

RESUMEN: TABLAS DE VIDA

GENERALIDADES



Javier Rodríguez Barrios
Docente – Universidad del Magdalena
*Grupo de Ecología Neotropical - GIEN

Semana	Valoración Seguimiento 1	Valoración
1 (ago. 7 y 9)	Clase magistral: Introducción a la ecología Presentación de la asignatura y de estudiantes. 1. Taller introductorio 2. Taller de Cómputo. Análisis Climático Pautas para la asignación 1. Intro a Ecología	20 20
2 (ago. 14 y 16)	Clase magistral: El clima en los ecosistemas 1. Taller de cómputo - análisis climático Entrega y socialización de la asignación 1. Intro 3. Mesa redonda - Organismos y el Ambiente Pautas para la asignación 3. Mesa redonda ambiente	30
3 (ago. 21 y 23)	Clase magistral: Agua y Suelo en los ecosistemas Entrega y socialización de la asignación 1 (cont.) Entrega y socialización de la asignación 2. Climáticos	
4 (ago. 28 y 30)	Clase magistral: Interacciones de organismos y ambiente. Retroalimentación de la clase. Entrega y socialización de la asignación 3. Ambiente	
5 (sep. 4 y 6)	Clase magistral: Ecología de poblaciones. Modelos exponenciales. Entrega y socialización de la asignación 3 (cont.) 2. Taller de cómputo. Modelos exponenciales y logísticos Entrega de cuestionario de modelos exponenciales y logísticos para estudiar.	

Azul

Asignaciones

Verde

Entrega de asignaciones

Morado

Pautas de asignaciones

Naranja

Taller (computo, granja)

Semana	Valoración Seguimiento 1	Valoración	
6 (sept. 11 y 13)	Clase magistral: Poblaciones. Modelos Logísticos. 4. Quiz de modelos logísticos 2. T. cómputo. Modelos exponenciales y logísticos (cont.) 6. Tablas de vida y demografía de Homo sapiens	10 30	Azul Asignaciones Verde Entrega de asignaciones Morado Pautas de asignaciones Naranja Taller (computo, granja)
7 (sep. 18 y 20)	Clase magistral: Poblaciones. Estructura de Edad Tablas de vida y modelos de edad Control de tabulación de cementerios 5. Parcial 1. Ambiente y poblaciones	80	
	Total Seguimiento 1	150	



ECOLOGÍA DE POBLACIONES

DEFINICIONES

Demografía

B_x
 m_x
 f_x

Nacimientos

N_1 =Crías
 N_2 =Juveniles
 N_3 =Adultos

Muertes

D_x
 d_x
 p_x

Supervivencia

S_x
 I_x

Emigraciones

Inmigraciones

Dinámica Poblacional



DEFINICIONES

Tablas de vida horizontales o dinámicas: sigue a una cohorte desde que nacen hasta que mueren.

Se usan con poblaciones cuyas generaciones no se superponen y que presentan periodos de vida cortos.

Tablas de vida verticales o estáticas: sigue a la población completa (representantes de todas las cohortes) durante un periodo de tiempo más breve.

Se usan con organismos de vida larga y generaciones superpuestas.



$N_{t,X}$ = Número de individuos en la población en la clase de edad X en el tiempo t

S_x = Número de individuos que sobreviven de la clase de edad x a $x+1$

$D_x = N_x - N_{x+1}$ = Número de individuos que mueren de la clase de edad x a $x+1$

$l_x = N_x / N_0$ = Probabilidad de sobrevivencia desde el nacimiento hasta el inicio de la clase X

$d_x = l_x - l_{x+1}$ = Probabilidad de muerte entre la clase de edad x y la $x+1$

$q_x = d_x / l_x = D_x / N_x$ = Tasa de mortalidad específica para la clase X .

$p_x = 1 - q_x$ = Probabilidad de sobrevivencia de la edad x a $x+1$

$b_x = m_x$ = Número de crías hembras que se espera tenga una hembra en la clase X

α = Edad a la primer reproducción, edad a la madurez

ω = Edad a la última reproducción

$T = G = \sum X l_x \times m_x / R_0$ = Tiempo generacional, es el tiempo transcurrido entre el nacimiento de una hembra hasta el nacimiento de su hija considerando la media de todas sus hijas

$R_0 = \sum (l_x * m_x)$ Es la tasa reproductiva neta, la expectativa de vida de los vástagos femeninos

r = tasa intrínseca de crecimiento poblacional, es una medida resumen de la población, explica cuántas hembras puede tener una hembra considerando su sobrevivencia.

$\lambda = e^r$ = Tasa finita de crecimiento poblacional, tasa de crecimiento por unidad de tiempo.



TABLA DE VIDA POR COHORTE (DINÁMICA)

Table 4.4. Life table for a plant species.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
x	N_x	B_x	l_x	S_x	m_x	$l_x \cdot m_x$	$x \cdot l_x \cdot m_x$	$e^{-rx} \cdot l_x \cdot m_x$
0	1000	0	1.000	0.186	0.00	0.000	0.000	0
1	186	0	0.186	0.312	0.00	0.000	0.000	0
2	58	690	0.058	0.586	11.90	0.690	1.380	0.4730
3	34	465	0.034	0.647	13.68	0.465	1.395	0.2639
4	22	314	0.022	0.545	14.27	0.314	1.256	0.1475
5	12	201	0.012	0.417	16.75	0.201	1.005	0.0782
6	5	87	0.005	0.400	17.40	0.087	0.522	0.0280
7	2	35	0.002	0.000	17.50	0.035	0.245	0.0093
8	0	0	0.000	0	0	0	0	0
Total = R_0 =						1.792	5.803	1.0000
						T =	3.238	
						r_{est} =	0.180	
						r =	0.189	
						R =	1.208	



TABLA DE VIDA POR COHORTE (DINÁMICA)

N_x = número de individuos en la clase de edad x

S_x = proporción de sobrevivientes de la clase de edad x a la $x+1$

$l_x = N_x/N_0$ = Probabilidad de sobrevivencia desde el nacimiento hasta la clase de edad x

$b_x = m_x$ = Horario de maternidad. Número de crías que se espera tenga una hembra en la clase x .

Una tabla de vida puede construirse conociendo únicamente el número de organismos en cada categoría:

x	N_x	m_x
0	500	0
1	423	0,5
2	260	1,4
3	195	1
4	50	0,5



EJEMPLO DE TABLAS DE VIDA

EJERCICIOS CEMENTERIOS 2017-2

Tabla de vida general (hombres y mujeres)

Clase de edad	Frecuencia n_o	Vivos No	Supervivencia (S_x)	Tasa de supervivencia (l_x)	L_x	T_x	Esperanza de vida (e_x)
0 - 9	1	122	0,99	1,00	121,50	788,00	6,49
10 - 19	4	121	0,97	0,99	119,00	666,50	5,60
20 - 29	4	117	0,97	0,96	115,00	547,50	4,76
30 - 39	10	113	0,91	0,93	108,00	432,50	4,00
40 - 49	13	103	0,87	0,84	96,50	324,50	3,36
50 - 59	11	90	0,88	0,74	84,50	228,00	2,70
60 - 69	18	79	0,77	0,65	70,00	143,50	2,05
70 - 79	31	61	0,49	0,50	45,50	73,50	1,62
80 - 89	19	30	0,37	0,25	20,50	28,00	1,37
90 - 99	9	11	0,18	0,09	6,50	7,50	1,15
100 - 110	2	2	0,00	0,02	1,00	1,00	1,00
Total	122						

TABLA DE VIDA POR COHORTE (DINÁMICA)

Table 4.2 Cohort life table for red deer hinds on the island of Rhum that were calves in 1957. (After Lowe, 1969.)

Age (years) x	Proportion of original cohort surviving to the beginning of age-class x l_x	Proportion of original cohort dying during age-class x d_x	Mortality rate q_x
1	1.000	0	0
2	1.000	0.061	0.061
3	0.939	0.185	0.197
4	0.754	0.249	0.330
5	0.505	0.200	0.396
6	0.305	0.119	0.390
7	0.186	0.054	0.290
8	0.132	0.107	0.810
9	0.025	0.025	1.000

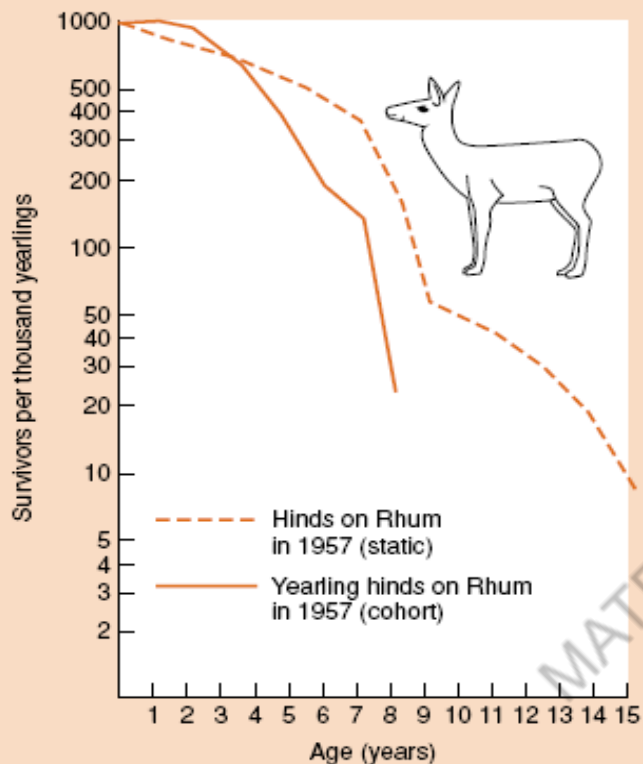


Figure 4.11 Two survivorship curves for red deer hinds on the island of Rhum. As explained in the text, one is based on the cohort life table for the 1957 calves and therefore applies to the post-1957 period; the other is based on the static life table of the 1957 population and therefore applies to the pre-1957 period. (After Lowe, 1969.)

$$d_x = l_x / l_{x+1}$$

$$q_x = d_x / l_x$$

TABLA DE VIDA ESTÁTICA

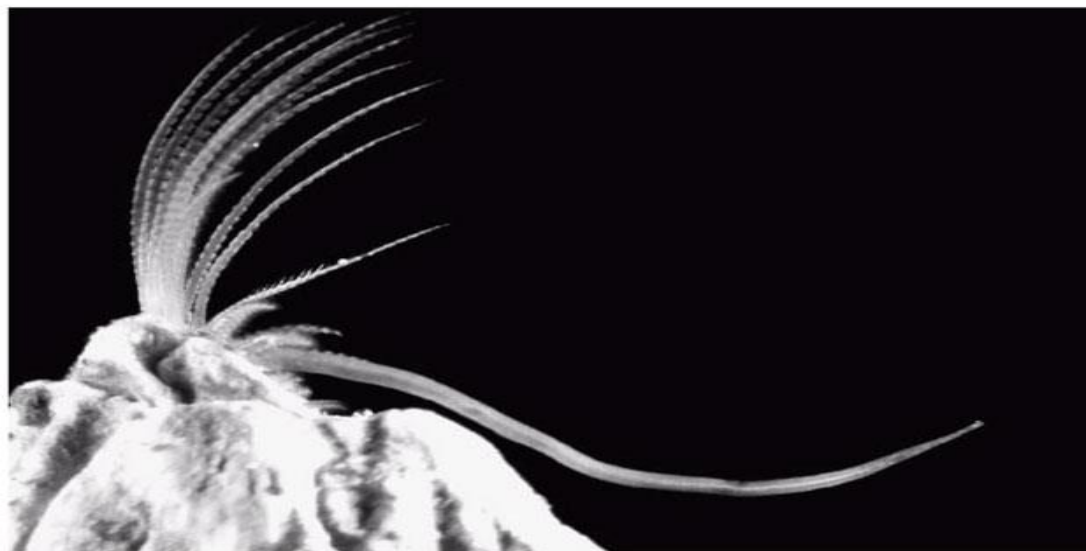
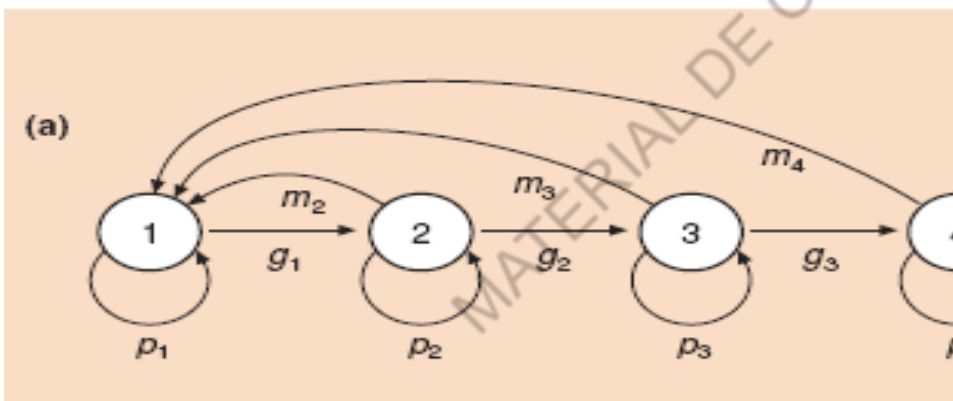


Table 4.3 A static life table for red deer hinds on the island of Rhum, based on the reconstructed age structure of the population in 1957. (After Lowe, 1969.)

Age (years) x	Number of individuals observed of age x			
	a_x	l_x	d_x	q_x
1	129	1.000	0.116	0.116
2	114	0.884	0.008	0.009
3	113	0.876	0.251	0.287
4	81	0.625	0.020	0.032
5	78	0.605	0.148	0.245
6	59	0.457	0.047	—
7	65	0.504	0.078	0.155
8	55	0.426	0.232	0.545
9	25	0.194	0.124	0.639
10	9	0.070	0.008	0.114
11	8	0.062	0.008	0.129
12	7	0.054	0.038	0.704
13	2	0.016	0.008	0.500
14	1	0.080	−0.023	—
15	4	0.031	0.015	0.484
16	2	0.016	—	—

Table 4.5 A cohort life table and a fecundity schedule for the barnacle *Balanus glandula* at Pile Point, San Juan Island, Washington (Connell, 1970). The computations for R_0 , T_c and the approximate value of r are explained in the text. Numbers marked with an asterisk were interpolated from the survivorship curve.

Age (years)					
x	a_x	l_x	m_x	$l_x m_x$	$x l_x m_x$
0	1,000,000	1.000	0	0	
1	62	0.0000620	4,600	0.285	0.28
2	34	0.0000340	8,700	0.296	0.59
3	20	0.0000200	11,600	0.232	0.69
4	15.5*	0.0000155	12,700	0.197	0.78
5	11	0.0000110	12,700	0.140	0.70
6	6.5*	0.0000065	12,700	0.082	0.49
7	2	0.0000020	12,700	0.025	0.17
8	2	0.0000020	12,700	0.025	0.200
				1.282	3.828



CURVAS DE SUPERVIVENCIA

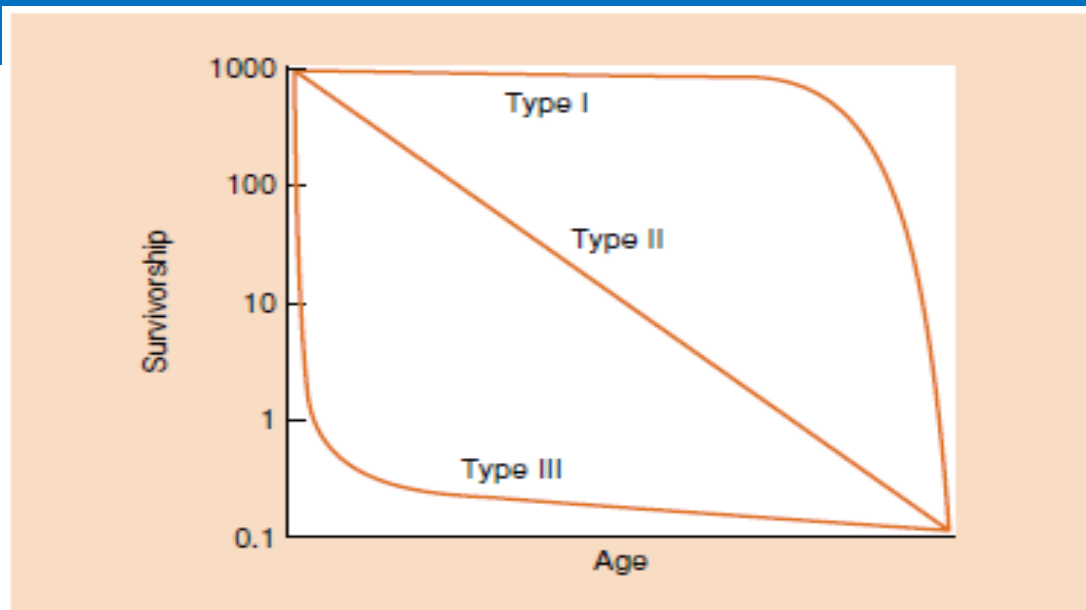


Fig. A classification of survivorship curves. **Type I** (convex) – epitomized perhaps by humans in rich countries, or animals in a zoo – describes the situation in which mortality is concentrated at the end of the maximum lifespan. **Type II** (straight) indicates that the probability of death remains constant with age, and may well apply to the buried seed banks of many plant populations. **Type III** (concave) indicates extensive early mortality, with those that remain having a high rate of survival subsequently. This is true, for example, of many marine fish, which produce millions of eggs of which very few survive to become adults. (Deevey, 1947).

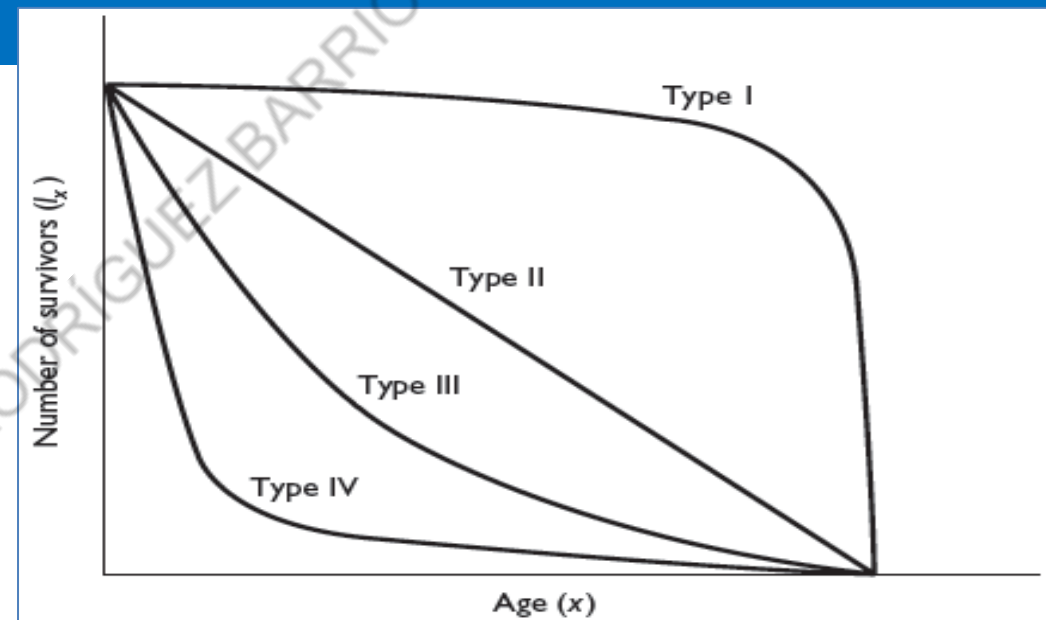


Fig. Types of survivorship curves (after Slobodkin, 1962).

Es diferente por no estar en escala logarítmica. Tipos II y III de Deevey = Tipo III y IV de Slobodkin, respectivamente.

EJERCICIOS CEMENTERIOS 2017-2

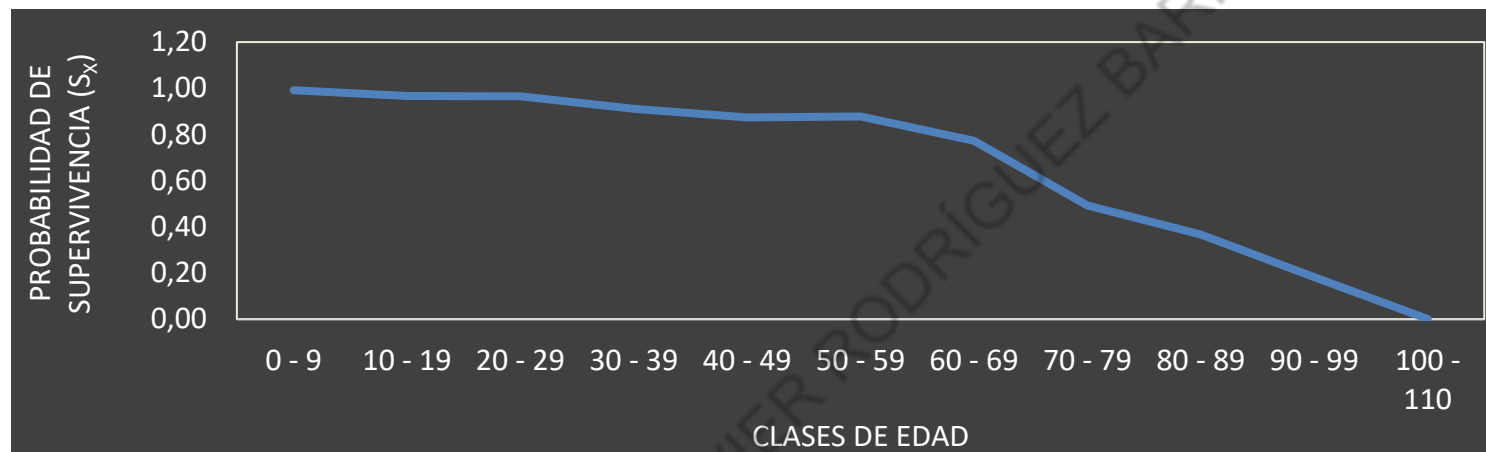


Figura 6. Curva de supervivencia general.

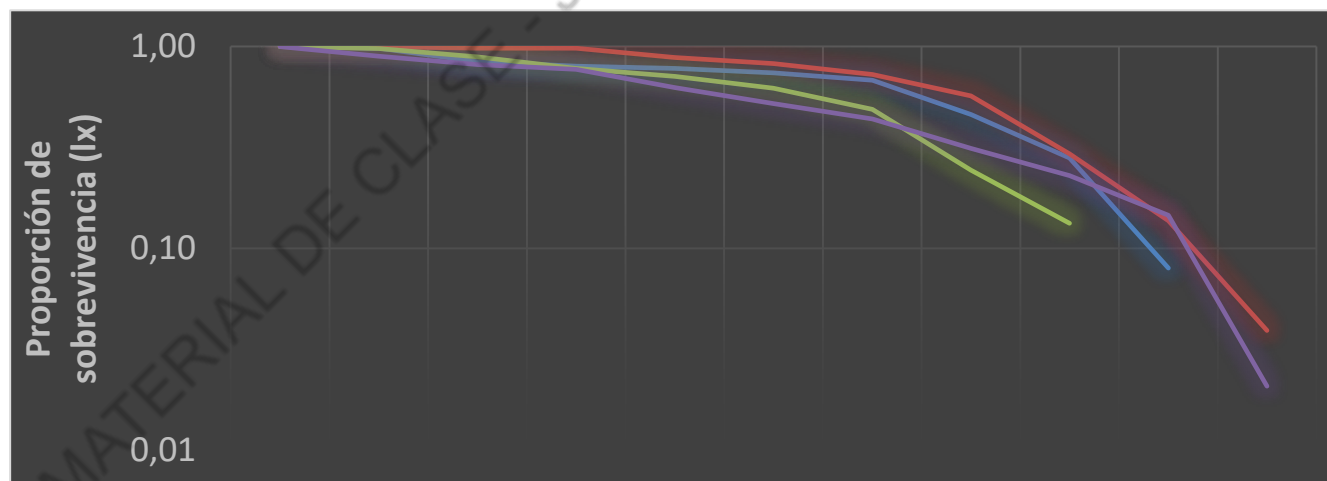


Figura 7. Curva de supervivencia en las mujeres en los distintos cementerios muestreados. Cementerio SAB en azul, T en naranja, SM en gris y JP en amarillo.

EJERCICIOS CEMENTERIOS 2017-2

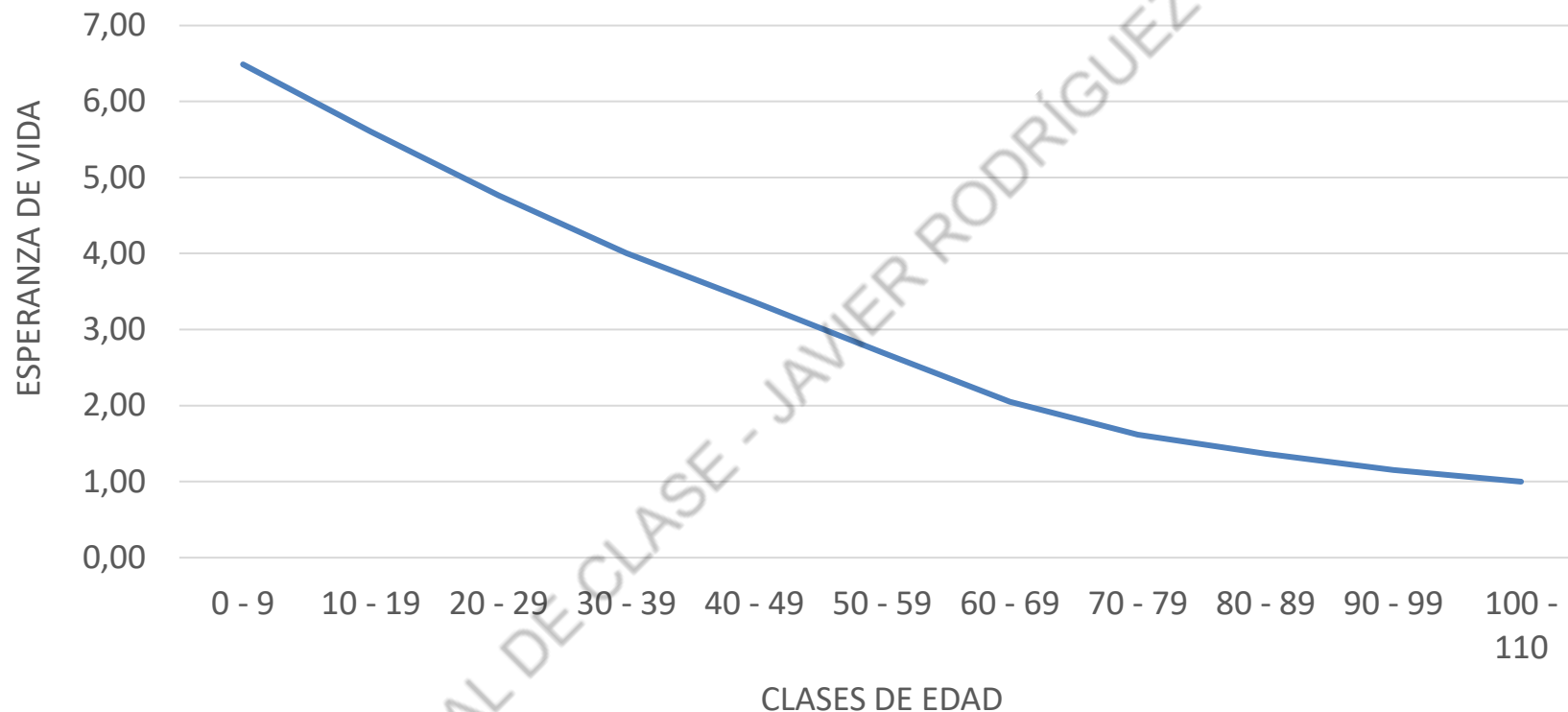


Figura 6. Curva de sobrevivencia general.

Principales limitaciones de las tablas de vida

- Información limitada.
- Difícil estimar con precisión la edad de los individuos.
- No pueden usarse con ciclos de vida en los que las tasas de mortalidad y fecundidad dependen del tamaño o del estadio más que de la edad.

MODELOS DE ESTRUCTURA DE EDAD

Matrix Population Models

SECOND
EDITION

CONSTRUCTION, ANALYSIS, AND INTERPRETATION



Javier Rodríguez Barrios

Docente – Universidad del Magdalena

*Grupo de Ecología Neotropical - GIEN



MODELOS DE ESTRUCTURA DE EDAD

Modelo exponencial considera a los organismos idénticos (b y d independientes de la edad).

Aplicación: predecir en que momento los individuos se pueden retirar, manejar y/o reintroducir o repoblar.

Estructura de edades



MODELOS POBLACIONALES MATRICIALES

ESTRUCTURA DE EDADES

Ej: Censo de individuos: n edades (x), n_n individuos, Supervivencia (S_x) y Fecundidad (F_x). Se quiere proyectar la población.

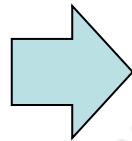
*Ver ajustes en Clase 8

Tabla de Vida

x	$N_x = n_t$	S_x	F_x
0	n_0	S_0	F_0
1	n_1	S_1	F_1
2	n_2	S_2	F_2
...
n	n_n	S_n	F_n

Proyección matricial

$$L \cdot n_t = n_{t+1}$$



LESLIE - L					n_t		n_{t+1}
F_0	F_1	F_2	...	F_n	n_0		$n_{0(1)}$
S_0	0	0	..	0	n_1		$n_{1(1)}$
0	S_1	0	...	0	n_2	=	$n_{2(1)}$
0	0	...	...	0	...		...
0	0	0	S_n	0	n_n		$n_{n(1)}$

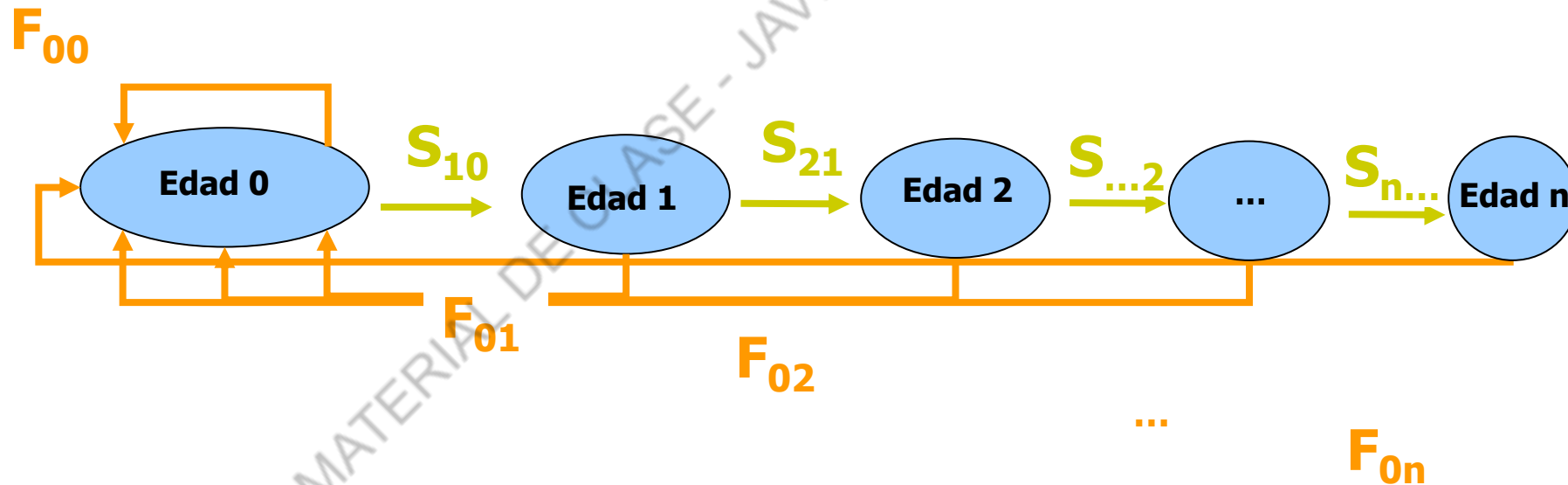
ESTRUCTURA DE EDADES

Tabla de Vida

x	$N_x = n_t$	S_x	F_x
0	n_0	S_0	F_0
1	n_1	S_1	F_1
2	n_2	S_2	F_2
...
n	n_n	S_n	F_n

Proyección matricial

t	0	1	2	...	n			
t_1	LESLIE - L						n_t	n_{t+1}
0	F_{00}	F_{01}	F_{02}	...	F_{0n}	.	n_0	$n_{0(1)}$
1	S_{10}	0	0	..	0		n_1	$n_{1(1)}$
2	0	S_{21}	0	...	0		n_2	$n_{2(1)}$
...	0	0	$S_{...2}$	...	0		...	...
n	0	0	0	$S_{n...}$	0		n_n	$n_{n(1)}$



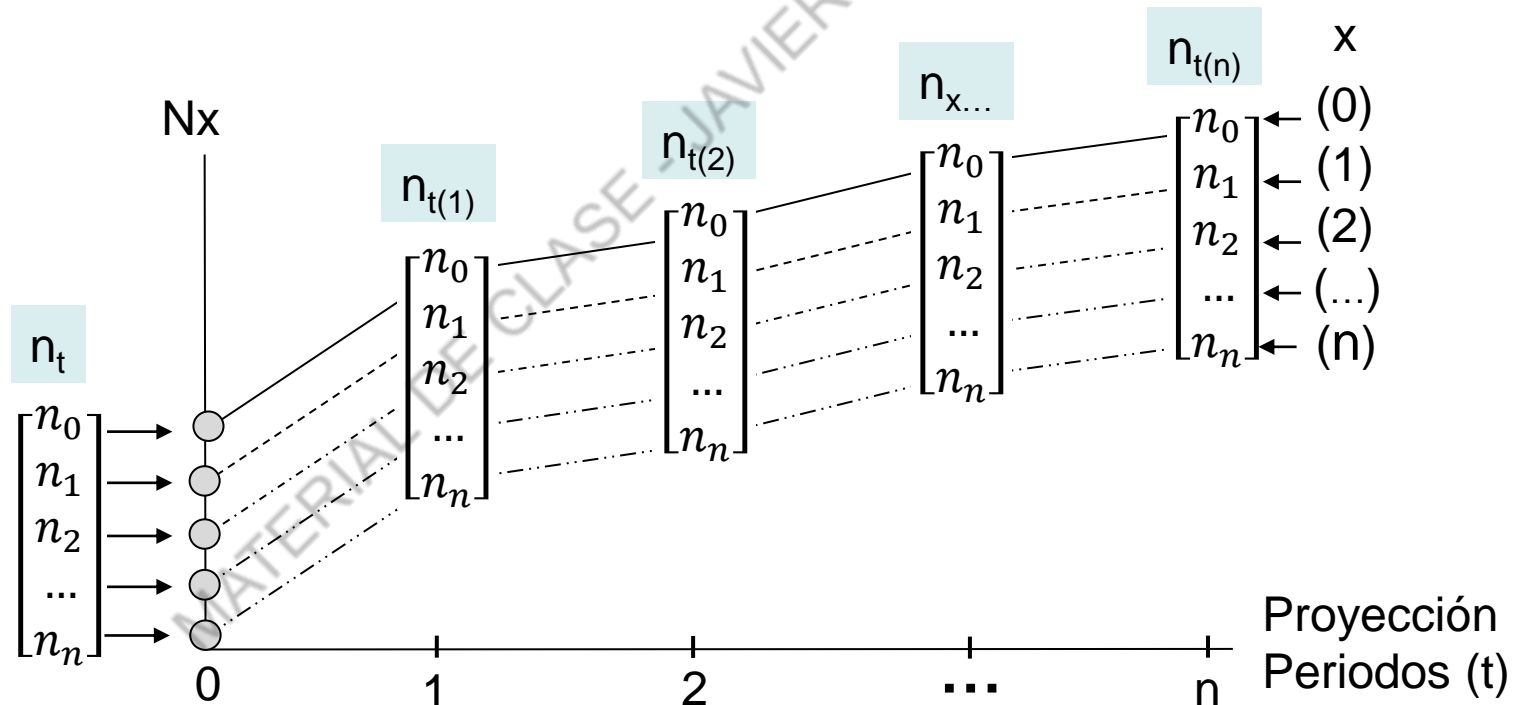
ESTRUCTURA DE EDADES

Tabla de Vida

x	$N_x = n_t$	S_x	F_x
0	n_0	S_0	F_0
1	n_1	S_1	F_1
2	n_2	S_2	F_2
...
n	n_n	S_n	F_n

Proyección matricial

LESLIE - L						n_t	n_{t+1}
F_0	F_1	F_2	...	F_n		n_0	$n_{0(1)}$
S_0	0	0	..	0		n_1	$n_{1(1)}$
0	S_1	0	...	0	.	n_2	$n_{2(1)}$
0	0	...	...	0		...	...
0	0	0	S_n	0		n_n	$n_{n(1)}$



TALLER EN CASA

x	Nx	mx	Bx	lx	Sx	dx	Px	qx	$l_x m_x$	$x l_x m_x$	$e^{-rx} l_x m_x$
0	500	0	0	1	0,85	0,15	0,85	0,15	0,00	0,00	0,00
1	423	0,5	211,5	0,846	0,61	0,33	0,67	0,39	0,42	0,42	0,33
2	260	1,4	364	0,52	0,75	0,13	0,87	0,25	0,73	1,46	0,45
3	195	1	195	0,39	0,26	0,29	0,71	0,74	0,39	1,17	0,19
4	50	0,5	25	0,1	0,00	0,10	0,90	1,00	0,05	0,20	0,02
									1,59	3,25	1,00

Ro=	1,591
T=	2,042
r_{est}	0,227
r=	0,236
Lambda=	1,039

Postbreeding

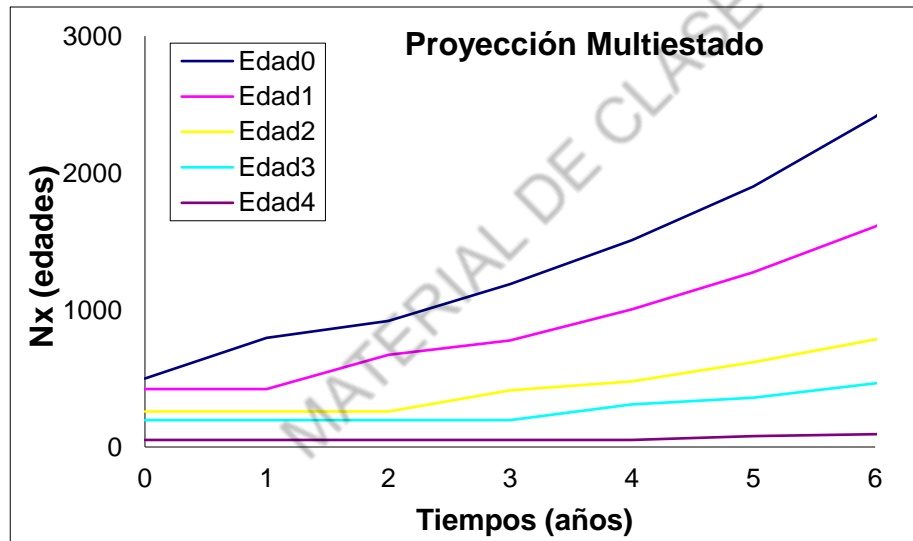
*Ver ajustes en Clase 8

Edad	0	1	2	3	4
0	Fo	F1	F2	F3	F4
1	So	0	0	0	0
2	0	S1	0	0	0
3	0	0	S2	0	0
4	0	0	0	S3	0



=MMULT(datos)

Edad	0	1	2	3	4	n_t	n_{t1}	n_{t2}	n_{t3}
0	0,42	0,86	0,75	0,13	0,00	500	796	920	1188
1	0,00	0	0	0	0	423	423	673	779
2	0	0,00	0	0	0	260	260	260	414
3	0	0	0,00	0	0	195	195	195	195
4	0	0	0	0,00	0	50	50	50	50
Total						1724	2098	2626	3352



$\lambda = \text{Tasa finita de crec.}$

$$\lambda = \frac{\sum n_{t+1}}{\sum n_t}$$

$$\lambda = \frac{2098}{1724} = 1,218$$

ESTRUCTURA DE EDADES

Ej: Censo de peces: 26 peces de 1 año; 16 de 2 años; 12 de 2-3 años, etc.

Notación en
tiempo actual

$$\begin{pmatrix} 26 \\ 16 \\ 12 \\ 12 \end{pmatrix}$$

Notación en
términos de n_t

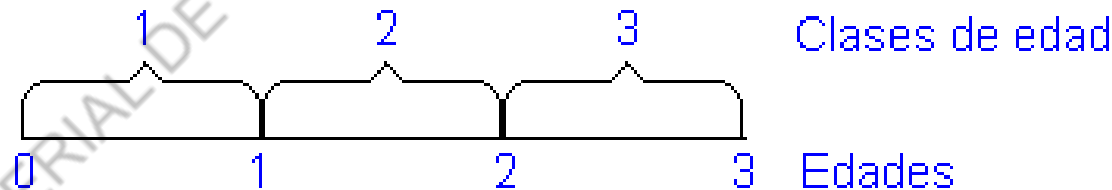
$$\begin{matrix} n_t \\ \begin{pmatrix} n_1(t) \\ n_2(t) \\ n_3(t) \\ n_4(t) \end{pmatrix} \end{matrix}$$

ESTRUCTURA DE EDADES

Restricciones del modelo.

1. Se trabaja con intervalos o lapsos de tiempo iguales.
2. Crecimiento continuo es aproximado pues trabaja con clases de edad.

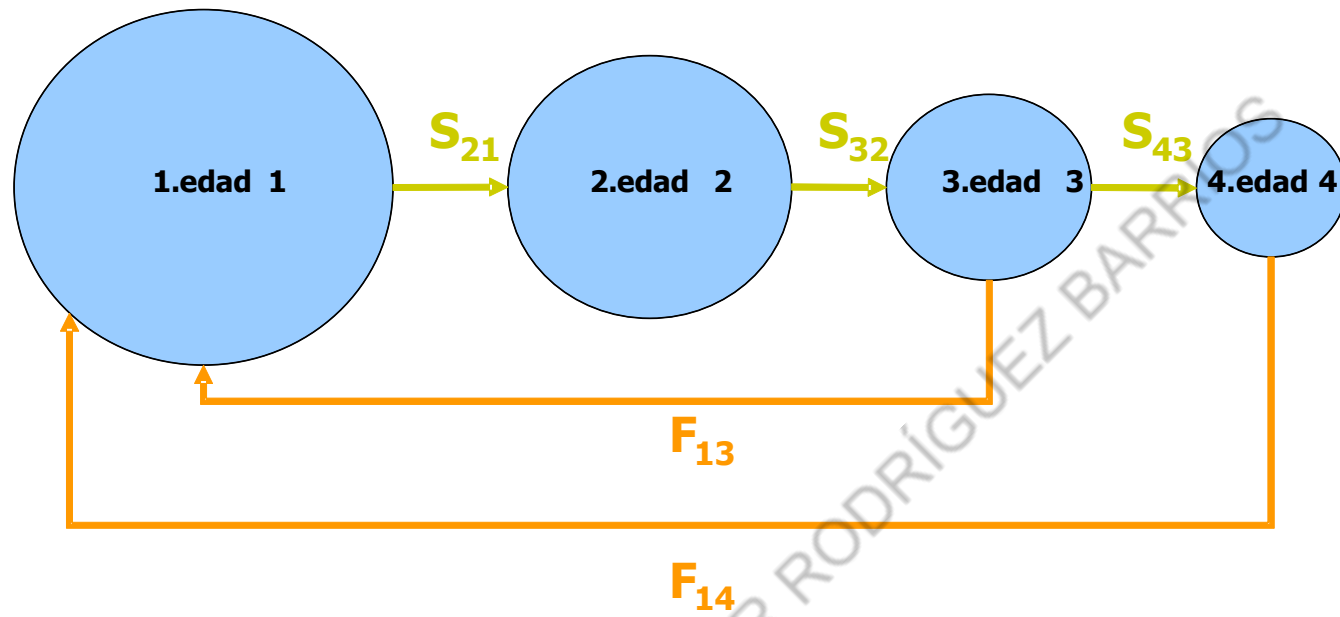
Gotelli trabaja con *clases de edad*, Akcakaya trabaja con *edades*.



ESTRUCTURA DE EDADES

Supuestos del modelo.

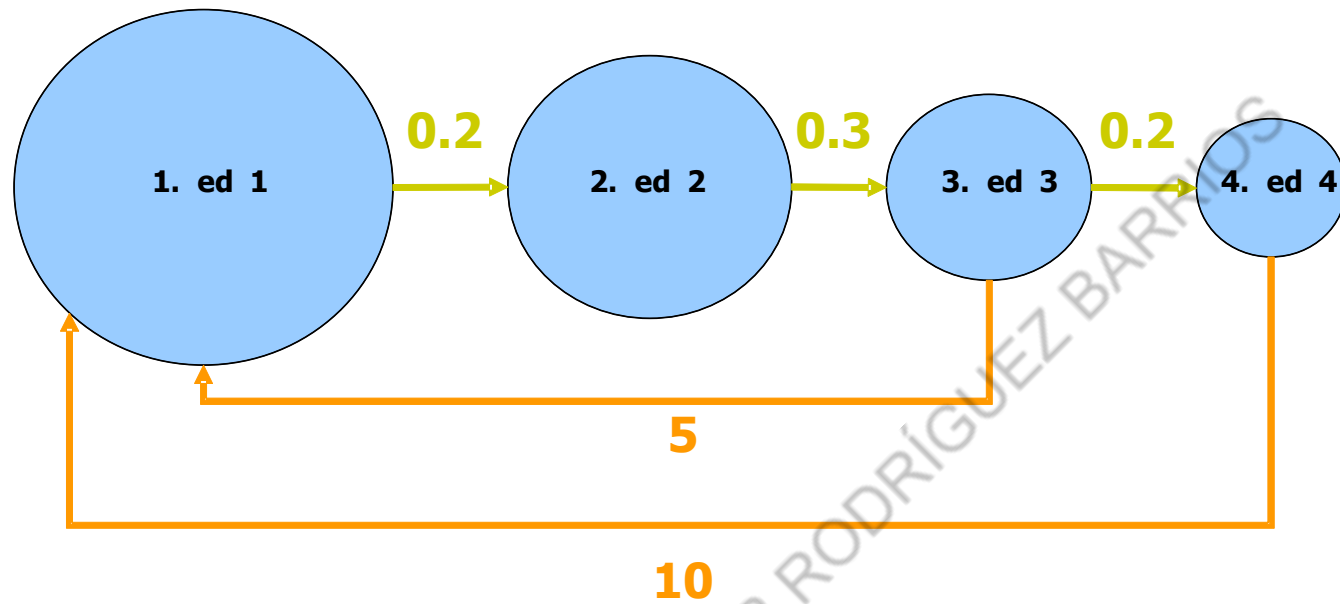
1. Organismos de la misma edad presentan iguales valores de “S y F”.
2. La población es cerrada – sin migración ni emigración.
3. Recursos ilimitados (no hay denso-dependencia).
4. Nacimientos se realizan por pulsos (patrón discreto).



Tiempo t (j = columnas)

Tiempo t + 1 (i =
renglones)

	ed 1	ed 2	ed 3	ed 4
ed 1	0	0	F_{13}	F_{14}
ed 2	S_{21}	0	0	0
ed 3	0	S_{32}	0	0
ed 4	0	0	S_{43}	0



*Ver ajustes en Clase 8

Tiempo actual t (j = columnas)

	ed 1	ed 2	ed 3	ed 4
ed 1	0	0	5	10
ed 2	0.2	0	0	0
ed 3	0	0.3	0	0
ed 4	0	0	0.2	0

**Tiempo siguiente t + 1
(i = renglones)**

**MATRIZ
DE LESLIE
(1945)**

IMPORTANCIA RELATIVA DE CADA PROCESO DEMOGRÁFICO

SUPERVIVENCIA = Subdiagonales

0.31

FECUNDIDAD = Primer renglón

140

Tiempo actual t (j = columnas)

		ed 1	ed 2	ed 3	ed 4
Tiempo siguiente $t + 1$ (i = renglones)	ed 1	0	0	5	10
	ed 2	0.2	0	0	0
	ed 3	0	0.3	0	0
	ed 4	0	0	0.2	0

**MATRIZ
DE LESLIE
(1945)**

MODELOS DE ESTRUCTURA DE ESTADO



A potter wasp (*Delta unguiculata*)



Javier Rodríguez Barrios
Docente – Universidad del Magdalena
*Grupo de Ecología Neotropical - GIEN