

Dinámica de las poblaciones de mariposas de Sierra Nevada

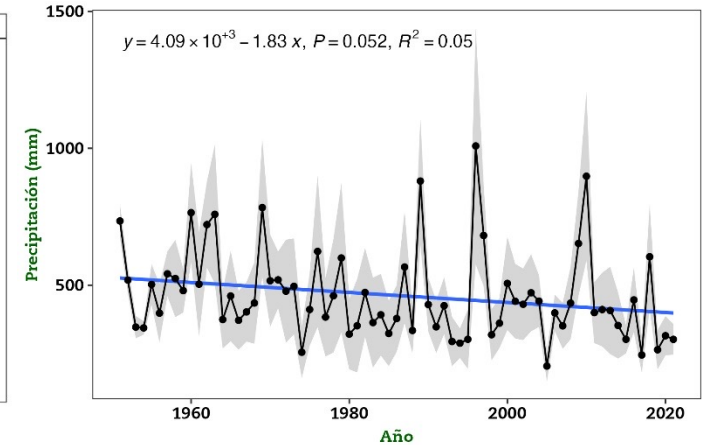
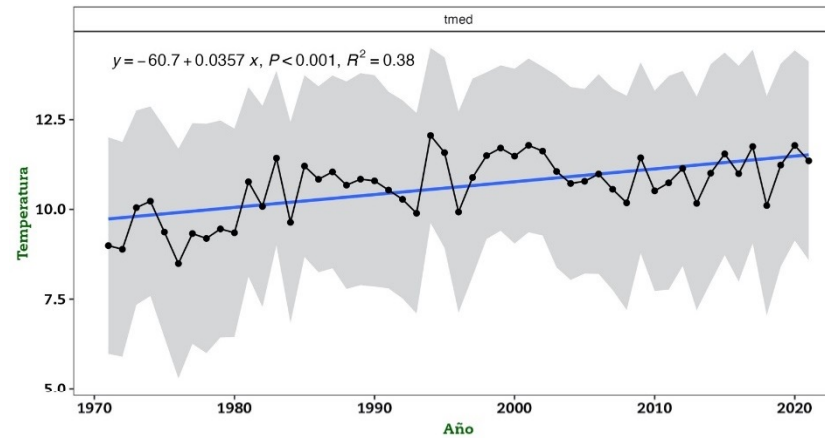
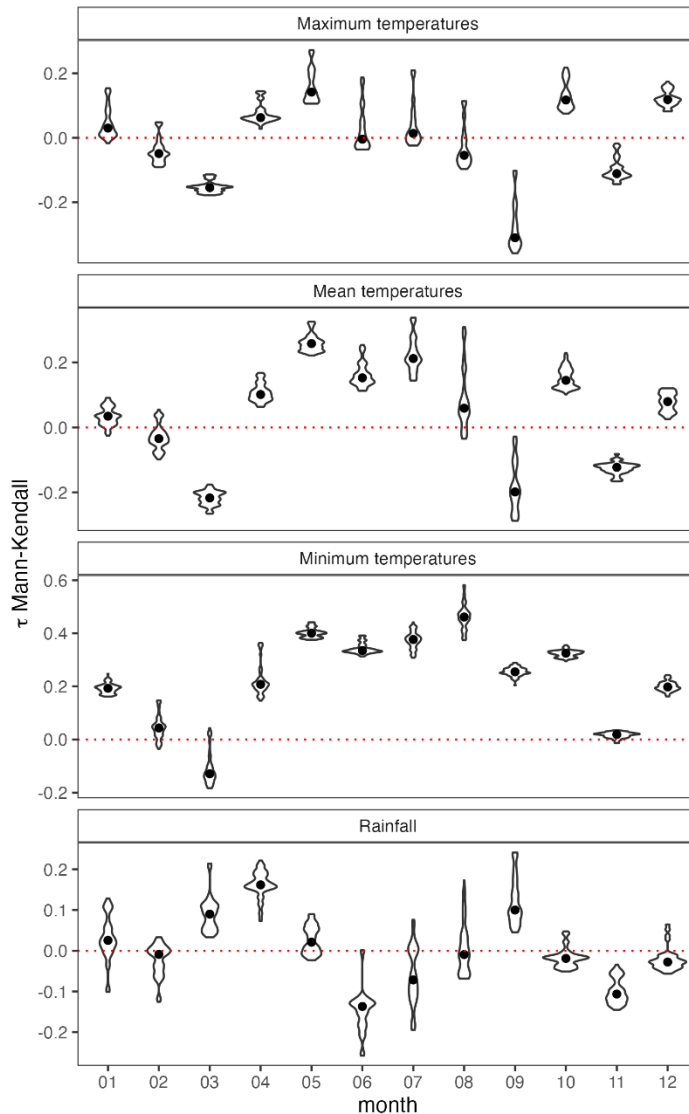
2008-2023





- 172.238 hectáreas.
- 90.000 habitantes.
- 61 municipios.
- Reserva de la Biosfera (MaB, UNESCO), Parque Nacional (1.999), Parque Natural (1.989), sitio LTER, ZEC, IUCN Green List, Observatorio de Cambio Global.
- Abandono progresivo de las actividades tradicionales. En el último medio siglo, el 42,8% de la superficie total del Área Protegida ha sufrido cambios en el paisaje (Jiménez-Olivencia et al., 2015).

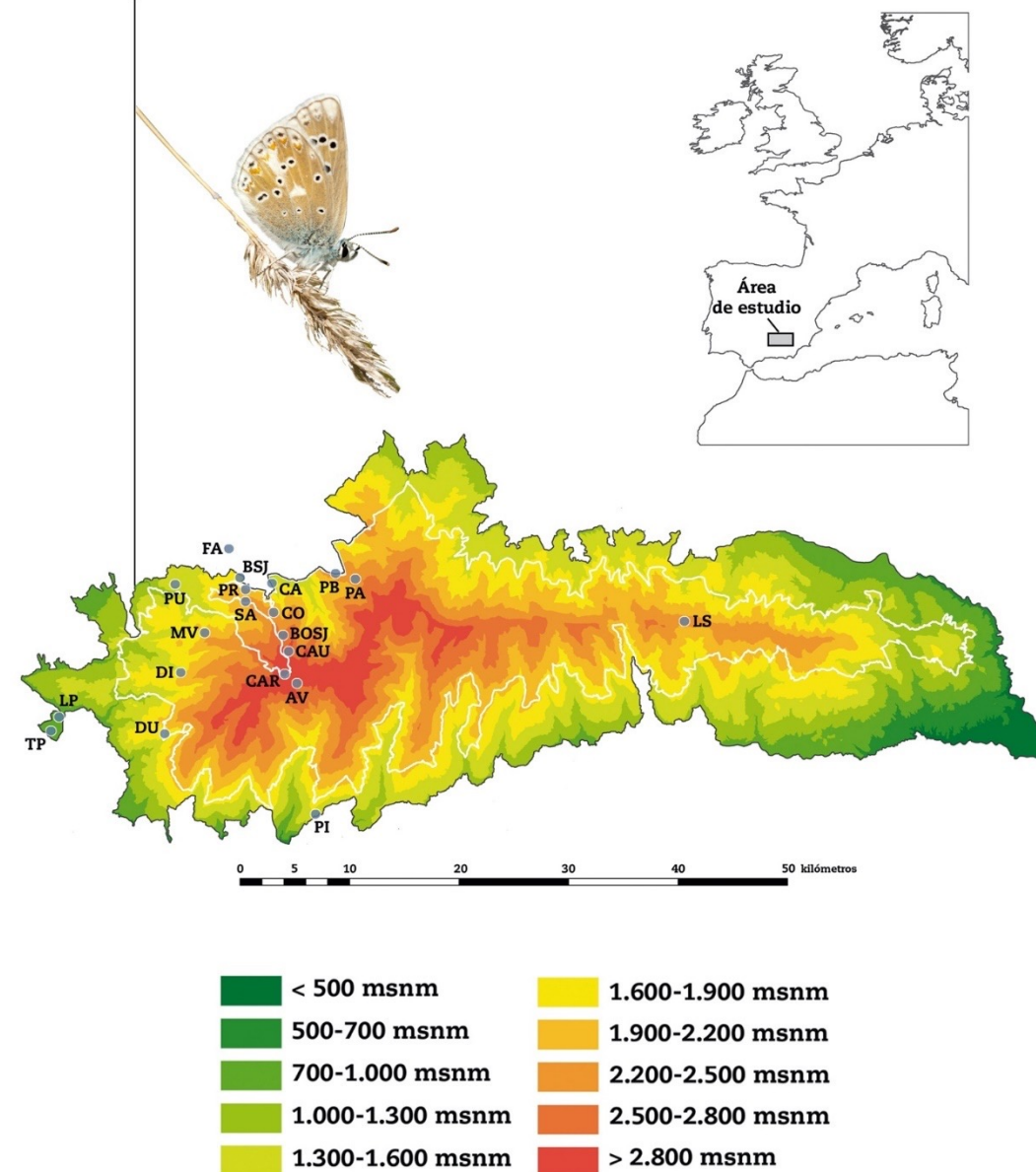
125 especies de mariposas
(26% de las especies europeas, 56% de las especies ibéricas)



- El escenario climático a medio plazo (1971-2022) muestra un incremento de las temperaturas mínimas de $0,53^\circ\text{C}/\text{década}$, de las máximas de $0,37^\circ\text{C}/\text{década}$ y de las medias de $0,36^\circ\text{C}/\text{década}$. La temperatura media se ha incrementado en $1,85^\circ\text{C}$ desde el año 1971.
- En cuanto a las precipitaciones, el patrón desde el año 1950 no es tan evidente, y apunta a que la media anual se ha reducido a razón de $25,33 \text{ mm.}/\text{década}$ y ahora se reciben $131,76 \text{ mm.}$ menos que a mediados del siglo pasado.
- Sobre todo, se han calentado más los meses centrales del año (mayo a octubre) y se han perdido las lluvias de finales de la primavera y del otoño.

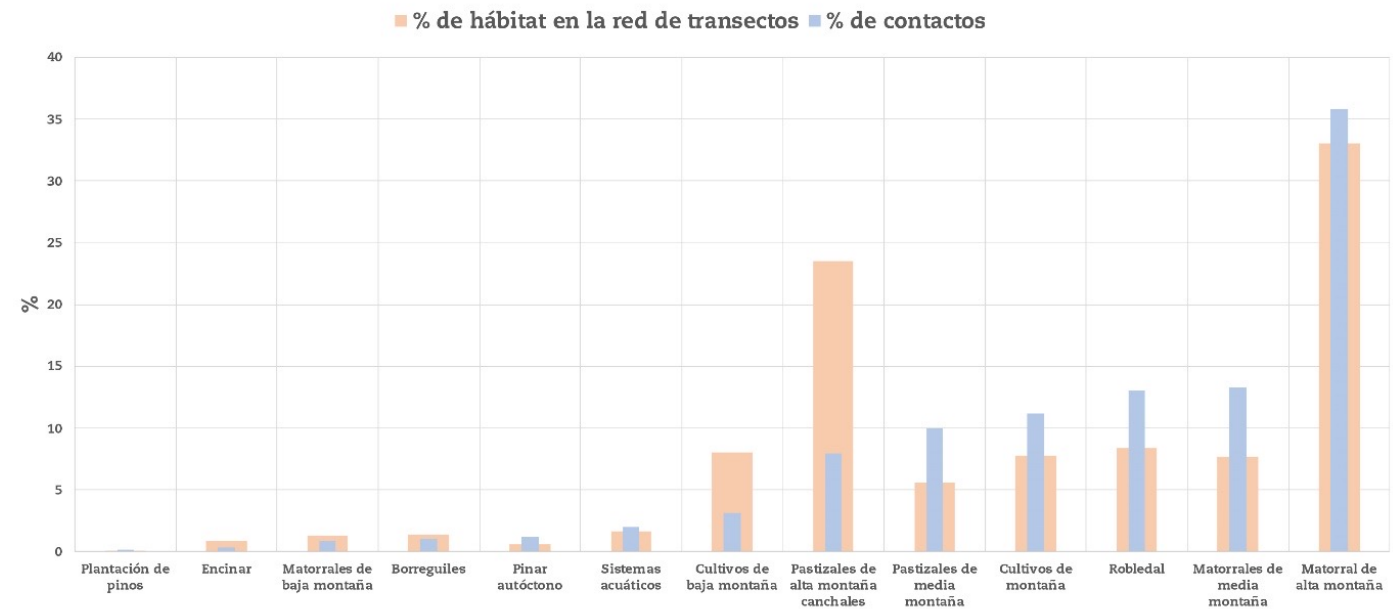
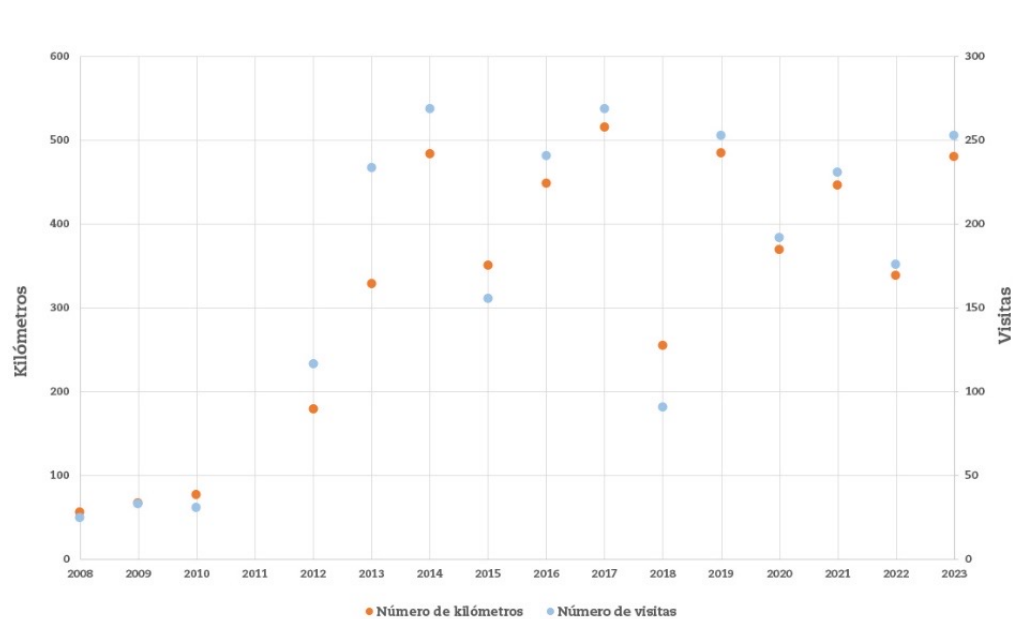
	Cod.	Altitud	Long	Ind/100 m	Riqueza	Indiv
Carihuela	CAR	3.203	624	0.27	12	109
Altas cumbres	AC	3.126	3.209	0.34	21	886
Cauchiles	CAU	2.808	387	1.3	18	289
Borreguiles San Juan	BOSJ	2.545	2.533	1.89	47	4.902
Loma de Papeles Alto	PA	2.400	3.068	2.03	54	7.594
Laguna Seca	LS	2.282	3.044	2.57	39	9.297
Campos de Otero	CO	2.248	2.992	3.05	74	10.574
Sabinas	SA	2.180	289	3.07	56	1.023
Loma de Papeles Bajo	PB	2.121	2.743	1.58	60	5217
Dúrcal	DU	1.950	3.563	7.6	69	31.319
Matas Verdes	MV	1.919	2.672	4.37	83	14.920
Praillos	PRA	1.894	366	3.54	76	1.896
Robledal de Dilar	DI	1.720	2.725	4.75	86	17.356
Catifa	CAT	1.666	483	3.13	69	2.287
Purche	PU	1.442	2.758	4.57	83	15.438
Pitres	PI	1.379	2.671	3.61	70	11.943
Barranco de San Juan	BSJ	1.362	453	4.48	76	3.155
Fabriquilla	FA	992	415	2.17	65	1.329
Turbera	TU	745	2.754	1.11	51	4.124
Laguna	LP	732	500	2.91	27	2.166

- 20 transectos.
- Rango altitudinal: 732 hasta los 3.203 msnm.
- Datos desde 2.008, aunque la serie más completa de datos comienza en 2012.





- 2.571 transectos siguiendo el método de Pollard & Yates (1993)
- 148.758 individuos
- 104 especies (82,5% de todas las citadas en Sierra Nevada).
- 4.885,84 kilómetros
- 1.120 jornadas de campo
- 2,3 transectos/jornada
- 33 personas involucradas



EL 'TOP TEN' (SUPONEN EL 54,5% DE TODOS LOS CONTACTOS)



Satyrus actaea
11.912 individuos (8,01%)



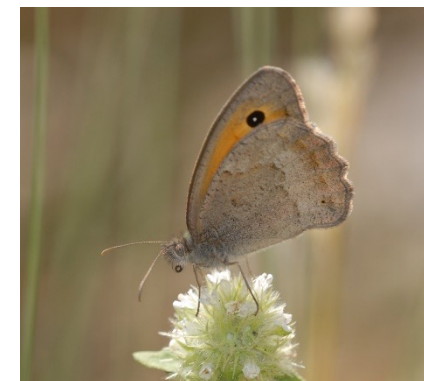
Pieris rapae
11.187 individuos (7,52%)



Melanargia lachesis
11.174 individuos (7,51%)



Colias crocea
9.946 individuos (6,69%)



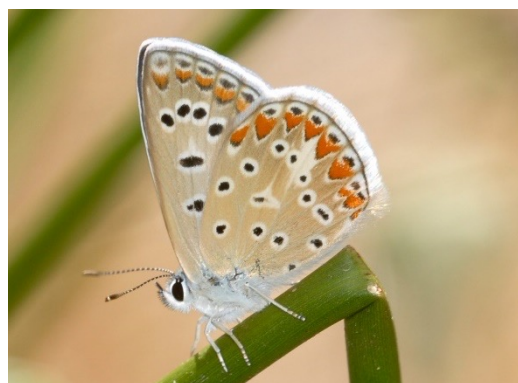
Hyponephele lycaon
9.177 individuos (6,17%)



Plebejus idas
6.410 individuos (4,31%)



Aglais urticae
6.096 individuos (4,10%)



Polyommatus icarus/celina
5.859 individuos (3,94%)



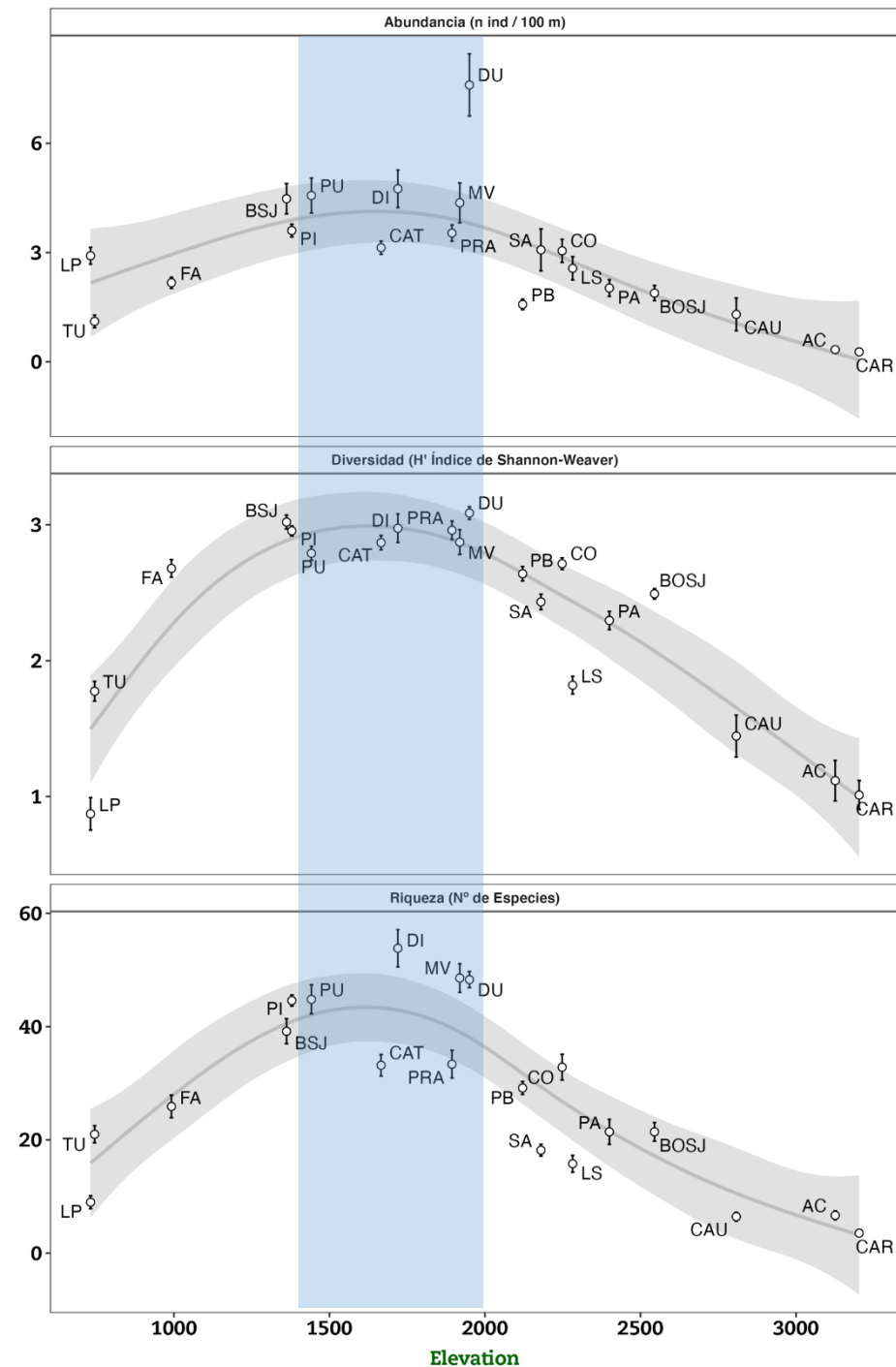
Euphydryas aurinia
4.913 individuos (3,30%)

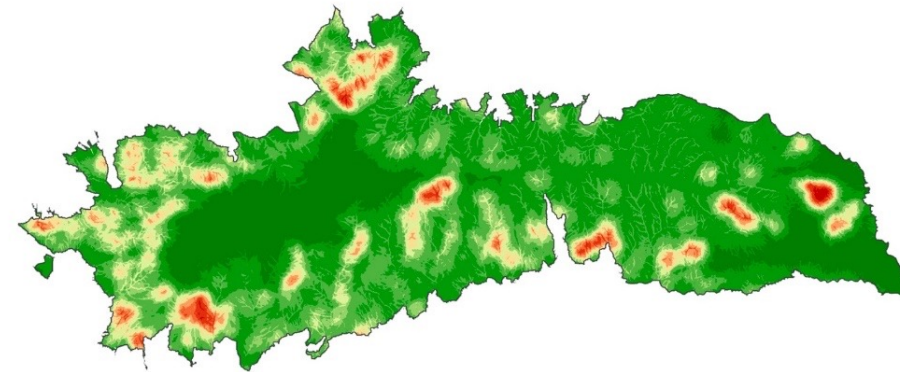
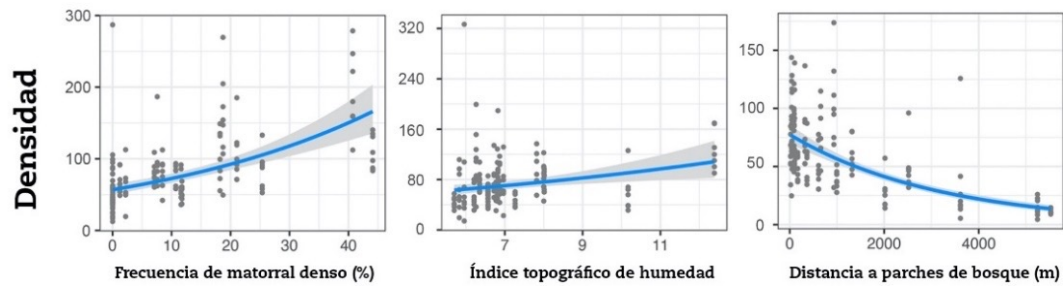


Lassiommatata megera
4.399 individuos (2,96%)

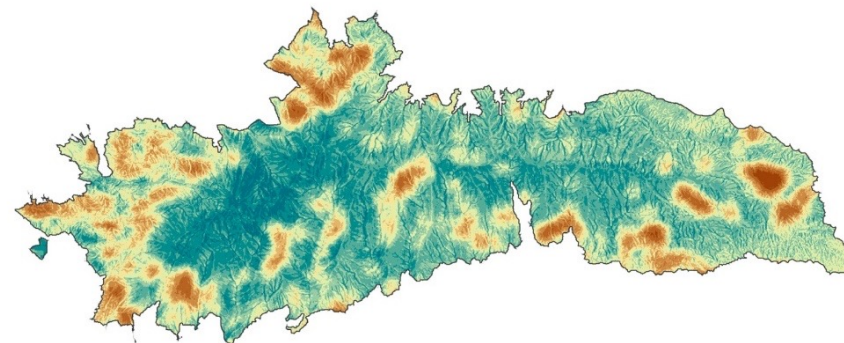
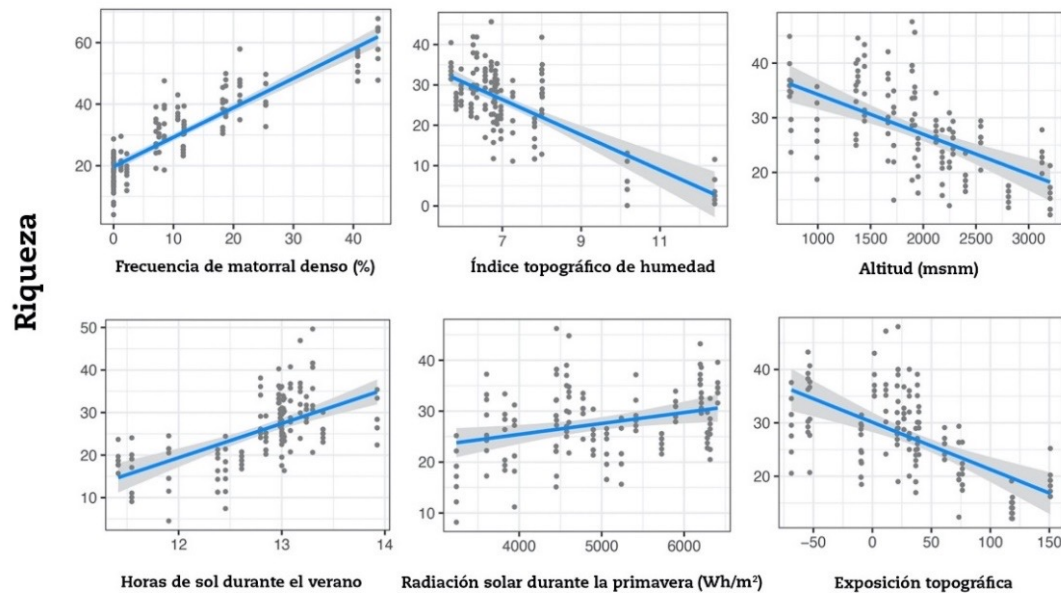
LA COMUNIDAD DE MARIPOSAS EN EL GRADIENTE ALTITUDINAL

- Los valores de abundancia, la diversidad y la riqueza están muy correlacionados.
- Las zonas con valores más elevados se encuentran en altitudes intermedias, entre los 1.400 y los 2.000 msnm.
- Las zonas altas son más pobres que las zonas bajas.
- Los valores bajos de las zonas bajas, además de por condicionantes ambientales, vienen determinados por un mayor grado de antropización.
- En las zonas altas las condiciones ambientales extremadamente rigurosas condicionan la presencia de comunidades empobrecidas, aunque extremadamente singulares.

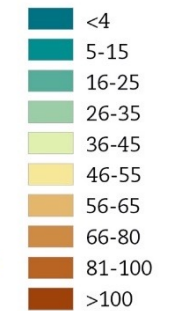




**Abundancia
Mariposas/ha**



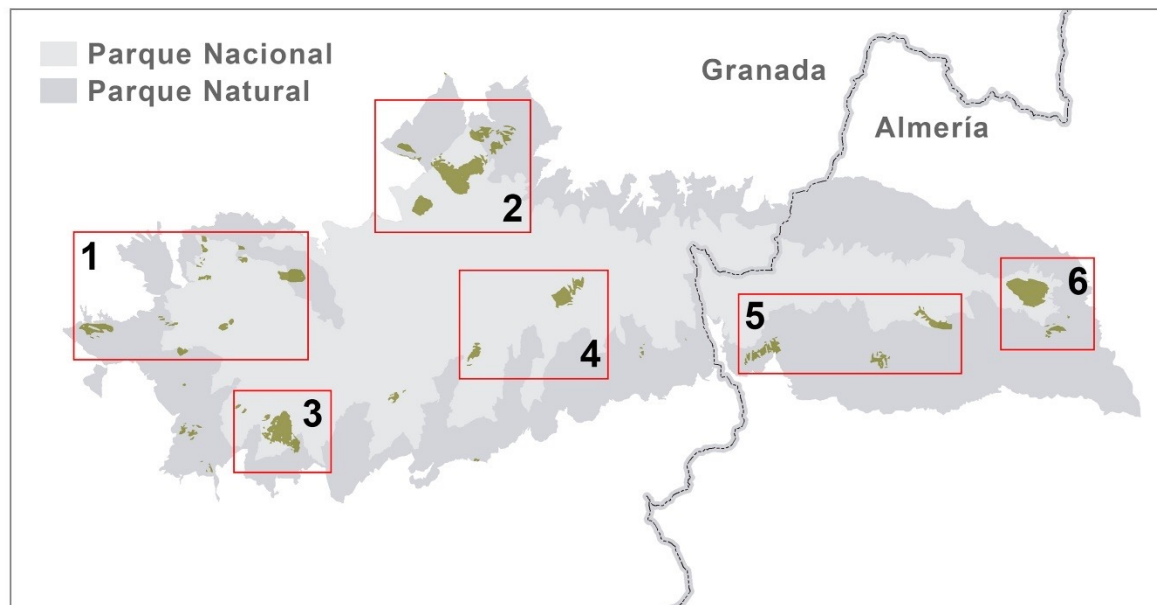
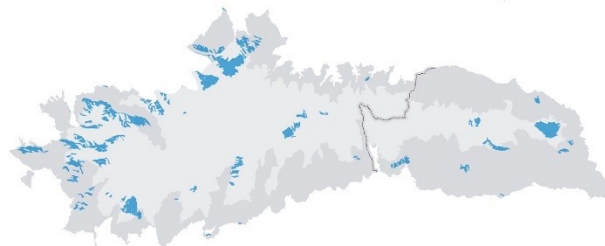
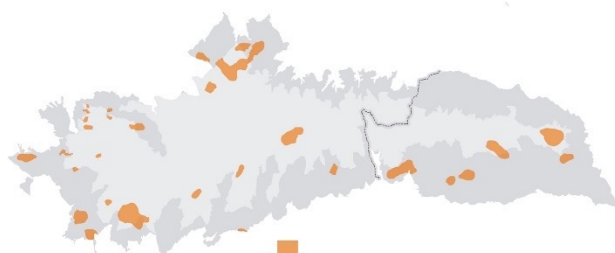
**Riqueza
Número de especies**



20 kilómetros

Zonas de máxima diversidad
(> 90 especies)

Zonas de máxima abundancia
(> 200 mariposas/hectárea)



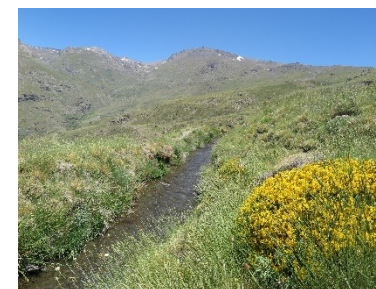
1. Orla caliza del sector noroccidental



2. Cabecera del río Alhama y Dehesa del Camarate



3. Cabecera del río Chico



4. Cuencas altas del Poqueira, Trevez y Bércules



5. Alpujarra almeriense, bosques autóctonos y orla de piñal en el piso oromediterráneo

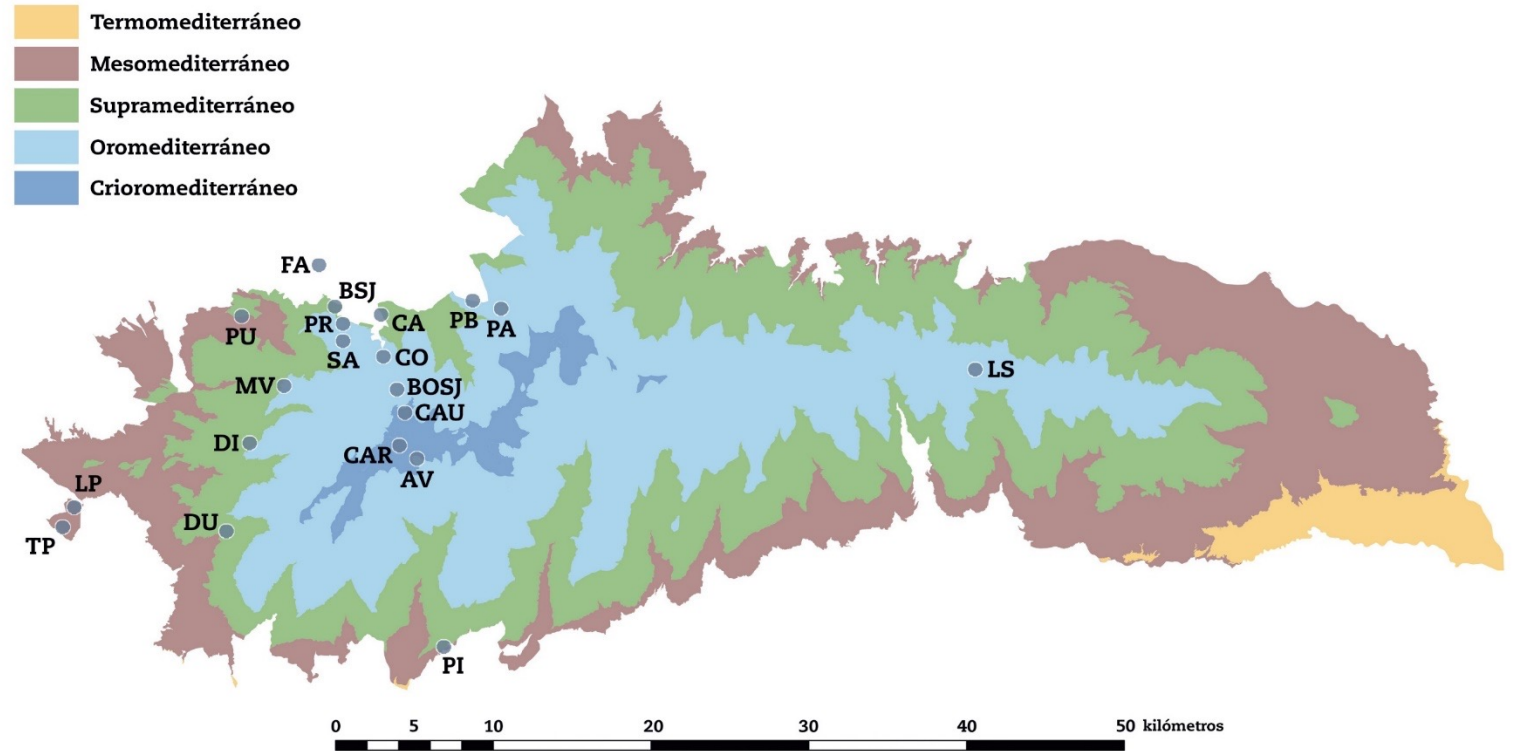


6. Bosques de Montenegro

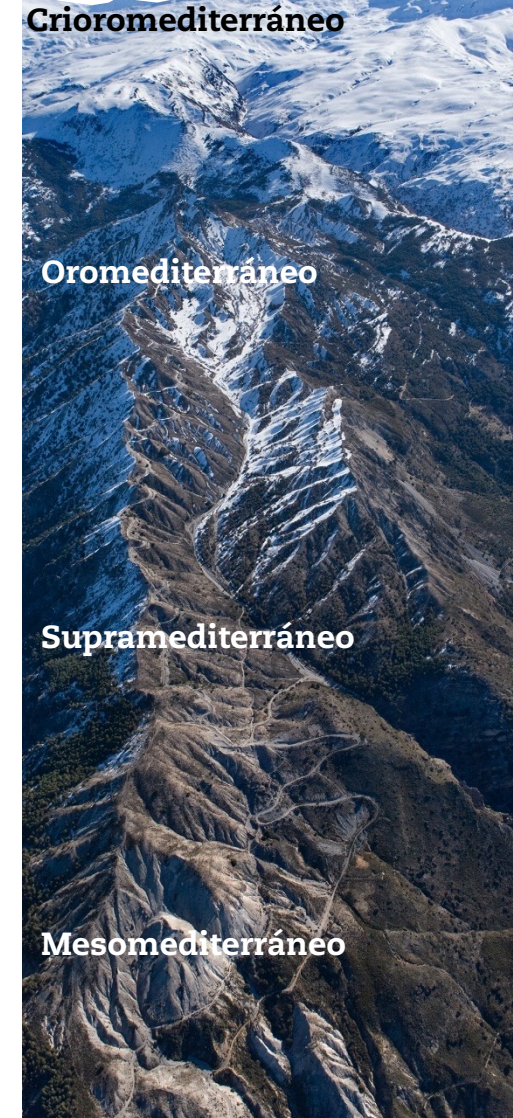
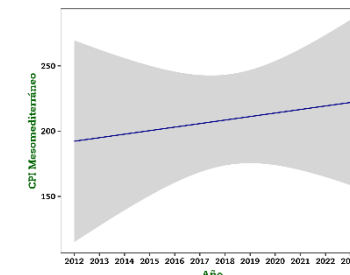
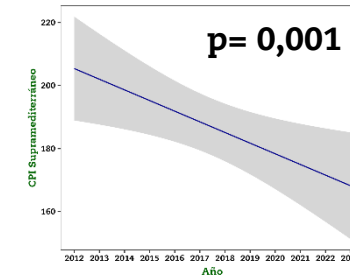
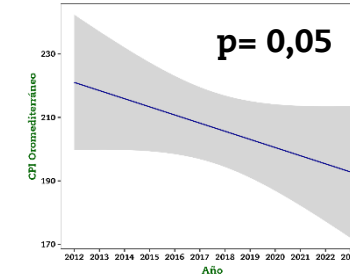
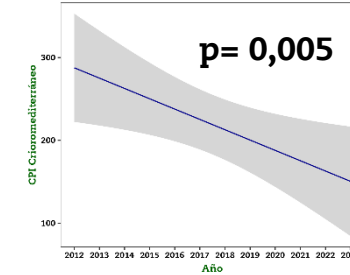
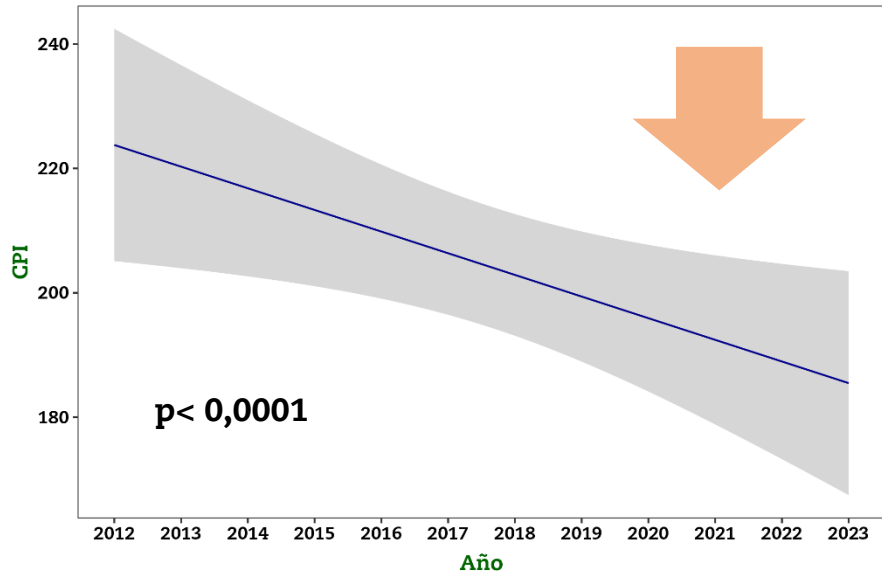
CAMBIOS DE LOS ÍNDICES A LO LARGO DEL TIEMPO A NIVEL DE COMUNIDAD

Seguimos a Julliard et al. (2006) y Devictor et al. (2012) para desarrollar índices de comunidad, multiplicando el índice de cada especie por la raíz cuadrada de su abundancia y, posteriormente, promediando por el conjunto de especies presentes.

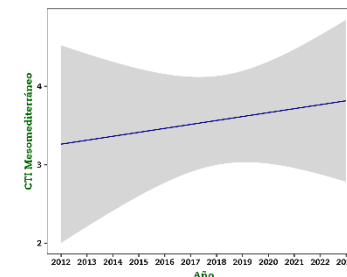
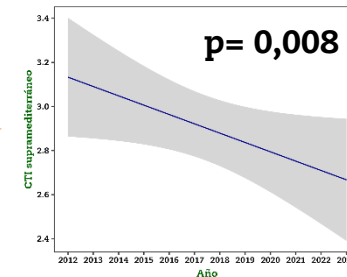
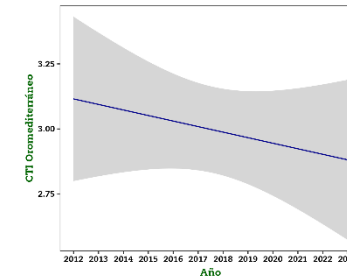
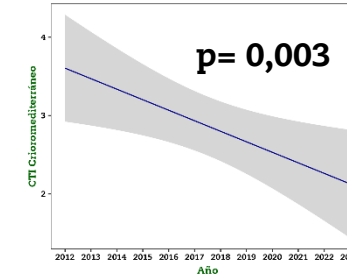
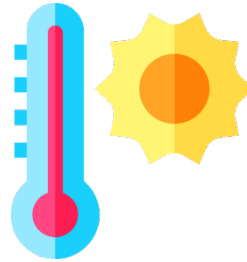
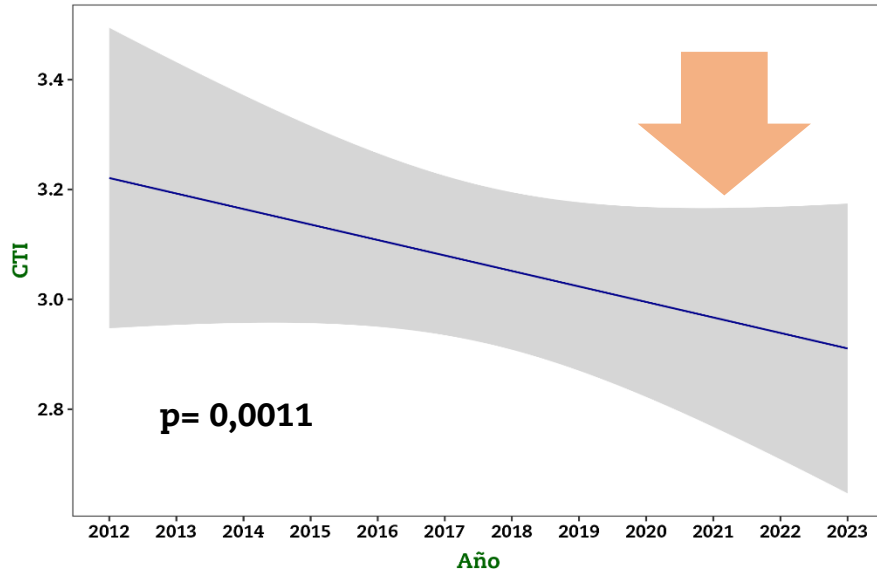
- **COMMUNITY TEMPERATURE INDEX (CTI)**, según Mingarro et al. (2021)
- **SPECIES PRECIPITATION INDEX (CPI)**, según Mingarro et al. (2021)
- **COMMUNITY SPECIALISATION INDEX (CSI)**, según Julliard et al. (2006)
- **ÍNDICE TAO (preferencia por habitats abiertos/cerrados)**, según Ubach et al. (2020)



Respuesta a nivel de cada piso bioclimático (~gradiente altitudinal)



- A las especies con preferencias por zonas áridas les está yendo mejor que a las especies con preferencias por zonas húmedas ($p < 0,0001$).
- La evolución de este indicador ha sido negativa y estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en todos los pisos bioclimáticos excepto en las zonas bajas (mesomediterráneo), en donde ha sido positiva y no significativa.



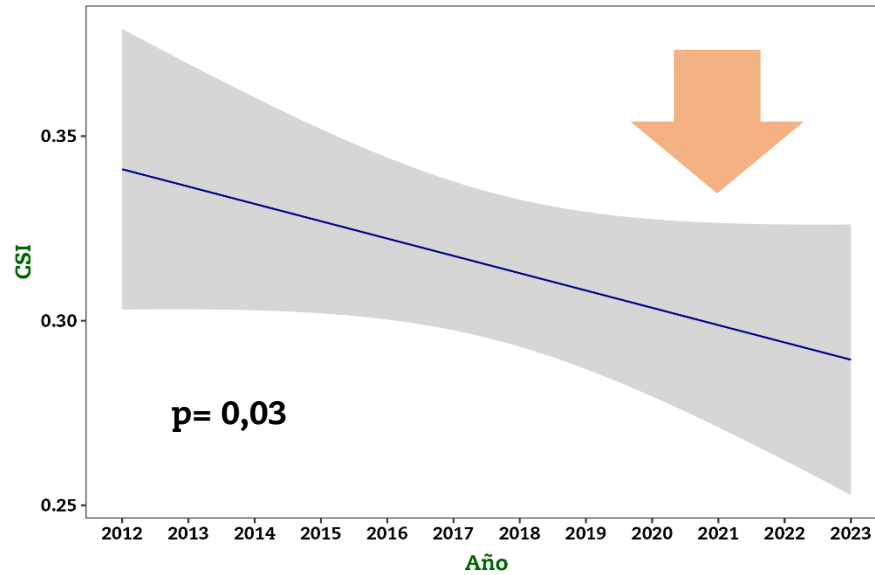
Crioromediterráneo

Oromediterráneo

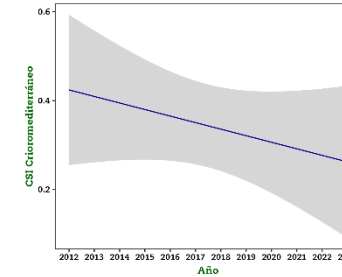
Supramediterráneo

Mesomediterráneo

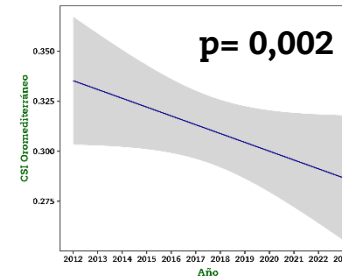
- A las especies con preferencias por zonas frías les está yendo mejor que a las especies con preferencias por zonas cálidas ($p=0,0011$).
- La evolución de este indicador ha sido negativa y estadísticamente significativa ($p<0,05$) en el supra y en el crioromediterráneo). En el piso mesomediterráneo el patrón es nuevamente el contrario (positivo), aunque la respuesta no fue significativa.



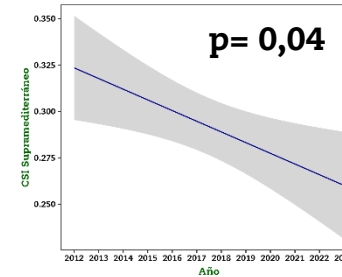
- A las especies generalistas les está yendo mejor que a las especies más especializadas ($p= 0,03$).
- La evolución de este indicador ha sido negativa y estadísticamente significativa ($p<0,05$) en el supra y en el oromediterráneo). En el piso mesomediterráneo el patrón es nuevamente el contrario (positivo), aunque la respuesta no fue significativa.



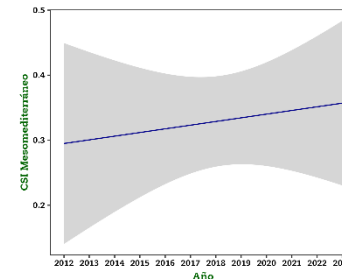
Criomediterráneo



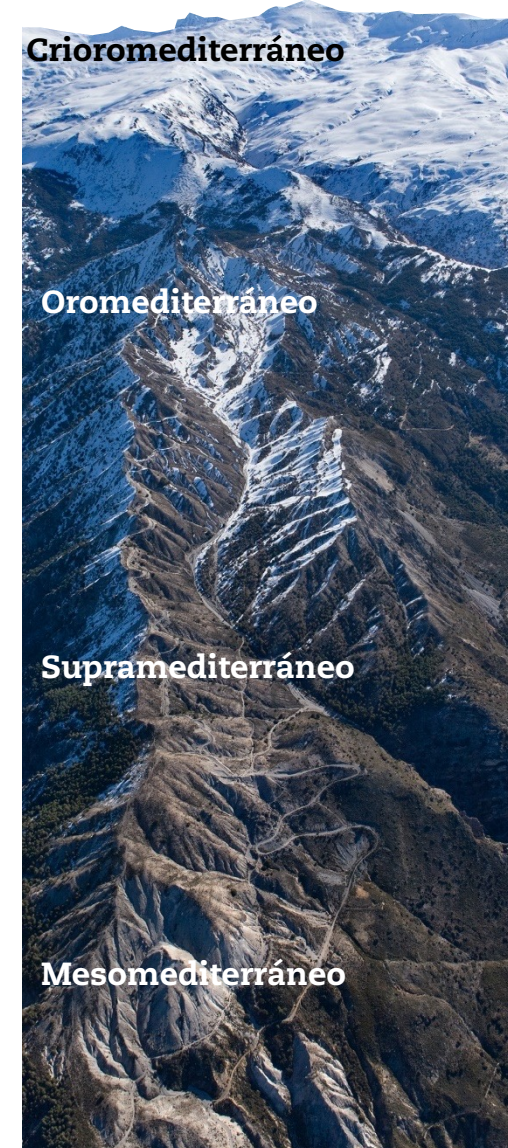
Oromediterráneo

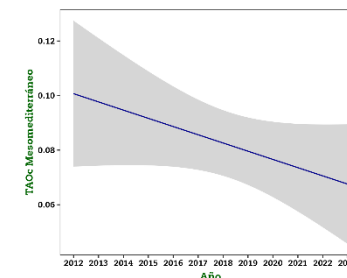
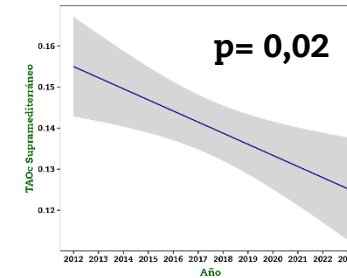
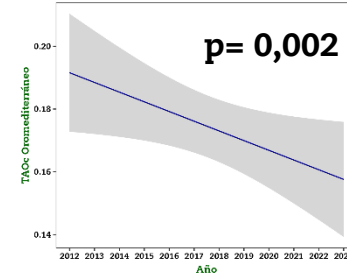
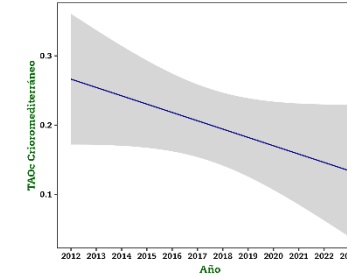
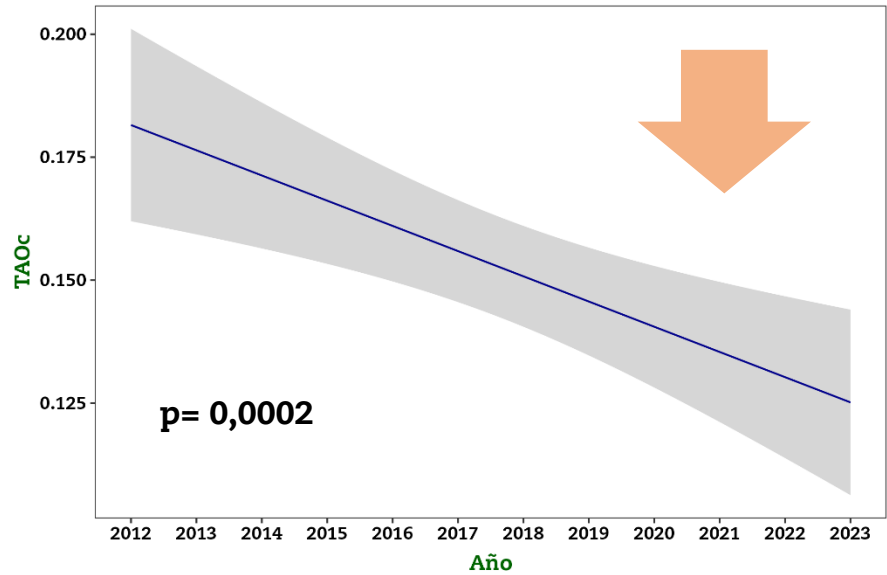


Supramediterráneo



Mesomediterráneo





Crioromediterráneo

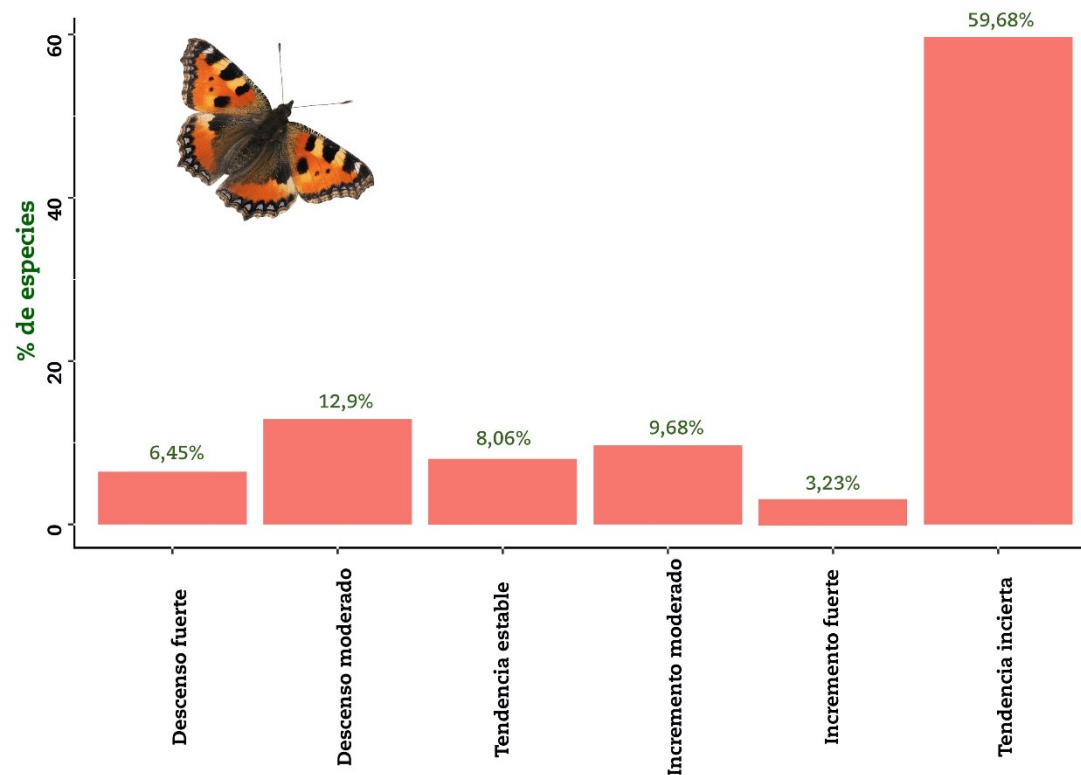
Oromediterráneo

Supramediterráneo

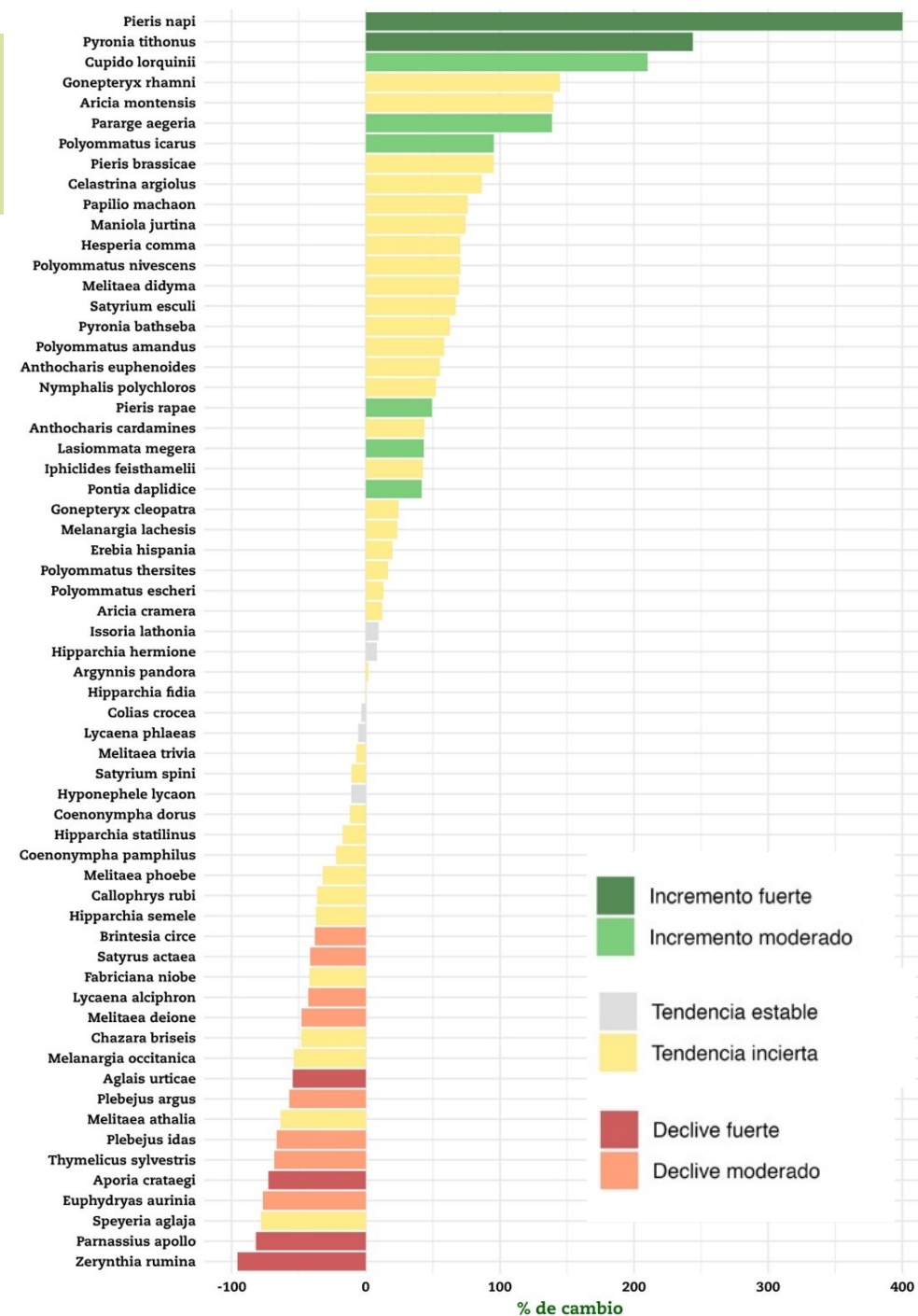
Mesomediterráneo

- A las especies con preferencias por hábitats cerrados les está yendo mejor que a las especies asociadas a ambientes abiertos ($p= 0,0002$).
- La evolución de este indicador ha sido negativa en todos los pisos bioclimáticos, aunque solo resultó presentar una respuesta estadísticamente significativa ($p<0,05$) en el supra y en el oromediterráneo.

TENDENCIAS POBLACIONALES

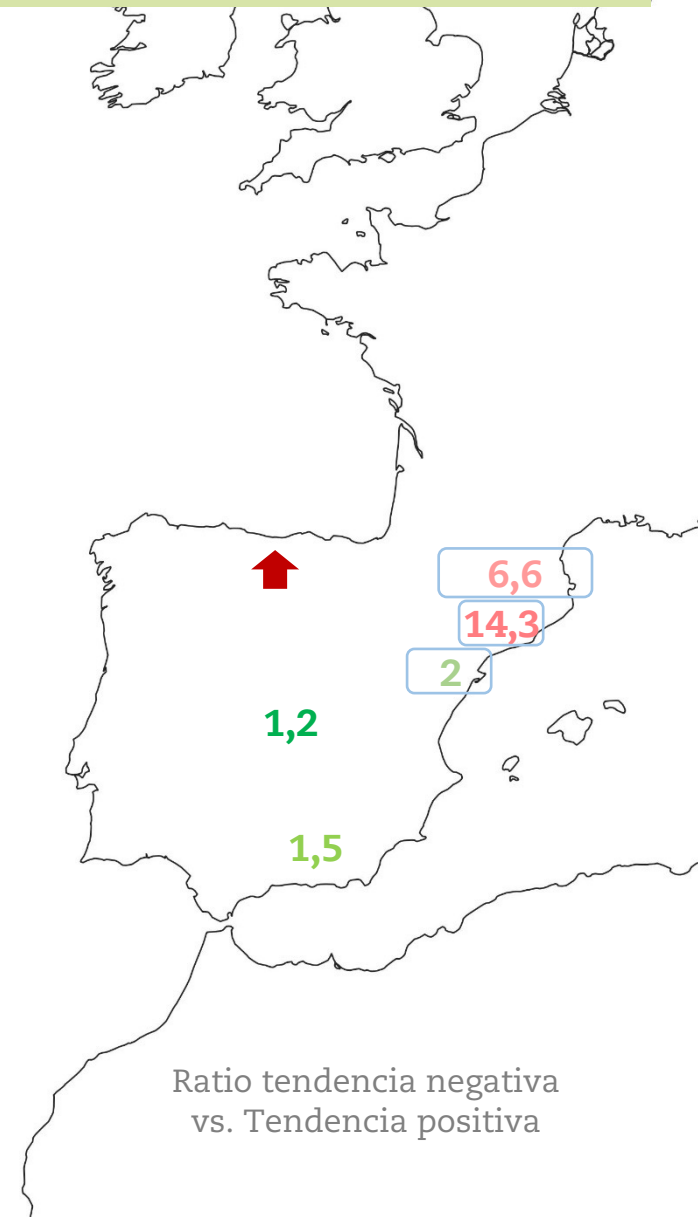


Ha sido posible calcular mediante el paquete estadístico rbms (Schmucki et al., 2022) la tendencia de 62 especies. Los criterios empleados han sido: presencia en 3 localidades, 3 conteos con presencia de la especie en un año determinado y un mínimo de 2 individuos por cada uno de esos tres conteos.



	Años	Negativa	Estable	Positiva	Incierta	Refs.
Picos de Europa	6,6	27%	2%	0%	71%	1
Cataluña (región alpina)	13,9	22,4%	15,5%	3,4	28,6%	2
Cataluña (región mediterránea húmeda)	22,8	31,5%	30,3%	2,2%	36%	2
Cataluña (región mediterránea árida)	16,7	28,6%	23,8%	14,3%	33,3%	2
Cataluña + Andorra	~24	35,9%	28%	11,5%	25,3%	3
Reg. mediterránea de Cataluña + Menorca + Andorra	~20	70%	7,6%	22,7%	-	4
Sierra de Guadarrama	14	28%	35%	24%	13%	5
Sierra Nevada	11,8	19,3%	8,1%	12,9%	59,7%	6

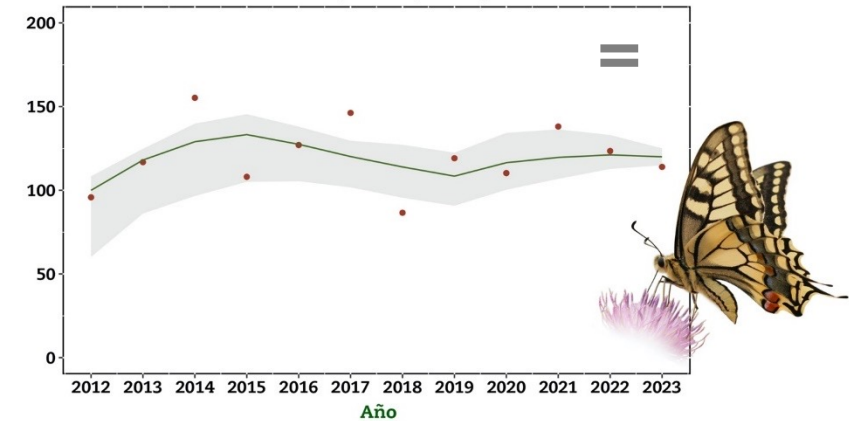
Refs.: Mora et al., 2023 (1), Ubach et al., 2021 (2), Stefanescu et al., 2011 (3), Melero et al., 2016 (4), Caro-Miralles & Gutiérrez, 2023 (5) y presente estudio (6).



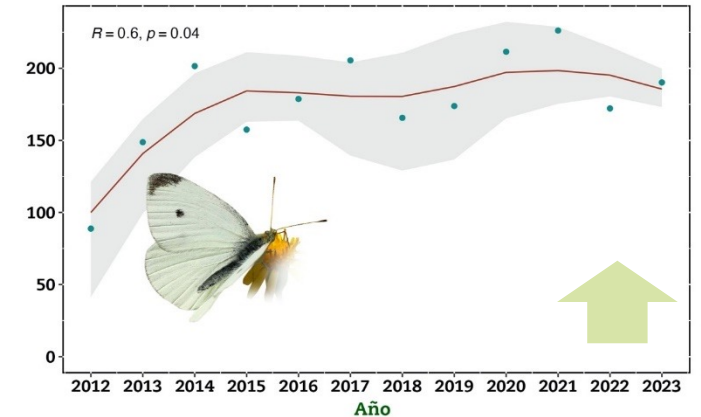
Indicador	Tasa de cambio	% de cambio	Categoría	Coef.	P-valor
ALLSI (todas las especies)	1,00	0,9	Estable	0,23	0,89
COMSI (especies comunes)	1,04	54,3	Incremento moderado	6,99	0,04*
HMSI (especies de alta montaña)	-0,95	-43,3	Declive moderado	-3,88	0,0006***

- La tendencia general (62 especies) es estable, pero bajo esa estabilidad subyace una dinámica muy fuerte:
 - Incremento de las especies comunes (16 especies).
 - Descenso de los especialistas de montaña (11 especies).

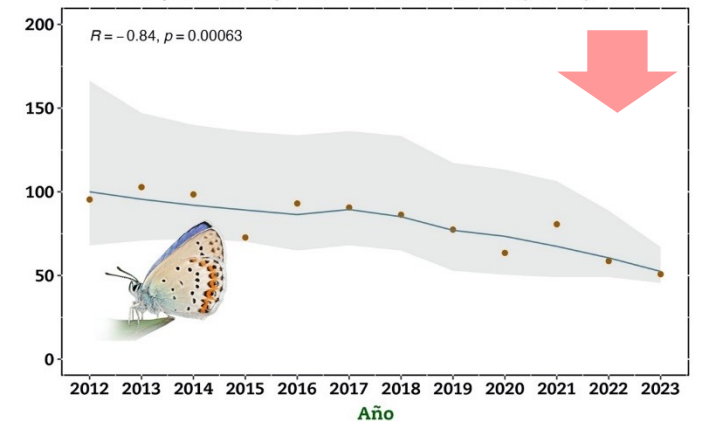
Indicador para todas las especies (ALLSI)

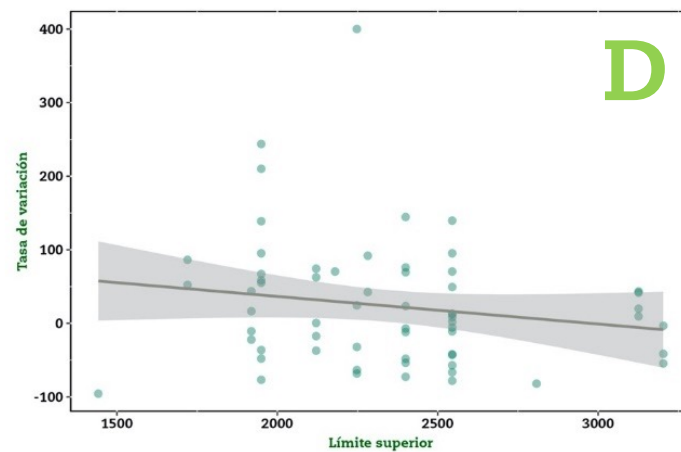
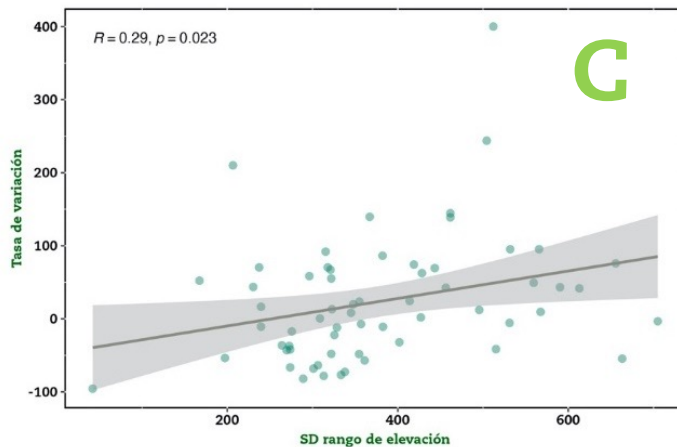
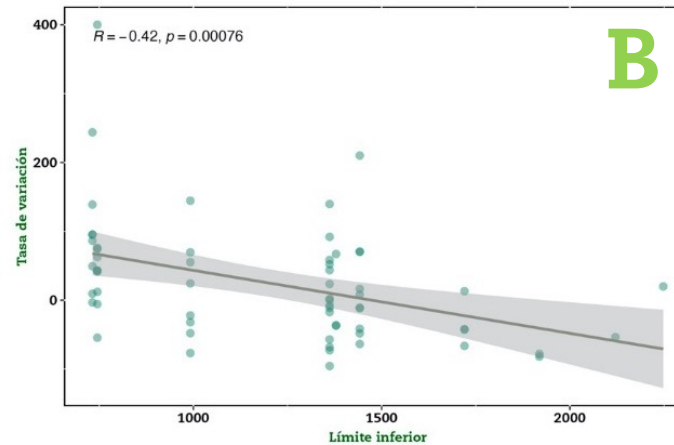
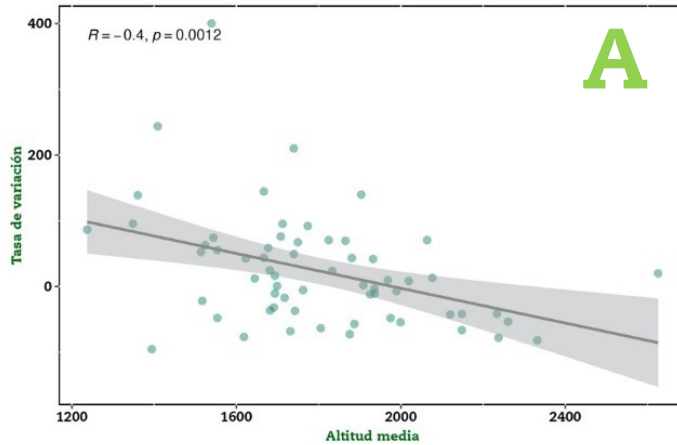


Indicador para las especies comunes (COMSI)

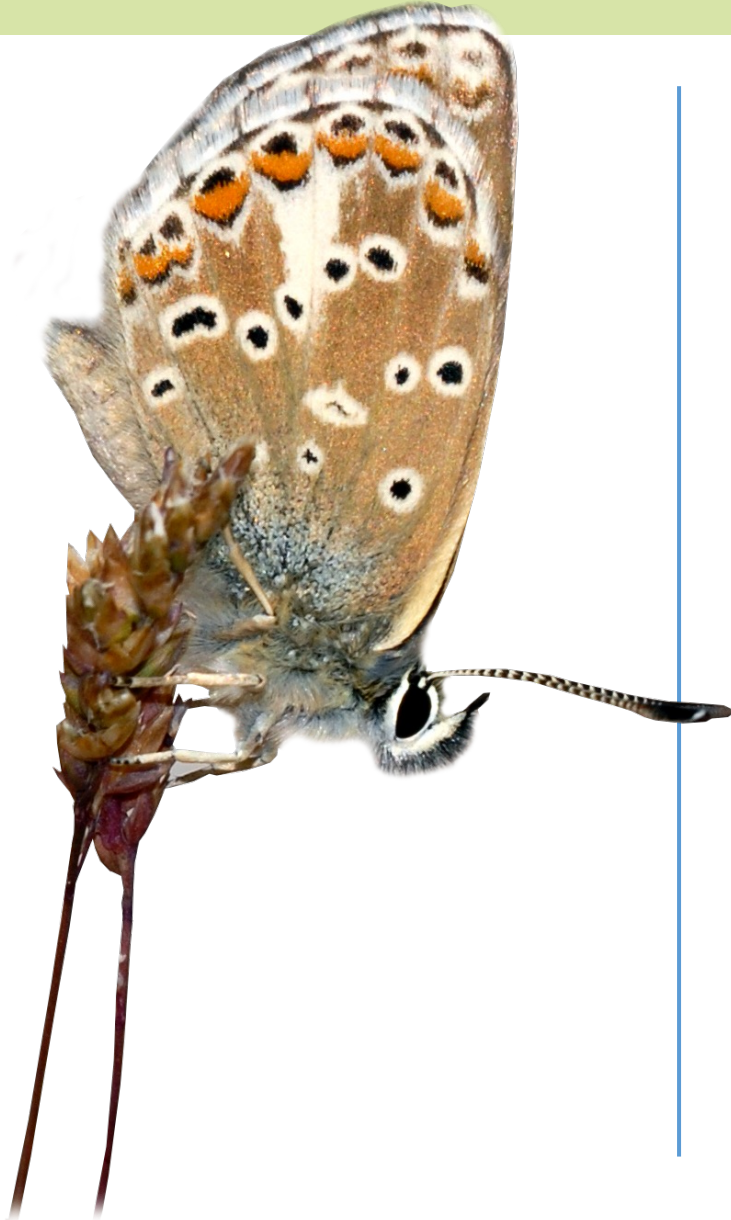


Indicador para las especies de alta montaña (HMSI)





- La tendencia de las especies está muy relacionada con sus patrones de distribución altitudinal:
 - A las especies les va peor cuanto mayor es la **altitud media (1)** a la que han sido detectadas (p-valor= 0,0012).
 - A las especies les va peor cuanto más altos están sus **límites de distribución inferiores (2)** (p-valor= 0,00076).
 - A las especies les va peor cuanto más estrecho es su **rango de distribución altitudinal (3)** (p-valor= 0,023).
 - No hay relación entre el **rango de distribución superior (4)** de las especies y su tendencia.



- Los efectos sinérgicos del cambio climático y los cambios de los usos del territorio (principalmente abandono) están impulsando una dinámica en las poblaciones de mariposas de Sierra Nevada que ha podido ser detectada en un lapso de tiempo corto (tan solo 12 años).
- Bajo una sorprendente tendencia estable subyace una dinámica muy fuerte en la que las especies comunes están incrementando sus poblaciones y los especialistas de montaña se encuentran en clara regresión.
- En general se detecta una pérdida de especies especialistas y también de aquellas con preferencias por ambientes abiertos.
- La composición de la comunidad de mariposas de Sierra Nevada está cambiando hacia especies con preferencias por zonas más frías y áridas.
- Los cambios más importantes se están produciendo en altitudes intermedias y, en parte, también en las zonas altas (en el caso de los índices vinculados al clima).
- Precisamente son estas zonas intermedias las más ricas en cuanto a especies, las más diversas y donde se concentran los niveles más altos de densidad.
- Aquellas especies con rangos de distribución más estrechos y cuyos biotopos se sitúan en zonas más elevadas muestran una tendencia más preocupante.
- Las montañas están actuando como reservorios de biodiversidad. Sus características geográficas contribuyen a tamponar los efectos del cambio climático.



unesco

Red Española de
Reservas de la Biosfera

Observatorio Cambio Global Sierra Nevada



Junta
de Andalucía

Consejería de Sostenibilidad,
Medio Ambiente y Economía Azul



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

- **Agradecimientos:** A los voluntarios que han hecho posible la obtención de los datos. Especialmente a Beatriz Quijada, a Miguel Olvera, a Lola Chaves, Enriqueta Martos y a Javier Olivares. A los Agentes de Medio Ambiente y al equipo de gestión del Parque de Sierra Nevada. A Miguel Munguira, a Antonio Pérez, a Amparo Mora, a Andreu Ubach y a Constantí Stefanescu, por su importante ayuda y asesoramiento científico.

