

6.1. Cambios temporales en la diversidad, abundancia y fenología de las comunidades vegetales: un estudio de 25 años en los borreguiles

Pérez-Luque, A.J.¹; Sánchez-Rojas, C.P.²; Zamora, R.¹ y Bonet, F.J.¹

¹ Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra en Andalucía, Universidad de Granada ² Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía

Resumen

Los borreguiles son ecosistemas muy sensibles a los cambios en la disponibilidad hídrica y la temperatura, convirtiéndose en comunidades ideales para el estudio del cambio climático. Un análisis diacrónico de 25 años ha revelado que estas comunidades no presentan cambios significativos en la composición ni en la abundancia de especies. Sin embargo, los atributos fenológicos sí difieren a nivel de comunidad entre los dos periodos analizados. En general se observa un retraso en la floración para las especies de desarrollo más temprano, que parecen ser las más sensibles.

➤ Objetivos y metodología

Se han analizado los cambios en la composición, abundancia y fenología de floración de las comunidades de plantas de los borreguiles, en dos periodos temporales diferentes: 1988-1990 y 2009-2012. Para ello se muestrearon parcelas permanentes de 1 x 1 m, distribuidas al azar en las comunidades de borreguiles de cota media (borreguil de San Juan) [1, 2]. Las parcelas se visitaron quincenalmente (desde mayo hasta octubre). Para cada especie se anotó la presencia/ausencia, cobertura y el número de estructuras florales. Con estos datos se construyeron perfiles de floración y se obtuvieron diferentes indicadores fenológicos: inicio y fin de floración, duración de la floración y fecha de máxima floración. Posteriormente se analizaron cambios en la abundancia de floración (cantidad de flores) y fenología de floración a nivel de comunidad, diferenciando entre especies de floración temprana, tardía y media. Estas comparaciones se han realizado para 19 taxones.

➤ Resultados

A nivel de comunidad no se han detectado diferencias significativas entre ambos periodos para la composición de especies. En el periodo 1988-1990 el número de taxones fue de 23 frente a los 32 que se han identificado en la actualidad, con 20 taxones detectados en ambos periodos. La abundancia de floración no ha sufrido cambios significativos entre los dos periodos a nivel de comunidad. Tampoco se observan cambios en la abundancia de floración para las especies de floración temprana y media. Únicamente se encontraron cambios significativos en la abundancia de floración para dos especies tardías del género *Trifolium* (*Trifolium pratense* y *Trifolium repens*). Por el contrario, sí se han

encontrado cambios significativos para los atributos de floración. A nivel de comunidad se observan diferencias significativas para todos los atributos de floración entre los dos periodos analizados (Tabla 1, Figura 1). Los resultados muestran un retraso medio de 7 días para el inicio de floración y de 12 días para el final de la floración. El periodo de máxima floración se ha retrasado una media de 5 días. Las especies de floración tardía no presentan cambios en sus atributos fenológicos entre los dos periodos comparados, mientras que las especies de floración temprana muestran cambios significativos en el inicio y fin de la floración, así como en la fecha de máxima floración (Figura 2).

Tabla 1

	p-valor	Periodo	Media ± SD
Inicio Floración	0,0001	1990 2010	169,52 ± 3,30 176,98 ± 2,78
Fin Floración	0,0003	1990 2010	199,72 ± 4,63 212,30 ± 3,74
Periodo	0,0312	1990 2010	30,20 ± 2,32 35,33 ± 2,50
Día de máxima floración	0,0190	1990 2010	181,20 ± 3,91 186,16 ± 3,14

Valores promedios para diferentes atributos de floración en los periodos 1988-1990 (1990) y 2009-2012 (2010). Se muestran valores del día juliano (promedio y desviación estándar) para todas las variables excepto para el periodo, que se muestra la duración en días (promedio y desviación estándar).

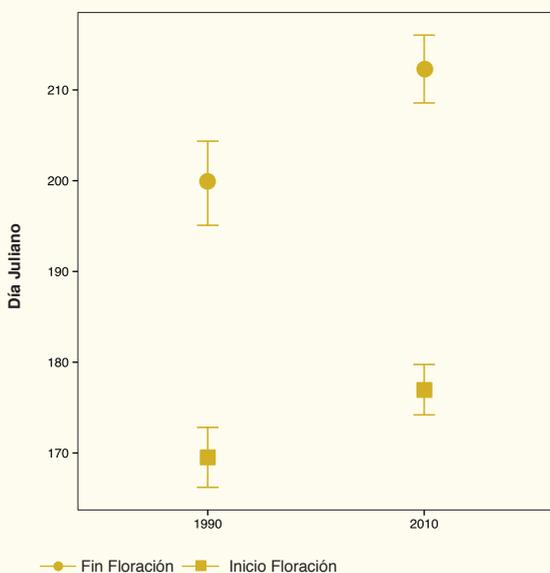
> Discusión y conclusiones

La diversidad taxonómica encontrada en los borreguiles es muy alta, tanto a nivel de especies como de géneros y familias, al igual que ocurre en las zonas altas de Sierra Nevada [3]. Nuestros resultados muestran que no existen cambios significativos en la diversidad vegetal

ni en la abundancia de flores en los borreguiles durante los últimos 25 años. La estricta vinculación de los borreguiles con zonas que permanecen húmedas durante todo el verano en la alta montaña puede condicionar la estabilidad del sistema observado. Sin embargo la fenología de

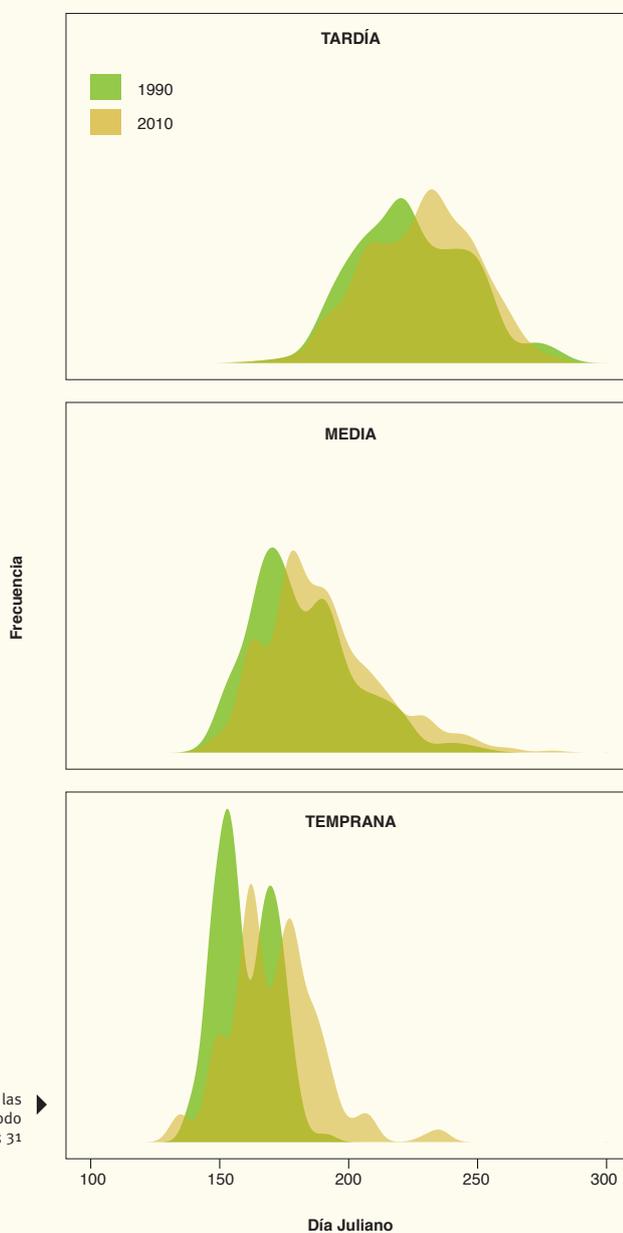
floración sí ha sufrido cambios entre estos dos periodos, aunque de forma diferencial. Se observa un retraso general para todos los atributos fenológicos analizados, retraso que es estadísticamente significativo en el caso de las especies de floración más temprana.

Figura 1



Día de inicio (cuadrado) y fin de la floración (círculo) a nivel de comunidad entre el periodo 1988-1990 (1990) y 2009-2012 (2010). La fecha se indica en días julianos (1 de enero: día 1; 31 de diciembre: día 365).

Figura 2



Perfiles de floración del periodo 1988-1990 (1990; verde) y 2009-2012 (2010; marrón) para las especies de floración temprana (inferior), media (centro) y tardía (superior) entre el periodo 1988-1990 (1990) y 2009-2012 (2010). La fecha se indica en días julianos (1 de enero: día 1; 31 de diciembre: día 365).

6.2. Cambios en la floración a lo largo de gradientes ambientales

Muñoz, J.M.

Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía

Resumen

Se exponen los resultados de la fenología de floración de 13 especies vegetales registrados en 5 localidades diferentes de Sierra Nevada. En estos cinco años se registró un adelanto generalizado y significativo de la floración en 2011, lo cual se relaciona con un aumento de la temperatura en los primeros meses de ese año. La respuesta observada difiere entre especies y entre años. La rascavieja (*Adenocarpus decorticans*) es la especie que mayor amplitud fenológica presenta. La albaida (*Anthyllis cytisoides*) muestra una sensibilidad especial frente a la precipitación en invierno, mientras que el piorno (*Genista versicolor*) apenas muestra diferencias entre años.

> Objetivos y metodología

El objetivo del presente seguimiento es conocer las tendencias fenológicas de la floración de algunas especies abundantes y ampliamente distribuidas en Sierra Nevada. Se seleccionó un grupo de especies en los diferentes pisos de vegetación de Sierra Nevada, cuyo comportamiento fenológico fue durante 5 años en 4 parcelas fijadas situadas a lo largo de un gradiente altitudinal. En cada muestra se ha registrado el proceso

de floración de cada individuo por asignación de unos niveles definidos (-: sin floración, 0: con estructuras florales; 1: hasta 5 flores; 2: más de 5 flores; 3: máximo de floración; 4: flores y frutos y 5: fructificación plena). El número de visitas a cada parcela varió entre 5 y 9 en cada año (media: 7). Mediante regresión se ha calculado una aproximación al día de máxima floración (en adelante DMF). La desviación anual del

DMF con respecto al valor medio de la serie fue empleada como parámetro de referencia para establecer comparativas interanuales.

Los resultados se comparan con los datos de temperatura y precipitación, entre enero y abril, registrados por 6 estaciones meteorológicas representativas del área de estudio (de 600 a 2.150 msnm).

> Resultados

En Sierra Nevada no se ha detectado aún una tendencia clara en la fenología de la floración de las especies estudiadas, probablemente debido a que se necesita una serie temporal más extensa para explorar el papel de las variaciones en la temperatura y la precipitación como variables predictivas clave. Sin embargo, la intensidad del muestreo realizado permite establecer relaciones entre el comportamiento fenológico de las especies estudiadas y las características climáticas del año (temperatura y precipitación), así como comprender la influencia de la altitud sobre la fenología de floración de estas especies.

Temperatura

Se produce un adelanto de la floración en el año 2011, en el que se registraron temperaturas más elevadas durante los cuatro primeros meses del año (enero-abril) en comparación con el resto de la serie (Figura 1).

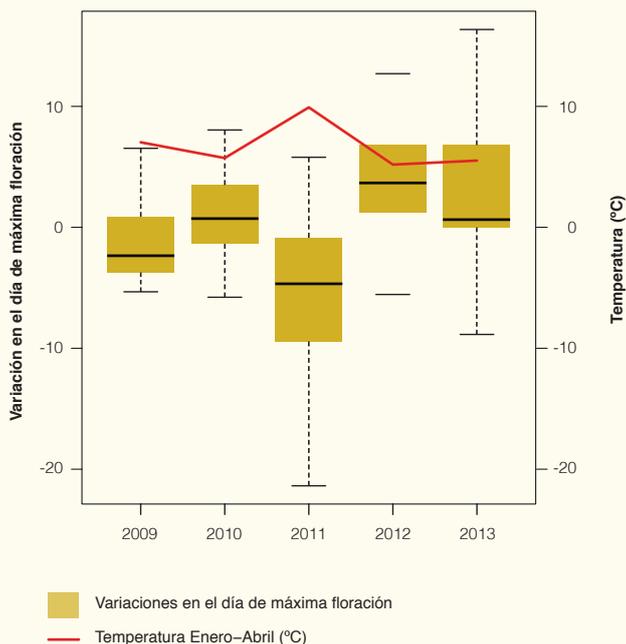
La respuesta al incremento de temperatura es diferente entre especies [4]. Las especies de floración temprana (*Prunus dulcis*, *P. avium*, *Adenocarpus decorticans*, *Cytisus oromediterraneus*) mostraron mayores adelantos en la floración en 2011, mientras que las especies de floración tardía (*Anthyllis cytisoides*, *Genista*

umbellata, *G. versicolor* y *Retama sphaerocarpa*) no presentaron ese comportamiento.

Precipitación

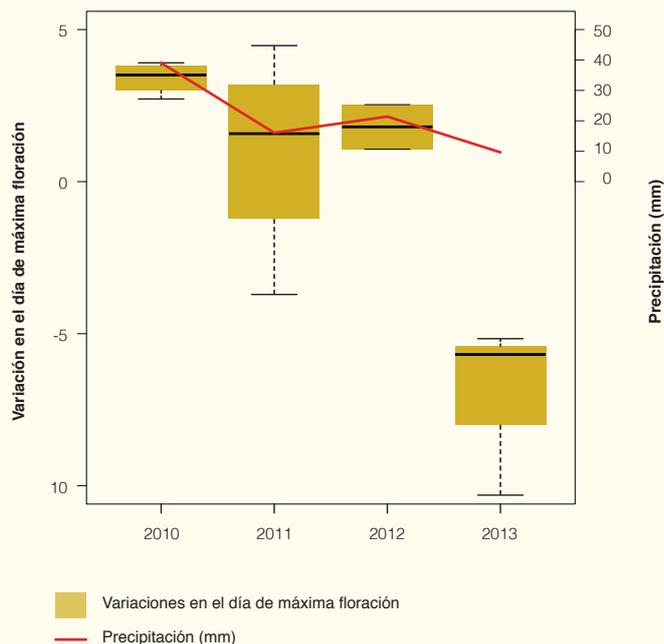
En el sureste de Sierra Nevada las escasas precipitaciones condicionan notablemente la fenología de floración. La albaida florece antes en estas zonas durante los años en los que llueve poco entre enero y abril (Figura 2). En los comienzos de años poco lluviosos solamente florecen los individuos de las cotas superiores, aunque abortan todas las flores y detienen el proceso en las primeras fases.

Figura 1



Relación entre la variación anual de DMF de las especies estudiadas y la temperatura media (línea roja).

Figura 2



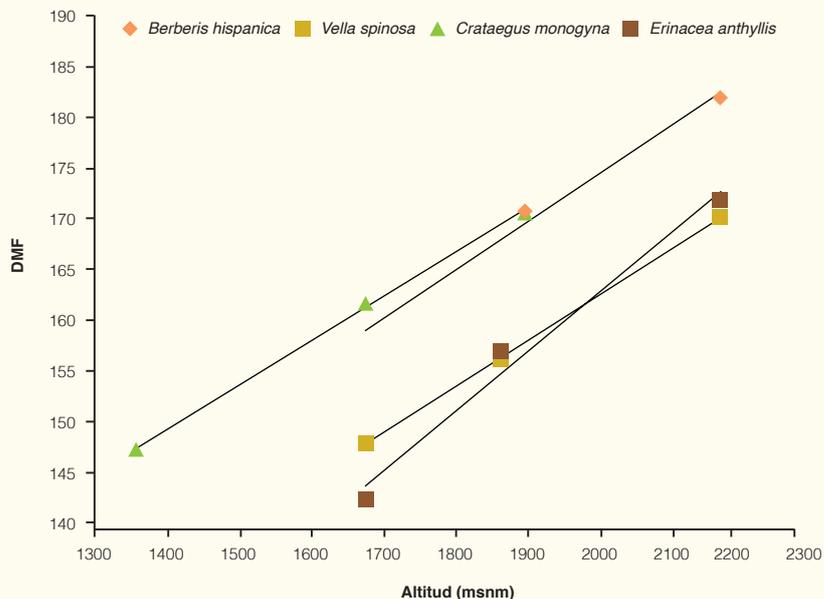
Relación entre la variación anual de DMF de la albarda y la precipitación acumulada durante los meses de enero y abril (línea roja).

Altitud

El retraso altitudinal varía para cada especie. La tasa de cambio no es homogénea y con frecuencia se han registrado retrasos de diferente magnitud entre localidades situadas a la misma altitud pero en donde se perciben diferencias en el hábitat. Durante 2013 se hizo un seguimiento evitando diferencias en el hábitat, observándose una relación proporcional directa entre el DMF y la altitud.

Se ha registrado un retraso altitudinal de 56,3 días/Km para *Erinacea anthyllis* ($r_s = 0,98$, $p = 0,080$), de 45,6 días/Km para *Berberis hispanica* ($r_s = 0,99$, $p = 0,060$), 41,8 días/Km para *Crataegus monogyna* ($r_s = 0,99$, $p = 0,023$) y de 43,3 días/Km para *Vella spinosa* ($r_s = 0,99$, $p = 0,009$) (Figura 3).

Figura 3



Fecha de máxima floración en un gradiente altitudinal de *V. spinosa*, *C. monogyna*, *E. anthyllis* y *B. hispanica* en 2013.



> **Discusión y conclusiones**

La respuesta de la fenología de las distintas especies a variables biofísicas fue heterogénea. De los cinco años en los que se ha seguido la floración en Sierra Nevada, el año 2011 registró temperaturas más cálidas en los cuatro primeros meses del año. El esperado adelanto de la floración se acentuó en las especies de floración

más temprana y apenas influyó en la floración de las especies más tardías. Otros factores, además de la temperatura, como la precipitación y la altitud, tienen una gran influencia sobre el desarrollo de la floración. Las escasas precipitaciones de los últimos años han provocado una disminución drástica del número de flores y el

adelanto fenológico de la albaida, una especie clave en el paisaje del sector oriental de Sierra Nevada. Estos resultados han permitido aumentar el conocimiento de las variables ambientales que condicionan la fenología en diversas especies de flora de Sierra Nevada.



Matorral oromediterráneo en el que destaca *Genista versicolor* en plena floración.