

4.1. Introducción y estadísticas básicas

El presente capítulo está diseñado para facilitar una visión global de los requisitos, en lo que a datos se refiere, de las evaluaciones y la investigación en el marco de ICCAT.

A este fin facilita al lector una interpretación básica de cómo diseñar programas de recopilación de datos, por medio del muestreo de las capturas de los barcos y de cómo asegurarse de que dichos datos representan a toda la población (véase el apartado 4.2). Este tema se repite a lo largo de este capítulo, pero los lectores deberán dirigirse inicialmente a este apartado. Un tipo de datos obtenidos de forma rutinaria son los datos de talla. La recopilación de estos datos y su empleo para estimar la estructura por edad de las capturas se detalla en el apartado 4.3. Otra fuente de información sobre la situación del stock que se aplica en las evaluaciones es la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) que normalmente se obtiene a partir de los cuadernos de pesca de los barcos. Estos datos han de estar estandarizados en el tiempo, entre zonas, así como entre las diferentes categorías de buques o artes de pesca, con el fin de asegurar que las señales contenidas en los datos sean coherentes. Las cuestiones relacionadas con el uso de los datos de CPUE se detallan en el apartado 4.4.

En la ordenación de los stocks es de gran importancia un cierto número de atributos biológicos. Estos incluyen la escala geográfica y los límites de distribución del stock, su interacción con substocks y las pautas migratorias. Existen técnicas para examinar estos factores, incluyendo métodos genéticos (apartado 4.5) y el marcado (apartados 4.6 y 4.7). En el caso de stocks concretos, el conocimiento de las pautas de reproducción de los grandes pelágicos, así como las características del crecimiento y mortalidad, definirá ampliamente la capacidad de regeneración de la población. Por ello, son de una importancia extrema para la ordenación y conservación y para el diseño de modelos fiables destinados a una evaluación eficaz del stock. Los métodos para investigar estos atributos biológicos se detallan en los apartados 4.8 y 4.9. Conviene señalar que la mayor parte de estos métodos requieren un examen exhaustivo del pez. Debido al alto precio de la mayor parte de las especies de túnidos, por lo general los datos de talla constituyen la única información que se puede obtener que no implique comprar los ejemplares o iniciar un programa de investigación independiente de la pesquería.

Los programas científicos de observadores son la clave para obtener información sobre una amplia gama de características relacionadas con la pesquería, incluyendo pautas de búsqueda, caracterización del esfuerzo de pesca, captura secundaria y mortalidad por descarte, además de la recogida de información biológica exacta. En el apartado 4.10 se tratan métodos básicos para obtener una cobertura óptima en los programas de observadores, la clase de información que se puede obtener y la importancia de estimar la captura secundaria partiendo de los datos de observadores.

4.1.1 Bioestadísticas

Este manual contiene muchos detalles sobre los métodos estadísticos aplicados en las zonas de interés. A fin de facilitar la comprensión, este apartado presenta un sencillo y breve recordatorio de los conceptos estadísticos básicos. Para más información se invita a los lectores a que consulten otros textos sobre bioestadística, como por ejemplo “Biometría” de Sokal y Rohlf (1995) que presenta tanto la teoría que apoya los métodos como ejemplos útiles de su empleo con datos, “Técnicas de muestreo” de Cochran (1977) y “Muestreo” de Thompson (1992). Sparre y Venema (1998) tienen también un excelente manual para la evaluación de stock de peces tropicales, que constituye la principal fuente de este apartado.

Valor medio y varianza

Se toma una muestra n de peces de una sola especie, todos capturados en un mismo lance, siendo $x(i)$ la talla del pez no. i , $i=1, 2, \dots, n$. La talla media de la muestra se define como:

$$\bar{x} = \frac{[x_{(1)} + x_{(2)} + \dots + x_{(n)}]}{n} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n x_{(i)}$$

Por ejemplo, si se muestrearon 12 peces de tallas (cm) 176, 175, 162, 174, 161, 156, 178, 158, 195, 171, 177 y 154, la talla media de esta muestra sería:

$$\bar{x} = \frac{[176 + 175 + \dots + 154]}{12} = \frac{1}{12} * 2037 = 169.75$$

La varianza de la muestra, una medida de la variabilidad en torno al valor medio se define como:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} * \left[(x_{(1)} - \bar{x})^2 + (x_{(2)} - \bar{x})^2 + \dots + (x_{(n)} - \bar{x})^2 \right] = \frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n [x_{(i)} - \bar{x}]^2$$

Normalmente esto se calcula como $\sum x^2 - (\sum x)^2/n/(n-1)$ para evitar errores de redondeo.

La varianza es por tanto la suma de los cuadrados de las desviaciones de la media divididas por el número (n) menos uno. Si todos los peces en la misma muestra tuviesen la misma talla, entonces la varianza sería cero. Así, respecto a la muestra de tallas arriba enumeradas, la varianza sería:

$$s^2 = \frac{1}{12-1} * \left[(176 - 169.75)^2 + (175 - 169.75)^2 + \dots + (154 - 169.75)^2 \right] = \frac{1}{12-1} * 1556.25 = 141.48$$

La raíz cuadrada de la varianza, s, es la desviación estándar. En el ejemplo, s=11.89. La varianza se puede también expresar relativa a la talla media, como el coeficiente de variación. En este caso, la desviación estándar es importante ya que tiene la misma unidad que la media. El coeficiente de variación es:

$$\frac{s}{\bar{x}}$$

En el ejemplo, el coeficiente de variación (CV) es:

$$\frac{11.89}{169.75} = 0.07$$

En gran parte, la estadística se basa en la “normalidad” de los datos. Esto, en esencia, quiere decir que los datos (así como la población de donde proceden) se ajustan a una distribución normal:

$$Fc(x) = \frac{n * dL}{s * \sqrt{2\pi}} * \exp \left[- \frac{(x - \bar{x})^2}{2s^2} \right]$$

donde Fc(x) es la 'frecuencia calculada', n es el número de observaciones, dL es el tamaño del intervalo (de la medida en cuestión), s=desviación estándar, \bar{x} la talla media y $\pi=3.14159\dots$

Con frecuencia se observa una distribución normal en el caso de peces de más edad, más grandes (los jóvenes, más pequeños precisarían de algunos valores negativos para tener una distribución normal) cuando se registran frecuencias de tallas de peces de una misma cohorte (es decir, peces de la misma edad) y por lo tanto se puede estimar la probabilidad de que haya en la muestra algún pez superior o inferior a una talla dada. La probabilidad de otras distribuciones existe (por ejemplo, distribución logarítmica normal) cuando la distribución de las mediciones es asimétrica en lugar de estar centrada en torno a la media como en la distribución normal.

Los conceptos de sesgo y precisión surgen de la consideración de medias y distribuciones (**Figura 4.1.1**). Una estimación de una muestra se considera insesgada si la media de muchas estimaciones repetidas es igual al valor auténtico (esto se conseguiría muestreando todos los ejemplares en el total de la población). Una estimación está sesgada si se desvía del valor auténtico de forma sistemática. Por ejemplo, si las estimaciones de la talla media en la muestra fuesen siempre superiores a la talla auténtica en la población. Esto podría producirse debido a la selectividad del arte. En una muestra insesgada, se puede conseguir un mayor acercamiento al valor auténtico aumentando el tamaño de la muestra. Esto se considera “consistencia”. En una estimación sesgada, siempre existirá una diferencia entre los valores auténticos y los estimados.

Para obtener una estimación insesgada, la muestra debería ser aleatoria. Esto significa que cualquier pez del stock (por ejemplo) debería tener exactamente la misma probabilidad de ser muestreado. Sin embargo, con frecuencia resulta difícil en la práctica obtener una auténtica muestra aleatoria.

La precisión es la medida para saber si las muestras o las estimaciones son “precisas”. En este caso, la varianza en torno al valor medio de la muestra o estimación es baja (**Figura 4.1.1**). Esto no significa necesariamente que

la muestra o la estimación no contienen sesgo – pueden ser precisas (agrupadas muy cerca de un valor dado) pero sesgadas (por ejemplo, dicho valor dado no es igual a la media auténtica).

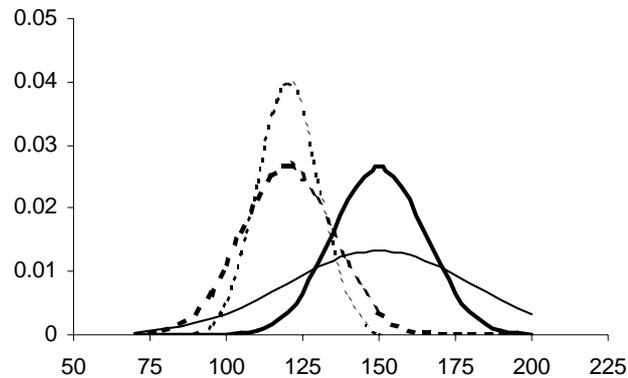


Figura 4.1.1. Demostración de sesgo y precisión. La distribución normal señalada por el trazo negro sólido representa la distribución de la población. El trazo sólido más estrecho representa una distribución insesgada pero menos precisa (la media es igual a la población pero está más ampliamente distribuida). La distribución señalada por el trazo grueso discontinuo representa una muestra sesgada – la distribución tiene una varianza idéntica a la población auténtica pero el valor medio es inferior al auténtico. La distribución señalada por el trazo fino discontinuo, contiene sesgo pero es más precisa.

4.1.2 Bibliografía

COCHRAN, W.G. (1977). Sampling techniques. New York, J. Wiley & Sons, Inc.

SOKAL, R.R. and F.J. Rohlf (1995). Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. W.H. Freeman and Company, New York.

SPARRE, P. and S.C. Venema (1998). Introduction to fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fish. Tech. Pap. 306 (1), FAO, Rome.

THOMPSON, S. K. (1992). Sampling. John Wiley & Sons, Inc. 343p.