

ECOLOGIA DE POBLACIONES DEMOGRAFIA

Por: Alicia Uribe de C. (1)

INTRODUCCION

El mundo vivo está compuesto de sistemas a diferentes niveles de organización. Estos se ordenan desde estructuras moleculares, organelas, células, tejidos, órganos, organismos, hasta llegar a arreglos mayores y complejos como son las *Poblaciones* y las *Comunidades*. En todos estos niveles de organización biológicas, los sistemas vivos interactúan con su ambiente, pero son los niveles más complejos los que se han incorporado dentro del concepto de *Ecosistema*. Por lo tanto, son los que interesan en el estudio de la *Ecología*, la cual se define como el "Estudio de las poblaciones y las comunidades y sus relaciones entre sí y con el ambiente".

Una población se define como un conjunto de individuos de la misma especie, o sea, organismos que poseen una serie de características en común, origen similar y que no tienen barreras entre ellos que eviten el que se crucen libremente. Las poblaciones presentan una serie de características, las cuales se pueden dividir en dos grupos: unas que son comunes a todos los niveles de organización biológica, y otras que son únicas (intrínsecas) de poblaciones solamente, por ejemplo, tasa de natalidad, tasa de mortalidad, supervivencia, estructura de edades y tasa de crecimiento. La Ecología de Poblaciones se refiere más que todo a la definición, origen, ocurrencia, abundancia, dispersión, comportamiento e interacciones de poblaciones específicas.

El aspecto dinámico más fundamental que una población exhibe, es su capacidad para incrementar el número de individuos. Esta cualidad no puede ser medida como tal, por

que no es una constante, pero sí se puede medir su expresión bajo condiciones específicas y por lo tanto puede definirse para cada población su capacidad innata para incrementarse (tasa intrínseca de crecimiento natural). Esta capacidad de incremento está fuertemente afectada por los cambios ambientales, por lo que debe definirse para cada ambiente en particular. En situaciones ideales: con un ambiente favorable, suficiente alimento y en ausencia de competidores, depredadores y parásitos; se puede observar la capacidad innata máxima de incremento (r_m) para una población. La importancia de medir el valor r_m en condiciones ideales, es tener un modelo con el cual se puedan comparar los valores observados en una situación natural.

La capacidad innata de incremento depende de la fertilidad, longevidad y velocidad de desarrollo de los individuos de la población.

CICLO VITAL DE LA MOSCA DE LA FRUTA

La mosca de la fruta pertenece a la especie *Drosophila melanogaster* (Clase: Insecta; Orden: Díptera). Es un insecto holometábolo.

A una temperatura de 25°C, se observan las siguientes características en su ciclo vital:

- La hembra pone huevos desde las ocho horas de nacida.
- Del estadio de huevo o larva transcurre un día.

(1) Profesora, Departamento de Biología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

- De larva a pupa transcurre un promedio de cuatro días.
- De pupa a emergencia de individuos completamente desarrollados transcurren cuatro días aproximadamente.
- Los huevos son puestos en la superficie del alimento.
- Las larvas recorren todo el alimento. Una vez que maduran éstas, ascienden por las paredes del frasco de cultivo y forman una pupa.
- Los adultos y las larvas se alimentan, en condiciones de laboratorio, de una mezcla especialmente preparada que consiste de: harina de maíz, levadura, miel de caña de azúcar, agar y ácido propiónico.

OBJETIVOS

- Determinar los valores de r_m (capacidad innata máxima de incremento) para poblaciones de *Drosophila melanogaster*, sometidas a diferentes condiciones ambientales.
- Elaborar curvas de crecimiento para las diferentes poblaciones, una vez determinados los valores r_m .

MATERIALES

- 20 frascos de 1/2 litro.
- 28 individuos machos y 28 hembras vírgenes de *D. melanogaster* (mosca de la fruta), recién nacidos.
- Alimento para *D. melanogaster*.
- Eterizadores.
- Pinceles.
- Tapones para los frascos.
- Eter.
- Horno a 27°C.

METODOLOGIA

Un método para calcular el valor r_m de una población, consiste en construir una tabla de vida de la población, en la cual se anotan datos de supervivencia y fertilidad de los individuos de la población a diferentes edades. Con estos datos se puede determinar la tasa neta de reproducción (R_0), o sea, el número de hijos hembra producido por hembra por generación y el tiempo de generación (G), o sea, el promedio de tiempo transcurrido entre el nacimiento de los padres y el nacimiento de los hijos. Se puede así calcular el valor del r_m , como se verá más adelante.

A. Para efectos de este laboratorio y debido a la disponibilidad de tiempo y entrenamiento de los estudiantes en el reconocimiento de los individuos macho y hembra de *D. melanogaster*, la práctica se hará de la siguiente manera:

Divida el grupo en cinco equipos; cada equipo realizará un experimento diferente.

Experimento I.	Patrón
Experimento II.	Efecto de la densidad
Experimento III.	Efecto de la temperatura
Experimento IV.	Efecto de la cantidad de alimento
Experimento V.	Efecto de la disponibilidad del ambiente.

Experimento I.

En un frasco de medio litro con una cantidad de alimento de 40 ml., coloque 2 machos y 2 hembras vírgenes de *D. melanogaster* (Cepa Canton), recién nacidos. Coloque el tapón y guarde este frasco en un sitio de laboratorio a la temperatura ambiente (22°C) (Fig. 1).

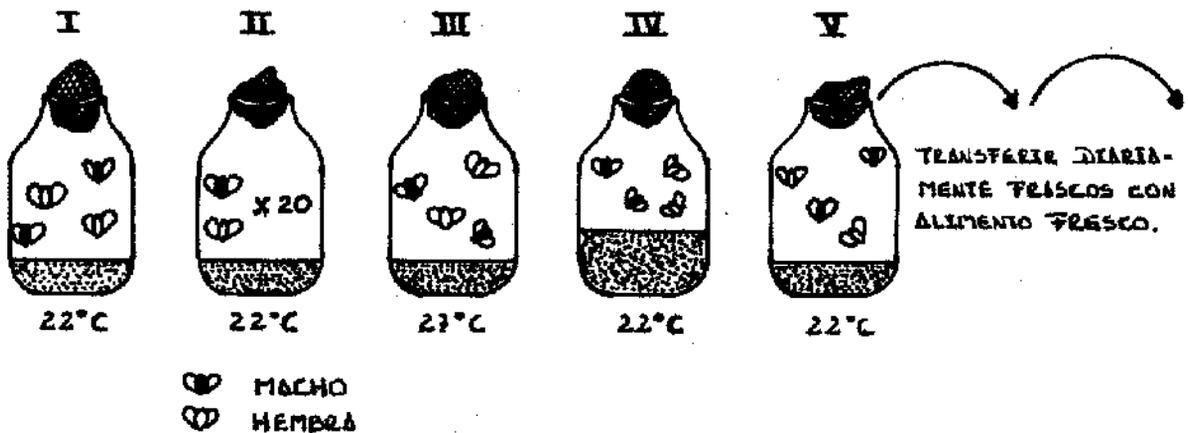


Fig. 1: Disposición de los cinco Experimentos.*

* Dibujos: Jorge Calle, Act. Biol.

Espere unos ocho días y observe diariamente hasta que emerjan de sus pupas los primeros hijos. Eteríceolos (ver sugerencias dadas al final) y cuéntelos utilizando un pincel; no cuente los padres (que deben haber sobrevivido hasta éste tiempo) o sea que debe restar cuatro al total en este primer conteo.

Anote el tiempo transcurrido entre el nacimiento de los padres y el nacimiento de estos primeros hijos. Esto va a ser G, o sea, la longitud de una generación. Descarte los individuos contados (no los devuelva al frasco).

De aquí en adelante cuente diariamente (o si es posible, cada seis horas) todos los individuos que nacen y descártelos, hasta cuando emerjan de sus pupas los últimos hijos. Aquí termina la 1a. generación. No espere la segunda generación. Sume el total de hijos producidos por las dos parejas padres y divida este valor por cuatro; esto corresponde al valor R_0 , o sea, la tasa neta de reproducción, o el número de hijos hembra, producidas por hembra por generación (suponemos que se cumple para esta cepa, la norma de que la mitad de los hijos son hembra y la mitad machos, y si estos hijos son el producto de dos hembras, la cuarta parte de los descendientes son las hembras producidas por una hembra).

Anote estos datos en la Tabla I.

B. Con los valores R_0 y G, se puede calcular el valor r_m así:

$$r_m = \frac{\ln R_0}{G} \quad \ln = \text{logaritmo natural}$$

De acuerdo a la ecuación derivada por Lotka en 1922, la tasa de incremento o cambio de una población, está dada por la fórmula:

$$\frac{dN_t}{dt} = r_m N_0$$

la cual en forma integrada será:

TABLA I: Recopie los datos.

DÍA	NÚMERO TOTAL HIJOS POR DÍA				
	Experimento I Patrón	Experimento II Densidad	Experimento III Temperatura	Experimento IV Alimento	Experimento V Análisis Disponible
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
No. TOTAL Hijos por Generación					
R_0					
G					

$$N_t = N_0 e^{r_m t}$$

- N_0 = Número inicial de individuos
- N_t = Número final de individuos
- e = Base de los logaritmos naturales (2.718281)
- t = tiempo

Debido a que el ciclo biológico de *D. melanogaster* es de aproximadamente 10 días, es recomendable contar las moscas cada seis horas a partir del octavo día. La razón de esto es que las hembras que nacen son fecundadas a partir de las ocho horas de vida, por lo tanto, si se deja transcurrir más de éste tiempo entre cada conteo, se pueden llegar a mezclar al final, los últimos hijos de la primera generación, con los primeros hijos de la segunda generación, lo que conduce a errores obvios.

C. Con el valor r_m , calcule los valores de N_t para cinco generaciones de la población de *D. melanogaster* en estas condiciones experimentales. Elabore una curva de crecimiento con estos valores calculados, en papel semilogarítmico de cinco ciclos. (Ver ejemplo al final y Fig. 2).

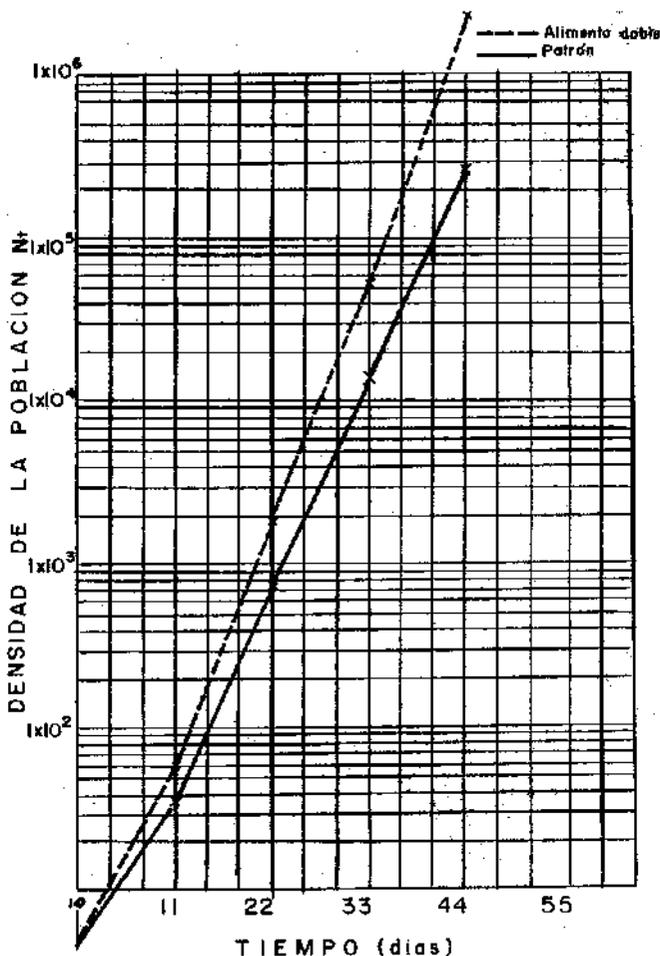


Fig. 2: Curvas de crecimiento obtenidas en los Experimentos I y IV.

Experimento II.

Igual que el anterior pero utilizando 20 parejas como población inicial, y al final, para calcular R_0 , divida por cuarenta el total de hijos producidos.

Experimento III.

Igual al experimento I, pero manteniendo la población a una temperatura de 27°C.

Experimento IV.

Igual que el experimento I, pero la cantidad de alimento será de 80 ml.

Experimento V.

Igual que el experimento I, con la diferencia de que día por día los padres se cambian a un ambiente nuevo (frasco con alimento fresco) y se guardan los frascos 'viejos' en los que las hembras supuestamente han puesto huevo, para observar los nacimientos. El número total de conteos se hará, no sobre un solo frasco, sino sobre un número de frascos igual al número de días que tardan en emerger los primeros hijos en el primer frasco. Una vez contados todos los hijos en el primer frasco, éste se descarta y así sucesivamente hasta el último frasco.

Ejemplo: Comparación de datos obtenidos en los experimentos I y IV. Se inició cada experimento con una pareja de moscas.

$$N_0 = 2$$

$$G = 11 \text{ días (para ambos experimentos).}$$

NUMERO DE HIJOS

Tiempo (días)	Patrón (Experimento I)	Alimento doble (Experimento IV)
1	3	5
2	5	10
3	10	11
4	9	9
5	8	8
6	3	7
7	2	5
8	2	2
9	0	4
10	0	0
	<hr/> 42	<hr/> 61

$$R_0 \text{ Patrón} = 42/2 = 21$$

$$R_0 \text{ Doble alimento} = 61/2 = 30.5$$

$$r_m \text{ (patrón)} = \frac{\ln R_0}{G} = \frac{\ln 21}{11} = 0.27$$

$$r_m \text{ (doble alimento)} = \frac{\ln 30.5}{11} = 0.31$$

Cálculos de N_t para cinco generaciones:

Patrón

$$N_t = N_0 e^{r_m t}$$

$$N_{t1} = 2 (2.718281)^{(0.27)(11)} = 38.98$$

$$N_{t2} = 38.98 (2.718281)^{(0.27)(11)} = 759.7$$

$$N_{t3} = 759.7 (2.718281)^{(0.27)(11)} = 14806.5$$

$$N_{t4} = 14806.5 (2.718281)^{(0.27)(11)} = 288579.7$$

$$N_{t5} = 288579.7 (2.718281)^{(0.27)(11)} = 5'624418.7$$

Doble alimento

$$N_{t1} = 2 (2.718281)^{(0.31)(11)} = 60.52$$

$$N_{t2} = 1831.3$$

$$N_{t3} = 55416.2$$

$$N_{t4} = 1676.894.3$$

$$N_{t5} = 50'742.821$$

(Ver gráfica, Fig. 2).

Preguntas

1. ¿Cuáles son los factores que incrementan el r_m de una población? Explique.
2. ¿Cuál de las situaciones experimentales se acerca más a una condición ideal? ¿Por qué?
3. Enumere algunos de los factores que crean las diferencias en los resultados de los cinco experimentos.
4. Elabore curvas para los 5 experimentos en las que relacione la edad de la madre en la abscisa de la gráfica y el número de hijos producidos/hembra/día en la or-

denada. Compare todas con la del experimento V. ¿A qué cree usted que pueden deberse las diferencias?

5. De acuerdo a las curvas de crecimiento obtenidas con los valores calculados de N_p , cree usted que este tipo de curva de crecimiento se cumple en la naturaleza? Discuta.
6. ¿Qué otros experimentos similares, o mejor, qué otros parámetros que afectan el valor r_m (y por lo tanto el crecimiento de una población), podrían medirse? Sugiera tres experimentos.
7. ¿Cree usted que cuanto mayor sea el valor de r_m para una especie, mayor será el éxito de ésta en un ambiente particular? Discuta.

Sugerencias

Sea honesto en la consecución de sus datos. Si un experimento falla, repórtelo a su profesor y repítalo si el tiempo lo permite. No invente datos, ni los copie de sus compañeros. Evite que se le escapen moscas. Esté seguro de eteri-

zarlas completamente antes de contar. No golpee fuerte el frasco pues esto ocasionará el desprendimiento del alimento. Para evitar estos problemas, hay una forma sencilla de eterizar que depende del comportamiento de las moscas. Invierta su frasco tapado y observe cómo las moscas suben; una vez estén todas arriba, destape rápidamente y coloque la boca del frasco sobre la de otro vacío. Invierta nuevamente y espere a que todas las moscas se suban al frasco vacío. Luego tape, primero el "frasco vacío" (pero ya con moscas) y luego el del alimento. Tome ahora el frasco sin alimento, destape y eterice. Una vez eterizadas completamente, cuente. Esto hace un poco más largo el proceso de contar, pero asegura:

1. Que no se desprenda el alimento.
2. Que el éter no afecte larvas y pupas en proceso de desarrollo.

Una vez que los experimentos finalicen, reporte sus datos al profesor y descarte el material en el lugar apropiado. Los resultados globales de varios grupos se promediarán para una discusión general.

ANEXO No. 1

Logaritmos naturales

de 2	0.6931	de 68	4.2195	de 135	4.9053
3	1.0986	69	4.2341	136	4.9127
4	1.3863	70	4.2485	137	4.9200
5	1.6094	71	4.2627	138	4.9273
6	1.7918	72	4.2767	139	4.9345
7	1.9459	73	4.2905	140	4.9416
8	2.0794	74	4.3041	141	4.9488
9	2.1972	75	4.3175	142	4.9558
10	2.3026	76	4.3307	143	4.9628
11	2.3979	77	4.3408	144	4.9698
12	2.4849	78	4.3567	145	4.9767
13	2.5649	79	4.3694	146	4.9836
14	2.6391	80	4.3820	147	4.9904
15	2.7081	81	4.3944	148	4.9972
16	2.7726	82	4.4067	149	5.0039
17	2.8332	83	4.4188	150	5.0106
18	2.8904	84	4.4308	151	5.0173
19	2.9444	85	4.4427	152	5.0239
20	2.9957	86	4.4543	153	5.0304
21	3.0445	87	4.4659	154	5.0370
22	3.0910	88	4.4773	155	5.0434
23	3.1355	89	4.4886	156	5.0499
24	3.1718	90	4.4998	157	5.0562
25	3.2189	91	4.5109	158	5.0626
26	3.2581	92	4.5218	159	5.0689
27	3.2958	93	4.5326	160	5.0752
28	3.3322	94	4.5433	161	5.0814
29	3.3673	95	4.5539	162	5.0876
30	3.4012	96	4.5643	163	5.0938
31	3.4340	97	4.5747	164	5.0999
32	3.4657	98	4.5850	165	5.1059
33	3.4965	99	4.5951	166	5.1120
34	3.5264	100	4.6052	167	5.1180
35	3.5553	101	4.6151	168	5.1240
36	3.5835	102	4.6250	169	5.1299
37	3.6109	103	4.6347	170	5.1358
38	3.6376	104	4.6444	171	5.1417
39	3.6636	105	4.6540	172	5.1475
40	3.6889	106	4.6634	173	5.1533
41	3.7136	107	4.6728	174	5.1591
42	3.7377	108	4.6821	175	5.1648
43	3.7612	109	4.6913	176	5.1705
44	3.7842	110	4.7005	177	5.1761
45	3.8067	111	4.7095	178	5.1818
46	3.8286	112	4.7185	179	5.1874
47	3.8501	113	4.7274	180	5.1930
48	3.8712	114	4.7362	181	5.1985
49	3.8918	115	4.7449	182	5.2040

50	3.9120	116	4.7536	183	5.2095
51	3.9318	117	4.7622	184	5.2149
52	3.9512	118	4.7707	185	5.2204
53	3.9702	119	4.7791	186	5.2257
54	3.9890	120	4.7875	187	5.2311
55	4.0073	121	4.7958	188	5.2364
56	4.0254	122	4.8040	189	5.2417
57	4.0431	123	4.8122	190	5.2470
58	4.0604	124	4.8203	191	5.2523
59	4.0775	125	4.8283	192	5.2575
60	4.0943	126	4.8363	193	5.2627
61	4.1109	127	4.8442	194	5.2679
62	4.1271	128	4.8520	195	5.2730
63	4.1431	129	4.8598	196	5.2781
64	4.1589	130	4.8675	197	5.2832
65	4.1744	131	4.8752	198	5.2883
66	4.1897	132	4.8828	199	5.2933
67	4.1047	133	4.8903	200	5.2983
		134	4.8978		

BIBLIOGRAFIA

- BIRCH, L. C., 1948. "The intrinsic rate of natural increase of an insect population". *Jour. Animal Ecol.* 17: 15-26.
- DEEVEY, E. S., 1947. "Life tables for natural populations of animals". *Quart. Rev. Biol.* 22:283-314.
- GEHRS, C. W. and A. Robertson, 1975. "Use of life tables in analyzing the dynamics of copepod populations". *Ecology* 56: 665-672.
- KREBS, C. J., 1972. *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. Harper and Row, Publ. N. Y.
- LOTKA, A. J., 1922. The stability of the normal age distribution. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.* 8: 339-345.
- TANNER, J. T., 1966. "Effects of population density on growth rate of animal populations". *Ecology* 47(5): 733-745.