MÉTODOS DE ANÁLISIS CON DATOS LIMITADOS: ENTRADAS, SALIDAS Y PRINCIPALES SUPOSICIONES

09/07/16

# Historia de vida y conocimiento experto

**Análisis de Productividad y Susceptibilidad**

Este método proporciona orientación sobre el riesgo de sobrepesca de una población mediante el uso de datos, generalmente disponibles, de la historia de vida y el conocimiento experto para estimar la productividad de la población y su vulnerabilidad ante la pesca.

Entradas:

* Información del ciclo de vida: longitud de madurez, tasa de crecimiento;
* longitud máxima, comportamiento de agregación.
* Información pesquera: artes, prácticas de pesca.
* Conocimiento experto de la biología y el comportamiento.
* Conocimiento experto sobre el funcionamiento de la pesquería, especialmente, con respecto a las características que afectan la capturabilidad de las especies objetivo.

Salidas:

* Puntaje de productividad: la capacidad biológica de la población objetivo para producir su rendimiento máximo sostenible y recuperarse si la población disminuye.
* Susceptibilidad al puntaje de pesca: es posible que el objetivo se vea afectado por la pesquería a través de la captura directa y los impactos indirectos, como la captura incidental.
* Puntaje de vulnerabilidad: la vulnerabilidad general de la población ante la sobrepesca.

Suposiciones:

* Se conocen los parámetros del ciclo de vida, o se pueden tomar prestados de especies similares en una ubicación geográfica similar.
* El puntaje de los atributos de productividad y susceptibilidad es precisa y estándar para todas las especies.

Puntos de referencia:

* Sin punto de referencia; proporciona el riesgo de sobrepesca que se utiliza para priorizar las especies para el manejo preventivo, monitoreo y evaluación. También es útil para crear categorías de gestión de poblaciones en pesquerías de especies múltiples que sirven para simplificar la gestión.

Recomendaciones:

* Utilice el Análisis Productividad Susceptibilidad, APS (en inglés, Productivity and Susceptibility Analysis) para priorizar la recopilación, evaluación y manejo de datos para los objetivos con puntajes de vulnerabilidad relativamente altos (baja productividad y alta susceptibilidad).

# Datos independientes de las pesquerías

## Tendencias de las capturas

Las tendencias de las capturas utilizan datos de captura dependientes de las pesquerías para comparar la captura total, la captura promedio, la CPUE y/o la abundancia entre los años de interés.  Las comparaciones pueden derivarse para años consecuentes, o como una media móvil entre tendencias históricas. Asimismo, se pueden hacer comparaciones entre todas las especies o por especies de interés.

Entradas:

* Captura total por más de un año.
* Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) por más de un año.
* Abundancia de la captura por más de un año.
* Talla-frecuencia de la captura por más de un año.

Salidas:

* Captura total y tendencias en la captura total.
* CPUE y tendencias en CPUE.
* Abundancia y tendencias en la abundancia.
* Talla promedio y tendencias en talla promedio.

Sensibilidades de entrada:

Puede ser difícil atribuir un cambio en la captura a un aumento o disminución correspondiente en la biomasa. Por lo tanto, ver un aumento en la captura podría proporcionar una falsa sensación de seguridad y una inferencia del estado de la población a partir de las estadísticas de captura.

Advertencias:

* Este método depende de un seguimiento confiable de la captura total.
* Por ejemplo, la CPUE bruta rara vez es proporcional a la abundancia en un historial de explotación completo y en un rango geográfico completo, ya que numerosos factores afectan las tasas de captura.

Recomendaciones:

* Las tendencias de captura pueden respaldar la interpretación de otros análisis; por ejemplo, de la mortalidad por pesca y de la tasa potencial de desove.
* Comprender cómo las tendencias de las capturas fluctúan de un año a otro o en comparación con las tendencias históricas es esencial para utilizar las tendencias de captura para el manejo.

## Proporción de densidad de AMP

Este método proporciona un estimado de la disminución de la población en relación con los niveles no explotados, y provee información sobre la intensidad de presión por pesca, mediante la comparación de las densidades de peces en las zonas de pesca con las densidades de peces dentro de las Áreas Marinas Protegidas (AMP). En esta descripción, suponemos que la pesca está prohibida dentro del AMP. A menudo, estos tipos de AMP se denominan reservas marinas o Zonas de No Pesca (ZNP).

Entradas:

* Densidad de peces (conteos de peces y/o tallas de peces más área muestreada), o captura por unidad de esfuerzo (de censos independientes de las pesquerías) dentro y fuera de las ZNP.

Salidas:

* Relación entre la densidad capturada y la no explotada como una aproximación de la disminución en las poblaciones.

Suposiciones:

* Calidad del hábitat y productividad similar dentro y fuera de la ZNP para las áreas muestreadas.
* La densidad de peces en el AMP representa condiciones sin explotar.
* Una AMP bien diseñada (es decir, hábitats representativos dentro y fuera del área gestionada, cumplimiento de las regulaciones, espacio suficientemente grande para el manejo de los objetivos y vigencia suficiente para que las poblaciones de peces se hayan equilibrado hasta alcanzar las condiciones de las poblaciones en ZNP).
* Programa de monitoreo consistente.
  + Sitios asignados aleatoriamente con el mismo protocolo.
  + Los mismos sitios fijos.

Puntos de referencia:

* Puntos de referencia aproximados para el estado de la población, puesto que los puntos de referencia del MSY no se pueden calcular con este método.
* Objetivo de referencia biológica, TRP (en inglés Target Reference Points), por encima del 60% (explotado/reserva); sin restricciones.
* Límite de referencia biológica, LRP (en inglés Limited Reference Points) entre 20% y 60% (explotado/reserva), reduce la duración de la temporada de pesca.
* Debajo del 20% (explotado/reserva) - cierre todo el año.

Recomendaciones:

* Los controles de esfuerzo (e.g., duración de la temporada) pueden ajustarse en respuesta a los cambios en la tasa de densidad en las AMP como una forma indirecta de ajustar la mortalidad por pesca con el objetivo de acercar la tasa de densidad de las AMP hacia los objetivos y alejarla de los límites.
* Para obtener datos sobre la densidad de peces dentro y fuera de las AMP que no están emparejadas:
  + Calcular la densidad promedio en los sitios de pesca (densidad.pesca)
  + Calcular la densidad promedio entre los sitios de reserva (densidad.reserva)
  + DR = densidad.pesca / densidad.reserva
* Para sitios emparejados dentro y fuera de las AMP.
  + Calcular densidad.pesca / densidad.reserva para cada par y tomar la media.
* Puede ser necesario dividir por la tasa de densidad observada durante el año en que se estableció el AMP para justificar las diferencias en el hábitat entre los sitios de pesca y de reserva.
* Combinado con métodos que estiman F o un valor de referencia para F, el esfuerzo puede ajustarse a través de métodos de control de captura (e.g. límites de captura, temporadas o cierres espaciales) en función de qué tan lejos está la tasa de densidad del AMP de los puntos de referencia de aproximación.

## Curva de captura en el AMP

Este método utiliza datos de frecuencia de talla (longitudes de los peces) dentro y fuera de un AMP (donde el AMP supone ser una ZNP) para comparar la pendiente del lado derecho de la transformación logarítmica del histograma de frecuencia de edad dentro de la ZNP (una estimación de la mortalidad natural (*M*)) con la pendiente de la transformación logarítmica del histograma de frecuencia de edad fuera de la zona de no pesca (una estimación de la mortalidad total (*Z*)). La mortalidad por pesca (*F*) puede calcularse basándose en la diferencia entre estos dos (*F* = *Z* - *M*)

Entradas:

* Datos de frecuencia de talla dentro y fuera del AMP (recopilados de preferencia de la misma manera).
* Parámetros del ciclo de vida (parámetros de crecimiento).
* Número de años en que el AMP ha sido adecuadamente manejada.
* Información sobre los tamaños de los peces preferidos por la pesquería.

Sensibilidades de entrada:

* Precisión de las medidas individuales de longitud del pez.
* Precisión de las relaciones de talla por edad (parámetros de crecimiento de von Bertalanffy).
* Corrección del ajuste de la curva (sensible a las estimaciones de la edad del AMP, tamaño preferible del pez).

Salidas:

* Una estimación de la mortalidad por pesca (F).

Suposiciones:

* Asume que un AMP se ha ubicado apropiadamente, se ha manejado correctamente y ha estado en vigencia el tiempo suficiente para que la población que vive dentro del AMP sea un indicador aproximado de una población no explotada.
  + - *Implicación*: puede ser menos preciso para especies altamente móviles que no permanecen exclusivamente dentro del AMP, como el pargo, el atún y la caballa.
    - Este método depende de un seguimiento confiable de los cambios en la estructura del tamaño de la población, por lo que puede ser menos preciso con especies pequeñas de crecimiento rápido.

Puntos de referencia:

* Puntos de referencia basados ​​en el estado de la población para F.
* TRP: M = F
* LRP: F = 2M

Recomendaciones:

* El objetivo F/M se compara con F/M de la evaluación.
* Combinado con métodos que estiman F o un valor de referencia para F, el esfuerzo puede ajustarse mediante métodos de control de captura (e.g. límites de captura, temporadas o cierres espaciales) en función de qué tan separados estén estos valores del objetivo F.

# Datos dependientes de las pesquerías

## Indicadores de sustentabilidad de Froese basados en la talla

Este método estima la proporción de la captura que se hace de juveniles, adultos y mega-desovadores. Estas proporciones pueden usarse como una representación razonable del crecimiento y la sobrepesca de reclutamiento.

Entradas:

* Frecuencia de talla de la captura.
* Conocimiento experto de cualquier sesgo en los datos que haría que la composición por tallas de la captura fuera menos representativa de una muestra aleatoria (e.g., capturabilidad de diferentes sexos o clases de talla por arte de pesca; captura proveniente de sitios de crianza).
* Longitud teórica máxima (Linf).
* Longitud teórica a la edad cero (T0).
* Longitud de madurez (Lm).

Sensibilidades de entrada:

* Precisión de las medidas individuales de la longitud del pez y cómo se mide (e.g., longitud total, longitud estándar o longitud a la horquilla).
* Precisión de la longitud de madurez.
* Selectividad del muestreo.
* Representatividad del muestreo.

Salidas:

* Tres medidas de sostenibilidad de la pesca:

(i) porcentaje de peces maduros en la captura;

(ii) porcentaje de especímenes con longitud óptima en captura (Lopt);

y (iii) porcentaje de 'mega-desovadores' en la captura.

Suposiciones:

* Los parámetros del ciclo de vida (e.g., longitud máxima y frecuencia de tamaño) son conocidos.
* La composición por talla de la captura refleja la de la población O, la selectividad de la captura se justifica al seleccionar una porción, relativamente poco afectada, de los datos de la composición por talla.
* LM = longitud de madurez sexual
* La aproximación basada en la longitud para el MSY es LMSY = 0.75 \* LC + 0.25 \* LINFnf (donde LC es la longitud de la primera captura).
* La longitud del rendimiento óptimo es LOPT = 2/3 de LINF
* LMEGA = LOPT +10%

Puntos de referencia:

* Puntos de referencia de aproximación para las proporciones de captura en diferentes categorías de talla para el manejo preventivo, el monitoreo y la evaluación. También es útil para crear métodos de control de captura (e.g., límites de tamaño para manejar la sobrepesca de reclutamiento y crecimiento) para ayudar a reconstruir una pesquería objetivo.

Recomendaciones:

* (i) porcentaje de peces maduros en la captura, con el 100% como objetivo;
* (ii) porcentaje de especímenes con una talla de captura óptima (Lopt), con el 100% como objetivo;
* y (iii) porcentaje de 'mega-desovadores' en la captura, con 0% como objetivo.
* Combinado con métodos que estiman F o un valor de referencia para F, el esfuerzo puede ajustarse mediante métodos de control de captura (e.g. límites de tamaño de la captura, temporadas o cierres espaciales) en función de qué tan separados estén estos valores de las recomendaciones basadas en el tamaño.

## Lbar (o "la evaluación de la longitud media")

Este método utiliza datos de frecuencia de talla dependientes o independientes de la pesquería. *Lbar* utiliza tanto los tamaños mínimos y máximos de pesca, la longitud promedio de los peces que se encuentran dentro de los tamaños de pesca de una población capturada, así como los parámetros de crecimiento.

Entradas:

* Datos de frecuencia de talla de la población capturada dependientes e independientes de la pesquería.
* Longitud teórica máxima (L∞).
* Longitud teórica a la edad cero (T0).
* Longitud de madurez (Lm).
* Tasa de mortalidad natural (M).
* Parámetro de crecimiento de von Bertalanffy (k)
* Longitud promedio reportada en la captura.
* Primera longitud de plena selectividad para la pesquería.

Sensibilidades de entrada:

* Estimación de la mortalidad natural (M) y parámetros de crecimiento.
* Precisión de las medidas individuales de longitud del pez.
* Representatividad del muestreo.

Salidas:

* Estimación de la mortalidad por pesca (F).

Suposiciones:

* Se conocen los parámetros del ciclo de vida.
* La talla está relacionada con la edad a lo largo de la vida (es decir, el crecimiento es indeterminado: la especie sigue creciendo más y más a medida que envejece hasta que muere).
* El reclutamiento es constante (es decir, los juveniles se están convirtiendo en adultos aproximadamente a la misma tasa cada año)– ésta es una suposición simplificadora que probablemente no pueda emplearse en ninguna especie.
* La mortalidad es constante – otra suposición simplificadora que probablemente no pueda aplicarse a ninguna especie.
* Se conoce la mortalidad natural (M) (esto no suele ser el caso).
* FMSY = mortalidad natural (M).
* El sistema está en equilibrio.
* Este método depende de un seguimiento confiable de los cambios en la estructura del tamaño de la población, por lo que puede ser menos preciso con especies pequeñas de crecimiento rápido.
* Este método es menos confiable cuando la longitud media de los peces es muy baja.

Puntos de referencia:

* Puntos de referencia F basados ​​en el estado de la población.
* TRP: M = F
* LRP: F = 2M

Recomendaciones:

* La mortalidad por pesca se ajusta a través de métodos de control de captura (e.g. límites de captura, temporadas o cierres espaciales) en función de qué tan separados estén estos valores de TRP y LRP.

## Peso medio

Este método puede usar datos de frecuencia de peso dependientes o independientes de las pesquerías para estimar la mortalidad por pesca (*F*) cuando no hay datos disponibles de estructura de tamaño. Este método requiere la función de crecimiento de von Bertalanffy, así como la relación longitud-peso y la mortalidad natural (*M*). En este método, construimos un modelo de rendimiento por recluta (Y/R), que nos permite estimar la estructura teórica de edad y peso de la población de cualquier tamaño. Similar a la longitud media (*Lbar*), el peso medio proporciona una estimación de *F* que se puede comparar con una estimación de *M*. De manera intuitiva, se puede establecer que el aumento de la presión por pesca causará generalmente la disminución del peso y/o la longitud promedio.

Entradas:

* Datos de frecuencia de peso dependientes o independientes de las pesquerías.
* Parámetros del ciclo de vida, parámetros de crecimiento, mortalidad natural (M).
* Información sobre los tamaños de los peces preferidos por la pesquería.

Sensibilidades de entrada:

* Estimación de M y parámetros de crecimiento.
* Precisión de las mediciones individuales del peso del pez.
* Precisión de la relación longitud-peso.

Salidas:

* Estimación de la mortalidad por pesca (F).

Suposiciones:

* FMSY = mortalidad natural (M).
* Depende de un seguimiento confiable de los cambios en la estructura del tamaño de la población.
  + *Implicación*: puede ser menos preciso con especies pequeñas y de rápido crecimiento.
* Se asume que M se conoce; sin embargo, no siempre es así.
* Se asume el equilibrio.
* Es menos confiable cuando la longitud media de los peces es muy baja.

Puntos de referencia:

* Puntos de referencia basados ​​en el estado de la población.
* TRP: M = F
* LRP: F = 2M

Recomendaciones:

* + La mortalidad por pesca se ajusta a través de métodos de control de captura (e.g. límites de captura, temporadas o cierres espaciales) en función de qué tan separados estén estos valores de TRP y LRP.

## Punto de referencia basado en la longitud de Cope y Punt

Este método es una extensión de los indicadores de sostenibilidad basados en la longitud introducidos por Froese, que sirven también para estimar los puntos de referencia que indican el estado de la población. Utilizando los indicadores de Froese, tres medidas simples que describen las composiciones por tallas de las capturas (es decir, que reflejan la captura exclusiva de individuos maduros, Pmat; que consisten principalmente en peces de tamaño óptimo, el tamaño en el que se produce el mayor rendimiento de una cohorte, Popt; que demuestran la conservación de individuos grandes y maduros, Pmega) para monitorear el estado de la población en relación con la explotación. Las medidas (denominadas colectivamente como Px) están destinadas a evitar el crecimiento y la sobrepesca de reclutamiento. Este método utiliza Pobj (la suma de Pmat, Popt y Pmega) para distinguir patrones de selectividad y crear un árbol de decisión para el desarrollo de indicadores de estado de la población.

Entradas:

* Frecuencia de talla de la captura.
* Conocimiento experto de cualquier sesgo en los datos que haría que la composición por tallas de la captura sea menos representativa de una muestra aleatoria (e.g., capturabilidad de diferentes sexos o clases de talla por arte de pesca; captura proveniente de sitios de crianza; etc.)
* Longitud teórica máxima (L∞)
* Longitud teórica a la edad cero (T0)
* Longitud de madurez (Lm)
* Todos los datos de longitud deben medirse como longitud total (TL) para calcular la mortalidad natural.

Sensibilidades de entrada:

* Precisión de las medidas individuales de la longitud del pez y cómo se mide (e.g., longitud total, longitud estándar o longitud a la horquilla).
* Precisión de la longitud de madurez.
* Selectividad.
* Representatividad del muestreo.

Salidas:

Tres parámetros que describen la captura:

1. Porcentaje de la captura compuesta por adultos maduros (PMAT), con 100% como objetivo;
2. Porcentaje de la captura constituida por individuos de talla óptima (POPT), con 100% como objetivo;
3. Porcentaje de "mega-desovadores" en la captura (PMEGA).

Estos parámetros se toman juntos (Px) para determinar si se está produciendo una sobrepesca de crecimiento y/o reclutamiento. Además, se pueden sumar para crear "POBJ" que describe la selectividad de la pesquería. El valor de POBJ se puede comparar con el árbol de decisiones de manejo de Cope y Punt para comunicar la(s) Norma(s) de Control de Captura.

Suposiciones:

* Se conocen los parámetros del ciclo de vida (e.g., longitud máxima y frecuencia de tamaño).
* La composición por talla de la captura refleja la de la población O la selectividad de la captura se toma en cuenta al seleccionar una porción, relativamente poco afectada, de los datos de la composición por talla.
* Lm = longitud de madurez sexual
* La aproximación basada en la longitud para el MSY es LMSY = 0.75 \* Lc + 0.25 \* Linf (donde Lc es la longitud de la primera captura).
* La longitud del rendimiento óptimo es Lopt = 2/3 de Linf
* Lmega = Lopt + 10%
* Las recomendaciones de sostenibilidad de Froese (2004) son efectivas.
* Debido a la dependencia de clases de tamaños específicos, este método puede no ser apropiado para poblaciones que muestran poca diferencia entre individuos maduros (pequeños) e individuos de tamaño óptimo (medios).

Puntos de referencia:

* Porcentaje de individuos de tamaño óptimo en captura (Popt) = 1 o 100% como objetivo;
* Pobj (Pmat + Pot + Pmega) = 2

Recomendaciones:

* Pobj <1; capturar peces de tamaño pequeño, considerar restricciones de tamaño.
* 1 <Pobj <2.
* Combinado con métodos que estiman F o un valor de referencia para F, el esfuerzo puede ajustarse mediante métodos de control de captura (e.g. límites de tamaño de captura, temporadas o cierres espaciales) en función de qué tan separados estén estos valores de las recomendaciones basadas en el tamaño.

## Curva de captura

Este método utiliza datos de frecuencia de talla (tallas de peces) de la captura para estimar la mortalidad total a partir de la pendiente de la transformación logarítmica del histograma de frecuencia de edad generado a partir de los datos de talla, utilizando información sobre la relación entre longitud y peso. La mortalidad por pesca se estima entonces al restar la mortalidad natural de la estimación de la mortalidad total.

Entradas:

* Lo mismo que los indicadores de sostenibilidad basados ​​en la longitud, más:
* Tasa de mortalidad natural (M),
* Parámetro de crecimiento de von Bertalanffy (k).

Sensibilidades de entrada:

* Precisión de las medidas individuales de longitud del pez
* Precisión de las relaciones de talla por edad (parámetros de crecimiento de von Bertalanffy)
* Ajuste correcto de la curva (es decir, tamaño de pez preferido).

Salidas:

* Estimación de la mortalidad por pesca (F).

Suposiciones:

* Se conocen los parámetros del ciclo de vida.
* La talla está relacionada con la edad a lo largo de la vida (es decir, el crecimiento es indeterminado – la especie sigue creciendo más y más a medida que envejece hasta que muere).
* Depende de un seguimiento confiable de los cambios en la estructura del tamaño de la población, por lo que puede ser menos preciso con especies pequeñas de crecimiento rápido.
* El reclutamiento es constante (es decir, los juveniles se están convirtiendo en adultos aproximadamente a la misma tasa cada año)– ésta es una suposición simplificadora que probablemente no pueda emplearse en ninguna especie.
* La mortalidad es constante – otra suposición simplificadora que probablemente no pueda aplicarse a ninguna especie.

Puntos de referencia:

* Puntos de referencia basados ​​en el estado de la población para F.
* TRP: M = F
* LRP: F = 2M

Recomendaciones:

* Combinado con métodos que estiman F o un valor de referencia para F, la mortalidad por pesca puede ajustarse mediante métodos de control de captura (e.g. límites de tamaño de captura, temporadas o cierres espaciales) en función de qué tan separados estén estos valores de los TRP y LRP.

## Ratio Potencial de Desove basado en la talla (SPR)

Este método estima la fracción del potencial reproductivo no explotado que una población capturada es, en teoría, capaz de producir al calcular la producción de huevos de cada clase de talla muestreada en la captura.

Entradas:

* Datos de frecuencia de talla de una población explotada.
* Selectividad de artes de pesca.
* Parámetros del ciclo de vida (fecundidad, parámetros del ciclo de vida de von Bertalanffy, mortalidad natural, edad de madurez, relaciones de talla por edad).
* Parámetros de peso a longitud (Wa, Wb).
* Fecundidad en los parámetros de edad (fa, fb).

Sensibilidades de entrada:

* Precisión de las medidas individuales de longitud del pez.
* Representatividad de los datos de longitud.
* Precisión de la información del ciclo de vida, particularmente el parámetro de crecimiento y madurez.
* Es sensible a M.

Salidas:

* El Ratio Potencial de Desove (la relación entre la capacidad reproductiva actual y la capacidad reproductiva potencial máxima de una población no explotada).

Suposiciones:

* Depende de un seguimiento confiable de los cambios en la estructura del tamaño de la población.
  + *Implicación*: puede ser menos preciso con especies pequeñas y de rápido crecimiento.
* La pesquería se encuentra en equilibrio y las condiciones son relativamente estables (condiciones ambientales, presión de la pesca, estado de la población, etc.)
* Se vuelve menos preciso si la presión por pesca ha aumentado drásticamente año con año.

Puntos de referencia:

* Utiliza puntos de referencia basados ​​en el estado de la población para estimar el rendimiento sustentable y mantener F.
* TPR, para objetivos de crecimiento rápido SPR20; para objetivos de crecimiento lento. SPR40

Recomendaciones:

* Utiliza estimaciones de F y TPR para SPR para ver si F actual admite un rendimiento sustentable. Estimar F antes de utilizar este método.
* La mortalidad por pesca se regula a través de métodos de control de captura (e.g.límites de captura, temporadas o cierres espaciales) en función de qué tan separados estén los valores de referencia de F y RP para SPR.

## Producción excedente o la dinámica de la biomasa

Este método estima la biomasa de la población y la mortalidad por pesca con captura, esfuerzo y cualquier índice de abundancia relativa disponible, sin la inclusión de la estructura de la talla o edad de la población. Este modelo no refleja ninguna estructura de edad en una población y las dinámicas tanto de mortalidad natural, como de crecimiento y reclutamiento se agregan a una sola tasa intrínseca de aumento de la biomasa de la población, modificada por la mortalidad por pesca. La biomasa y mortalidad por pesca estimadas pueden examinarse en relación con puntos de referencia para determinar el estado de la población.

Entradas:

* Captura total, biomasa de la población (si los descartes son bajos, entonces pueden ser sólo los arribos).
* Contar de preferencia con más de 10 años de datos de captura y abundancia.
* Capturabilidad.
* Esfuerzo.
* Índice de abundancia relativa.

Sensibilidades de entrada:

* Fenómeno del ciclo de vida no incorporado (e.g. edad de reclutamiento).
* Supervivencia.
* Crecimiento.

Salidas:

* Estimación de MSY.

Suposiciones:

* Se conoce la captura correcta.
* No se diferencia la población (no se clasifican por edad, tamaño o género).
* La captura y/o el índice está relacionado de manera lineal con la abundancia de la población.
* La población completa se incluye en la captura y el índice.

Puntos de referencia:

* Se utiliza el punto de referencia basado en el estado de la población para estimar el rendimiento sustentable.
* FMSY
* F10% B
* F40% B
* BMSY

Recomendaciones:

* La mortalidad por pesca se ajusta a través de métodos de control de captura (e.g. límites de captura, temporadas o cierres espaciales) en función de qué tan separados estén estos valores de TRP y LRP.
* Los modelos de producción excedente generan estimaciones relativas de MSY y FMSY, buenas estimaciones de q (el parámetro que escala los índices de abundancia en las estimaciones de biomasa) y se escalan a la pendiente de la curva de reclutamiento. Aumento de la certidumbre.

# Métodos más complejos

## Modelo de Captura Promedio Corregida por Agotamiento (DCAC)

El método DCAC muestrea la reducción en un periodo determinado (t), F MSY /M, M y BMSY /B0. Posteriormente utiliza esta información con capturas promedio en un periodo de tiempo para calcular la captura promedio al mismo tiempo que justifica la captura que redujo la población a niveles productivos. Calcula las capturas promedio que justifican la eliminación de la "captura afortunada" de biomasa menos productiva que pudo haber ocurrido cuando la población se agotaba.

Entradas:

* Información de capturas históricas (de preferencia de 10 años o más).
  + Captura promedio.
  + - Cambio relativo en el tamaño de la población durante el periodo en el se tomó la captura.
* Tasa de mortalidad natural (de preferencia 2.0 o menor)
* FMSY /M

Sensibilidades de entrada:

* Asume que la captura promedio ha sido sostenible si la abundancia no ha cambiado.
* Tiene un bajo desempeño con niveles iniciales de abundancia bajos y debe utilizarse con precaución para objetivos que se encuentran en un programa de reconstrucción.

Salidas:

* El rendimiento sustentable (basado en la captura promedio) no debe utilizarse para los niveles de sobrepesca, OFL (Oversfihing Levels en inglés. No justifica el mínimo tamaño de la población).

Suposiciones:

* Asume que la captura promedio es sostenible si la abundancia no ha cambiado considerablemente, corregida para disminución inicial en la abundancia de peces.
* BMSY =0.4B0
* F MSY = cM, donde c = el ajuste cuyo valor puede ser de <1
  + generalmente, se asume que c es igual a 1, lo que hace que FMSY / M = 1, y por lo tanto se asume que FMSY es igual a M.

Puntos de referencia:

* Utiliza puntos de referencia basados ​​en el estado de la población para estimar el rendimiento sostenible como un valor de referencia para controlar F.
* FMSY /M
* BMSY /Bo

Recomendaciones:

* La mortalidad por pesca se ajusta a través de métodos de control de captura (e.g. límites de captura, temporadas o cierres espaciales) en función de qué tan separados estén estos valores de TRP y LRP para OFL.

## Análisis de Reducción de la Población Basado en el Agotamiento (DB-SRA)

Este método se encargar de encontrar una reconstrucción de la población que coincida con el nivel de entrada de agotamiento y captura histórica, para calcular un nivel de sobrepesca (OFL) a través del muestreo F MSY, el agotamiento y la biomasa reconstruida no explotada. El proceso es estocástico y muestrea diversos valores para las cuatro entradas. Cada muestra lleva a una estimación de la biomasa no explotada y una recomendación de OFL. Este método es similar al DCAC con la incorporación de un análisis de la reducción de la población para calcular tanto los puntos de referencia basados en el MSY como la condición relativa de la población.

Entradas:

* Serie de tiempo completa de las capturas históricas.
* Nivel actual de agotamiento.
* FMSY /M.
* M.
* Tl tamaño de población más productivo relativo al no explotado (BMSY/B0).
* Estimación de la edad de reclutamiento a la pesquería.
* Combina DCAC con el análisis estocástico de reducción de la población.

Sensibilidades de entrada: iguales a las de DCAC

Salidas:

* Probabilidad de distribuciones para puntos de referencia biológicos tales como:
  + biomasa no explotada, MSY, límite de sobrepresca (OFL) y las distribuciones del tamaño de la población a lo largo del tiempo.

Suposiciones:

* Igual que para DCAC

Puntos de referencia:

* Puntos de referencia basados ​​en el estado de la población para estimar el rendimiento sustentable como un valor de referencia para controlar F.
* FMSY /M
* BMSY /Bo

Recomendaciones:

* La mortalidad por pesca se ajusta a través de métodos de control de captura (e.g. límites de captura, temporadas o cierres espaciales) en función de qué tan separados estén estos valores de TRP y LRP para OFL.

## Árbol de decisión basado en AMP

Este método estima una captura total permisible a partir de datos recopilados dentro y fuera de las ZNP. La estimación puede mejorarse mediante la incorporación de datos de composición de talla, y con el tiempo, con el ajuste y muestreo repetitivo.

Entradas:

* Características del ciclo de vida tales como tamaño, edad de madurez y mortalidad natural.
* Monitoreo de Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) independiente de la pesquería, por tamaño O.
* Datos de edad-talla recopilados dentro y fuera de reservas marinas.
* Las capturas actuales o la media móvil pueden utilizarse para definir la captura total permisible inicial para el árbol de decisión.

Sensibilidades de entrada:

* Precisión de las medidas individuales de longitud del pez.
* Precisión de las relaciones de talla por edad.
* Precisión del tiempo de generación promedio del objetivo de FishBase.

Salidas: Total de captura permisible

Suposiciones:

* Calidad del hábitat y productividad similar dentro y fuera de la ZNP para las áreas muestreadas.
* Las poblaciones dentro de la AMP son representativas de las poblaciones no explotadas (es decir, las AMP tienen tanto el tiempo activo como el cumplimiento de las regulaciones necesarios para que las poblaciones de peces tengan condiciones de equilibradas a no explotadas).
* Los resultados obtenidos de AMP relativamente pequeñas pueden ser extrapolados a zonas de pesca generalmente mucho más grandes.

Puntos de referencia:

* Puntos de referencia de aproximación para la tasa de captura de tamaño específico (dentro/fuera de la ZNP), como un valor de referencia para controlar F.
* CPUE de talla específica de reserva: CPUE explotado

Recomendaciones:

* La mortalidad por pesca se ajusta a través de métodos de control de captura (e.g. CTP o cierres espaciales) en función de qué tan separados estén estos valores de TRP y LRP para OFL.

## Captura-MSY

Este método estima el Rendimiento Máximo Sustentable de series de tiempo de captura, tamaño estimado de la población no explotada, tamaño estimado de la población al final de la serie de tiempo e información del ciclo de vida.

Entradas:

* Captura de series de tiempo (capturas y descartes).
* Estima los rangos de tamaño de la población en los primeros y últimos años de los datos de captura (BInitial y Bfinal).
* Información de la historia de vida (r, K).

Sensibilidades de entrada:

* r y K se asumen para ser constantes.
* La biomasa como una fracción de la capacidad de carga tanto al principio como al final de la serie de tiempo y la tasa de crecimiento.
* Producción excedente basado en el modelo de Schaefer, se agruparon los efectos generales de reclutamiento, crecimiento y mortalidad en una sola función de producción.

Salidas: Estimación del rendimiento máximo sostenible.

Suposiciones:

* El crecimiento de la población y la capacidad de carga no cambian con el tiempo.
* La producción se basa en el modelo de Schaefer.
* Se conoce la captura correcta.
* No se diferencia la población (no se hacen clasificaciones de edad, tamaño o género).
* Únicamente un estrecho rango de combinaciones de r-K puede mantener la población.
* La población no colapsa ni excede su capacidad de carga.
* Desconoce la estructura de edad de la población y no toma en cuenta el crecimiento individual ni el reclutamiento o vulnerabilidad del pez ante el arte de pesca.

Puntos de referencia:

* Puntos de referencia basados ​​en el estado de la población para estimar el rendimiento sostenible como un valor de referencia para controlar F.
* MSY se calcula como:
  + MSY = r \* k/4
  + BMSY = k/2
  + FMSY =r/2

Recomendaciones:

* La mortalidad por pesca se ajusta a través de métodos de control de captura (e.g. límites de captura, temporadas o cierres espaciales) en función de qué tan separados estén estos valores de TRP y LRP para OFL.

## Árbol de decisión basado en SPR