Manual de Ecología

Poblaciones: demografía, crecimiento e interacciones

**Mónica B. Martella. Eduardo V. Trumper. Laura M. Bellis.
Daniel Renison. Paola F. Giordano. Gisela Bazzano. Raquel M. Gleiser.**

Cátedra de Ecología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.
Av. Velez Sarsfield 299 (5000). Córdoba, Argentina.

martemo@com.uncor.edu rgleiser@crean.agro.uincor.edu

Resumen: Este manual aborda y ejercita la construcción de tablas de vida horizontales o dinámicas y tablas de vida verticales o estáticas, y se definen y realizan ejercicios sobre estadísticos y parámetros poblacionales, con el apoyo de planillas de cálculo específicas. Para estudiar los modelos de crecimiento exponencial y logístico se plantean actividades de simulación de crecimiento y fluctuación de abundancia de poblaciones. Se aplican herramientas como el cálculo de elasticidad para el manejo de poblaciones. Un breve desarrollo teórico de conceptos y ejercitaciones sirve de introducción a los modelos clásicos de competencia interespecífica y de depredador-presa de Lotka-Volterra, seguido de actividades de simulación de crecimiento y fluctuación de abundancia de poblaciones. Luego continúa con problemas relacionados con el principio de exclusión competitiva, usando como herramienta un programa de simulación. Se define para cada una de las especies que compiten el tipo de recursos que explotan, la tasa de consumo, la asignación de energía para supervivencia y para reproducción y se plantea como desafío verificar la predicción que se deriva de la hipótesis de exclusión competitiva.

Palabras clave: Ecología de poblaciones. Demografía. Tablas de vida. Modelos de crecimiento poblacional. Manejo de poblaciones. Interacciones. Depredación. Competencia interespecífica.

MÓDULO I. DINAMICA POBLACIONAL

TEÓRICO PRÁCTICO 2°. TABLAS DE VIDA - PARÁMETROS POBLACIONALES

Para analizar la importancia de diferentes factores sobre el destino de una población se puede tomar como marco de referencia el análisis de las variaciones del tamaño poblacional entre generaciones. Los nacimientos (o natalidad) y las muertes (o mortalidad) son dos aspectos centrales que es necesario cuantificar para comprender la dinámica de una población en el tiempo. La tabla de vida es una representación en formato de filas y columnas del patrón de mortalidad de una cohorte de individuos. Puede considerarse un resumen de la estructura interna de una población (número de

integrantes de diferentes edades), así como de algunos parámetros que pueden inferirse de esta estructura, relevantes para la comprensión de la variación de la población en el tiempo.

TABLA DE VIDA HORIZONTAL O POR COHORTES O DINÁMICA

Estas tablas de vida se construyen siguiendo el proceso de mortalidad que experimenta una cohorte. Una cohorte es un grupo de individuos de la misma edad (generalmente se comienza con la menor edad o estadio o etapa: por ejemplo huevo o semilla). A partir del número de sobrevivientes que van quedando a lo largo del tiempo (tiempo durante el cual la cohorte avanza en edad y/o estadio de su ciclo vital), se calculan diversos estadísticos vitales, los cuales se definen a continuación:

N_x : cantidad de individuos de edad x que se registran.

N_0 : Cantidad de individuos de edad inicial (recién nacidos, semillas, propágulos, etc.)

l_x : **Supervivencia específica por edad**. Es la proporción de la cohorte original que sobrevive, alcanzando la edad x .

$$l_x = N_x / N_0.$$

p_x : **Tasa de transición**. Es la proporción de la edad x que sobrevive, pasando a la edad $x+1$.

$$p_x = N_{x+1} / N_x \quad ; \text{ o bien } p_x = l_{x+1} / l_x$$

d_x : Proporción de la cohorte original que muere durante la edad x . También se lo puede definir como **número estandarizado de muertes** durante la edad x o número relativo de muertes durante la edad x . Esta tercera definición, permite diferenciar claramente este estadístico de D_x (ya que éste hace referencia al número absoluto).

$$d_x = l_x - l_{x+1}.$$

D_x : **Número absoluto de individuos muertos** en la edad x . Considérese que diferentes fuentes bibliográficas usan distintas notaciones para referirse al número de muertes. Por ejemplo, algunos textos definen al número de muertes (definido en este curso como D_x), como d_x .

q_x : **Mortalidad específica por edades**. Representa a d_x como una fracción de l_x .

$$q_x = d_x / l_x.$$

Además, d_x puede calcularse como $d_x = \frac{D_x}{\sum_{y=x}^w D_x}$, donde w es la máxima edad.

k_x : (Valor k) **Potencia de mortalidad** que experimenta la edad x

$$k_x = \log_{10} N_x - \log_{10} N_{x+1}.$$

Tanto q_x como k_x reflejan la intensidad o tasa de mortalidad. Sin embargo, los valores k de diferentes edades pueden sumarse y así obtener una idea de la mortalidad global de toda una etapa del ciclo vital o de un grupo de edades, procedimiento que no puede realizarse con q_x .

Las tablas de vida suelen completarse con una columna referida a la fecundidad o fertilidad media de las hembras (cuando vale la distinción) de cada edad o etapa del ciclo vital y suele denominarse m_x . Este estadístico vital se conoce como **fecundidad específica por edades**, mientras que su distribución en la estructura de edades o estados se denomina **calendario de fecundidad**. La fecundidad debe medirse en número de individuos de la clase inicial (por ejemplo, si N_0 representa el número de pichones de 2 semanas de edad, la fecundidad debe medirse como número de pichones de 2 semanas de edad producidos por cada adulto y no número de huevos). Por otra parte, es oportuno aclarar que, dependiendo de la situación y/o de la bibliografía, m_x se expresa como promedio de descendientes por individuos o promedio de hembras producidas por cada hembra.

Ejemplo de tabla de vida horizontal

La Tabla 1 muestra una tabla de vida por cohortes del lagarto *Lacerta vivipara*. La columna N_x resume los datos crudos referidos a la cantidad de individuos que quedan vivos en la edad x .

Actividad 1

Complete la tabla de vida que se representa en la Tabla 1.

x (Edad en años)	N_x	m_x (Promedio de hembras/hembra de edad x)	$l(x)$	$D(x)$	$q(x)$	$k(x)$
0	500	0				
1	212	0,08				
2	154	2,94				
3	79	4,13				
4	28	4,88				
5	5	6,5				
6	4	6,5				
7	2	6,5				

Tabla 1. Tabla de vida horizontal del lagarto *Lacerta vivipara*.

TABLA DE VIDA VERTICAL O ESPECÍFICA POR EDADES O ESTÁTICA

Las tablas de vida verticales son aquellas que se construyen a partir del registro de la estructura de edades de una población en un momento determinado. Aquí se consideran las mismas columnas que en la tabla de vida horizontal y su cálculo es el mismo. Los l_x se calculan tomando la cantidad de individuos en la menor clase de edad como $l_0=1$. La restricción que tiene la elaboración de este tipo de tabla de vida es que la población que se estudia debe ser estacionaria, es decir debe tener una distribución estable por edades (= estructura de edades constante = abundancia relativa de las diferentes edades constante) y no debe haber variado su densidad antes del momento en que se censa o muestrea la población. Si la población tiene distribución estable por edades pero su densidad es fluctuante, entonces dicha población no es estacionaria y por lo tanto se restringe el uso de tablas de vida vertical.

Ejemplo de tabla de vida vertical

LOWE (1969) estudió la demografía del ciervo rojo en la isla de Rhum. Registró la edad de los ciervos que murieron desde 1957 hasta 1966. Por ejemplo, si se encontraba un ciervo en 1961 cuya edad se calcula en 6 años, se asume que en 1957 ese ciervo tenía dos años. De esta manera Lowe reconstruyó la estructura de edades de la población de 1957. Obviamente, hubiera sido más sencillo obtener la misma información por medio de la caza no selectiva y verificación de la edad, de un número elevado de ciervos en 1957. La Tabla 2 representa la tabla de vida estática que se construyó a partir de los datos de Lowe. Puede observarse que se registraron más individuos de 7 años que de 6 y más de 15 que de 14 años. Por lo tanto hubo muertes "negativas" (ver columna d_x), lo cual no tiene sentido biológico. Esto muestra que puede haber fallas al elaborar este tipo de tablas de vida. Sin embargo, estos datos pueden ser útiles aún si se quiere tener una idea general de la supervivencia específica de edades con anterioridad a 1957. Por esta razón, mediante técnicas de interpolación (por ejemplo medias móviles o ajuste de ecuaciones empíricas), se pueden ajustar o "suavizar" las variaciones de la cantidad de individuos entre las edades 2-8 y 10-16 a fin de asegurar una disminución continua de la supervivencia en ambos períodos.

Lowe también se interesó por la fecundidad específica por edades, de modo que examinó las hembras que encontró durante su estudio y pudo derivar una secuencia de la fecundidad de las hembras correspondiente a cada edad (columna m_x).

Actividad 2

- Complete la tabla de vida que se presenta en la Tabla 2.
- Grafique los valores k en función del tiempo. Identifique la edad o edades que sufren mayor potencia de mortalidad.

X (años)	N(x)	N(x) corregido	m(x)	l(x)	d(x)	q(x)	k(x)
1	129	129	0				
2	114	119	0				
3	113	113	0,311				
4	81	91	0,278				
5	78	79	0,302				
6	59	65	0,400				
7	65	63	0,478				
8	55	58	0,358				
9	25	35	0,447				
10	9	15	0,289				
11	8	9	0,283				
12	7	8	0,285				
13	2	4	0,283				
14	1	3	0,282				
15	4	2	0,285				
16	2	1	0,284				

Tabla 2. Tabla de vida vertical. (Adaptado de BEGON et al. 1996).

Actividad 3

Esta actividad tiene por objetivo ejercitar el cálculo de los estadísticos vitales y reconocer el significado de cada uno de ellos

La Tabla 3 representa los registros de supervivencia y fecundidad de una población hipotética. Calcule los estadísticos vitales necesarios para responder las siguientes preguntas. Use una calculadora. Registre en forma organizada los resultados y las respuestas.

Edad x	N_x	m_x
0	1200	0
1	800	0
2	700	3
3	450	4
4	150	10
5	50	5

Tabla 3. Datos hipotéticos de supervivencia y fecundidad.

- ¿Qué probabilidad tiene un individuo recién nacido de esta población hipotética, de sobrevivir hasta la edad $x=3$?
- ¿Qué probabilidad tiene un individuo de edad 1 de llegar a la edad 2?