t+1} = B_t + rB_t(1 - B_t/k) - C_t$$

donde B_t es la biomasa del stock en el año t , r es la tasa intrínseca de crecimiento poblacional (i.e., r_{max}), k es la capacidad de carga (no confundir con el coeficiente de crecimiento corporal de von Bertalanffy), en tanto que C_t es la captura en el año t .

El marco biológico para la explotación por defecto, viene dado por los siguientes puntos biológicos de referencia:

Biomasa inexplorada: $B_0 = k$

Biomasa objetivo: $B_{RMS} = k/2$

Biomasa límite: $B_{lim} = k/4$

Rendimiento máximo sostenido: $RMS = rK/4$

Mortalidad por pesca objetivo: $F_{RMS} = r/2$

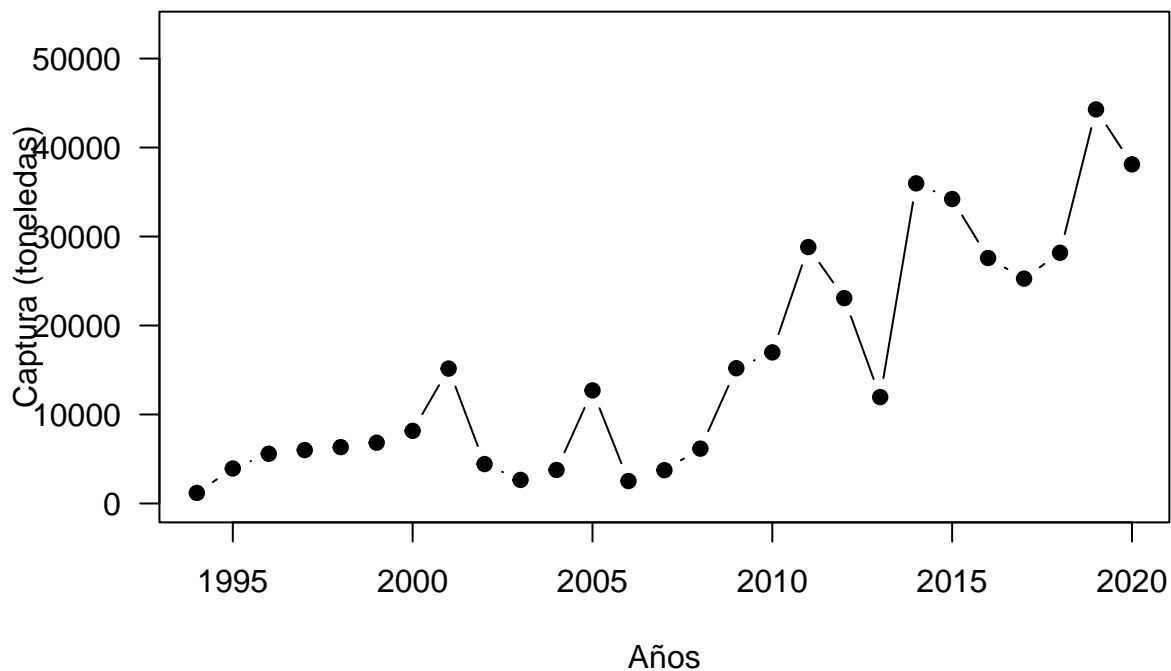
Datos de captura

Los datos de captura de reineta consisten en una serie de tiempo que cubre 27 años, desde 1994 a 2020, i.e.,

```
reineta <- structure(list(
  yr = 1994:2020,
  ct = c(1186, 3930, 5585, 5998, 6332, 6828, 8159, 15156, 4429, 2645, 3764, 12707, 2517, 3743, 6160, 15156, 4429, 2645, 3764, 12707, 2517, 3743, 6160, 15156, 4429, 2645, 3764, 12707, 2517, 3743, 6160, 15156),
  .Names = c("yr", "ct"),
  class = "data.frame",
  row.names = 1:27)
```

Un gráfico de las capturas clásico se puede representar por:

```
library(datalimited2)
yt <- reineta$ct
captura_reineta <- ts(yt, start = 1994, frequency = 1)
plot(captura_reineta, ty="b", pch=19, ylim=c(0, max(reineta$ct)*1.2), las=1, ylab="Captura (toneledas)", xlab="Años")
```



Modelos OCm1: CMSY2

OCm2: OCOM

OCm3: zBRT

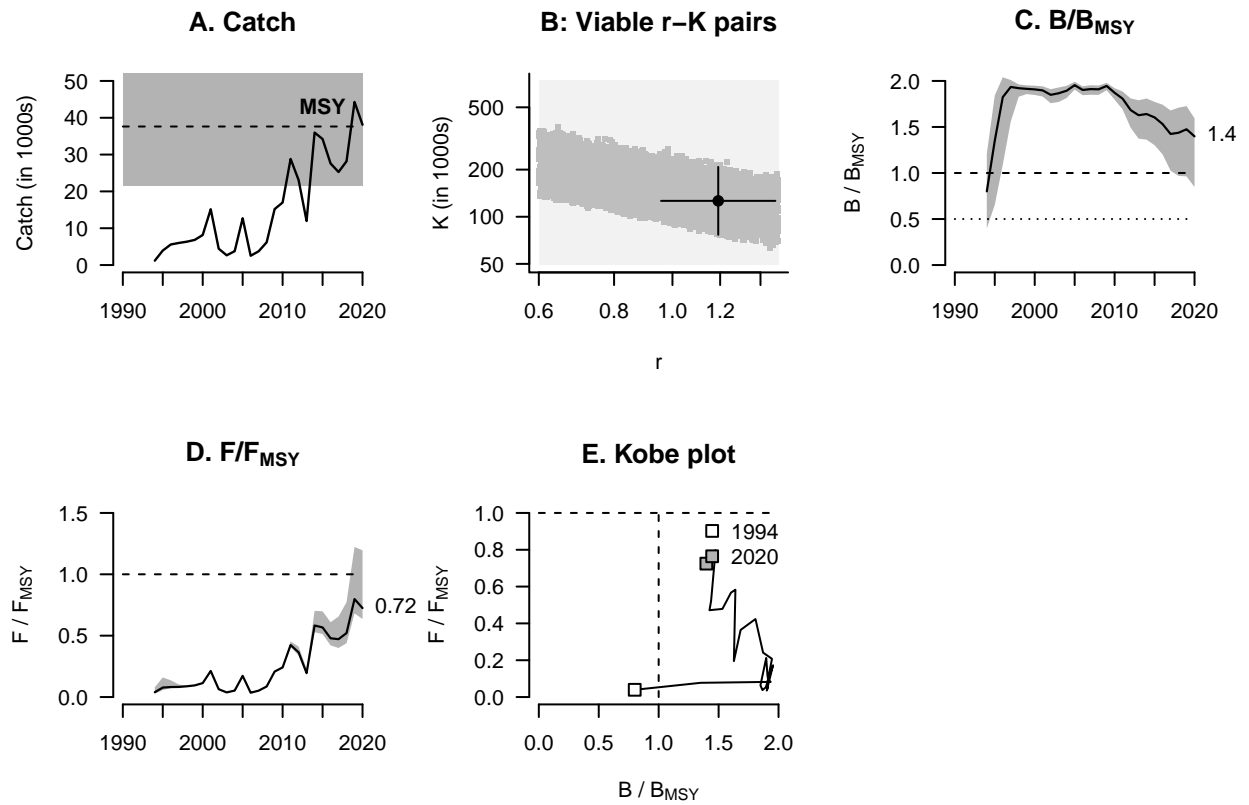
Estimación El modelo CMSY2 corresponde al método propuesto por Froese et al. (2017) en base a indicadores de resiliencia que pueden ser consultados en FISHBASE, mediante la función `resilience(species="Brama australis")`. Sin embargo, la resiliencia no está disponible para esta especie y se asume que puede ser alta. Luego, la estimación es:

```
catch = reineta$ct
yr = reineta$yr
m1 = cmsy2(year=yr, catch=catch, resilience="High")

## startbio= 0.2 0.6 default , intbio= 2015 0.5 0.9 default , endbio= 0.4 0.8 default
## First Monte Carlo filtering of r-k space with 10000 points...
##
## Found 31366 viable trajectories for 3511 r-k pairs
## -----
## Catch data used from years 1994 - 2020
## Prior initial relative biomass = 0.2 - 0.6 default
## Prior intermediate rel. biomass= 0.5 - 0.9 in year 2015 default
## Prior final relative biomass = 0.4 - 0.8 default
## Prior range for r = 0.6 - 1.5 default , prior range for k = 49.1 - 737
##
## Results of CMSY analysis
## -----
## Altogether 31366 viable trajectories for 3511 r-k pairs were found
## r = 1.19 , 95% CL = 0.957 - 1.48 , k = 126 , 95% CL = 76.7 - 208
## MSY = 37.6 , 95% CL = 21.7 - 65.2
## Relative biomass in last year = 0.699 k, 2.5th perc = 0.424 , 97.5th perc = 0.797
## Exploitation F/(r/2) in last year = 0.725
##
## -----
## Fmsy = 0.596 , 95% CL = 0.479 - 0.741 (if B > 1/2 Bmsy then Fmsy = 0.5 r)
## Fmsy = 0.596 , 95% CL = 0.479 - 0.741 (r and Fmsy are linearly reduced if B < 1/2 Bmsy)
## MSY = 37.6 , 95% CL = 21.7 - 65.2
## Bmsy = 63.2 , 95% CL = 38.3 - 104
## Biomass in last year = 88.3 , 2.5th perc = 53.5 , 97.5 perc = 101
## B/Bmsy in last year = 1.4 , 2.5th perc = 0.847 , 97.5 perc = 1.59
## Fishing mortality in last year = 0.432 , 2.5th perc = 0.379 , 97.5 perc = 0.712
## Exploitation F/Fmsy = 0.725 , 2.5th perc = 0.636 , 97.5 perc = 1.2
```

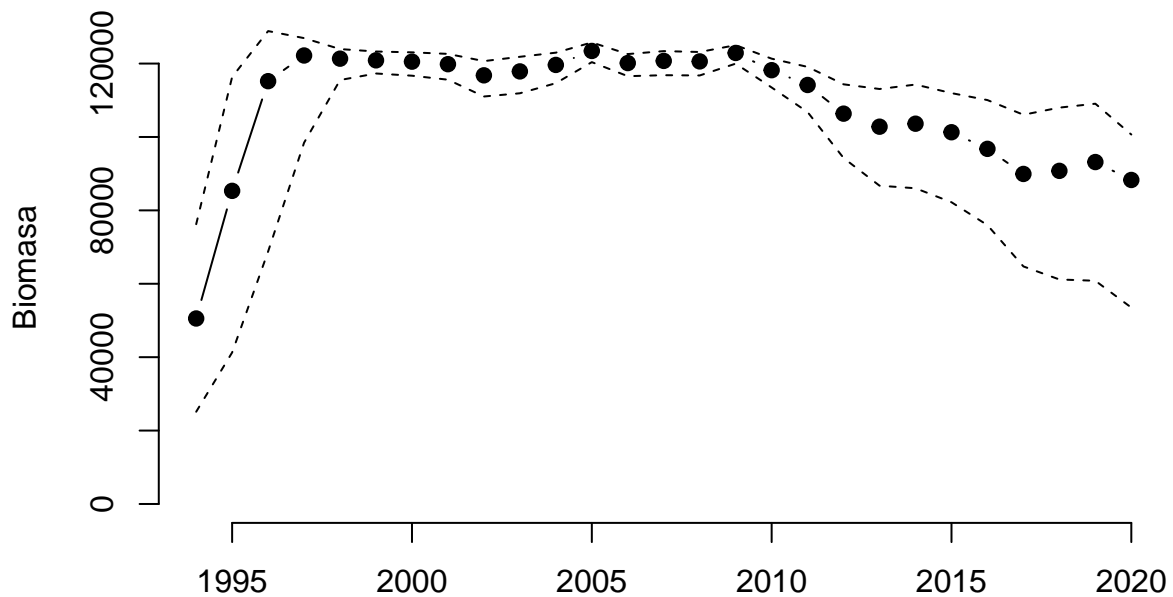
El diagnóstico del ajuste se obtiene mediante la función:

```
plot_dlm(m1)
```



La estimación de la biomasa con límites de confianza se obtiene de la siguiente manera:

```
m1.Bt = m1$ref_ts$b
m1.Bt_l = m1$ref_ts$b_lo
m1.Bt_h = m1$ref_ts$b_hi
plot(yr, m1.Bt, type="b", bty="n", pch=19, xlab="", ylab="Biomasa", ylim=c(0, max(m1.Bt_h)))
lines(yr, m1.Bt_l, lty=2)
lines(yr, m1.Bt_h, lty=2)
```



Para extraer los puntos biológicos de referencia, se utiliza la siguiente función:

```
CMSY1_ref_pts = m1[["ref_pts"]]
knitr::kable(CMSY1_ref_pts)
```

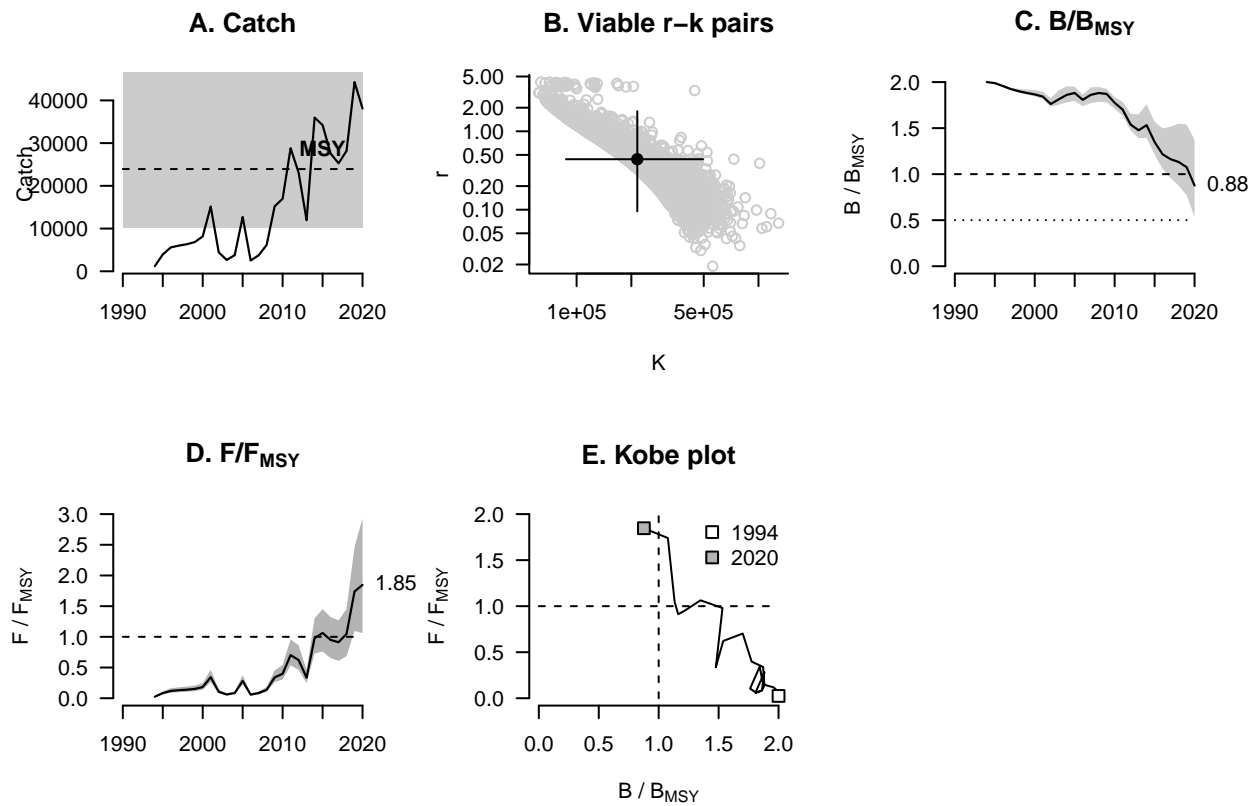
param	est	lo	hi
r	1.19e+00	9.57e-01	1.48e+00
k	1.26e+05	7.67e+04	2.08e+05
msy	3.76e+04	2.17e+04	6.52e+04
fmsy	5.96e-01	4.79e-01	7.41e-01
bmsy	6.32e+04	3.83e+04	1.04e+05

El método OCOM fue propuesto por Zhou et al. (2017a), y en su estimación se utiliza la siguiente función:

```
m2 = ocom(year = yr, catch = catch, m = 0.35)
```

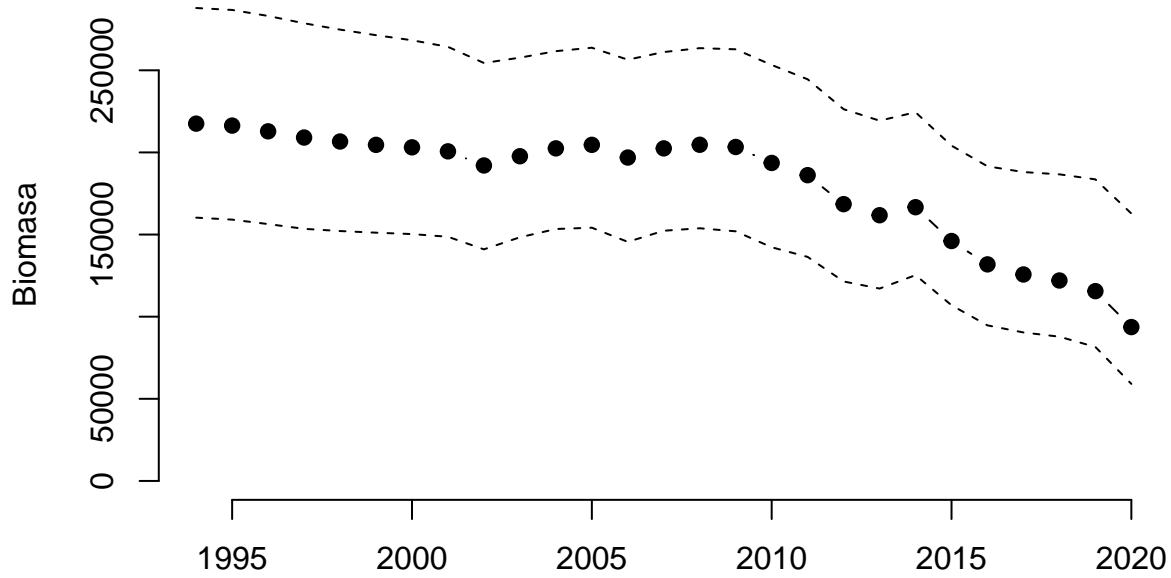
El diagnóstico del ajuste se obtiene mediante la función:

```
plot_dlm(m2)
```



De igual manera, la trayectoria de la biomasa estimada es:

```
m2.Bt = m2$ref_ts$b
m2.Bt_l = m2$ref_ts$b_lo
m2.Bt_h = m2$ref_ts$b_hi
plot(yr, m2.Bt, type="b", bty="n", pch=19, xlab="", ylab="Biomasa", ylim=c(0, max(m2.Bt_h)))
lines(yr, m2.Bt_l, lty=2)
lines(yr, m2.Bt_h, lty=2)
```



Los puntos biológicos de referencia, se obtiene por:

```
CMSY2_ref_pts = m2[["ref_pts"]]
knitr::kable(CMSY2_ref_pts)
```

param	q0.025	q0.25	q0.5	q0.75	q0.975
r	9.50e-02	2.67e-01	4.41e-01	7.09e-01	1.81e+00
k	8.74e+04	1.58e+05	2.16e+05	2.92e+05	4.96e+05
msy	1.02e+04	1.92e+04	2.39e+04	2.88e+04	4.66e+04
bmsy	4.37e+04	7.89e+04	1.08e+05	1.46e+05	2.48e+05
fmsy	4.80e-02	1.33e-01	2.20e-01	3.54e-01	9.03e-01
s_final	2.70e-01	3.90e-01	4.65e-01	5.45e-01	7.07e-01

Con propósitos comparativos, se puede aplicar el método BTR de Zhou et al. (2017b), a saber:

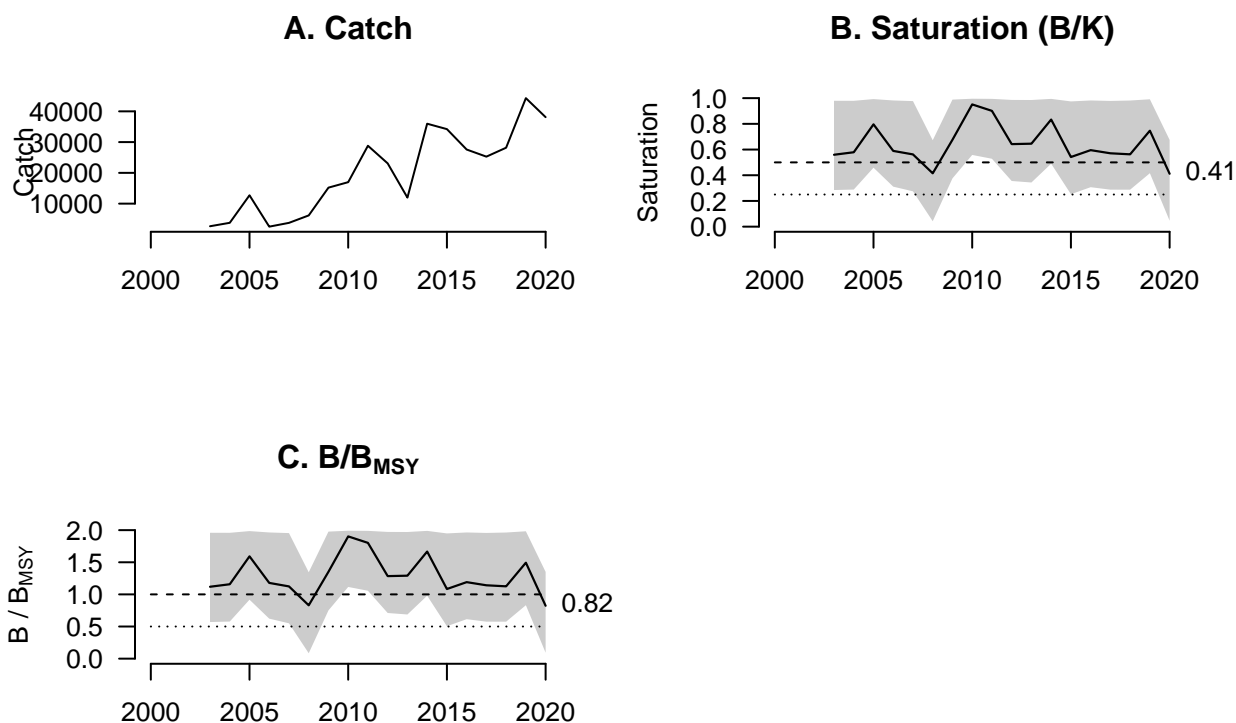
```
m3 <- zbrt(year=yr, catch=catch)
```

Nota: el método zBRT de Zhou estima la saturación (S), esto es B/k ; i.e.,

$$S = B/k = 0.5B/B_{RMS}$$

A partir de la serie de tiempo de captura se obtiene la saturación B/k , i.e.

```
plot_dlm(m3)
```



Para extraer las series de tiempo:

```
ts <- m3[["ts"]]
knitr::kable(ts)
```

year	catch	s8	s38	s	s_lo	s_hi	bbmsy	bbmsy_lo	bbmsy_hi
1994	1186	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1995	3930	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1996	5585	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1997	5998	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1998	6332	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1999	6828	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2000	8159	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2001	15156	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2002	4429	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2003	2645	0.559	0.599	0.559	0.285	0.980	1.119	0.570	1.96
2004	3764	0.579	0.618	0.579	0.289	0.979	1.158	0.577	1.96
2005	12707	0.796	0.789	0.796	0.459	0.993	1.592	0.918	1.99
2006	2517	0.589	0.610	0.589	0.311	0.982	1.179	0.622	1.96
2007	3743	0.562	0.581	0.562	0.275	0.977	1.124	0.550	1.95
2008	6160	0.415	0.429	0.415	0.042	0.672	0.830	0.084	1.34
2009	15199	0.676	0.640	0.676	0.375	0.989	1.352	0.751	1.98
2010	16977	0.951	0.729	0.951	0.558	0.996	1.903	1.116	1.99
2011	28814	0.901	0.726	0.901	0.528	0.994	1.802	1.057	1.99
2012	23079	0.642	0.580	0.642	0.355	0.986	1.285	0.710	1.97
2013	11955	0.645	0.572	0.645	0.344	0.985	1.291	0.687	1.97
2014	35975	0.834	0.669	0.834	0.490	0.994	1.667	0.980	1.99
2015	34218	0.542	0.547	0.542	0.253	0.975	1.083	0.505	1.95
2016	27586	0.595	0.577	0.595	0.307	0.982	1.191	0.614	1.96
2017	25267	0.571	0.503	0.571	0.288	0.978	1.142	0.576	1.96
2018	28175	0.563	0.447	0.563	0.288	0.982	1.125	0.575	1.96

year	catch	s8	s38	s	s_lo	s_hi	bbmsy	bbmsy_lo	bbmsy_hi
2019	44288	0.747	0.574	0.747	0.416	0.991	1.494	0.832	1.98
2020	38109	0.411	0.421	0.411	0.046	0.675	0.823	0.092	1.35

Ejercicios

Ejercicio 1

1. Aplique los modelos basados sólo en captura a datos de jibia, *Dosidicus gigas*, que corresponden a registros totales en el Pacífico Suroriental, Area 87 (Payá, 2018). Discuta brevemente los resultados encontrados y comente sobre el estatus del calamar.

Referencias

Free CM (2018) datalimited2: More stock assessment methods for data-limited fisheries. R package version 0.1.0. <https://github.com/cfree14/datalimited2>

Froese, R., Demirel, N., Coro, G., Kleisner, K.M., Winker, H. 2017. Estimating fisheries reference points from catch and resilience. *Fish and Fisheries* 18(3): 506-526. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/faf.12190/abstract>

Payá, I. 2018. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2018. *Jibia. Informe 3 Consolidado Instituto de Fomento Pesquero*. 110 pp. + 4 anexos.

Zhou, S., Punt, A.E., Smith, A.D.M., Ye, Y., Haddon, M., Dichmont, C.M., Smith, D.C. 2017a. An optimised catch-only assessment method for data poor fisheries. *ICES Journal of Marine Science* 75, 964–976. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsx226>

Zhou, S., Punt, A.E., Yimin, Y., Ellis, N., Dichmont, C.M., Haddon, M., Smith, D.C., Smith, A.D.M. 2017b. Estimating stock depletion level from patterns of catch history. *Fish and Fisheries* 18(4), 742–751. <https://doi.org/10.1111/faf.12201>