

# Huevos, larvas, pupas y adultos: la mosca

Eliseo Martínez y Douglas Fuenteseca

7 de septiembre de 2017

## Resumen

Estos apuntes están enmarcados en el Proyecto de Docencia "Hacer y corregir en el proceso de evaluación", 2017, y esta vez presentaremos un sencillo modelo lineal para explicar el comportamiento dinámico de ciertos tipos de insectos que pasan en su metamorfosis por cuatro estadios: huevo, larva, pupa y adulto. Si bien es cierto que el modelo lineal aquí presentado puede ser ingenuo y no considerar toda las complejidades de la evolución de un insecto, se puede considerar como una visión didáctica de que las matemáticas, en los años incipientes de un estudiante de Biología, le puede ayudar a comprender procesos complejos de dinámica poblacional,

## 1. La metamorfosis

Muchos insectos adquieren un proceso llamado metamorfosis, que como el nombre griego lo indica significa transformación, diciendo con esto que este proceso involucra cambios estructurales en la forma de un insecto. Los cuatro estadios más frecuentes son: huevo, larva, pupa y adulto. El ejemplo paradigmático es la *drosophila melanogaster*, o mosca de la fruta o del vinagre por vivir en ambientes húmedos (del griego, droso = rocío, philo = amigo), el melanogaster viene de su abdomen con rayas negras (también del griego, melano = oscuro, gaster = abdomen), Este insecto, para un estudiante de Biología es muy importante, de hecho el hombre sabe más de si mismo, biológicamente, gracias a esta mosca (y bueno, al ratón también). El ratón y la mosca son para la Biología en el avance del conocimiento, como lo fue el papiro en la trasmisión del conocimiento del mundo antiguo hacia nosotros. Desde que una mosca pone el huevo hasta que se convierte en una mosca ocurren entre 10 a 14 días, digamos en promedio entonces 12 días, de modo que dividiendo 365 por 12 obtenemos aproximadamente 30 generaciones al año. Cada hembra pone en promedio unos mil huevos en lo que dura su vida de adulta. Los huevos eclosionan a larva entre 12 a 24 horas, digamos un día como aproximación superior. El estado larvario dura entre 3 y cinco días, aproximemos a cinco días. Llevamos entonces un día como huevo, cinco días como larva. En el estado de pupa tarda entre 3 y seis días para emerger como adulta. Supongamos entonces la aproximación superior de seis días, lo que nos hacen un total de 12 días aproximadamente el ciclo desde huevo a adulta. En el estado adulta la mosca dura aproximadamente 25 días.

## 2. Modelo para la metamorfosis de la mosca

Definamos por  $H_n$  el número de huevos de una determinada población de insectos en el período  $n$ , y de manera análoga sea  $L_n$ ,  $P_n$  y  $A_n$  la cantidad de larvas, pupas, y adultos, respectivamente, en el período  $n$ . Con mayor precisión:

$$\begin{aligned} H_n &= \text{número de huevos en el período } n \\ L_n &= \text{número de larvas en el período } n \\ P_n &= \text{número de pupas en el período } n \\ A_n &= \text{número de adultos en el período } n \end{aligned}$$

Es claro entonces que el valor de la población  $L_{n+1}$  dependerá de la población  $H_n$ , y si suponemos que la tasa de sobrevivencia es  $s_H$  y constante en cualquier tiempo, podemos presentar el modelo lineal

$$L_{n+1} = s_H \cdot H_n \quad (1)$$

Además el número de pupas  $P_{n+1}$  dependerá de la población  $L_n$ , y si suponemos que la tasa de sobrevivencia de esta población también es constante y que denotaremos por  $s_L$ , podemos pensar en la relación

$$P_{n+1} = s_L \cdot L_n \quad (2)$$

De manera análoga, la población de adultos en el período  $n + 1$ , esto es  $A_{n+1}$  dependerá de la población  $P_n$  que sobreviva, y si consideramos la tasa de sobrevivencia constante para esta población como  $s_P$  obtenemos la ecuación

$$A_{n+1} = s_P \cdot P_n \quad (3)$$

Y finalmente la cantidad de huevos  $H_{n+1}$  dependerá de la capacidad de fecundación de la población adulta en el período anterior  $A_n$ . En esta población, que es su último estado, debemos conocer la cantidad de huevos (en promedio) que es capaz de poner una hembra, y así también de saber la cantidad de hembras fértiles de la población. Se sabe que el número de huevos, por ejemplo de la mosca de la fruta, oscila, según varios autores entre 500 y 6000 huevos durante su tiempo de vida como adulta. Sea como sea denotemos por  $f_A$  el número de huevos que puede, en promedio, una hembra adulta, y supongamos que la proporción de hembras fértiles es constante y que designamos por  $\alpha$ , entonces podemos proponer la siguiente ecuación para estimar  $H_{n+1}$

$$H_{n+1} = f_A \cdot \alpha \cdot A_n \quad (4)$$

Estas cuatro ecuaciones, de (1) a (4), nos permitirá conocer la evolución de la población con un sencillo programa computacional.

## 3. Cómputos para el modelo anterior

En una planilla EXCEL hacemos la siguiente disposición

	A	B	C	D	E
1	Período	Huevos	Larvas	Pupas	Adultos
2	0	$H_0$	$L_0$	$P_0$	$A_0$
3	1	$H_1$	$L_1$	$P_1$	$A_1$
4	2	$H_2$	$L_2$	$P_2$	$A_2$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
k+2	k	$H_k$	$L_k$	$P_k$	$A_k$

y en otro sector de la planilla disponemos las tasas o coeficientes biométricos de la siguiente forma

	G	H	I	J	K
1	$s_H$	$s_L$	$s_P$	$\alpha$	$f_A$

Entonces la instrucción que debe aparecer en la celda B3, correspondiente al valor de  $H_1$  es la siguiente:

$$= J\$1 * K\$1 * E2$$

Para calcular el valor de  $P_2$  de la celda D4 realizamos la siguiente codificación:

$$H\$1 * C3$$

y los otros valores se obtienen de manera análoga.

#### 4. Resuelva un problema

Analice la dinámica poblacional de la *drosophila melanogaster* para dos casos con los siguientes parámetros

	$s_H$	$s_L$	$s_P$	$\alpha$	$f_A$
modelo 1	0.07	0.15	0.39	0.3	900
modelo 2	0.07	0.15	0.39	0.25	900

Para cada uno de los modelos anteriores considere los siguientes valores iniciales

$$H_0 = 1000; L_0 = 100; P_0 = 50; A_0 = 10$$