



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

ORGANISMO
AUTÓNOMO
PARQUES
NACIONALES

CENTRO NACIONAL
DE EDUCACIÓN AMBIENTAL



Universidad
de Alcalá

**Enfrentándose al cambio en la alta
montaña mediterránea:**

**migrar o adaptarse, esa es la
cuestión**



Universidad
Rey Juan Carlos

La alta montaña mediterránea

- ▶ Una riqueza biológica excepcional y un nivel alto de endemismo
- ▶ Una diversidad de comunidades muy elevada
- ▶ Un nivel de riesgo asociado al cambio muy elevado



Diversidad de Comunidades



- cervunales y comunidades higrófilas (*N. stricta*)
- **pastos crioturbados** (*F. curvifolia*) >1900m
- **matorrales** (*C. oromediterraneus* and *J. communis* subsp. *alpina*) 1900-2100m
- Pinares de ***P. sylvestris*** (1600-1900m)
- **Bosques mixtos riparios** (arroyos)
- *Sabinares* (*J. thurifera*) en sitios secos
- **Bosques deciduos** *Q. pyrenaica* (800-1600m)
- **Bosques perennifolios** *Q. ilex* and *J. oxycedrus* (400-900m)

Cabezas de Hierro, 2280m, Junio 2001



Armeria caespitosa



Jurinea humilis



Allium schoenoprasum



Jasione centralis



Senecio boissieri



Thymus penyalarensis



Hieracium myriadenum

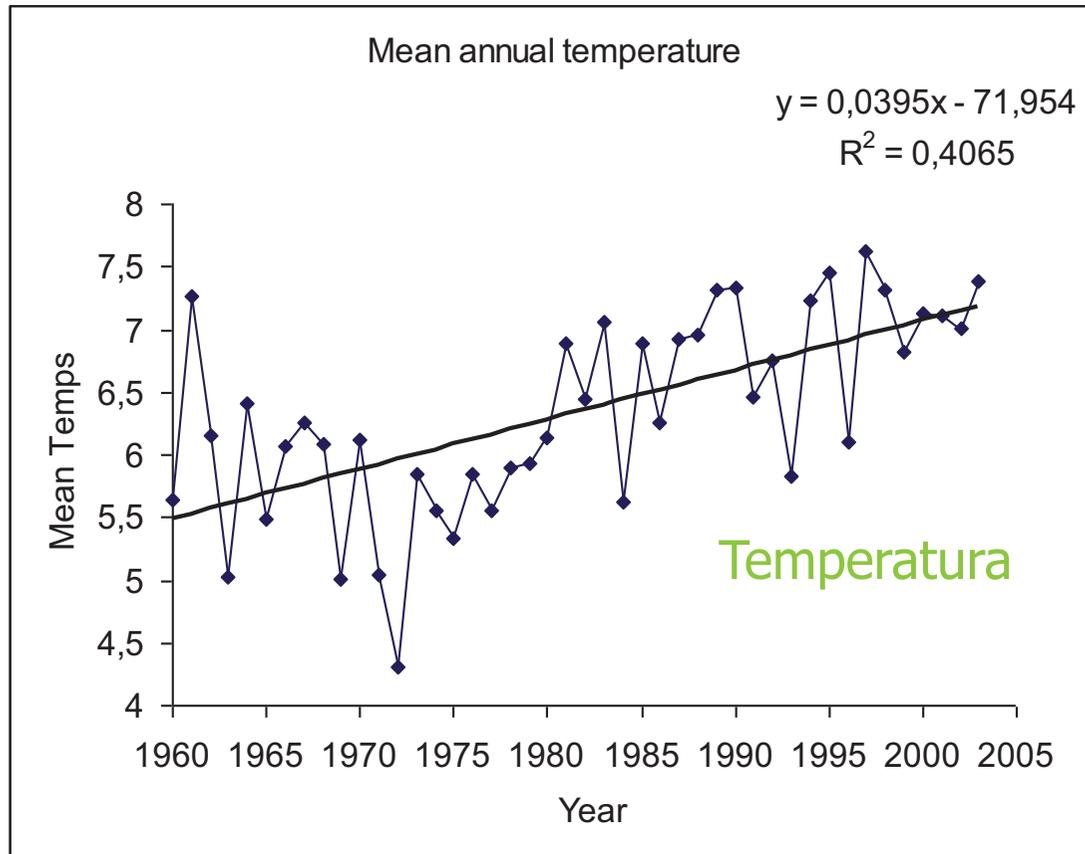


Sempervivum vicentei subsp. *pau*

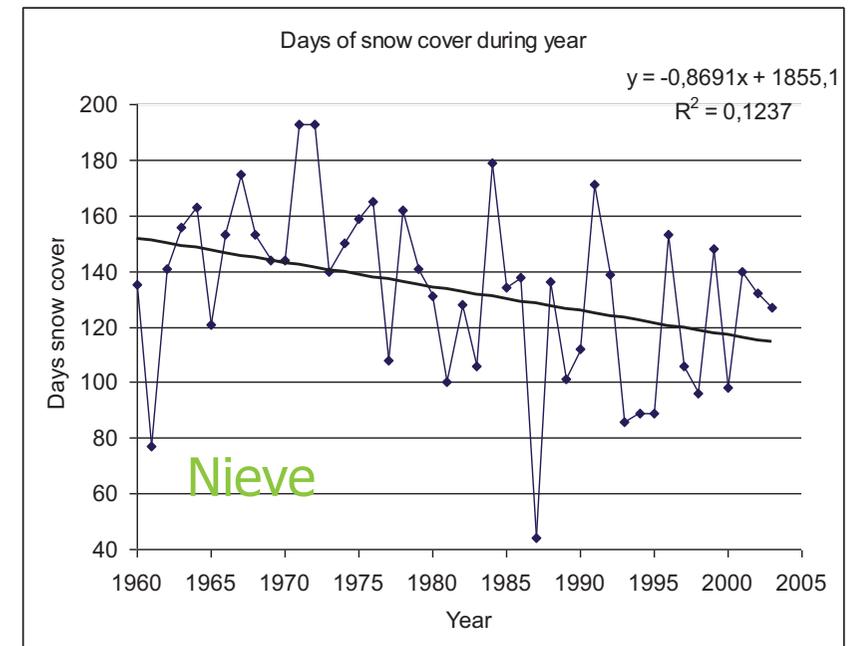
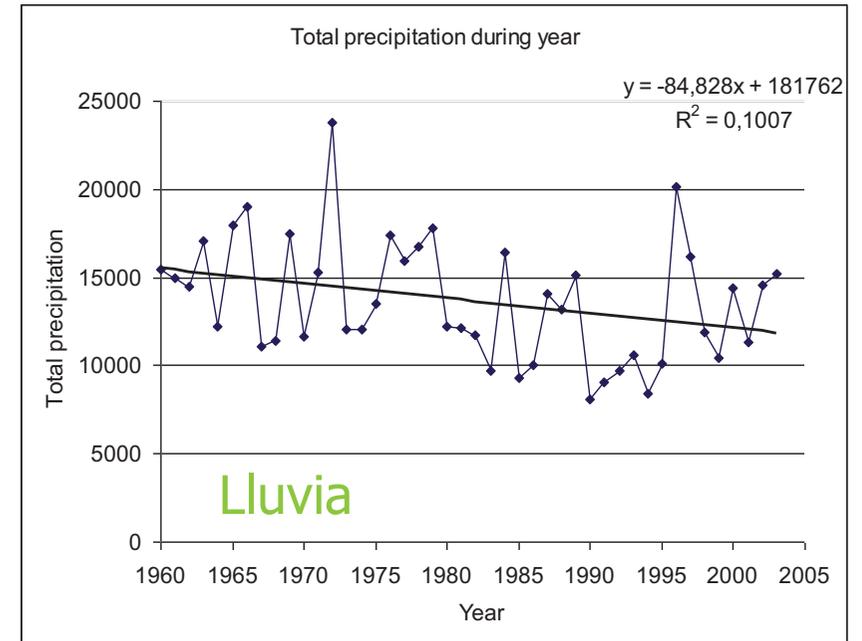


Phyteuma hemisphaericum

Calentamiento en nuestras montañas

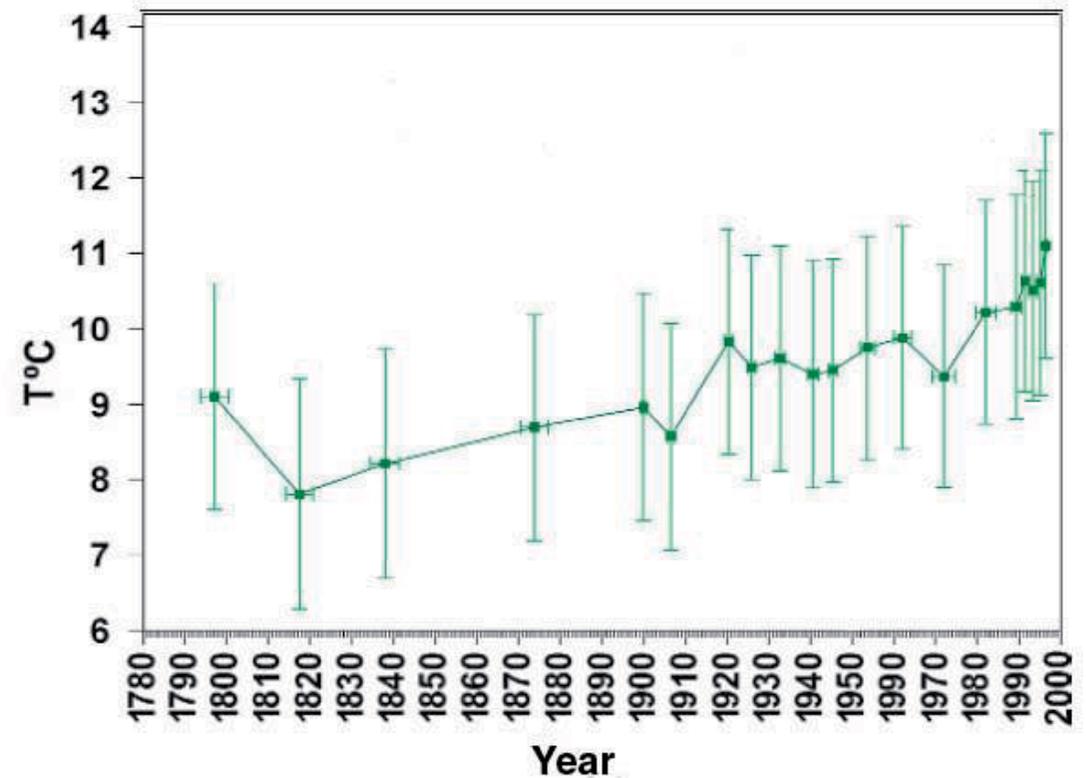
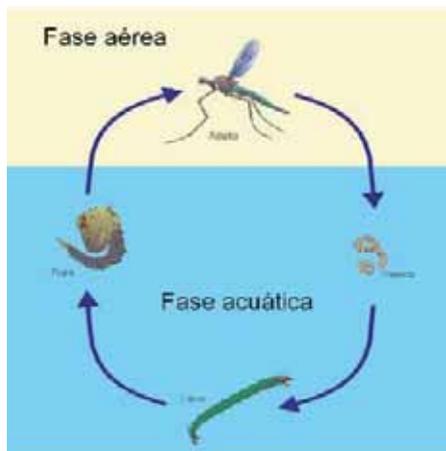
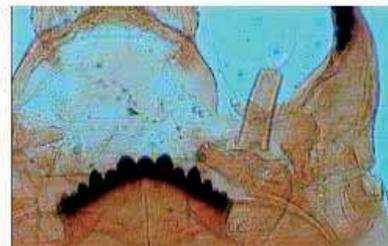
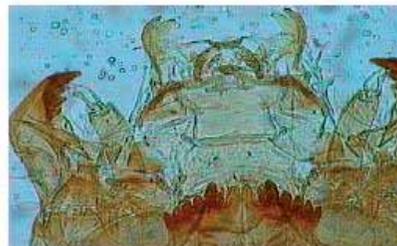


Más de 1,5 °C en los últimos 40 años en Pto Navacerrada

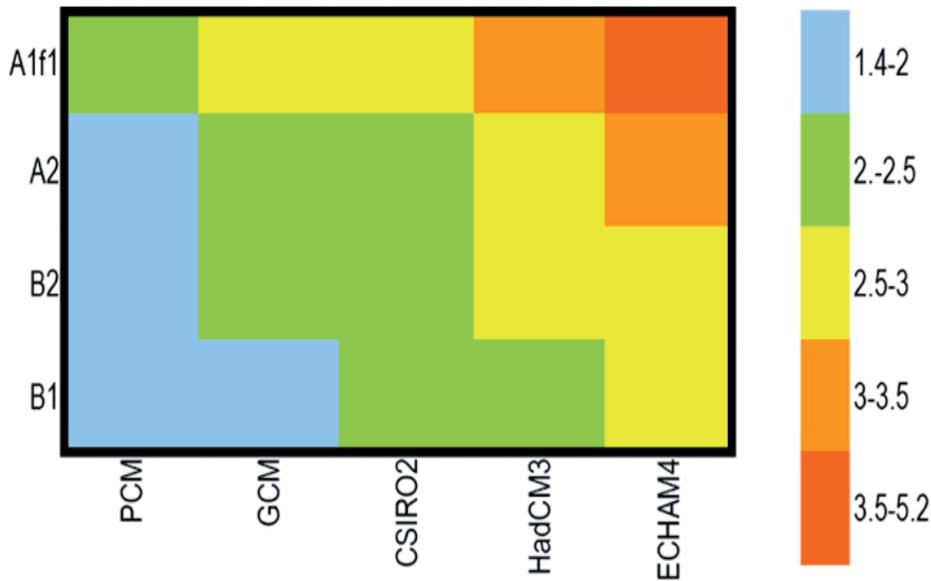
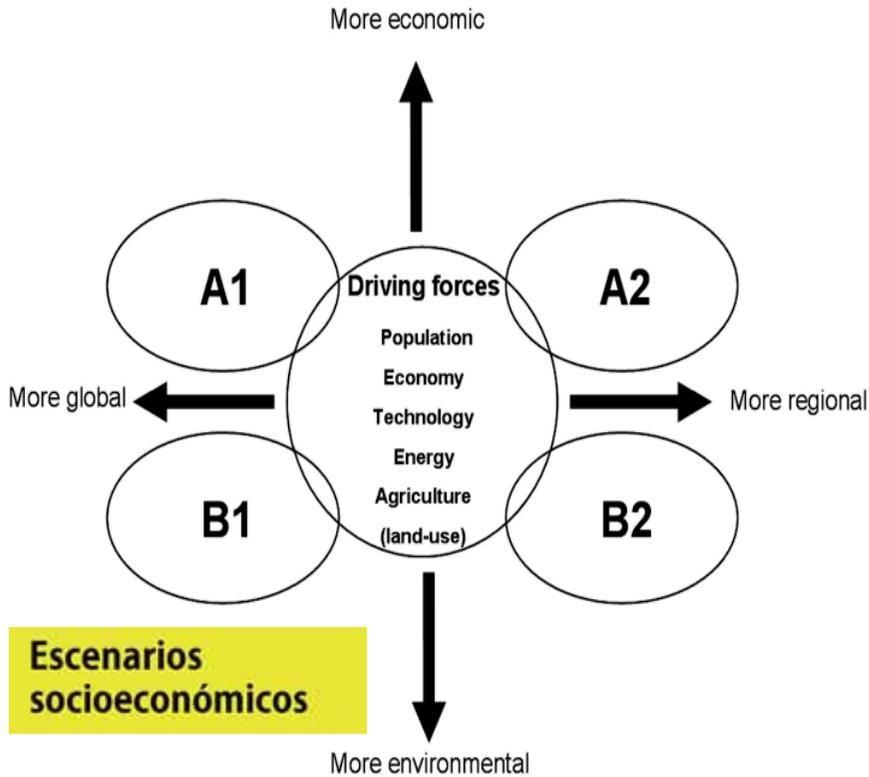


También cambios a otras escalas temporales

- **Reconstrucción por calibración de temperatura media a partir de la frecuencia de quironómidos** (Granados & Toro 2000. J. Limnol)



¿Cuál es la tendencia? Nogués et al 2008 Ambio



- ▶ Incremento de 1,4 °C a 5,1 °C para 2055
- ▶ Incremento de 1,8 °C a 8,3 en 2085
- ▶ Descenso de precipitaciones de hasta un 18% en 2085

Con cambios que se detectan y afectan a nuestros ecosistemas de montaña

- Reemplazo de pastizales de alta montaña por arbustos (Sanz-Elorza *et al.* 2003)

Matorralización



1956

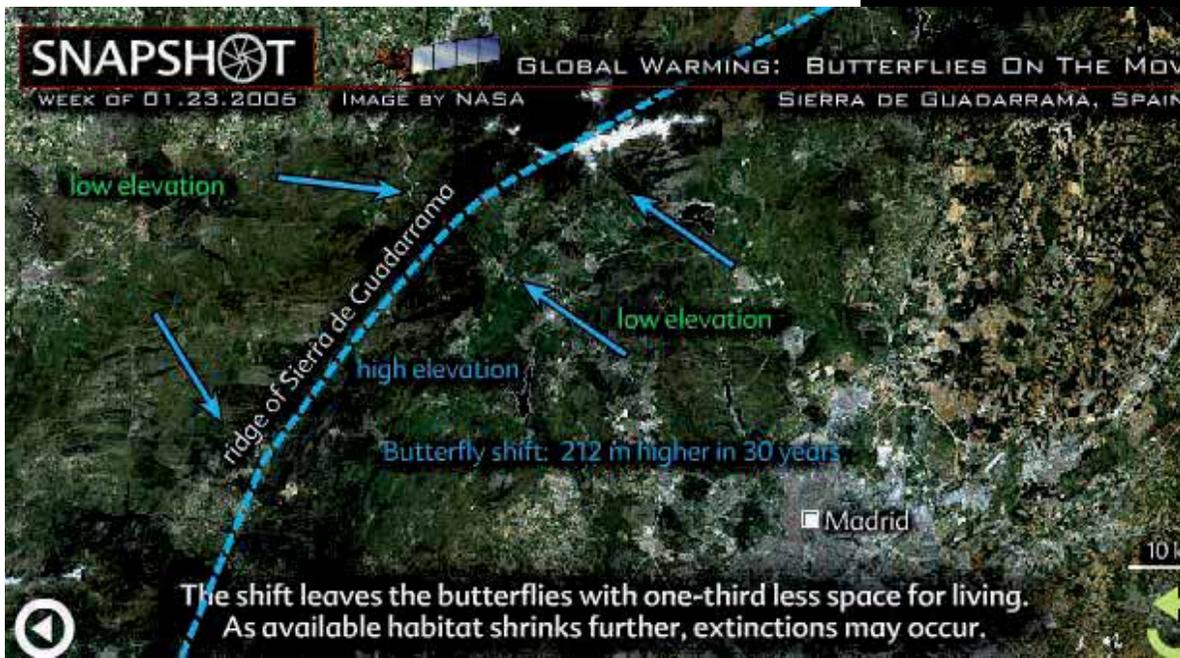
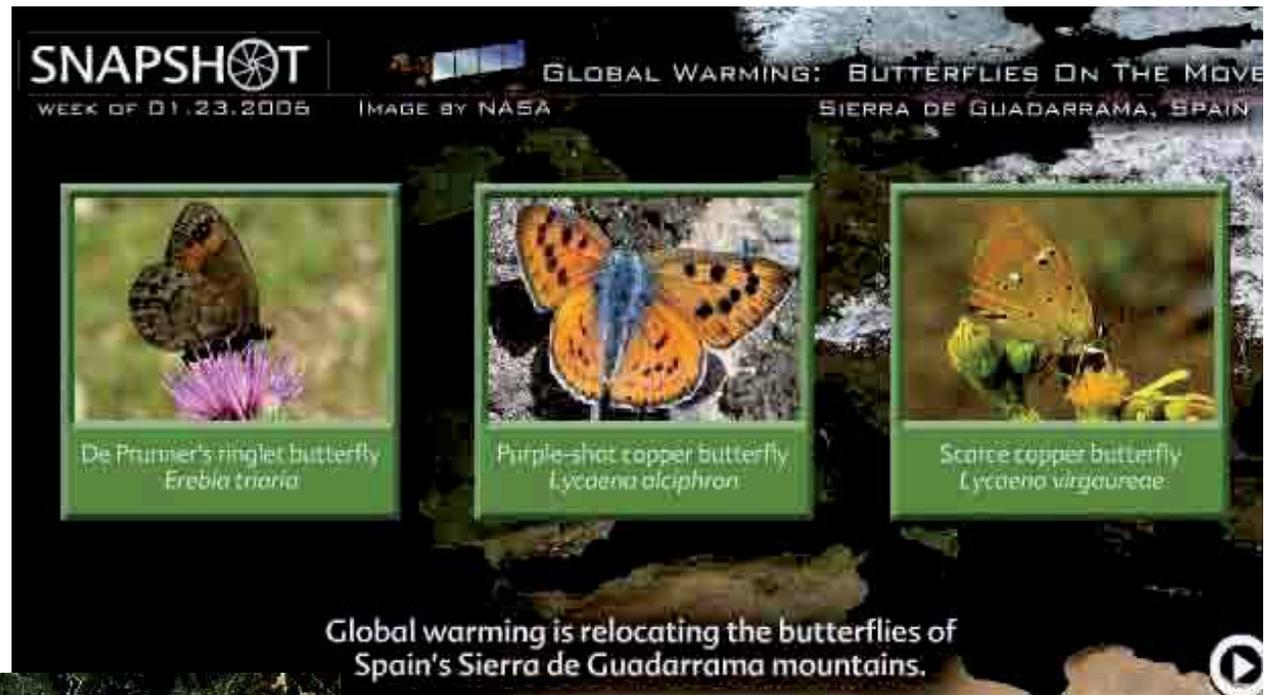


2005

Y no sólo la vegetación:

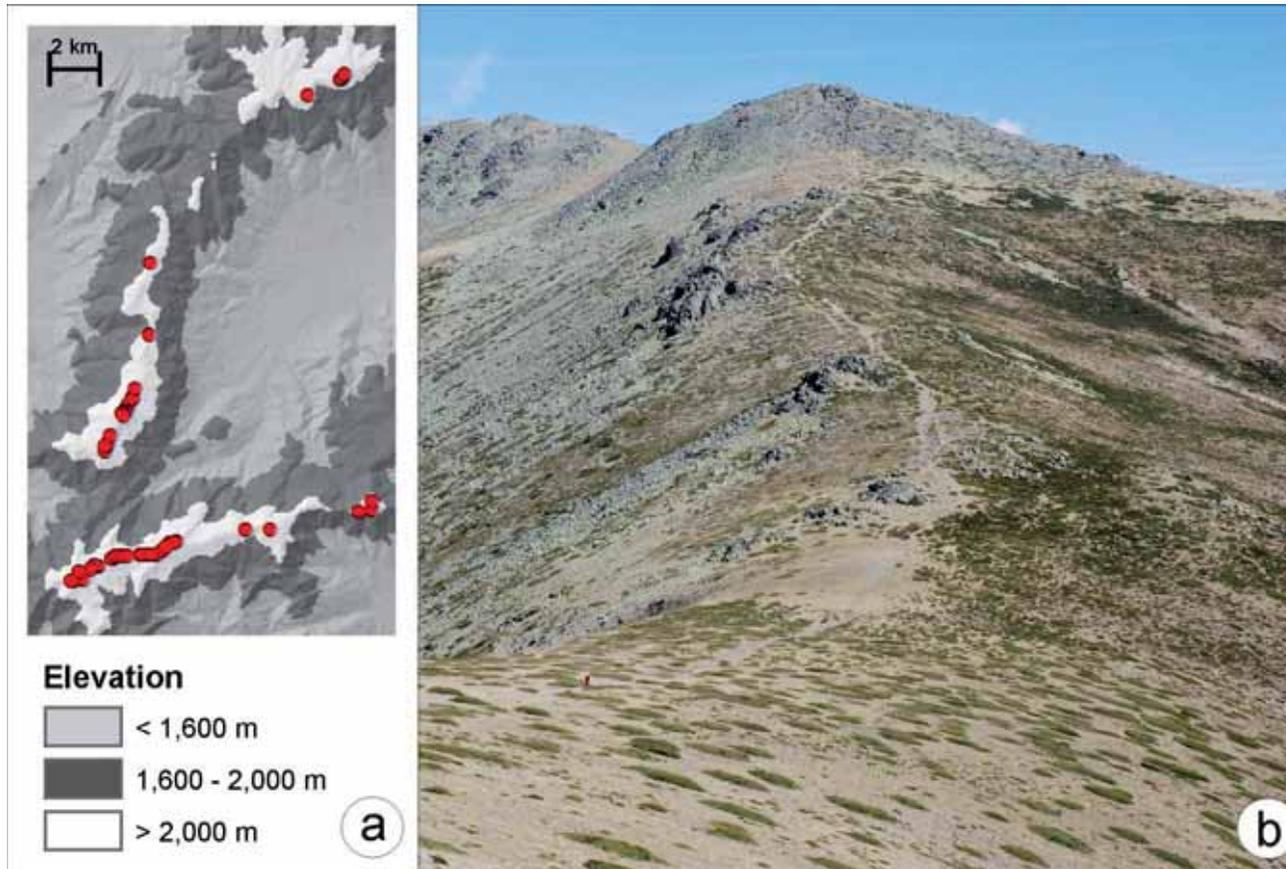
Desplazamiento de las mariposas diurnas

Wilson & Gutiérrez 2006 Ecol. Lett.

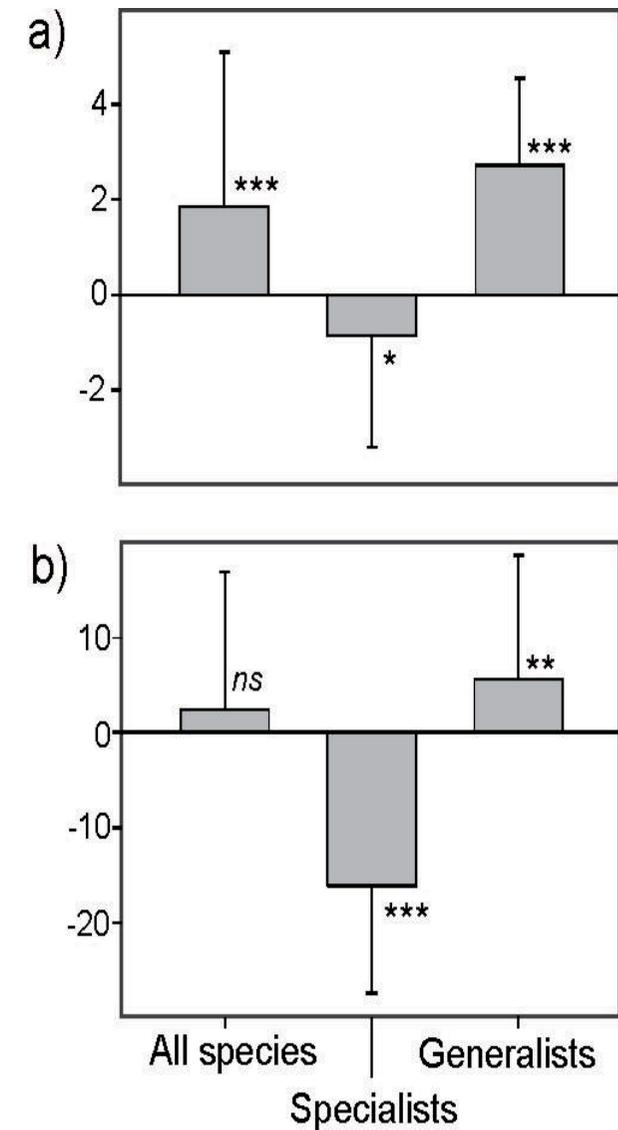


Algo más de 200 m de elevación en los últimos 30 años

Desplazamiento de plantas especialistas y generalistas



Remuestreo de datos fitosociológicos desde 1960





Dos Hermanas
2280 m

Peñalara
2428 m

Morrena
1960 m

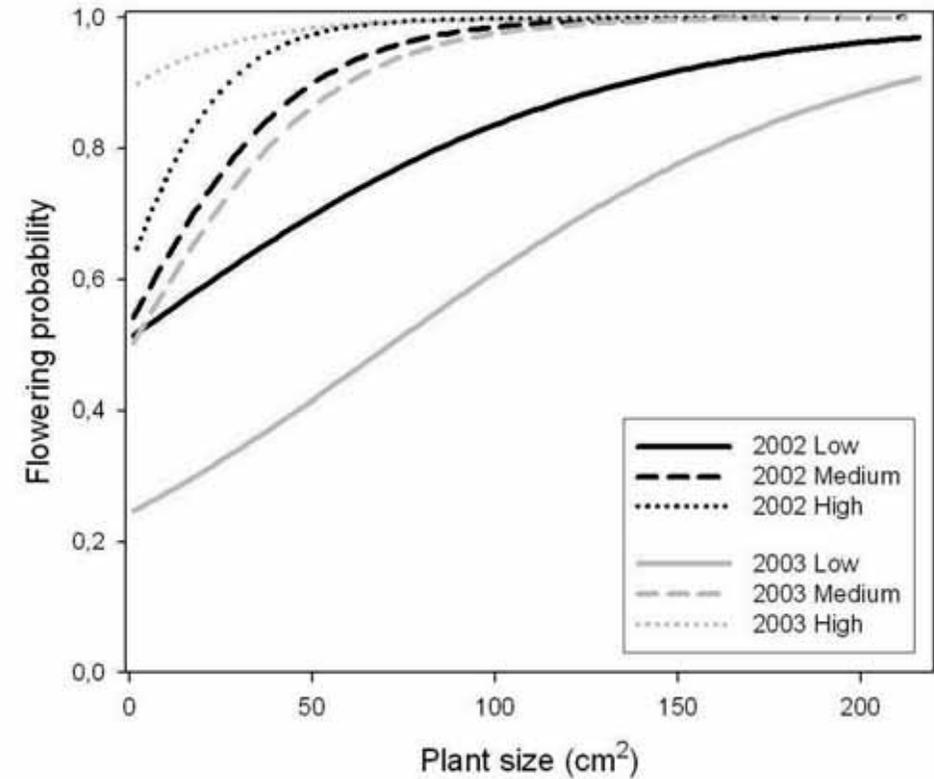
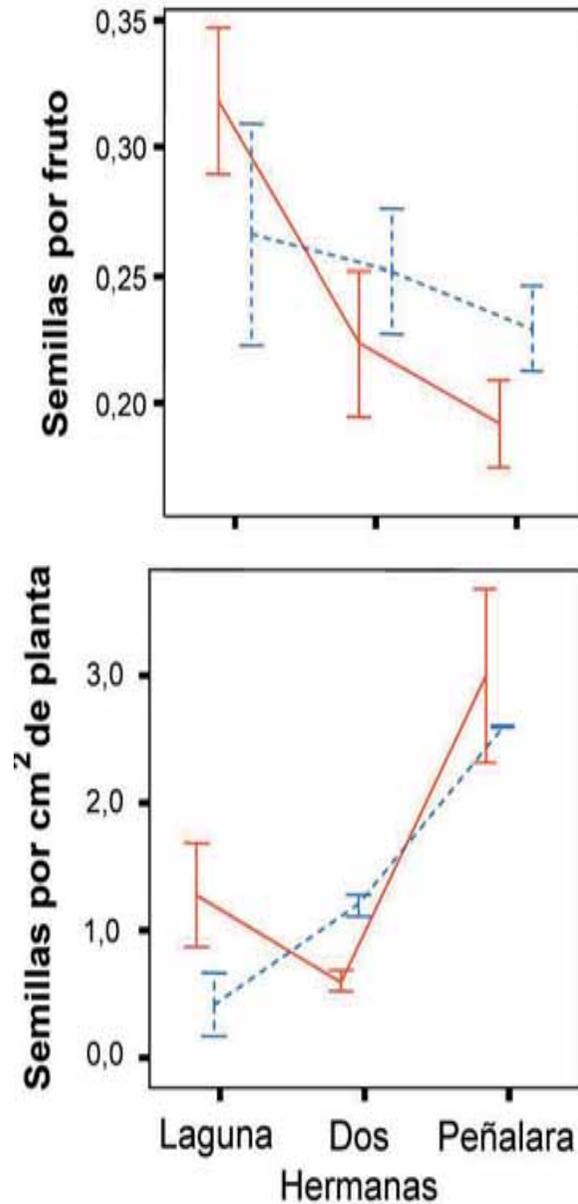


Silene ciliata



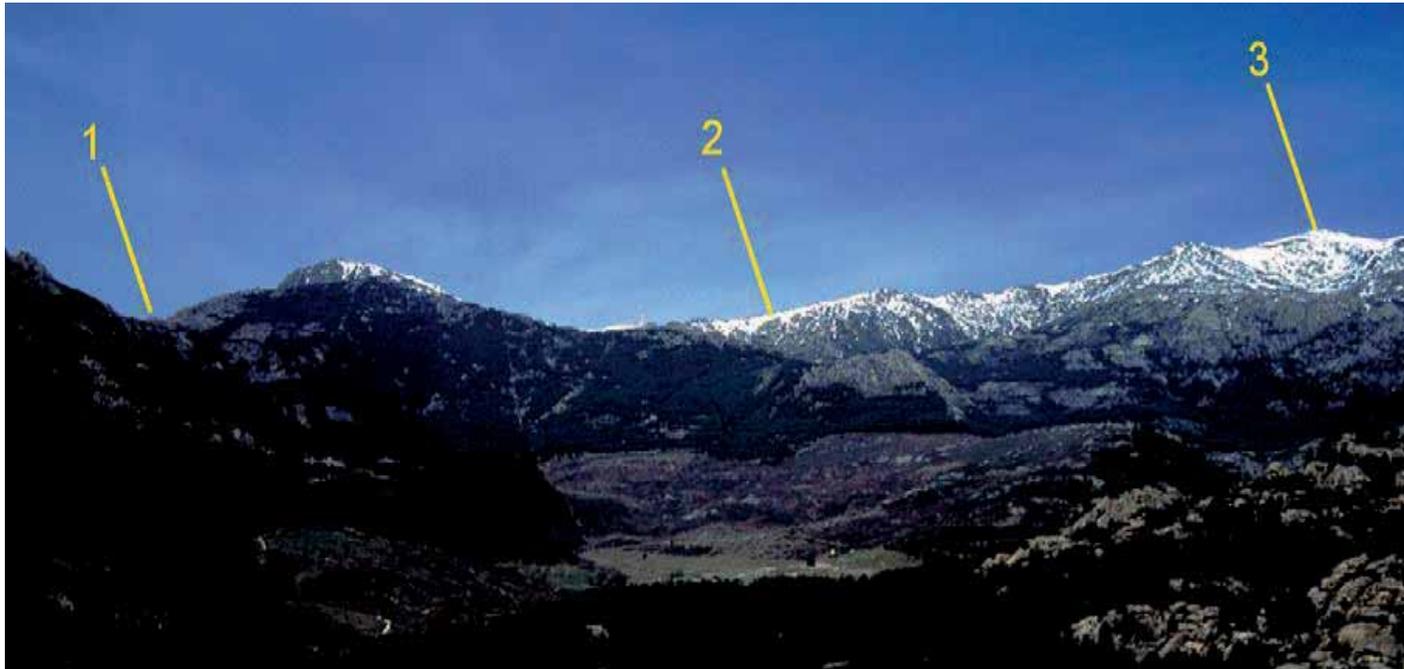
Armeria caespitosa

Lo primero: Plasticidad reproductiva de *Silene ciliata*



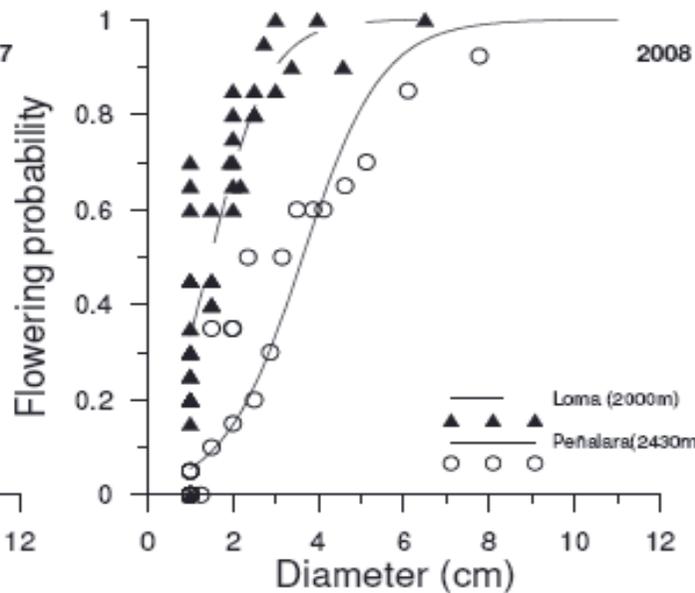
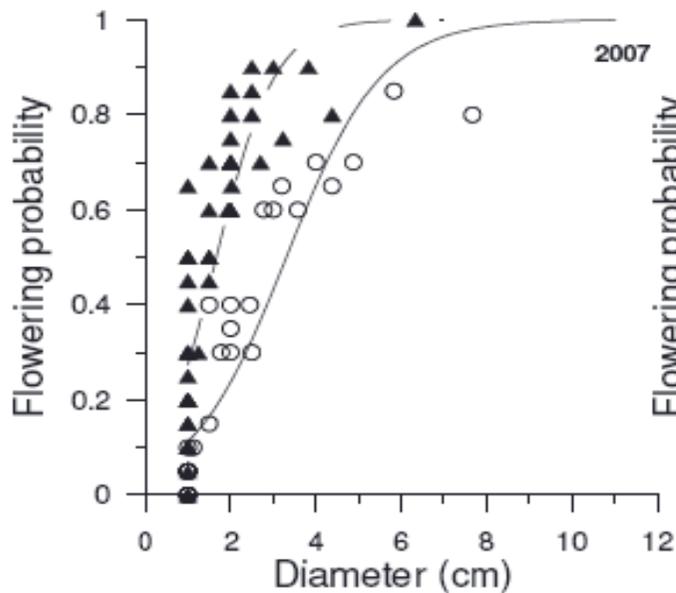
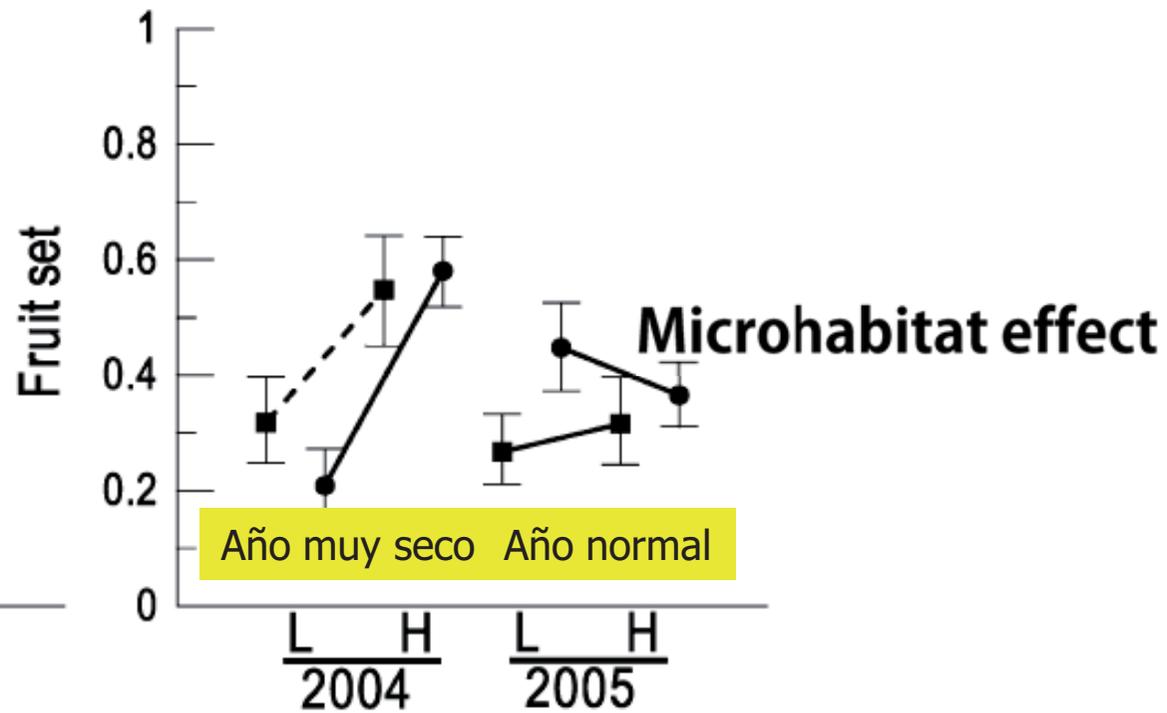
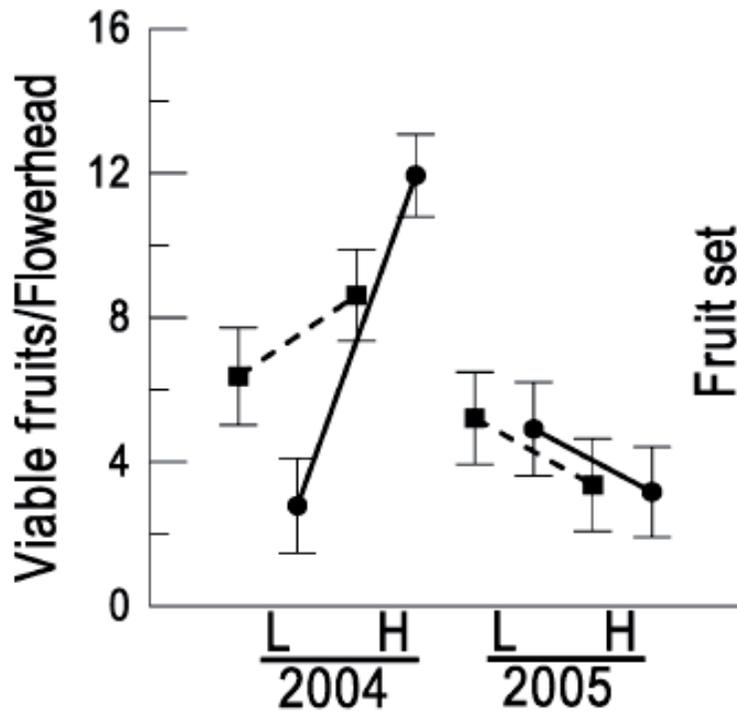
Este patrón es constante?

Plasticidad reproductiva de *Armeria caespitosa*



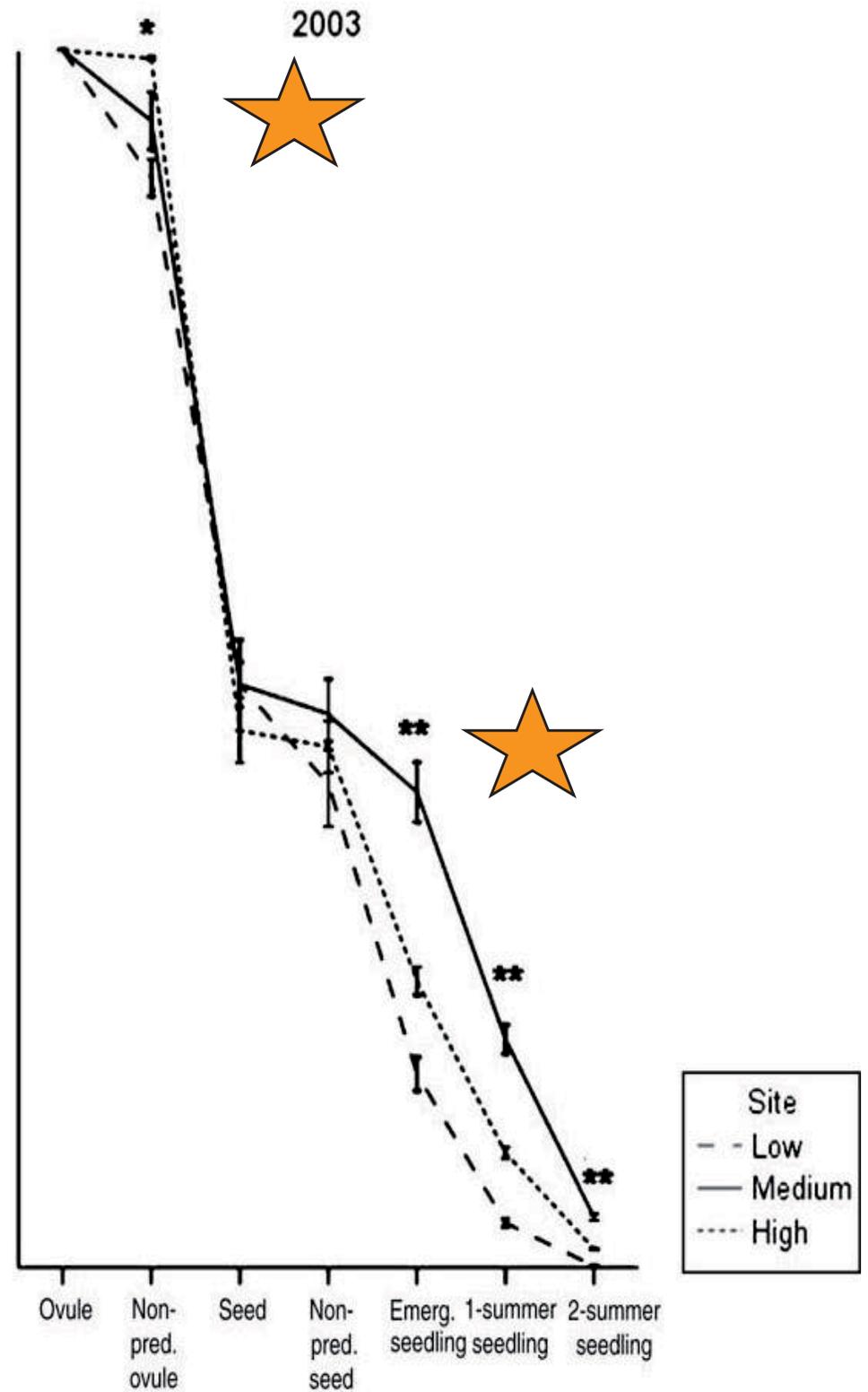
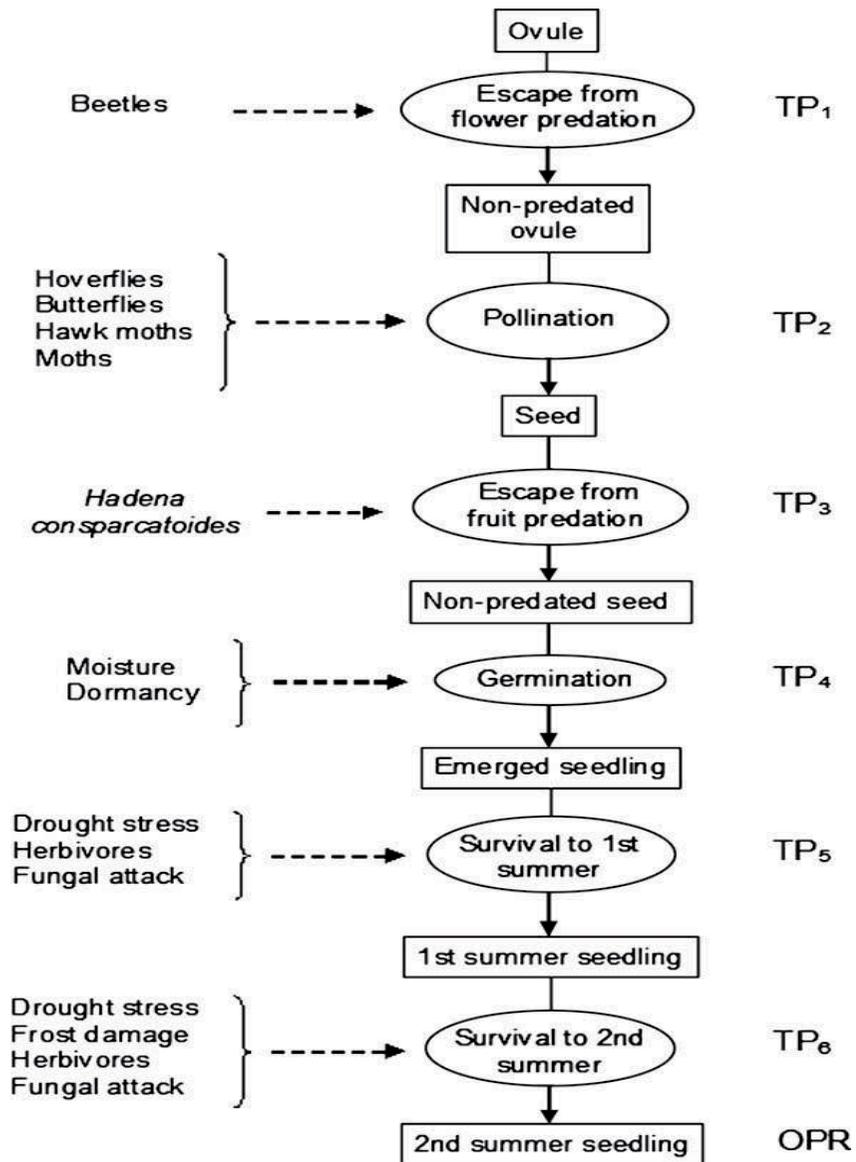
García-Camacho & Escudero 2008 Plant Biology
García-Camacho & Escudero 2009 Amer J. Bot

Abajo no siempre está tan mal

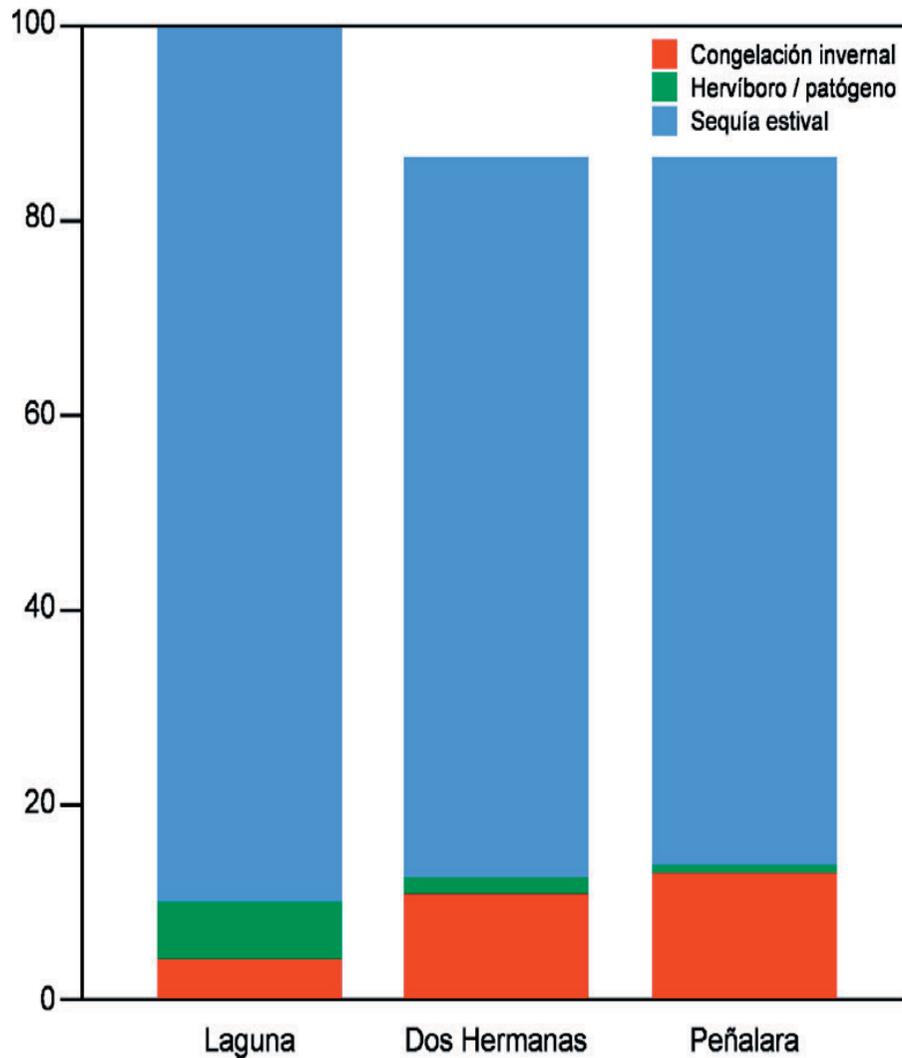


Aquí lo complicado parece ser el "front edge"

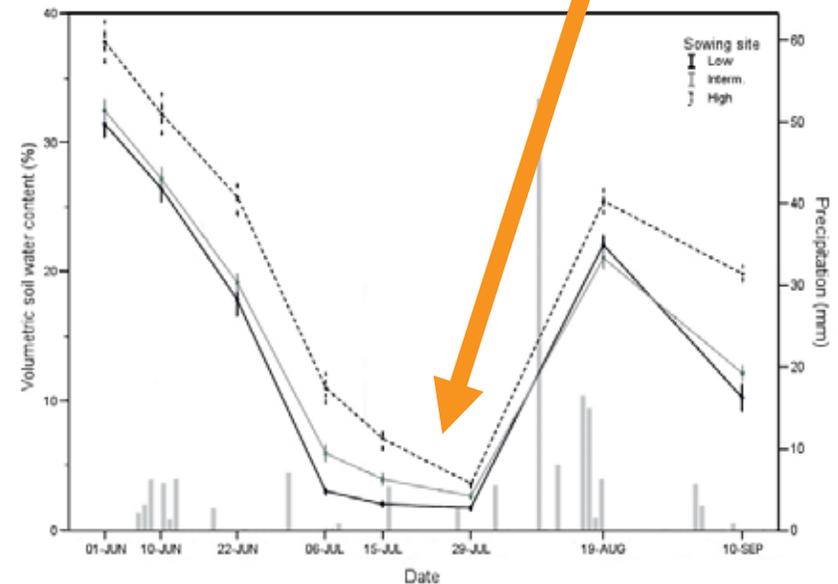
Un poco más allá... desde el óvulo al reclutamiento en *Silene ciliata*



La montaña mediterránea es algo especial



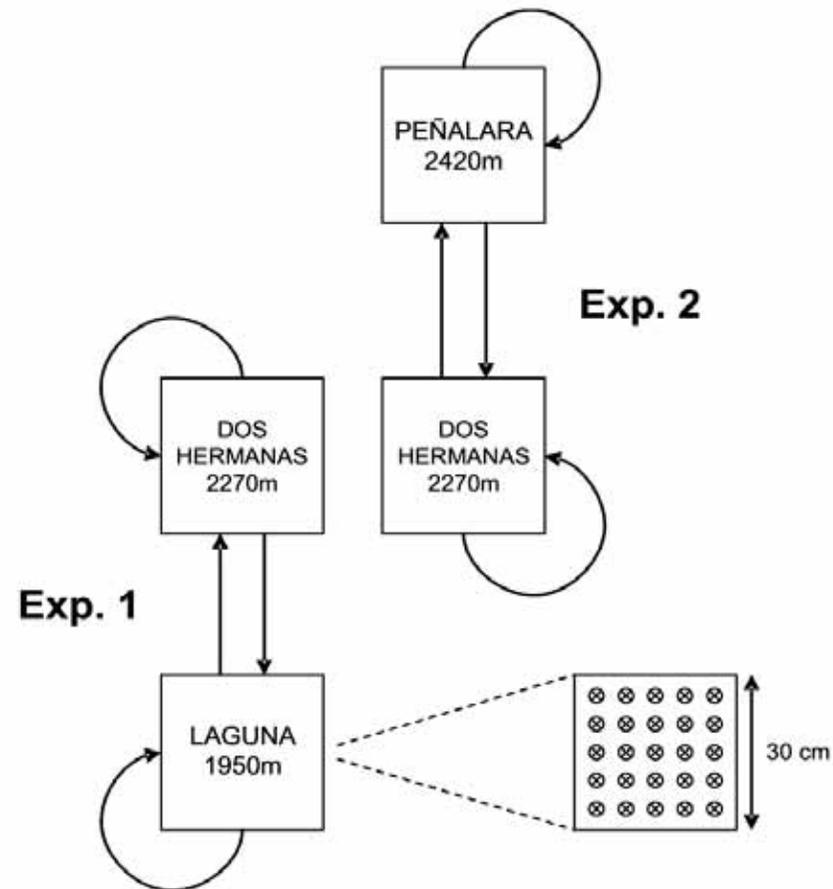
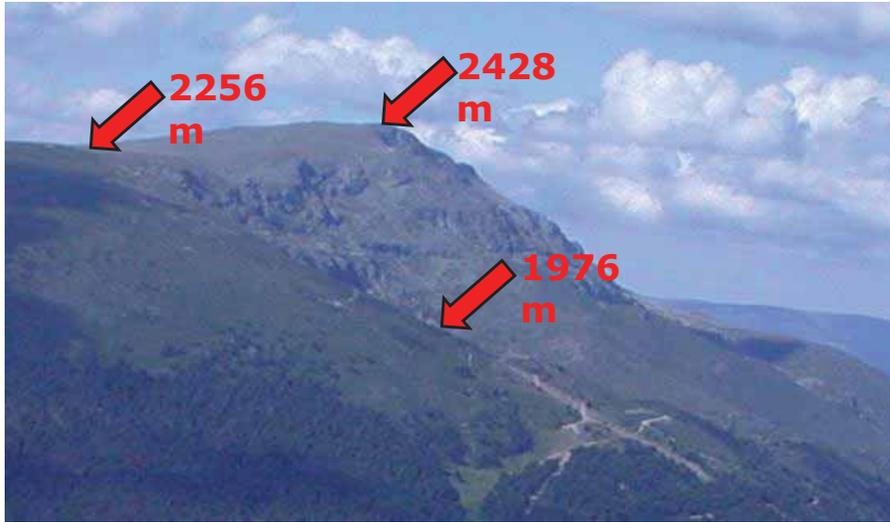
Filtro ambiental:
Sequía de verano



Sequía de verano
Peña Cítores a 2200 m,
finales de julio

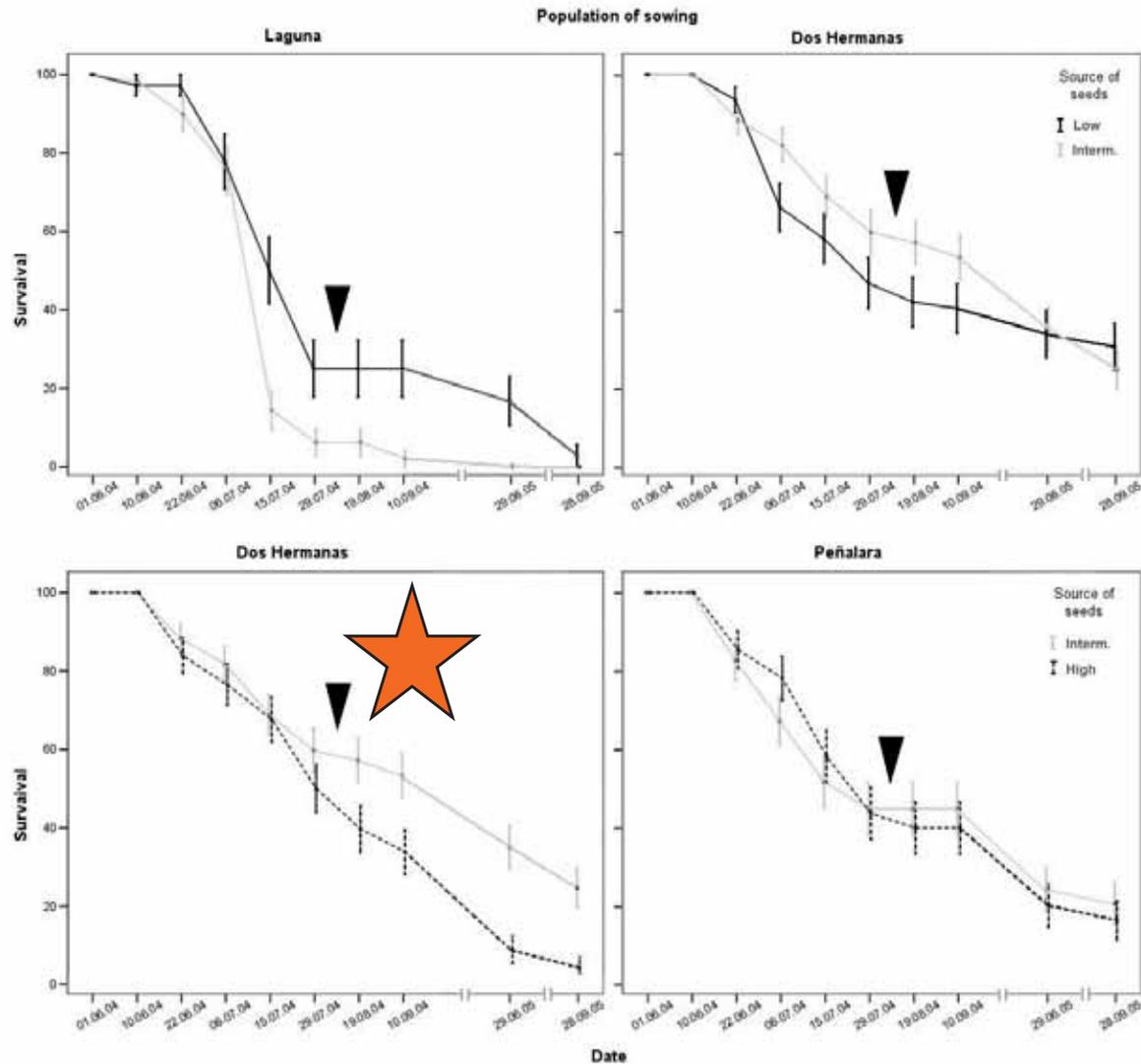


Moverse o adaptarse localmente



Giménez-Benavides et al.
2007 Annals Bot
Giménez-Benavides et al.
2005 Ecol Res

Adaptación local: survival



Mejor supervivencia en el lugar del origen

Estructuración de la diversidad genética

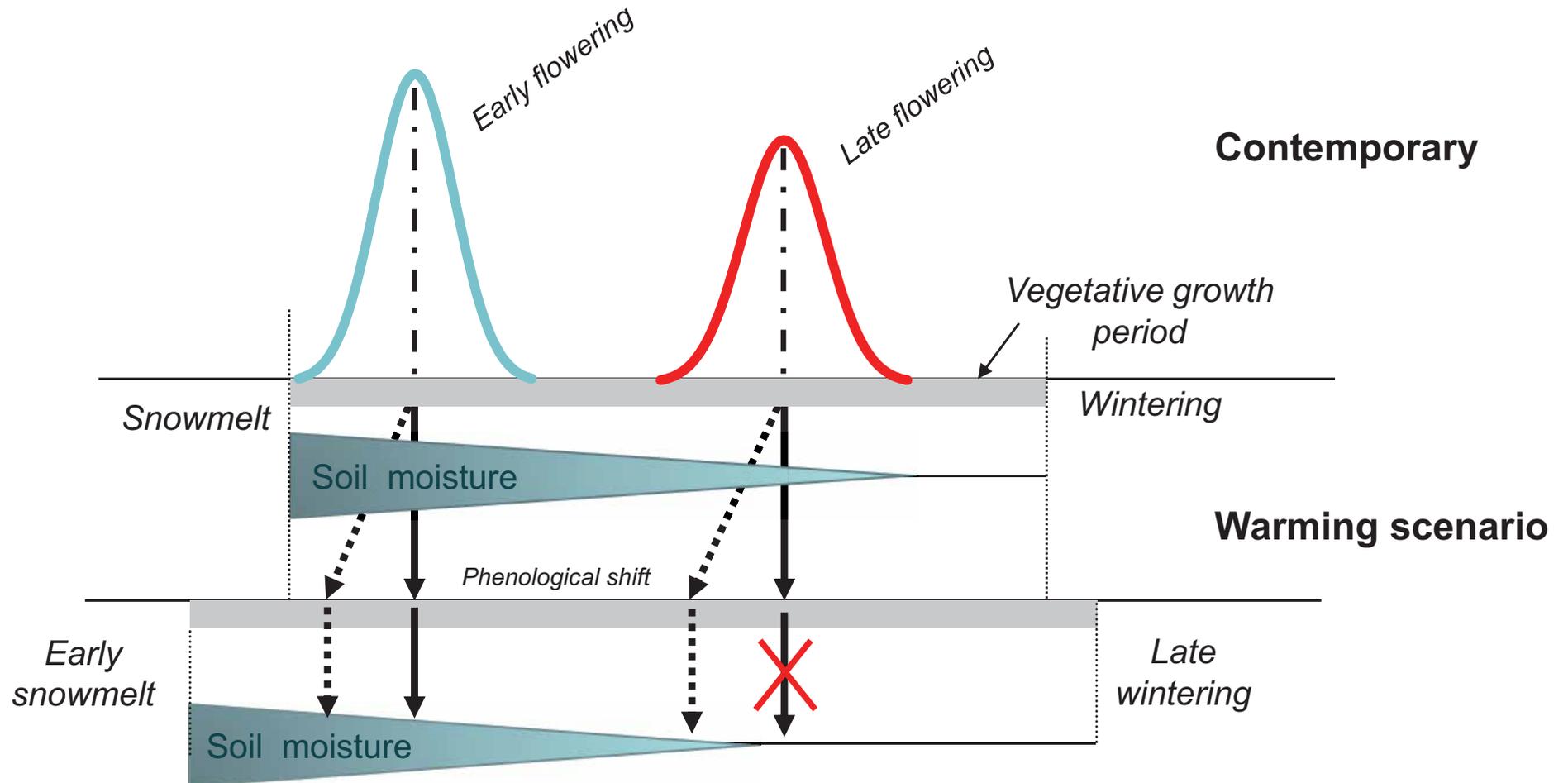


Mejor germinación en algunas altitudes

Pequeñas variaciones entre las fuentes de semillas

Diferencias ligadas a la resistencia a la sequía
 García-Fernández et al.2012 Plant Biology

Ajustar la fenología de floración



¿Se produce una selección fenotípica hacia una floración más temprana?

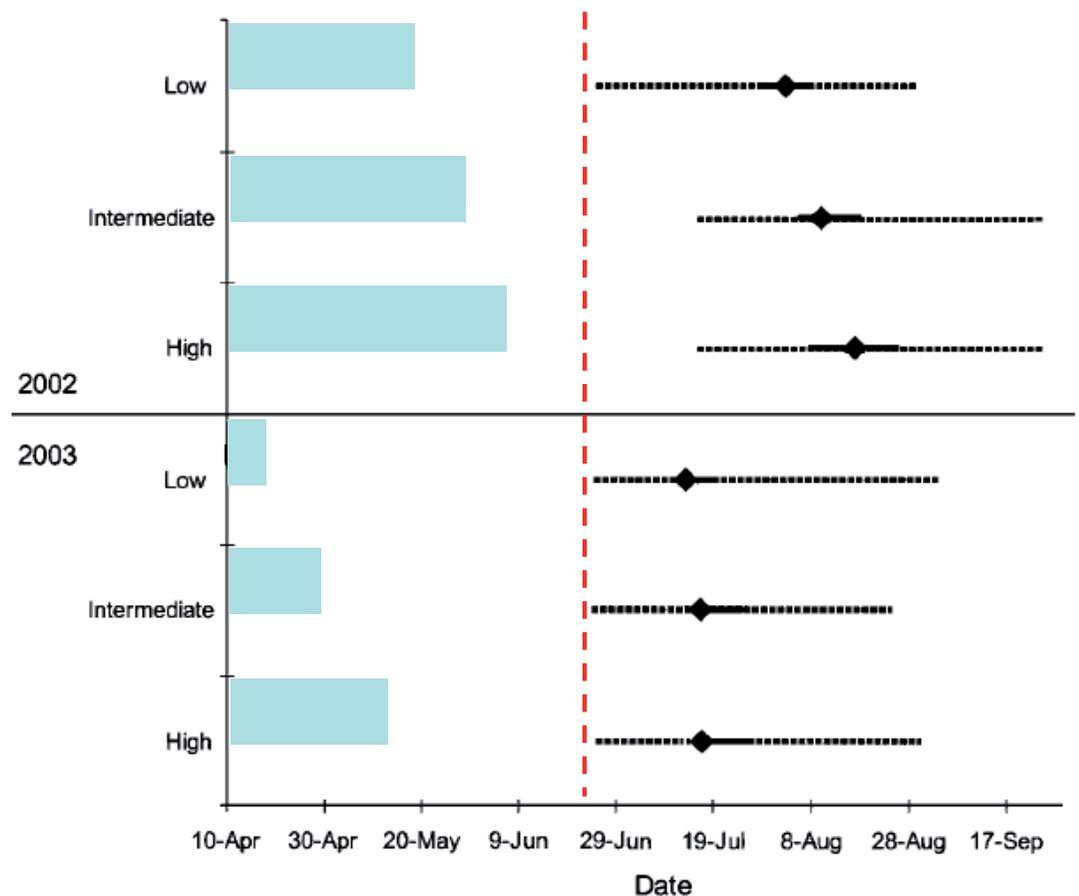
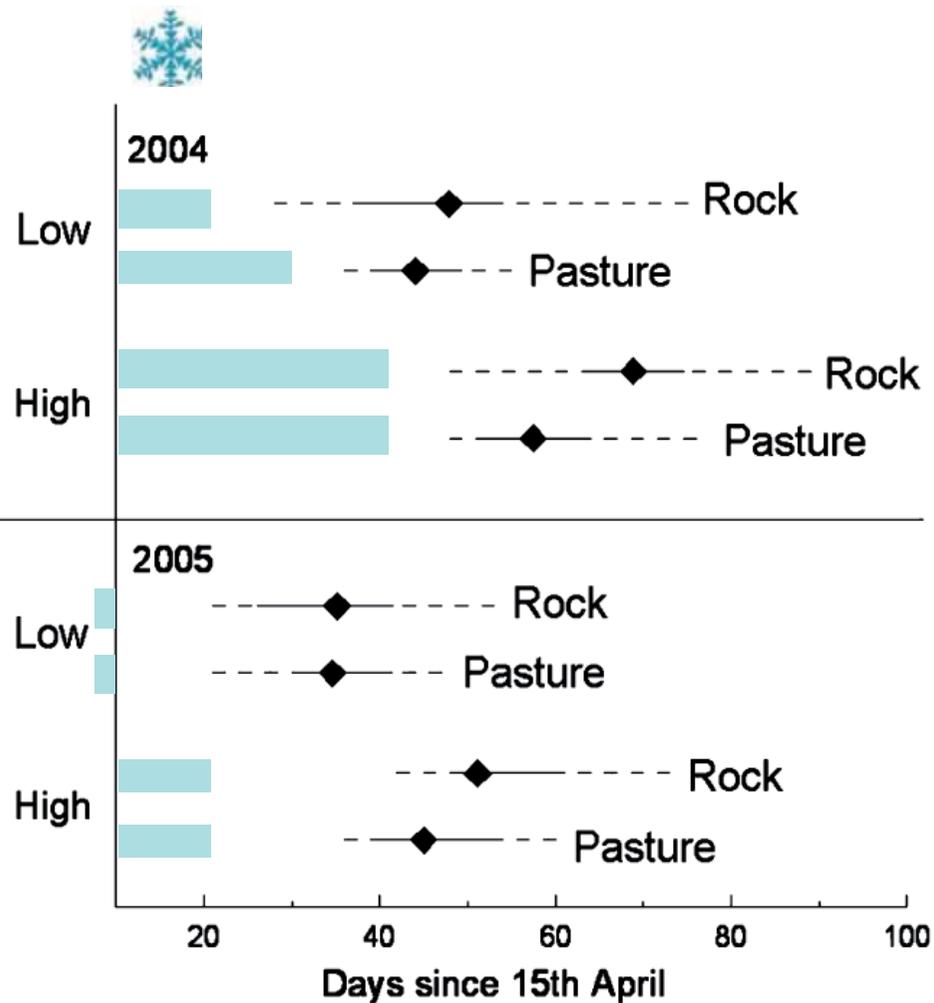
¿Es esto más intenso en las plantas de floración tardía?

Florece antes conviene pero...¿es tan fácil?

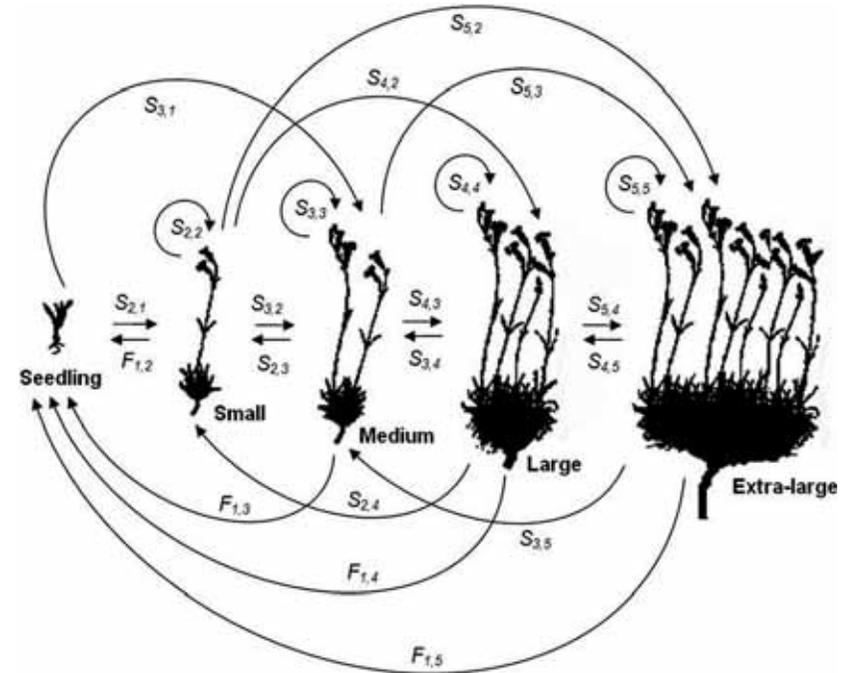
¿Hay constricciones que limiten su adelanto?

Armeria caespitosa

Silene ciliata

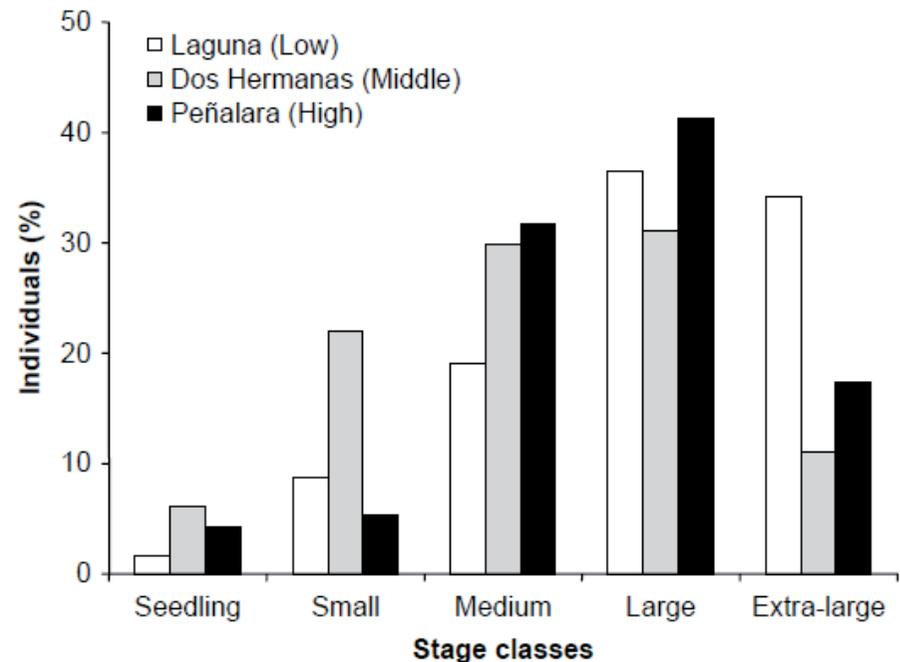
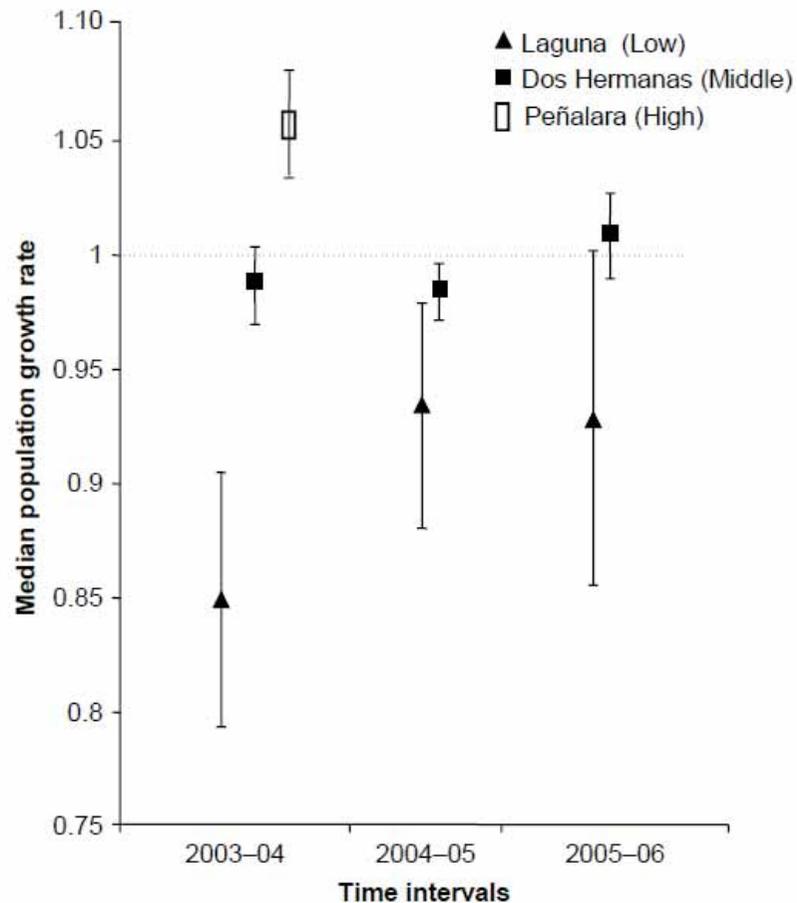


Quizás la cuestión clave es la viabilidad



Giménez-Benavides et al.
Ecography 2010

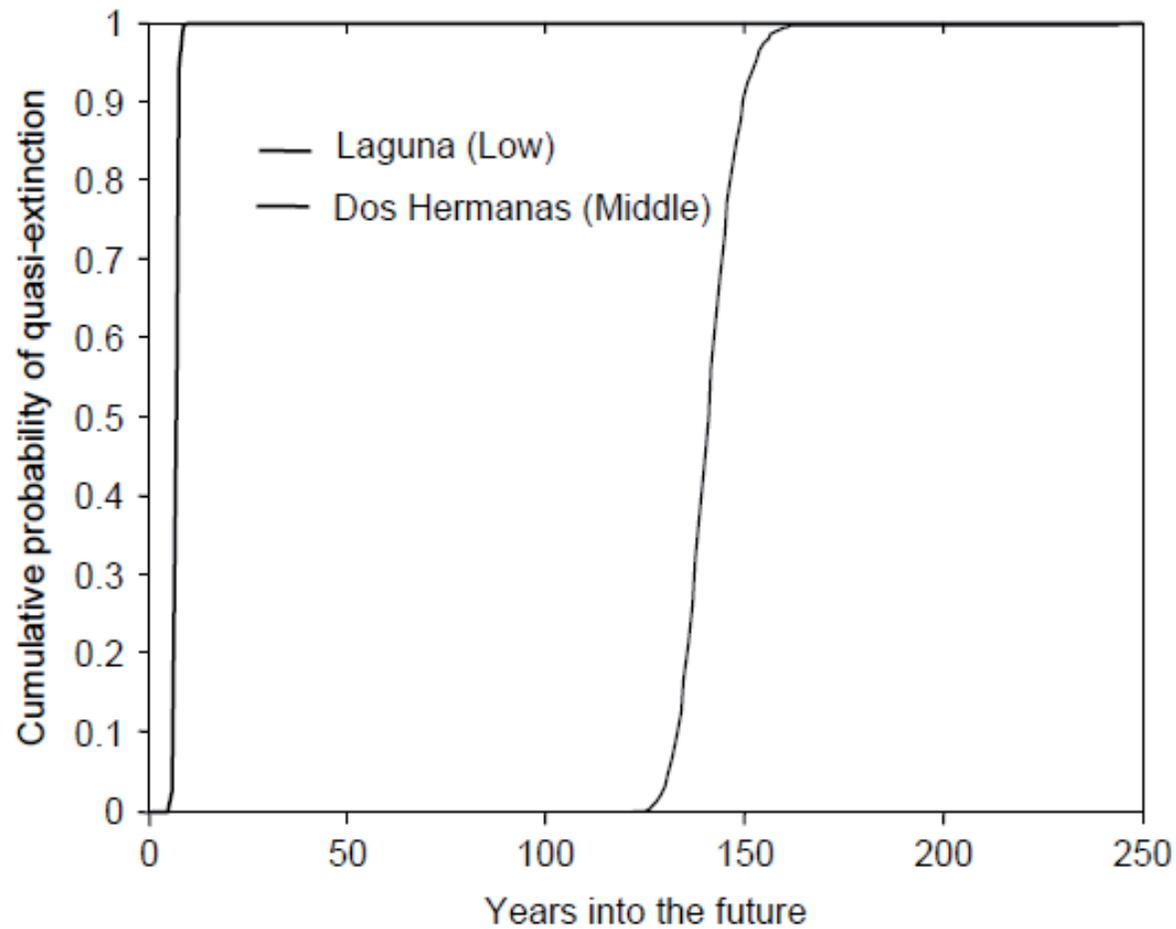
Demografía de *Silene ciliata*: lo esperado



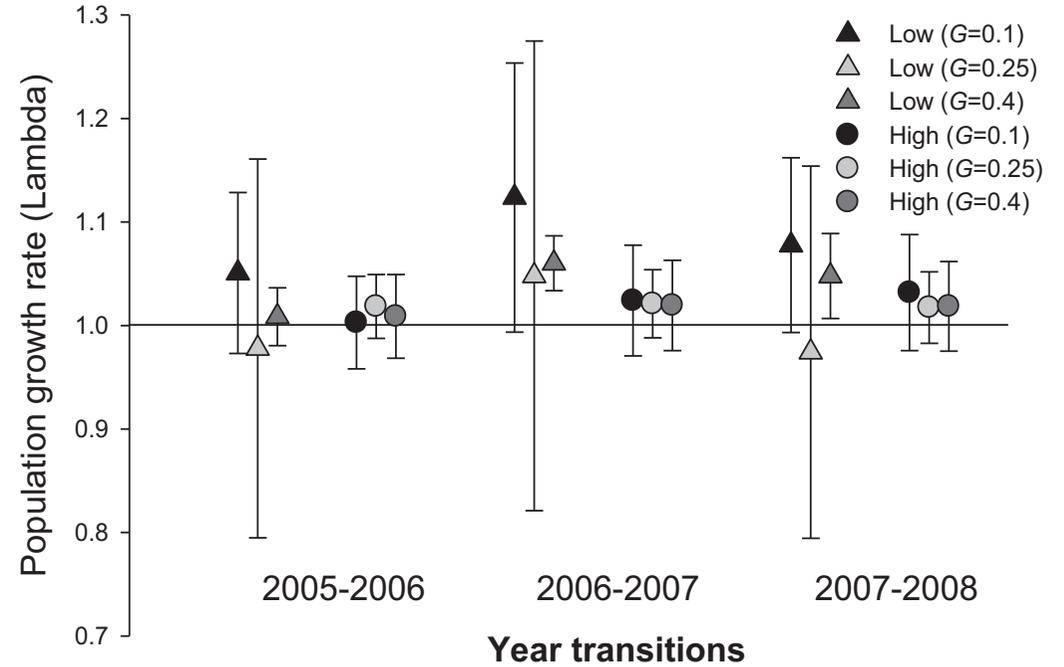
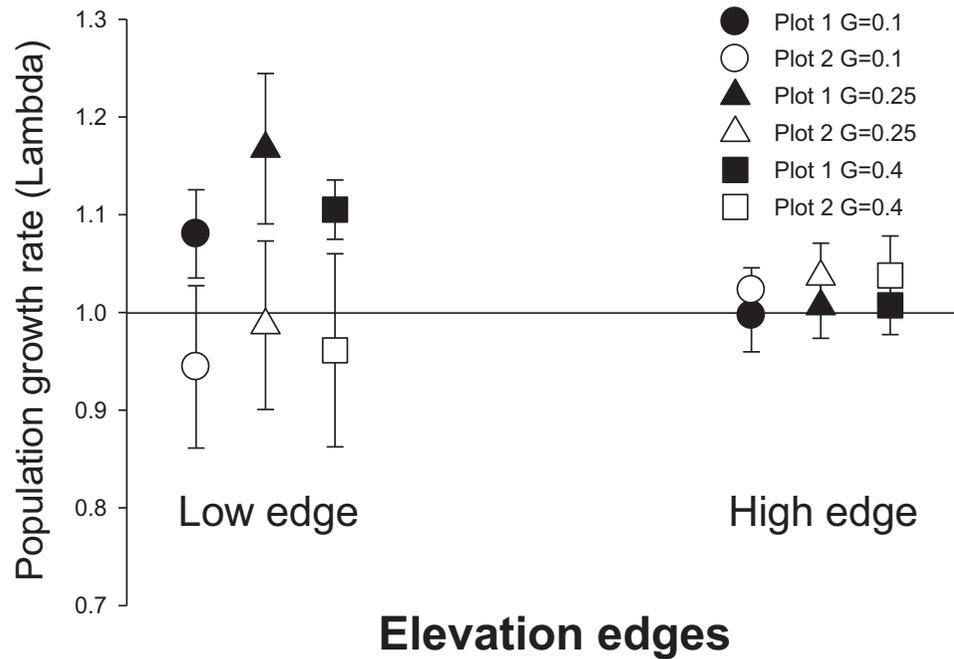
La tasa de crecimiento del "rear edge" es muy inferior

La estructura de edades es muy diferente

En el límite inferior es un desastre



Plasticidad demográfica un mecanismo para persistir

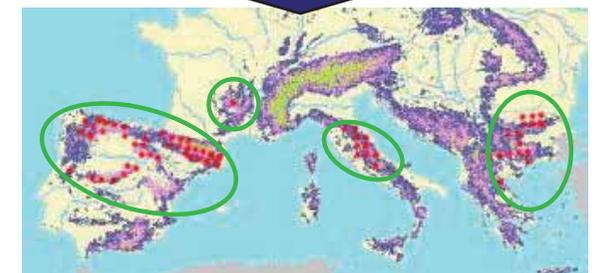


Compensación demográfica de Morris & Doak 2010 Nature

Estructura jerárquica de la diversidad genética

- Fuerte estructuración de la diversidad genética de estas plantas a muy diferentes escalas.
- Un inbreeding generalizado que se agudiza en el límite inferior
- Fuertes variaciones en el tamaño del genoma de alguna de estas especies

García-Fernández et al. 2012 Plant System. Evol
García-Fernández et al. 2012 Annals Bot
García-Fernández et al. 2012 A J Bot



La alta montaña mediterránea a escala global: MOUNTAINS

Procesos de ensamblaje a lo largo de la altitud



Manipulando en alta montaña
Top Open Chambers + irrigation

Chile con el grupo de Lohen Cavieres



Gracias

