

# Biogeografía de islas

Función de incidencia de Hanski

---

Gerardo Martín

28-07-2023

Modelos anteriores representan:

- Número de especies como función de:
  - Especies continentales
  - Riesgo de extinción
  - Probailidad de inmigración
- Determinantes geográficos del número de especies
  - Áreas y Distancias

- Levins y MacArthur y Wilson ignoran características de islas
- No permiten estimar efectos sobre número de especies

MacArthur y Wilson (1963):  $\uparrow \text{Area} \rightarrow \text{Extinción} \downarrow$

Hanski propuso modelo para relacionarlos

## El modelo de incidencia de Hanski (1994)

- Ocupación es función de colonización y extinción
- Modelo representa probabilidad de transición:

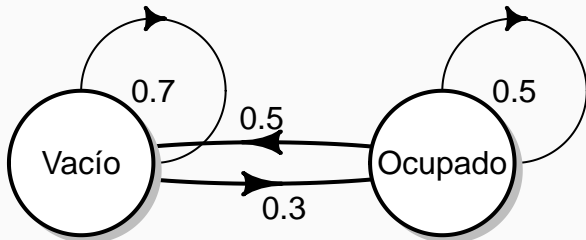
Vacío  $\rightarrow$  Ocupado

- De modo que:

$$\text{Estado}_t = \text{Vacío} \quad (1)$$

$$\text{Estado}_{t+1} = \text{Ocupado} \quad (2)$$

## Los dos estados posibles de un parche



- $C_i$  es la probabilidad de ser colonizado en período  $t$
- $E_i$  es la probabilidad de sufrir una extinción
- $1 - C_i$  es la probabilidad de permanecer ocupado
- $1 - E_i$  es la probabilidad de permanecer vacío

$$J_i = \frac{C_i}{C_i + E_i} \quad (3)$$

Si  $C_i = 0.3$  y  $E_i = 0.5$

$$J_i = \frac{0.3}{0.3 + 0.5} = 0.375 \quad (4)$$

Se parte del modelo de lluvia de propágulos (única fuente de especies es el continente):

$$\frac{dp}{dt} = c(1 - p) - ep$$

Donde las condiciones de equilibrio son:

$$p^* = \frac{c}{c + e}$$



**Table 1:** Primera fila es la probabilidad asociada a  $t$ . Segunda fila a  $t+1$ .

	Vacío	Ocupado
Vacío	0.7	0.5
Ocupado	0.3	0.5

$J_i$  es la probabilidad a largo plazo de ocupación, por lo tanto el punto de equilibrio. La distribución estable de los valores propios  $\lambda$  es:

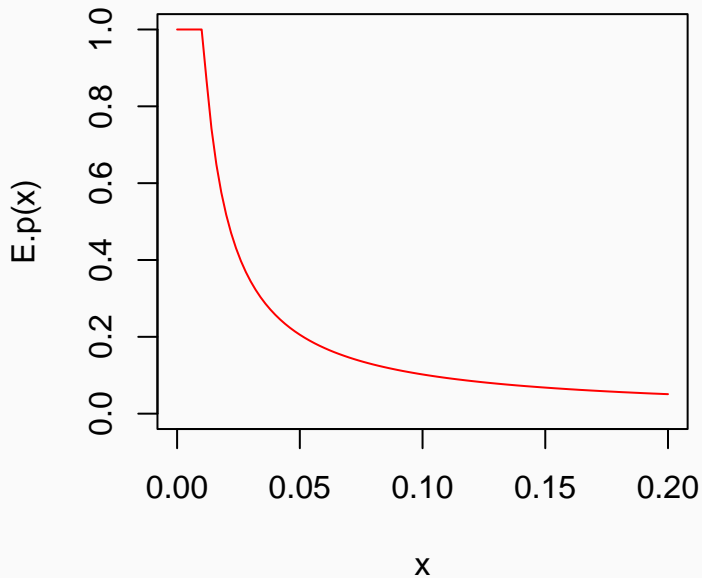
## [1] 0.625 0.375

- Se determina como función del Área ( $A_i$ )
  - En áreas grandes  $E_i$  es pequeño

$$E_i = \begin{cases} \frac{e}{A^x} & \text{si } A_i > e^{1/x} \\ 1 & \text{si } A_i \leq e^{1/x} \end{cases} \quad (5)$$

Donde  $e$  es un parámetro a estimar (no es la cte de Euler).

## Ejemplo del efecto del área sobre $E_i$



- Es función de migrantes y distancia de tierra continental u otros parches:

$$C_i = \frac{1}{1 + \left(\frac{y'}{S_i}\right)^2}$$

$y'$  es la habilidad colonizadora de las especies

$S_i$  es una de aislamiento del parche  $i$

## Fórmula para $S_i$

$$S_i = \sum_{j=i}^n p_j \exp(-\alpha d_{ij}) A_j$$

$n$  número total de parches  $j$  que son hábitats de las especies migrantes

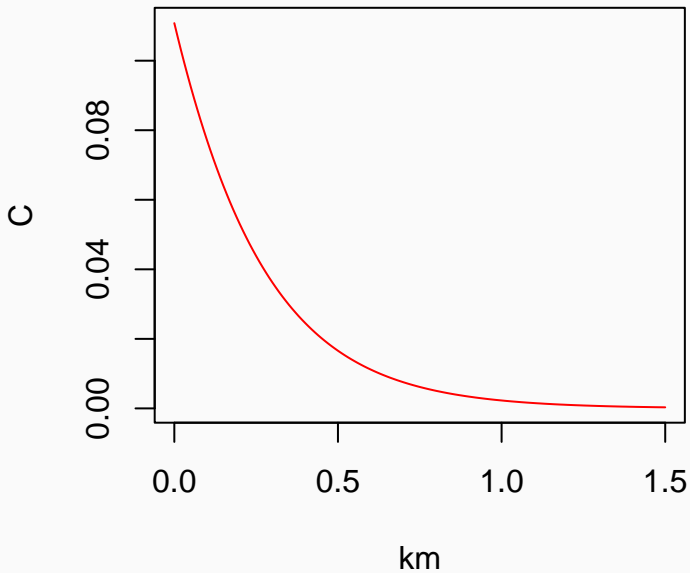
$p_j$  es el estado de ocupación de cada parche

$d_{ij}$  es la distancia lineal entre parche  $i$  y el  $j$

$\alpha$  es el efecto de la distancia entre  $i$  y  $j$

$A_j$  es el área de  $j$   $\therefore$  índice de tamaño poblacional

## Ejemplo del efecto de $d_{ij}$ y $A_j$



## Combinando $C_i$ y $E_i$ para obtener $J_i$

$$J_i = \frac{1}{1 + \left(1 + \left[\frac{y'}{S_i}\right]^2\right) \frac{e}{A_i^x}} \quad (6)$$

Para lo cual necesitamos los siguientes datos:

- $A_i$ , las áreas de cada parche
- ubicación geográfica de cada parche que recibe ( $i$ ) ó emite ( $j$ ) especies
- presencia ó ausencia en cada parche
- Parámetro de distancia  $\alpha$  (se estima con regresión no lineal)

- Ilkka Hanski (1994). Patch-occupancy dynamics in fragmented landscapes. *Trends in Ecology and Evolution*.
- Robert MacArthur et al. (1963). An Equilibrium Theory of Insular Zoogeography. *Evolution*.
- Nicolas Gotelli (1991). Metapopulation Models: The Rescue Effect, the Propagule Rain, and the Core-Satellite Hypothesis.. *The American Naturalist*.
- Hank Stevens (2023). Primer of Ecology using R.