

Bloque temático III. ECOLOGÍA DE POBLACIONES
Tema 13. Parasitismo y mutualismo

José Antonio Palazón Ferrando
palazon@um.es
<http://webs.um.es/palazon>

Departamento de Ecología e Hidrología
Universidad de Murcia

ECOLOGIA (4M3), 2011–12

1 Parasitismo

- Un modelo de parasitismo
- Interacciones huesped-parasitoide
- Un modelo de enfermedad

2 Mutualismo

- Definiciones
- Un modelo



Para consultar

General:

- BEGON, M; HARPER, JL; TOWNSEND, CR 1988. *Ecología*. Omega, Barcelona.
- MOLLES, MC 2006. *Ecología*. McGraw. McGraw-Hill/Interamericana, Madrid.
- PIÑOL, J Y MARTÍNEZ-VILALTA, J 2006. *Ecología con números*. Lynx, Barcelona.
- SMITH, RL Y SMITH, TM 2001. *Ecología*. Addison Wesley, Madrid.

Avanzada:

- CASE, TJ 2000. *An Illustrated Guide to Theoretical Ecology*. Oxford University Press, Oxford.
- HENRY, M; STEVENS H 2009. *A Primer of Ecology with R*. Springer, New York.

Modelo de dinámica huésped–parásito ANDERSON & MAY, 1980

$$\frac{dS}{dt} = r \cdot (S + I) - \gamma \cdot P \cdot S$$

$$\frac{dI}{dt} = \gamma \cdot P \cdot S - (\alpha + b) \cdot I$$

$$\frac{dP}{dt} = \lambda \cdot I - (\mu + \gamma(S + I)) \cdot P$$

S: población susceptible de infección

I: población infectada

P: población de parásitos en forma libre



Modelo de dinámica huésped–parásito ANDERSON AND MAY, 1980

- $r \cdot (S + I)$ los individuos infectados y susceptibles tienen la misma tasa de reproducción y no transmiten el patógeno a los descendientes;
- $\gamma \cdot P \cdot S$ la infección se considera según la ley de acción de masas, con un coeficiente (γ) de transmisión;
- $(\alpha + b) \cdot I$ los organismos infectados mueren de forma natural (b) o a causa de la infección (α);
- $\lambda \cdot I$ los individuos infectados producen patógenos con tasa λ ;
- μ tasa de mortalidad de los patógenos;
- $\gamma \cdot (S + I)$ eliminación de patógenos por el huésped.

Modelo de dinámica huesped–parasitoide

El modelo de Nicholson-Bailey (1930's)

- La población del huesped es atacada por un solo parasitoide
- La busca del huesped se realiza al azar
- Es sistema es cerrado
- Las poblaciones de ambos antagonistas se ha sincronizado
- Una sólo generación anual
- La dinámica del huesped es densoindependiente
- Las pérdidas de producción en el huesped se deben al parasitoide

Modelo de dinámica huésped–parasitoide

Un modelo básico:

$$N_{t+1} = RN_t f(N_t, P_t)$$

$$P_{t+1} = N_t [1 - f(N_t, P_t)]$$

N Población del huésped

P Población del parasitoide

R Tasa neta de crecimiento del huésped

$f(N_t, P_t)$ Función basada en la proporción de huéspedes y parasitoides



Modelo de dinámica huesped–parasitoide

Modelo de Nicholson-Bailey: encuentros aleatorios

La variable número de encuentros entre huesped y parasitoide sigue una distribución de Poisson:

$$P(X = x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$$

siendo, λ la media de la distribución ($= \mu = \sigma$). Para no encuentros: $X = 0$

$$P(X = 0) = \frac{\lambda^0 e^{-\lambda}}{0!} = e^{-\lambda}$$

y en nuestro caso:

$$\lambda = \frac{\text{Número de encuentros}}{\text{Total de huespedes}}$$



Modelo de dinámica huesped–parasitoide

Modelo de Nicholson-Bailey

$$N_{t+1} = RN_t e^{-\lambda P_t}$$

$$P_{t+1} = N_t (1 - e^{-\lambda P_t})$$

λ Área de descubrimiento



Modelo de dinámica huésped–parasitoide

- Búsqueda aleatoria de huéspedes y con poblaciones bien mezcladas
- Velocidad de búsqueda del parasitoide constante (independiente de N o P)
- La eficiencia en la producción parasitoides no depende de N ni de P
- Densoindependencia en la supervivencia de los parasitoides
- Sincronización de las dos poblaciones, las generaciones no se superponen
- Un huésped:un parasitoide. Especialización de P y solo un atacante para N

¿Cómo sobreviven uns sistemas inestable?



Modelo de enfermedad SIR KERMACK & McCORMICK, 1927

Epidemiología ecológica: la dinámica de enfermedades

S: Densidad de la población susceptible de infección

I: Densidad de la población infectada

R: Densidad de la población resistentes (ya superaron la enfermedad)

N: Densidad de la población, $S + I + R$

Transmisión: De infectados a susceptibles

Prevalencia: fracción de la población infectada (I/N)

Incidencia: Número de infecciones por unidad de tiempo

- La tasa de infección es función de la prevalencia



Modelo de enfermedad SIR KERMACK & McCORMICK, 1927

$$\frac{dS}{dt} = -\beta \cdot I \cdot S$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta \cdot I \cdot S - \gamma \cdot I$$

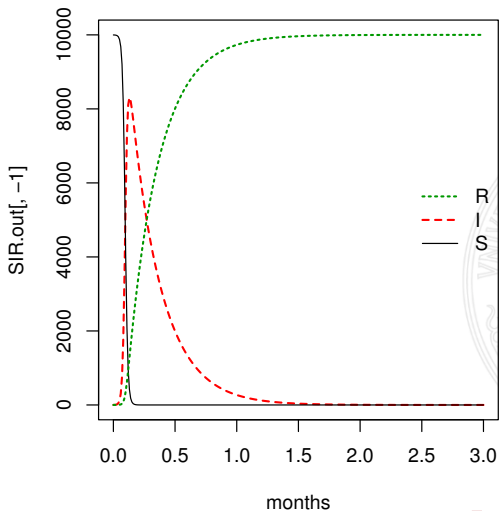
$$\frac{dR}{dt} = \gamma \cdot I$$

β : Coeficiente de transmisión

γ : tasa de conversión en resistente ($\frac{1}{\gamma}$, tiempo medio de duración de la enfermedad)



Evolución temporal de la densidades de S I R



Glosario:

- context dependency** Spatial and temporal variation in the strength and/or outcome of mutualism that can be attributed to the local environmental context; also referred to as conditionality
- cooperation** Mutually beneficial interactions among individuals of the same species, often involving social interactions such as foraging or parental care
- facilitation** Modification of some component of the abiotic or biotic environment by one organism that enhances colonization, recruitment, and establishment of another
- facultative mutualism** A mutualism that increases an organism's success but that is not absolutely required for its survival and/or reproduction
- mutualism** A two-species interaction that confers survival and/or reproductive benefits to both partners
- obligate mutualism** A mutualism without which an organism will fail to survive and/or reproduce
- symbiosis** An interaction (positive, negative, or neutral) in which two species exist in intimate physical association for most or all of their lifetimes and are physiologically dependent on each other

Cambio de la capacidad de carga (Dean, 1982)

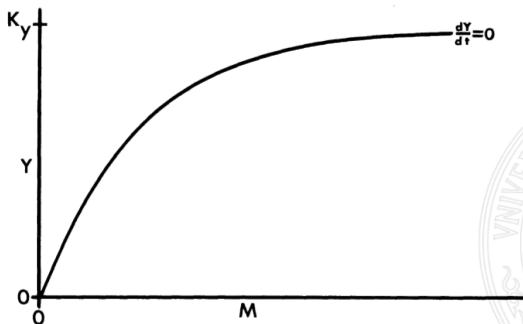


FIG. 1.—The relationship between the carrying capacity, k_y , as defined by the isocline $dY/dt = 0$, for a species utilizing an environmental resource, M . The curve asymptotes as the level of the resource increases and so no longer becomes limiting; other environmental factors now limit the carrying capacity to K_y .

Dean: Efecto del cambio de un recurso limitante en K

$$\frac{dk_y}{dM} = a \left(1 - \frac{k_y}{K_y} \right)$$

$$k_y = K_y \left(1 - e^{-\frac{aM+C_y}{K_y}} \right)$$

k_y : capacidad de carga

M : Producción de un recurso limitante

K_y : capacidad de carga con el máximo de M

C_x : constante de integración

a : Tasa de cambio



Dean: Modelo final

$$k_x = K_x e^{1 - \frac{aY + Cx}{K_x}}$$

$$k_y = K_y e^{1 - \frac{aX + Cy}{K_y}}$$

$$\frac{dX}{dt} = r_x X \left(1 - \frac{X}{K_x}\right)$$

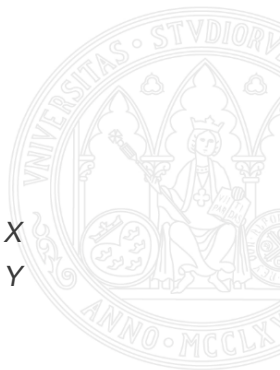
$$\frac{dY}{dt} = r_y Y \left(1 - \frac{Y}{K_y}\right)$$

K_x : capacidad de carga de la especie X

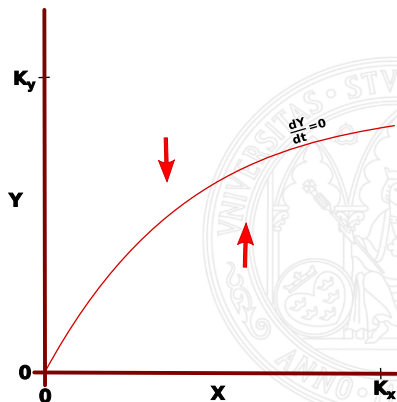
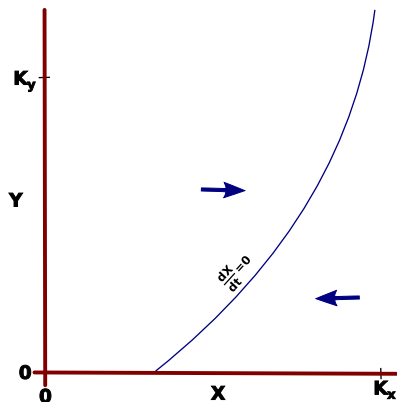
K_y : capacidad de carga de la especie Y

r_x : Tasa instantanea de X

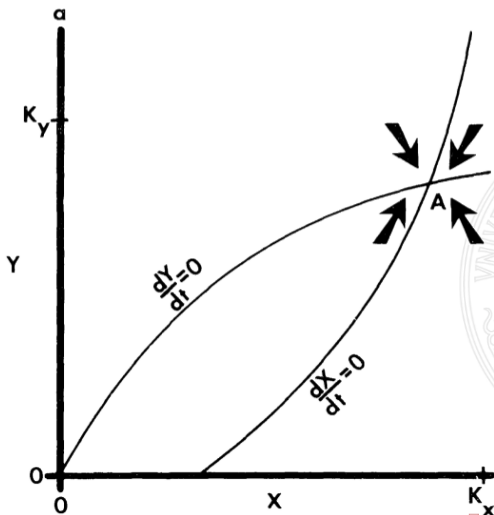
r_y : Tasa instantanea de Y



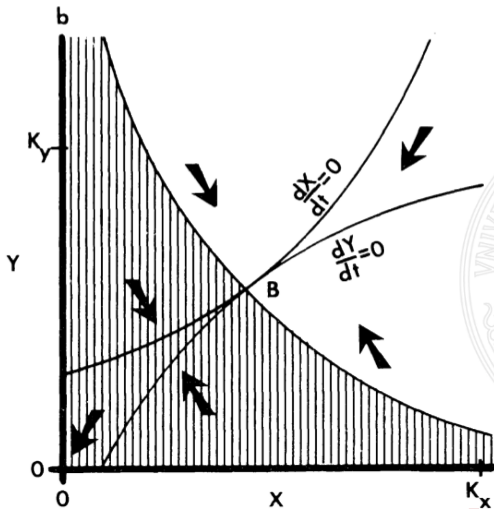
Espacio de fases para dos especies mutualistas



Espacio de fases para dos especies mutualistas



Espacio de fases para dos especies mutualistas



Espacio de fases para dos especies mutualistas

