

# TABLAS ADICIONALES

- A1 LISTADO DE FORMULAS IMPORTANTES
- A2 METODOS BASADOS EN TRANSFORMACION LINEAL Y LA REGRESION LINEAL SIMPLE:  $y = a + b \cdot x$
- A3 FECHAS EXPRESADAS COMO FRACCION DE UN AÑO CALENDARIO, A PARTIR DEL 1º de ENERO
- A4 VALORES DE CUANTILES DE LA DISTRIBUCION  $t$  (DISTRIBUCION  $t$  DE STUDENT)

## TABLA A1

## LISTADO DE FORMULAS IMPORTANTES

Relación talla-peso

$$W(i) = q * L(i)^b \quad (2.6.1)$$

Ecuación de crecimiento de von Bertalanffy

$$L(t) = L_{\infty} * [1 - \exp(-K * (t - t_0))] \quad (3.1.0.1)$$

Tasa de crecimiento, de acuerdo a la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = K * (L_{\infty} - L(t)) \text{ cm/año} \quad (3.1.0.4)$$

Ecuación de crecimiento de von Bertalanffy convertida a peso

$$W(t) = W_{\infty} * [1 - \exp(-K * (t - t_0))]^3 \quad (3.1.2.1)$$

Ecuación de crecimiento inverso de von Bertalanffy

$$t(L) = t_0 - \frac{1}{K} * \ln(1 - L/L_{\infty}) \quad (3.3.3.2)$$

Modelo de extinción exponencial (1)

$$\frac{\Delta N(t)}{\Delta t} = -Z * N(t) \quad (4.2.1)$$

Modelo de extinción exponencial (2)

$$N(t) = N(Tr) * \exp[-Z * (t - Tr)] \quad (4.2.2)$$

Ecuación de Baranov o de captura (1)

$$C(t1, t2) = \frac{F}{Z} * [N(t1) - N(t2)] \quad (4.2.4)$$

Ecuación de captura (2)

$$C(t1,t2) = N(t1) * \frac{F}{Z} * [1 - \exp(-Z*(t2-t1))] \quad (4.2.7)$$

Número promedio de sobrevivientes (de t1 a t2)

$$\bar{N}(t1,t2) = N(t1) * \frac{1 - \exp(-Z*(t2-t1))}{Z*(t2-t1)} \quad (4.2.9)$$

Mortalidad total determinada a partir de registros de CPUE

$$Z = \frac{1}{t2-t1} * \ln \frac{CPUE(t1)}{CPUE(t2)} \quad (4.3.0.3)$$

Curva de captura linealizada, convertida a tallas

$$\ln \frac{C(L1,L2)}{\Delta(L1,L2)} = c - Z*t\left(\frac{L1+L2}{2}\right) \quad (4.4.5.3)$$

Fórmula de Pauly para el cálculo de M, basada en logaritmos naturales

$$\ln M = -0.0152 - 0.279*\ln I_{\infty} + 0.6543*\ln K + 0.463*\ln T \quad (4.7.2.1)$$

Ecuaciones utilizadas en el APV, basadas en la edad

$$\frac{C(y,t,t+1)}{N(y+1,t+1)} = \frac{F(y,t,t+1)}{M+F(y,t,t+1)} * [\exp(F(y,t,t+1) + M) - 1] \quad (5.1.3)$$

$$N(y,t) = N(y+1,t+1)*\exp[F(y,t,t+1) + M] \quad (5.1.4)$$

Análisis de cohorte de Pope, basado en la edad (número de individuos)

$$N(t) = [N(t+\Delta t)*\exp(M*\Delta t/2) + C(t,t+\Delta t)]*\exp(M*\Delta t/2) \quad (5.2.3)$$

Análisis de cohorte de Pope, basado en la edad (mortalidad por pesca)

$$F(t,t+\Delta t) = \frac{1}{\Delta t} * \ln \left[ \frac{N(t)}{N(t+\Delta t)} \right] - M \quad (5.2.4)$$

Análisis de cohorte de Jones, basado en las tallas (número de individuos)

$$N(L1) = [N(L2)*H(L1,L2) + C(L1,L2)]*H(L1,L2) \quad (5.3.4)$$

Ecuación de captura basada en las tallas

$$C(L1,L2) = N(L1)*\frac{F}{Z} * [1 - \exp(-Z*\Delta t)] \quad (5.3.5)$$

Análisis de cohorte de Jones, basado en las tallas (mortalidad por pesca)

$$F(L1,L2) = M* \frac{F(L1,L2) / Z(L1,L2)}{1 - [F(L1,L2) / Z(L1,L2)]} \quad (5.3.6)$$

en donde la tasa de explotación F/Z se deriva de:

$$F(L1,L2)/z(L1,L2) = \frac{C(L1,L2)}{N(L1) - N(L2)} \quad (5.3.7)$$

Curva logística de selectividad en artes de pesca, basada en las tallas

$$S_L = \frac{1}{1 + \exp(S1 - S2*L)} \quad (6.1.1)$$

Fórmulas utilizadas en los análisis de Thompson y Bell, basadas en la edad

intervalo de edad:  $i = (t_i, t_i + \Delta t)$

$$Z_i = M + X * F_i$$

$$N(t_i + \Delta t) = N(t_i) * \exp(-Z_i * \Delta t)$$

$$C_i = [N(t_i) - N(t_i + \Delta t)] * X * F_i / Z_i$$

$$\bar{w}_i = w(t_i + \Delta t / 2) \quad (8.6.1)$$

$$Y_i = C_i * \bar{w}_i$$

$$\bar{B}_i = Y_i / [F_i * \Delta t * X]$$

$$V_i = Y_i * \bar{v}_i$$

Fórmulas utilizadas en los análisis de Thompson y Bell, basadas en las tallas

intervalo de longitud:  $i = (L_i, L_{i+1})$

$$Z_i = M + X * F_i$$

$$N(L_{i+1}) = N(L_i) * \frac{1/H_i - X * F_i / Z_i}{H_i - X * F_i / Z_i} \quad \text{donde}$$

$$H_i = \left[ \frac{L_\infty - L_i}{L_\infty - L_{i+1}} \right]^{m/2k}$$

$$C_i = [N(L_i) - N(L_{i+1})] * X * F_i / Z_i \quad (8.7.7)$$

$$\bar{w}_i = q * [(L_i + L_{i+1}) / 2]^b$$

$$Y_i = C_i * \bar{w}_i$$

$$V_i = Y_i * \bar{v}_i$$

$$\bar{N}_i * \Delta t_i = [N(L_i) - N(L_{i+1})] / Z_i$$

$$\bar{B}_i * \Delta t_i = \bar{N}_i * \Delta t_i * \bar{w}_i$$

Modelo de Schaefer

$$Y(i)/f(i) = a + b * f(i) \quad \text{si } f(i) \leq -a/b \quad (9.1.2)$$

Modelo de Fox

$$\ln (Y(i)/f(i)) = c + d * f(i) \quad (9.1.3)$$

TABLA A2

Métodos basados en transformaciones lineales y en el análisis de regresión lineal:  $y = a + b \cdot x$ 

Método	Supuesto	Independiente (x)	Dependiente (y)	Pendiente (b)	Intercepto (a)	Ecuación
Relación talla-peso	$W_i = q \cdot L_i^b$	$\ln L_i$	$\ln W_i$	b	$\ln q$	2.6.1
Gráfico de Bhattacharya	tallas a la edad $N(\bar{x}, s^2)$	$x + dL/2$	$\Delta \ln N(x + dL/2)$	$-dL/s^2$	$\bar{x} \cdot dL/s^2$	2.6.5
<b>CRECIMIENTO</b>						
Gráfico de Gulland y Holt	$\Delta t$ pequeño pero no constante	$\bar{L}(t)$	$\Delta L/\Delta t$	-K	$K \cdot L_\infty$	3.3.1.1
Gráfico de Ford-Walford	$\Delta t$ constante	$L(t)$	$L(t+\Delta t)$	$\exp(-K \cdot \Delta t)$	$[1 - \exp(-K \cdot \Delta t)] \cdot L_\infty$	3.3.2.1
Método de Chapman	$\Delta t$ constante	$L(t)$	$L(t+\Delta t) - L(t)$	$\exp(-K \cdot \Delta t) - 1$	$[1 - \exp(-K \cdot \Delta t)] \cdot L_\infty$	3.3.2.2
Gráfico de von Bertalanffy	$L_\infty$ conocido	t	$-\ln(1 - L(t)/L_\infty)$	K	$-K \cdot t_0$	3.3.3.1
<b>MORTALIDAD</b>						
<b>Condición de equilibrio</b>						
<b>Basado en la edad</b>	$t \geq T'$					
Curva de captura	$\Delta t$ pequeño y variable	$t + \Delta t/2$	$\ln[C(t, t+\Delta t)/\Delta t]$	-Z	no utilizado	4.4.4.2
Curva de captura	$\Delta t$ constante	t	$\ln C(t, t+\Delta t)$	-Z	no utilizado	4.4.3.1
Curva de captura acumulada	$\Delta t = \infty$	t	$\ln C(t, \infty)$	-Z	no utilizado	4.4.4.1
<b>Basado en las tallas</b>	$L \geq L'$					
Curva de captura		$t(\frac{L1+L2}{2})$	$\ln \frac{C(L1, L2)}{\Delta t(L1, L2)}$	-Z	no utilizado	4.4.5.3
Jones-van Zalinge	$L_\infty$ conocida	$\ln(L_\infty - L1)$	$\ln C(L1, L_\infty)$	Z/K	no utilizado	4.4.6.1
Powell-Wetherall	$L \geq L1 = L'$	L1	$\frac{L - L1}{L - L1}$	$-1/(1+Z/K)$	$L_\infty/(1+Z/K)$	4.5.4.1
Gráfico de Z vs esfuerzo (f)	Coefficiente de capturabilidad (q) constante	$f_i$	$Z_i$	q	M	4.6.1

**TABLA A2 (Continuación) Métodos basados en transformaciones lineales y en el análisis de regresión lineal:  $y = a + b \cdot x$**

Método	Supuestos	Independiente (x)	Dependiente (y)	Pendiente (b)	Intercepto (a)	Ecuación
<b>SELECTIVIDAD</b>						
Copo cubierto	curva logística	L	$\ln(1/S_L - 1)$	-S2	S1	6.1.2
Curva resultante (de la curva de captura)	condición de equilibrio $M_t = Z - F_m \cdot S_t$	t	$\ln(1/S_t - 1)$	-T2	T1	6.4.3.3
Redes de enmalle (experimentos con dos redes)	curva en forma de campana $(Lm, s^2): Lm = SF \cdot m$	$(L1+L2)/2$	$\ln \left[ \frac{Cb(L1, L2)}{Ca(L1, L2)} \right]$	$SF \cdot (m_b - m_a) / s^2$ (no incluidos en el Capítulo 6)	$-(SF)^2 \cdot (m_b^2 - m_a^2) / (2s)^2$	6.2.1.2
<b>MODELOS DE PRODUCCION EXCEDENTARIA</b>						
Modelo de Schaefer	$f > -a/b$	$f_i$	$Y_i / f_i$	$-RMS / f_{RMS}^2$	$2 \cdot RMS / f_{RMS}$	9.1.2
Modelo de Fox	coeficiente de capturabilidad (q) constante	$f_i$	$\ln(Y_i / f_i)$	-1 / $f_{RMS}$	$1 + \ln(RMS / f_{RMS})$	9.1.3
<b>ESTADISTICA</b>						
Media	n datos: $(x_i, y_i)$	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i$	$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum y_i$	$b = s_{xy} / s_x^2$	$a = \bar{y} - \bar{x} \cdot b$	2.1.1 2.4.5 2.4.6
Desviación estándar		$s_x$	$s_y$	sb	sa	
Varianza	valores y son $N(ax+b, s^2)$ con s constante	$s_x^2 = \frac{\sum [x(i) - \bar{x}]^2}{n-1}$	$s_y^2 = \frac{\sum [y(i) - \bar{y}]^2}{n-1}$	$sb^2 = \frac{\left[ \frac{s_y}{s_x} \right]^2 - b^2}{n-2}$	$sa^2 = sb^2 \cdot \left[ \bar{x}^2 + \frac{n-1}{n} \cdot s_x^2 \right]$	2.1.2 2.4.11 2.4.12
Covarianza		$s_{xy} = \frac{1}{n-1} \left[ \sum x(i) \cdot y(i) - \frac{1}{n} \cdot \sum x(i) \cdot \sum y(i) \right]$				2.4.9
Límites de confianza	valores t de la Tabla 2.3.1			$b \pm sb \cdot t_{n-2}$	$a \pm sa \cdot t_{n-2}$	2.4.13 2.4.14

TABLA A3

## Fechas expresadas como fracción del año, a partir del 1 de enero

fecha	nº de días (acumulados)	fracción del año	fecha	nº de días (acumulados)	fracción del año
1 Ene	0	0.00	15 Ene	14	0.04
1 Feb	31	0.08	15 Feb	45	0.12
1 Mar	59	0.16	15 Mar	74	0.20
1 Abr	90	0.25	15 Abr	104	0.28
1 May	120	0.33	15 May	135	0.37
1 Jun	151	0.41	15 Jun	165	0.45
1 Jul	181	0.50	15 Jul	196	0.54
1 Ago	212	0.58	15 Ago	227	0.62
1 Sep	243	0.67	15 Sep	257	0.70
1 Oct	273	0.75	15 Oct	288	0.79
1 Nov	304	0.83	15 Nov	318	0.87
1 Dic	334	0.92	15 Dic	349	0.96
1 Ene	365	1.00	15 Ene	365	1.00
1 Feb	396	1.08	15 Feb	379	1.04
1 Mar	424	1.16	15 Mar	407	1.12
etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.

TABLA A4

## Valores de cuantiles de la distribución t (distribución t de Student)

grados de libertad f	cuantiles			grados de libertad f	cuantiles		
	90% $t_1$	95% $t_1$	99% $t_1$		90% $t_1$	95% $t_1$	99% $t_1$
1	6.31	12.71	63.66	15	1.75	2.13	2.95
2	2.92	4.30	9.93	16	1.75	2.12	2.92
3	2.35	3.18	5.84	17	1.74	2.11	2.90
4	2.13	2.78	4.60	18	1.73	2.10	2.88
5	2.02	2.57	4.03	19	1.73	2.09	2.86
6	1.94	2.45	3.71	20	1.73	2.09	2.85
7	1.90	2.37	3.50	25	1.71	2.06	2.79
8	1.86	2.31	3.36	30	1.70	2.04	2.75
9	1.83	2.26	3.25	40	1.68	2.02	2.70
10	1.81	2.23	3.17	50	1.67	2.01	2.68
11	1.80	2.20	3.11	60	1.67	2.00	2.66
12	1.78	2.18	3.06	80	1.67	1.99	2.64
13	1.77	2.16	3.01	100	1.66	1.98	2.63
14	1.76	2.15	2.98	$\infty$	1.65	1.96	2.58



Esta primera parte del libro «Introducción a la Evaluación de recursos pesqueros tropicales» corresponde al Manual, en el cual se describen detalladamente diversos métodos de evaluación de stocks de peces, con ejemplos de cálculos. Se hace especial énfasis en aquellos métodos basados en el análisis de frecuencias de tallas. Después de una breve introducción a la estadística, se analiza la estimación de los parámetros de crecimiento y las tasas de mortalidad; los métodos de población virtual, incluyendo el análisis de cohorte basado en la edad y en las tallas; la selectividad de artes de pesca; muestreo; modelos predictivos, incluyendo los modelos de rendimiento por recluta de Beverton y Holt y de Thompson y Bell; modelos de producción excedentaria; problemas multispecíficos y de utilización de varias flotas; evaluación de stocks migratorios; y, además, se discute la relación stock/recrutamiento y las prospecciones demersales, utilizando redes de arrastre, incluyéndose el método de área barrida. El manual se complementa con una revisión de las evaluaciones de stocks, donde se indican los métodos que se pueden aplicar de acuerdo a los datos de entrada disponibles. También se describen programas computacionales relevantes producidos por la FAO o en cooperación con ella, y se entrega una extensa lista de referencias, en la que se incluye material para lecturas complementarias.

ISSN 92-5-303996-5 ISSN 1014-1138



M-43

W54495/1/8.97/1000