

(Un poco) Temprano o tarde es siempre mejor

Cambios fenológicos en interacciones recurso-consumidor

Tomás Revilla¹

¹Centre for Biodiversity Theory and Modelling
Station d'Ecologie Expérimentale du CNRS à Moulis

18 de diciembre de 2013

Plan

- 1 **Introducción**
 - Fenología y cambio climático
 - Problema a investigar
- 2 **Métodos**
 - Modelo matemático
 - Escenarios de simulación
- 3 **Resultados**
 - Interacción recurso – consumidor
 - Estructura trófica

Plan

- 1 **Introducción**
 - Fenología y cambio climático
 - Problema a investigar
- 2 **Métodos**
 - Modelo matemático
 - Escenarios de simulación
- 3 **Resultados**
 - Interacción recurso – consumidor
 - Estructura trófica

Fenología

- 1: rama de la ciencia que estudia las relaciones entre el clima y los fenómenos biológicos periódicos (p.ej. migración de aves, floración de plantas)
- 2: fenómenos biológicos periódicos que se correlacionan con las condiciones climáticas

Es importante porque:

- Juega un papel importante en muchas escalas (poblaciones, comunidades) y procesos (dispersión, crecimiento, evolución)
- Existe preocupación por las posibles consecuencias de los cambios fenológicos causados por el cambio climático

Efectos del cambio climático

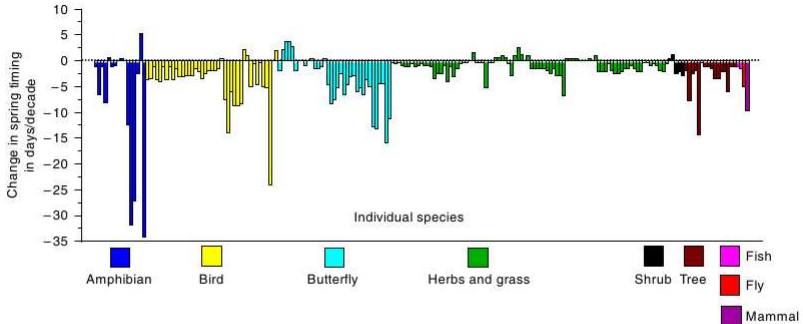
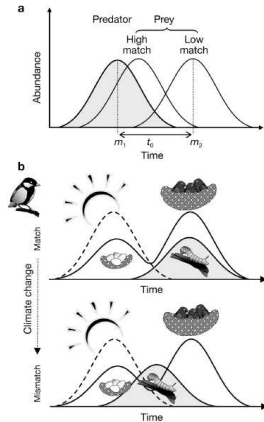


Fig. 2 Changes in timing of spring events in days decade⁻¹ for individual species grouped by taxonomy or functional type for the combined dataset. Each bar represents a separate, independent species. Negative values indicate advancement (earlier phenology through time) while positive values indicate delay (later phenology through time).

Plan

- 1 **Introducción**
 - Fenología y cambio climático
 - Problema a investigar
- 2 **Métodos**
 - Modelo matemático
 - Escenarios de simulación
- 3 **Resultados**
 - Interacción recurso – consumidor
 - Estructura trófica

Hipótesis Match–Mismatch (Coincidencia – Discrepancia)



Objetivos

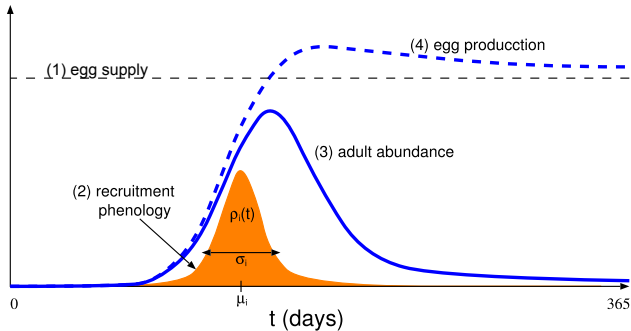
- Estudiar los efectos de los cambios de la fenología de la abundancia y dinámica de consumidores y sus recursos
 - Adelantos y retrasos (cuando)
 - Cambios de las duraciones (cuanto tiempo)
- Estudiar las consecuencias de la regulación top-down y bottom-up, consumer–resource feedbacks
- Estudiar el rol de la estructura trófica

Plan

- 1 **Introducción**
 - Fenología y cambio climático
 - Problema a investigar
- 2 **Métodos**
 - Modelo matemático
 - Escenarios de simulación
- 3 **Resultados**
 - Interacción recurso – consumidor
 - Estructura trófica

Esto pasa todos los años

Individuos adultos reclutan alrededor del día μ con desv. est. σ , a partir de semillas/huevos producidos por adultos en el año pasado



Dinámica anual de los adultos

La especie 1 es un recurso (planta, presa) de la especie 2 (herbívoro, depredador)

$$\frac{dN_1}{dt} = \rho_1(t)n_1 - m_1 N_1 - a_{12} N_1 N_2$$
$$\frac{dN_2}{dt} = \rho_2(t)n_2 - m_2 N_2$$

- N_i número de adultos
- $\rho_i(t)$ tasa de reclutamiento en el día t
- n_i número de semillas o huevos al comienzo del año
- m_i tasa de mortalidad o desaparición
- a_{ij} tasa de consumo de i por parte de j

Producción de semillas/huevos

Durante el mismo año

$$\frac{dB_1}{dt} = \frac{b_1 N_1}{1 + c_1 N_1} - d_1 B_1$$

$$\frac{dB_2}{dt} = e_2 a_{12} N_1 N_2 - d_2 B_2$$

B_i semillas o huevos

b_i, c_i tasa reproductiva del recurso y coeficiente de autoregulación

e_i eficiencia de conversión del consumidor

d_i tasa de mortalidad o desaparición

Dinámica a largo plazo

La dinámica año tras año es discreta

$$n_{1,\tau+1} = B_1(t = 365 | n_{1,\tau}, n_{2,\tau})$$

$$n_{2,\tau+1} = B_2(t = 365 | n_{1,\tau}, n_{2,\tau})$$

- 1 El número de semillas/huevos disponibles al comienzo del año $\tau + 1$ es el número neto al final del año τ
- 2 Todos los adultos del año τ se mueren al final del año (o antes)

Plan

- 1 **Introducción**
 - Fenología y cambio climático
 - Problema a investigar
- 2 **Métodos**
 - Modelo matemático
 - Escenarios de simulación
- 3 **Resultados**
 - Interacción recurso – consumidor
 - Estructura trófica

Coincidencia/discrepancia fenológica

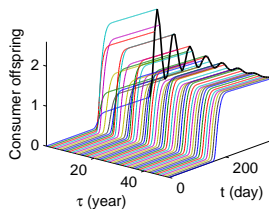
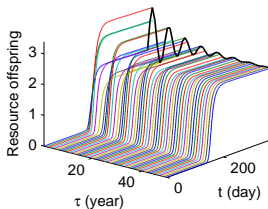
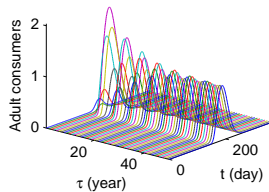
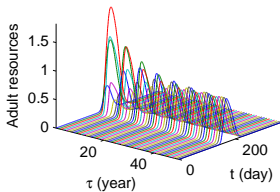
Estudiamos los efectos de la discrepancia de esta forma

- 1 La especie 1 recluta el día $\mu_1 = 180$ (approx. mitad del año)
- 2 La especie 2 recluta el día $\mu_2 = \mu_1 + \Delta\mu$
discrepancia: $\Delta\mu = -100 : 5 : 100$ días
- 3 Seguimos la dinámica a largo plazo (semillas/huevos) por muchos años (100 – 300)

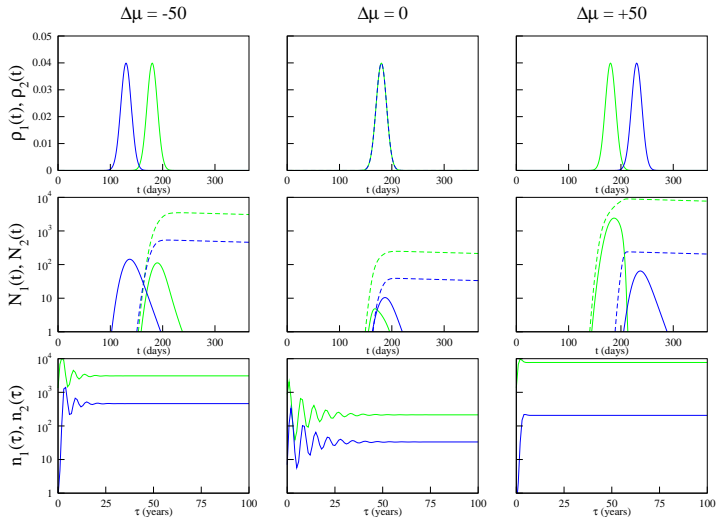
Plan

- 1 **Introducción**
 - Fenología y cambio climático
 - Problema a investigar
- 2 **Métodos**
 - Modelo matemático
 - Escenarios de simulación
- 3 **Resultados**
 - Interacción recurso – consumidor
 - Estructura trófica

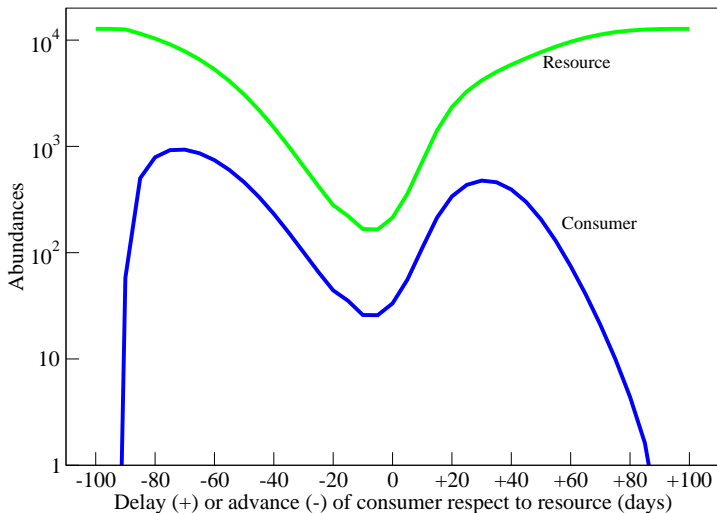
Dinámicas a corto y largo plazo



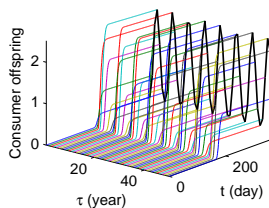
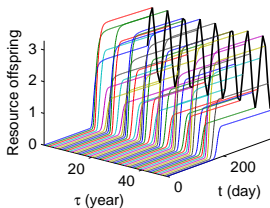
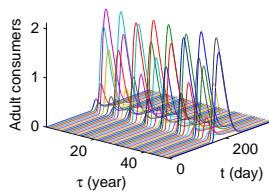
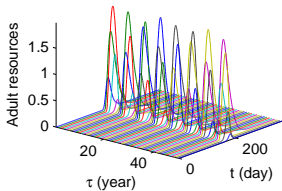
Efectos de la estructura trófica



Abundancia (semillas/huevos) vs Discrepancia fenológica



Oscilaciones recurso-consumidor



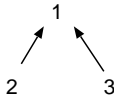
Plan

- 1 **Introducción**
 - Fenología y cambio climático
 - Problema a investigar
- 2 **Métodos**
 - Modelo matemático
 - Escenarios de simulación
- 3 **Resultados**
 - Interacción recurso – consumidor
 - Estructura trófica

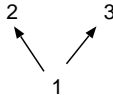
Estructura trófica

También consideramos las siguientes estructuras tróficas (community modules) para tres especies

apparent competition



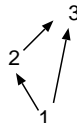
resource competition



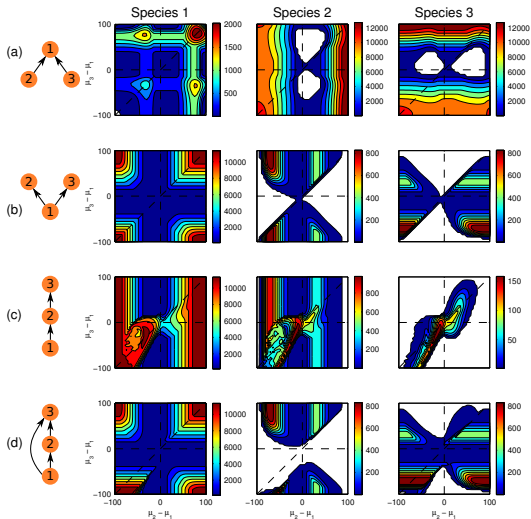
food chain



intraguild predation



Abundancia (semillas/huevos) vs Discrepancia fenológica



Resumen

- Los consumidores necesitan coincidir con sus recursos. Pero un solapamiento muy grande causará sobre-explotación y bajas abundancias a largo plazo
- Adelantos o retrasos de fenología y las alteraciones de su duración pueden causar cambios importantes en las dinámicas (e.g. oscilaciones, reclutamiento bifásico)
- En comunidades muy simples, los efectos netos de las discrepancias fenológicas resultan de las superposiciones de los efectos entre pares de especies

Agradecimientos

- Francisco Encinas-Viso y Michel Loreau (co-autores)
- Dorixa Monsalve, Harold Perez de Vladar, Jarad Mellard y dos revisores anónimos
- The TULIP Laboratory of Excellence (ANR-10-LABX-41)
- Gracias por su atención

<http://tomrevilla.sdf.org/research.html>