



# Tema 9. Ciclos vitales. Enfoque demográfico

- Estrategias reproductivas
- Semelparidad vs Iteroparidad
- Concepto de cohorte
- Tablas de vida: variables de estado:  $l_x$  y  $m_x$
- Tipos de curvas de supervivencia y fecundidad
- Tasa reproductiva neta y Tiempo de generación
- Valor reproductivo



## **CICLOS DE VIDA**

Descripción de la dinámica poblacional, integrando nacimientos, muertes y migraciones.

Figura 5.5 Townsend et al. 2003. CICLOS DE VIDA :  
Representación cuantitativa del ciclo de vida del Carbonero

Compromiso entre la asignación de recursos al crecimiento vegetativo y reproductivo.

Figura 5.2 Townsend et al. 2003. Las diferentes  
fases de un CICLO DE VIDA



Compromiso entre la asignación de recursos al crecimiento vegetativo y reproductivo.

**FIGURA 14.3**

Asignación de calorías en *Senecio* a distintas estructuras a lo largo del ciclo vital

BEGON et al Editorial Omega Tercera Edición

Figura 5.3 Townsend et al. 2003.

Asignación de recursos a distintas estructuras de una planta:  
a lo largo de su CICLOS DE VIDA.

Ejemplo *Sparaxis grandiflora*



Un compromiso: estrategias reproductivas iteróparas y semélparas

Figura 5.4 Townsend et al. 2003. CICLOS DE VIDA :

Organismos iteróparos y organismos semélparos

Hay una gran variedad de combinaciones a partir de diferentes longevidades, fenologías, iteroparidad, semelparidad,...

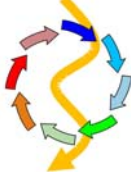
FIGURA 4.10 BEGON et al Editorial Omega  
Tercera Edición



**Cohorte:** grupo de individuos de una población que han sido generados en un período de tiempo definido, individuos coetáneos.

Box 5.2 Página 164-165 Townsend et al.  
2003.

Bases de las cohortes y las tablas de vida



**Tabla de vida** de una cohorte de saltamontes (*Chorthippus brunneus*, Ortóptero)  
A partir de Begon et al. (1996)

ESTADI	X	Nº INDIVIDUS AL PRINCIPI DE CADA ESTADI	PROPORCIÓ DE LA COHORT ORIGINAL QUE SOBREVIU A CADA ESTADI	ESPERANÇA DE VIDA	PROPORCIÓ DE LA COHORT ORIGINAL QUE MOR A CADA ESTADI	TAXA DE MORTALITAT ESPECÍFICA DE LA CLASSE	PROGÈNE PRODUIDA A CADA ESTADI	FECUNDITAT INDIVIDUAL	PROGÈNE PRODUIDA PER INDIVIDU ORIGINAL A CADA ESTADI	VALOR REPRODUCTIU
		$a_x$	$l_x$	$e_x$	$d_x$	$q_x$	$F_x$	$m_x$	$l_x m_x$	$v_x$
OUS	0	44000	1.000	1.245	0.920	0.920	-	-	-	0.5
LARVARI I	1	3513	0.080	3.063	0.022	0.28	-	-	-	6.3
LARVARI 2	2	2529	0.058	2.845	0.014	0.24	-	-	-	8.7
LARVARI 3	3	1922	0.044	2.432	0.011	0.25	-	-	-	11.5
LARVARI 4	4	1461	0.033	1.909	0.003	0.11	-	-	-	15.1
ADULT	5	1300	0.030	1	-	-	22617	17	0.51	17.0

$a_x$ : número total de individus observados en cada clase de edad o estadio de desarrollo o clases de tamaño, etc.



$l_x$ : proporción de la cohorte inicial que sobrevive hasta el inicio del siguiente estadio. Estandarización de la variable  $a_x$  para cualquier población.

$$l_x = a_x / a_0$$

FIGURA 4.12 BEGON et al Editorial Omega  
Tercera Edición INGLÉS

Figura 5.9 Townsend et al. 2003. CICLOS DE VIDA :

Clasificación de las curvas de supervivencia:  $l_x$  y riesgo de mortalidad en función de la edad



Figura 5.3 Gráficas de supervivencia. Pianka (1982)

TIPO I – *Phlox drummondii* (fanerógama polemoniácea), *Ovis dalli* (cabra de Dall), *Cervus elaphus* (ciervo), *Homo sapiens*

TIPO II – *Hydra* sp. (hidrozoo), *Ranunculus acris* (fanerógama ranunculácea), *Geospiza scandens* (fringílido), *Ambostyma texanum* (salamandra)

TIPO III – *Lepidosaphes ulma* (insecto agalla), *Melilotus alba* (fanerógama fabácea), *Balanus glandula* (crustáceo cirrípedo), *Chorthippus brunneus* (saltamontes), *Lymantria dispar* (lepidóptero).

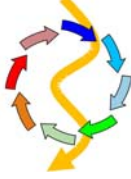
Mackenzie et al. 1998 Fig 1. Página 77





La curva de supervivencia, aún siendo característica de la especie, también depende del ambiente en que vive la población, por ejemplo de la densidad de individuos:

Ejemplo *Erophila verna* Figura 5.10 Townsend et al. 2003. CICLOS DE VIDA :



ESTADI	X	Nº INDIVIDUS AL PRINCIPI DE CADA ESTADI	PROPORCIÓ DE LA COHORT ORIGINAL QUE SOBREVIU A CADA ESTADI	ESPERANÇA DE VIDA	PROPORCIÓ DE LA COHORT ORIGINAL QUE MOR A CADA ESTADI	TAXA DE MORTALITAT ESPECÍFICA DE LA CLASSE	PROGÈNIE PRODUIDA A CADA ESTADI	FECUNDITAT INDIVIDUAL	PROGÈNIE PRODUIDA PER INDIVIDU ORIGINAL A CADA ESTADI	VALOR REPRODUCTIU
		$a_x$	$l_x$	$e_x$	$d_x$	$q_x$	$F_x$	$m_x$	$l_x m_x$	$v_x$
OUS	0	44000	1.000	1.245	0.920	0.920	-	-	-	0.5
LARVARI 1	1	3513	0.080	3.063	0.022	0.28	-	-	-	6.3
LARVARI 2	2	2529	0.058	2.845	0.014	0.24	-	-	-	8.7
LARVARI 3	3	1922	0.044	2.432	0.011	0.25	-	-	-	11.5
LARVARI 4	4	1461	0.033	1.909	0.003	0.11	-	-	-	15.1
ADULT	5	1300	0.030	1	-	-	22617	17	0.51	17.0



“ $e_x$ ”: **Esperanza de vida**. Número de clases (de edad, estadios de desarrollo..) que por término medio vivirá un individuo de una determinada clase.

$$e_x = \left[ \sum_{y=x}^{y \max} l_y \right] \cdot l_x^{-1}$$



ESTADI	X	Nº INDIVIDUS AL PRINCIPI DE CADA ESTADI	PROPORCIÓ DE LA COHORT ORIGINAL QUE SOBREVIU A CADA ESTADI	ESPERANÇA DE VIDA	PROPORCIÓ DE LA COHORT ORIGINAL QUE MOR A CADA ESTADI	TAXA DE MORTALITAT ESPECÍFICA DE LA CLASSE	PROGÈNIE PRODUIDA A CADA ESTADI	FECUNDITAT INDIVIDUAL	PROGÈNIE PRODUIDA PER INDIVIDU ORIGINAL A CADA ESTADI	VALOR REPRODUCTIU
		$a_x$	$l_x$	$e_x$	$d_x$	$q_x$	$F_x$	$m_x$	$l_x m_x$	$v_x$
OUS	0	44000	1.000	1.245	0.920	0.920	-	-	-	0.5
LARVARI I	1	3513	0.080	3.063	0.022	0.28	-	-	-	6.3
LARVARI 2	2	2529	0.058	2.845	0.014	0.24	-	-	-	8.7
LARVARI 3	3	1922	0.044	2.432	0.011	0.25	-	-	-	11.5
LARVARI 4	4	1461	0.033	1.909	0.003	0.11	-	-	-	15.1
ADULT	5	1300	0.030	1	-	-	22617	17	0.51	17.0



$d_x$ : proporció de la cohorte original que muere en cada estadio. Sus valores se pueden sumar por tanto para obtener la proporció de la cohorte original que muere entre dos estadios. Si se expresa en log se denomina poder de mortalidad, “killing power”, o valor k ( $k_x$ ).

$q_x$ : tasa de mortalidad específica de la clase; mide la intensidad de la mortalidad o probabilidad de muerte en cada estadio. A diferencia de  $d_x$  tiene en cuenta el número de individuos remanentes en el estadio anterior. También  $q_x=1-p_x$ , donde  $p_x$ : es la probabilidad de supervivencia.

$$d_x = l_x - l_{x+1} \quad q_x = d_x / l_x \quad k_x = \log a_x - \log a_{x+1}$$



Mortalidad específica de la clase y “*killing power*”

FIGURA 4.15 BEGON et al Editorial Omega  
Tercera Edición

Ejemplo de *Crevus elaphus*  
FIGURA 1.15. BEGON et al 1996 Third Edition



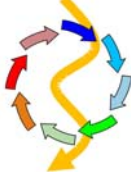
ESTADI	X	Nº INDIVIDUS AL PRINCIPI DE CADA ESTADI	PROPORCIÓ DE LA COHORT ORIGINAL QUE SOBREVIU A CADA ESTADI	ESPERANÇA DE VIDA	PROPORCIÓ DE LA COHORT ORIGINAL QUE MOR A CADA ESTADI	TAXA DE MORTALITAT ESPECÍFICA DE LA CLASSE	PROGÈNIE PRODUIDA A CADA ESTADI	FECUNDITAT INDIVIDUAL	PROGÈNIE PRODUIDA PER INDIVIDU ORIGINAL A CADA ESTADI	VALOR REPRODUCTIU
		$a_x$	$l_x$	$e_x$	$d_x$	$q_x$	$F_x$	$m_x$	$l_x m_x$	$v_x$
OUS	0	44000	1.000	1.245	0.920	0392	-	-	-	0.5
LARVARI I	1	3513	0.080	3.063	0.022	0.28	-	-	-	6.3
LARVARI 2	2	2529	0.058	2.845	0.014	0.24	-	-	-	8.7
LARVARI 3	3	1922	0.044	2.432	0.011	0.25	-	-	-	11.5
LARVARI 4	4	1461	0.033	1.909	0.003	0.11	-	-	-	15.1
ADULT	5	1300	0.030	1	-	-	22617	17	0.51	17.0



$F_x$ : número total de huevos (progenie, descendientes) depositados en cada estadio.

$m_x$ : Fecundidad individual o tasa de nacimiento. Número medio de huevos producidos por cada individuo perteneciente a este estadio.

$$m_x = F_x / a_x$$



ESTADI	x	Nº INDIVIDUS AL PRINCIPI DE CADA ESTADI	PROPORCIÓ DE LA COHORT ORIGINAL QUE SOBREVIU A CADA ESTADI	ESPERANÇA DE VIDA	PROPORCIÓ DE LA COHORT ORIGINAL QUE MOR A CADA ESTADI	TAXA DE MORTALITAT ESPECÍFICA DE LA CLASSE	PROGÈNIE PRODUIDA A CADA ESTADI	FECUNDITAT INDIVIDUAL	PROGÈNIE PRODUIDA PER INDIVIDU ORIGINAL A CADA ESTADI	VALOR REPRODUCTIU
		$a_x$	$l_x$	$e_x$	$d_x$	$q_x$	$F_x$	$m_x$	$l_x m_x$	$v_x$
OUS	0	44000	1.000	1.245	0.920	0392	-	-	-	0.5
LARVARI I	1	3513	0.080	3.063	0.022	0.28	-	-	-	6.3
LARVARI 2	2	2529	0.058	2.845	0.014	0.24	-	-	-	8.7
LARVARI 3	3	1922	0.044	2.432	0.011	0.25	-	-	-	11.5
LARVARI 4	4	1461	0.033	1.909	0.003	0.11	-	-	-	15.1
ADULT	5	1300	0.030	1	-	-	22617	17	0.51	17.0

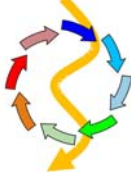
$R_0$ : **Tasa reproductiva básica.** Número medio de descendientes por individuo de la cohorte original producidos. En especies anuales indica si la población ha crecido o no ( $N_1=N_0$  R)

O lo que es lo mismo, el sumatorio de la probabilidad de llegar a un estadio multiplicado por el número medio de descendientes por individuo de este estadio.

En el ejemplo  $R_0 = \sum l_x m_x = \sum F_x / a_0 = 0.51$

$$R_0 = \sum F_x / a_0$$

$$R_0 = \sum l_x m_x$$



ESTADI	X	Nº INDIVIDUS AL PRINCIPI DE CADA ESTADI	PROPORCIÓ DE LA COHORT ORIGINAL QUE SOBREVIU A CADA ESTADI	ESPERANÇA DE VIDA	PROPORCIÓ DE LA COHORT ORIGINAL QUE MOR A CADA ESTADI	TAXA DE MORTALITAT ESPECÍFICA DE LA CLASSE	PROGÈNIE PRODUIDA A CADA ESTADI	FECUNDITAT INDIVIDUAL	PROGÈNIE PRODUIDA PER INDIVIDU ORIGINAL A CADA ESTADI	VALOR REPRODUCTIU
		$a_x$	$l_x$	$e_x$	$d_x$	$q_x$	$F_x$	$m_x$	$l_x m_x$	$v_x$
OUS	0	44000	1.000	1.245	0.920	0392	-	-	-	0.5
LARVARI I	1	3513	0.080	3.063	0.022	0.28	-	-	-	6.3
LARVARI 2	2	2529	0.058	2.845	0.014	0.24	-	-	-	8.7
LARVARI 3	3	1922	0.044	2.432	0.011	0.25	-	-	-	11.5
LARVARI 4	4	1461	0.033	1.909	0.003	0.11	-	-	-	15.1
ADULT	5	1300	0.030	1	-	-	22617	17	0.51	17.0



$RV_x$ : Valor reproductivo. Perspectivas de descendencia de un individuo de una clase de edad determinada. Tiene en cuenta la probabilidad de sobrevivir y el número medio de descendientes que dejan los individuos que llegan a las sucesivas clases.

$$RV_x = \sum_{y=x}^{y_{\max}} \frac{l_y}{l_x} \cdot m_y \cdot R^{x-y} = m_x + \sum_{y=x+1}^{y_{\max}} \frac{l_y}{l_x} \cdot m_y \cdot R^{x-y}$$

valor reproductivo actual + valor reproductivo futuro

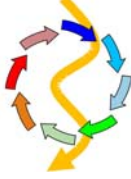


El valor reproductivo frecuentemente muestra una curva unimodal, pero no siempre

Figura 5.5 Valor reproductivo respecto a la edad para distintas poblaciones. Pianka (1982)

FIGURA 14.4 BEGON et al Editorial Omega Tercera Edición





¿Como se puede calcular la tasa de crecimiento de la población cuando las generaciones se solapan?

En este caso las tablas de vida estáticas ( $a_x$  es el número de individuos en cada clase de edad en un momento determinado) ofrecen una solución, aunque pobre

Cuando hay solapamiento,  $R_0$  continua correspondiendo con la descendencia que por término deja un individuo, considerando la probabilidad de supervivencia, pero ya no es una estimación válida de la dinámica de la población

Se puede usar la siguiente estimación:

$$1) N_T = N_0 * R_0 \quad 2) N_1 = N_0 * R \quad N_2 = N_1 * R \quad N_t = N_0 * R^t \quad N_T = N_0 * R^T$$

Donde  $R_0$  tasa reproductiva básica (paso de una generación a otra) y  $R$  es tasa reproductiva neta fundamental (en sucesivos momentos en el tiempo, no necesariamente generaciones)

$$R_0 = R^T \Rightarrow \ln R_0 = T * \ln R \quad \text{y si } \ln R = r, \quad r = \frac{\ln R_0}{T}$$

Donde  $r =$  **tasa intrínseca de incremento natural o crecimiento, cuyo cálculo se puede aproximar mediante la expresión:**

$$r = \frac{\ln R_0}{T_c}$$

donde  $T_c$  es el tiempo medio de generación, y calculando  $T_c$  sabiendo que es igual a la suma **entre** todos los periodos entre nacimientos dividido por la suma de todos los nacimientos, es decir:

$$T_c = \frac{\sum F_x * x}{\sum F_x} = \frac{\sum l_x * m_x * x}{\sum l_x * m_x} = \frac{\sum l_x * m_x * x}{R_0} \quad \text{y por tanto } N_t \quad N_t = N_0 * R^t = N * e^{r*t}$$

será



**DISPERSIÓN.** A veces puede explicar la la persistencia de poblaciones que de otra manera no podrian existir

FIGURA 15.19 BEGON et al Editorial Omega  
Tercera Edición

Variación de la mrtalidad y de la producción de  
semillas en Cakile edentula



**MIGRACIÓN.** Se puede considerar un tipo de dispersión, pero afecta a grupos de individuos (movimientos en masa). Pueden ser desplazamientos cíclicos: no siempre supone la colonización de nuevos espacios. Puede estar relacionada con recursos, pero no siempre.

FIGURA 5.14 BEGON et al Editorial Omega  
Tercera Edición

Esquemas de migración



Bibliografía Tema 9

Begon, M.; Harper, J.L.; Townsend, C.R. (1999). *Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades*. Editorial Omega. Tercera Edición.

Begon, M.; Mortimer M.; Thompson, D.J. (1996). *Population Ecology. A Unified Study of Animals and Plants*. Blackwell Science Publishing. Third Edition.

Mackenzie, A, Ball A.S., Virdee, S.R. (1998). *Instant Notes in Ecology*. Bios Scientific Publishers. Primera Edición.

Molles, M.C. (2005) *Ecología. Conceptos y aplicaciones*. Editorial McGraw-Hill. Interamericana.

Pianka, E.R. (1982) *Ecología evolutiva*. Editorial Omega.

Ricklefs, R.E. (1998). *Invitación a la ecología. La economía de la naturaleza*. Editorial Médica Panamericana.

Smith, R.L. y Smith, T.M. (2001). *Ecología*. Editorial Addison-Wesley. Madrid.

Townsend, C.R.; Michael Begon, and John L. Harper. (2003) *Essentials of Ecology*, 2nd Edition (2003). Blackwell Publishing.