

# Modelos demográficos: Tablas de vida

## Clase Teórica 4

Alexandre Aires-da-Silva

Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT)

---

Curso de introducción a modelos de dinámica poblacional y  
evaluación de recursos marinos

Manta, Ecuador, 5-9 de octubre de 2009



# Tópicos



- **Teórica:** Modelos demográficos ("modelos de ciclo vital")
  - Tablas de vida
- **Laboratorio:** construcción de una tabla de vida para el tiburón rabón bueno (*Alopias pelagicus*)



# Modelos demográficos

---



- Idealmente, se utilizarían los **modelos dinámicos**
- Este modelos requieren largas series de tiempo de estadísticas pesqueras (datos de captura, esfuerzo, distribución por edad, tallas, etc.)
- Pero no existen estadísticas pesqueras para muchas especies (ejemplo: captura incidental de tiburones, tortugas, etc.)
- En estos casos, podemos usar los **modelos demográficos** que necesitan muy poca información biológica

# Modelos demográficos (cont.)

- Tipos de modelos demográficos

- Tablas de vida
- Modelos matriciales (ejemplo: modelo de Leslie)



P. H. Leslie

- Muy populares para tiburones en los años 90 (Hoenig y Gruber, 1990; Cailliet, 1992; Cortés, 1998)
- ¿Qué queremos evaluar con los métodos demográficos?
  - El potencial de crecimiento de una población en estado virgen
  - El efecto de diferentes estrategias de explotación sobre el crecimiento de la población
- ¿Cómo lo hacemos?
  - Estimamos el parámetro  $r$  (tasa instantánea de crecimiento de la población) y otras estadísticas demográficas



# Tablas de vida



- Se basan en la ecuación de Euler-Lotka:

$$\sum_{x=\alpha}^w l_x e^{-rx} m_x = 1.0$$

- $r$  tasa instantánea de crecimiento de la población
- $l_x$  proporción de sobrevivientes hasta la edad  $x$
- $m_x$  fecundidad en la edad  $x$  (numero de crías hembras)
- $\alpha$  edad de primera madurez
- $w$  edad máxima de reproducción

# Tabla de vida para el tiburón azul



$$\sum_{x=\alpha}^w l_x e^{-rx} m_x = 1.0$$

↙
↘

Edad $x$	% sobrevivientes $l_x$	Crias hembras $m_x$	Tasa reproduct. $l_x m_x$	$x l_x m_x$	$e^{-rx}$	$l_x m_x e^{-rx}$	
0	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
1	0.40	0.00	0.00	0.00	0.78	0.00	
2	0.33	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	
3	0.27	0.00	0.00	0.00	0.47	0.00	
4	0.22	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	
5	0.18	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	
6	0.15	11.25	1.65	9.90	0.22	0.36	
7	0.12	11.25	1.35	9.45	0.17	0.23	
8	0.10	11.25	1.11	8.84	0.13	0.15	
9	0.08	11.25	0.91	8.15	0.10	0.09	
10	0.07	11.25	0.74	7.41	0.08	0.06	
11	0.05	11.25	0.61	6.67	0.06	0.04	
12	0.04	11.25	0.50	5.96	0.05	0.02	
13	0.04	11.25	0.41	5.29	0.04	0.02	
14	0.03	11.25	0.33	4.66	0.03	0.01	
15	0.02	11.25	0.27	4.09	0.02	0.01	
16	0.02	11.25	0.22	3.57	0.02	0.00	
17	0.02	11.25	0.18	3.11	0.01	0.00	
18	0.01	11.25	0.15	2.69	0.01	0.00	
19	0.01	11.25	0.12	2.33	0.01	0.00	
20	0.01	11.25	0.10	2.01	0.01	0.00	
						$\Sigma$	1.00

# Datos biológicos de tiburón azul



- Mortalidad: Existen métodos directos e indirectos...

- Método de Hoenig (1993)

$$\begin{aligned} \ln(Z) &= 1.46 - 1.01(\ln t_{\max}) = \\ &= 1.46 - 1.01(\ln(21)) = -1.61 \\ M &= 0.20 \end{aligned}$$

- Método de Jensen (1996)

$$\begin{aligned} M &= 1.60(K) = \\ &= 1.6(0.13) = 0.21 \end{aligned}$$

$M = 0.20$

- Biología reproductiva:

- Fecundidad ( $\hat{A}$ ): 45 crías por hembra
- Proporción de sexos ( $p$ ) = 50% hembras
- Duración de ciclo reproductivo ( $d$ ): 2 años

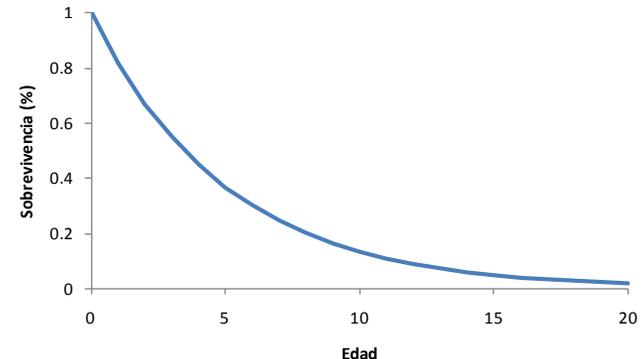


# Las funciones de sobrevivencia y maternidad

- Función de sobrevivencia  $l_x$  :

- La proporción de individuos que sobrevive hasta la edad  $x$

$$l_x = l_{x-1} e^{-(M+F)}$$



- Función de maternidad  $m_x$  :

- Numero promedio de crías hembras por cada hembra de edad entre  $x$  y  $x+1$

$$m_x = \frac{f \cdot p}{d} = 11.25 \quad \text{Crías hembras}$$



# Otras estadísticas demográficas de interés

- El tiempo de duplicación de la población ( $t_{x2}$ ) es:

$$t_{x2} = \frac{\ln(2)}{r}$$

- La tasa neta de reproducción ( $R_0$ ) es el número total de hembras producidas por individuo en una cohorte:

$$R_0 = \sum_{x=\alpha}^w l_x m$$

- La duración promedio de una generación ( $G$ ) es el período promedio entre el nacimiento de un progenitor y su descendencia:

$$G = \frac{\sum_{x=\alpha}^w l_x m_x x}{R_0}$$

- La distribución estática de edad de la población ( $c_x$ ) es:

$$c_x = \frac{(e^r)^{-x} l_x}{\sum_{x=0}^w (e^r)^{-x} l_x}$$



# Parámetros demográficos



## Tiburón azul



$$r = 0.34$$

$$\lambda = 1.40 \text{ yr}^{-1}$$

$$t_{x2} = 2.04$$

$$R_0 = 12.02$$

$$G = 8.83$$

## Tiburón rabón bueno



$$r = 0.05$$

$$\lambda = 1.05 \text{ yr}^{-1}$$

$$t_{x2} = 14.34$$

$$R_0 = 1.58$$

$$G = 9.73$$