

**Indicador Unión Europea
de Mariposas de Pradera
1991-2023
Informe técnico**



Indicador UE de Mariposas de Pradera

1991-2023

Informe técnico



Este trabajo ha sido financiado por la Unión Europea a través del proyecto EMBRACE (Expandiendo el Monitoreo de Mariposas para la Restauración y la Conservación en Europa 2021-2026) Contrato no. 090201/2024/929792/SER/ENV.D2, Comisión Europea DG Medio Ambiente).

Indicador Mariposas de Pradera 1991-2023 Informe técnico

Chris A.M. Van Swaay^{id (1, 2)}, Reto Schmucki^{id (3)}, David B. Roy^{id (1, 3, 4)}, Emily B. Dennis^{id (5)}, Sue Collins⁽¹⁾, Richard Fox^{id (5)}, Zdravko D. Kolev^{id (1, 6)}, Cristina G. Sevilleja^{id (1, 2, 7)}, Martin S. Warren⁽¹⁾, Aidan Whitfield⁽¹⁾, Irma Wynhoff^{id (1, 2)}, Harriet J.H. Arnberg^{id (8)}, Maksims Balalaikins^{id (9)}, José M. Barea-Azcón^{id (7, 10)}, Andreas M.B. Boe^{id (11)}, Simona Bonelli^{id (1, 12)}, Marc S. Botham^{id (3)}, Nigel A.D. Bourn^{id (1)}, Juan P. Cancela^{id (7, 13)}, Roger Caritg⁽¹⁴⁾, Leonardo Dapporto^{id (15)}, André Ducry⁽¹⁶⁾, Goran Dušej⁽¹⁶⁾, Mathieu de Flores⁽¹⁷⁾, Claude Dopagne⁽¹⁸⁾, Ruth Escobés^{id (19)}, Anne E. Eskildsen^{id (11)}, Zdenek F. Fric^{id (20)}, José M. Fernández-García^{id (21)}, Benoît Fontaine^{id (22)}, Primož Glogovčan^{id (23)}, Jostein Gohli^{id (24)}, Ana Gracianteparaluceta⁽²¹⁾, Andrea Grill^(25, 26), Alexandre Harpke^{id (27)}, Colin Harrower^{id (3)}, Janne K. Heliölä^{id (28)}, Toke T. Høye^{id (11)}, Michelle Judge^{id (29)}, Vassiliki Kati^{id (30)}, Harald W. Krenn^{id (25, 26)}, Elizabeth Kühn^{id (27)}, Mikko Kuussaari^{id (28)}, Andreas Lang⁽³¹⁾, Daniela Lehner⁽²⁵⁾, Liam Lysaght⁽²⁹⁾, Dirk Maes^{id (1, 32)}, Denise McGowan⁽³³⁾, Yolanda Melero^{id (34)}, Xavier Mestdagh^{id (35)}, Ian Middlebrook^{id (5)}, Yeray Monasterio^{id (19)}, Eva Monteiro^{id (36)}, Aitor Montes⁽²¹⁾, Miguel López Munguira^{id (1, 7, 37)}, Martin Musche^{id (27)}, Francisco J. Olivares^(7, 38), Ozge Ozden^{id (39)}, Clara Pladevall^{id (14)}, Alois Pavličko⁽⁴⁰⁾, Lars B. Pettersson^{id (1, 8)}, Laszlo Rákossy^{id (41)}, Tobias Roth^{id (42)}, Johannes Rüdiger^{id (43)}, Martina Šašić^{id (1, 44)}, Stefano Scalercio^{id (45)}, Manfred Schönwälder^{id (25, 46)}, Josef Settele^{id (1, 27, 47, 48)}, Izabela Sielezniew^{id (49)}, Marcin Sielezniew^{id (50)}, Gaëlle Sobczyk-Moran⁽¹⁷⁾, Constanti Stefanescu^{id (1, 51)}, Giedrius Švitra⁽⁵²⁾, András Svabadfalvi⁽⁵³⁾, Anu Tiitsaar^{id (1, 54)}, Nicolas Titeux^{id (35)}, Elli Tzirkalli^{id (55)}, Olga Tzortzakaki^{id (30)}, Andreu Ubach-Permanyer^{id (51)}, Eglė Vičiuvienė⁽⁵⁶⁾, Sarah Vray^{id (35)}, Konstantina Zografou^{id (30)}.

Afiliación

1. Butterfly Conservation Europe.
2. De Vlinderstichting/Dutch Butterfly Conservation, Wageningen, The Netherlands.
3. UK Centre for Ecology & Hydrology, Wallingford, UK.
4. Centre for Ecology and Conservation, University of Exeter, UK.
5. Butterfly Conservation, East Lulworth, Dorset, UK.
6. Bulgarian Butterfly Monitoring Scheme, National Museum of Natural History, Sofia, Bulgaria.
7. SOCEME - Society for the Conservation and Study of Butterflies in Spain, Spanish Butterfly Monitoring Scheme, Spain.
8. Swedish Butterfly Monitoring Scheme, Lund University, Lund, Sweden.
9. Latvian Butterfly Monitoring Scheme, Institute of Life Sciences and Technology, Daugavpils University, Daugavpils, Latvia.
10. Environment and Water Agency (Ministry of Sustainability, Environment and Blue Economy of the Andalusian Government), Provincial Office of Granada, Granada, Spain.
11. Danish Butterfly Monitoring Scheme (Danmarks Dagsommerfugle), Aarhus, Denmark.
12. Italian Butterfly Monitoring Scheme, Zoolab Department of Life Sciences and Systems Biology, University of Turin, Italy.
13. CSIC-National Museum of Natural Sciences, Madrid, Spain.
14. Andorran Butterfly Monitoring Scheme, Andorra Research + Innovation, Andorra.
15. Italian Butterfly Monitoring Scheme, ZEN Lab, Department of Biology, University of Florence, Italy.
16. Swiss Butterfly Monitoring Scheme, Switzerland.
17. French Butterfly Monitoring Scheme (STERF), Office pour les insectes et leur environnement (Opie), France.
18. Wallonia Butterfly Monitoring Scheme, Natagriwal asbl, Gembloux, Belgium.
19. ZERYNTHIA Spanish Butterfly Monitoring Scheme. ZERYNTHIA (Asociación Española para la Protección de las Mariposas y su Medio), Spain.
20. Czech Butterfly Monitoring Scheme, Biology Centre CAS, České Budějovice, Czech Republic.
21. Basque Country Butterfly Monitoring Scheme, Hazi Foundation, Granja Modelo, Arkaute, Spain.

22. French Butterfly Monitoring Scheme, Muséum national d'Histoire naturelle - Office Français pour la Biodiversité, France.
23. Slovenian Butterfly Monitoring Scheme, Society for the Conservation and Study of Lepidoptera in Slovenia, Slovenia.
24. Norwegian Butterfly Monitoring Scheme, Norwegian Institute for Nature Research (NINA), Norway.
25. Austrian Butterfly Conservation – ABC, Austria.
26. University of Vienna, Vienna, Austria.
27. German Butterfly Monitoring Scheme, (Tagfalter-Monitoring Deutschland - TMD), Helmholtz-Centre for Environmental Research – UFZ, Germany.
28. Finish Butterfly Monitoring Scheme, Finnish Environment Institute (Syke), Finland.
29. Irish Butterfly Monitoring Scheme, National Biodiversity Data Centre, Carriganore, Waterford, Ireland.
30. Greek Butterfly Monitoring Scheme (apollo-grBMS), University of Ioannina, Department of Biological Applications & Technology, Biodiversity Conservation Laboratory, Greece.
31. Büro Lang, Zell im Wiesental, Germany.
32. Flanders Butterfly Monitoring Scheme, Research Institute for Nature and Forest (INBO), Belgium.
33. Jersey Butterfly Monitoring Scheme (UKBMS), Land Resource Management, Government of Jersey, Jersey.
34. Urban Butterfly Monitoring Scheme (uBMS), CREA and University of Barcelona, Spain.
35. Luxembourg Butterfly Monitoring Scheme, Luxembourg Institute of Science and Technology, Luxembourg.
36. Portugal Butterfly Monitoring Scheme, Tagis - Centro de Conservação das Borboletas de Portugal, Portugal.
37. Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC-UAM), Universidad Autónoma de Madrid (UAM), Spain.
38. Red de Seguimiento de Mariposas Diurnas de Sierra Nevada. Parque Nacional y Parque Natural de Sierra Nevada, Pinos Genil (Granada), Spain.
39. Cyprus Butterfly Monitoring Scheme, Near East University, Nicosia, Cyprus.
40. Czech Butterfly Monitoring Scheme, Czech Butterfly Conservation Society, Czech Republic.
41. Romania Butterfly Monitoring Scheme, Department of Taxonomy and Ecology, Babes-Bolyai University, Cluj, Romania.
42. Biodiversity Monitoring Switzerland (BDM), Hintermann & Weber AG, Switzerland.
43. Viel-Falter Monitoring, University of Innsbruck, Department of Ecology, Austria.
44. Croatia Butterfly Monitoring Scheme, Croatian Natural History Museum, Croatia.
45. Italian Butterfly Monitoring Scheme, CREA Research Centre for Forestry and Wood, Rende, Italy.
46. City of Vienna, Austria.
47. Department of Conservation Biology and Social-Ecological Systems, Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ, Halle, Germany.
48. German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv) Halle-Jena-Leipzig, Leipzig, Germany.
49. Polish Butterfly Monitoring Scheme, Association for Butterfly Conservation, Poland.
50. Polish Butterfly Monitoring Scheme, Division of Biodiversity and Behavioural Ecology, University of Białystok, Poland.
51. Catalan Butterfly Monitoring Scheme, Natural Sciences Museum of Granollers, Spain.
52. Lithuanian Butterfly Monitoring Scheme, Ukmerge, Lithuania.
53. Hungarian Butterfly Monitoring Scheme, Hungarian Lepidoptera Monitoring Network, Jozsef Szalkay Hungarian Lepidopterists' Society, Hungary.
54. Estonian Butterfly Monitoring Scheme, University of Tartu, Department of Zoology, Estonia.
55. Cyprus Butterfly Monitoring Scheme, Cyprus Butterfly Study Group, Nicosia, Cyprus/Open University of Cyprus, Faculty of Pure and Applied Sciences, Latsia, Cyprus.
56. Lithuanian Butterfly Monitoring, Lithuanian Entomological Society, Lithuania.

Cómo citar este informe:

Van Swaay C.A.M., Schmucki R., Roy D.B., Dennis E.B., Collins S., Fox R., Kolev Z.D., Sevilleja C.G., Warren M.S., Whitfield A., Wynhoff I., Arnberg H.J.H., Balalaikins M., Barea-Azcón J.M., Boe A.M.B., Bonelli S., Botham M.S., Bourn N.A.D., Cancela J.P., Caritg R., Dapporto L., Ducry A., Dušej G., de Flores M., Dopagne C., Escobés R., Eskildsen A.E., Fric Z.F., Fernández-García J.M., Fontaine B., Glogovčan P., Gohli J., Gracianteparaluceta A., Grill A., Harpke A., Harrower C., Heliölä J.K., Høye T.T., Judge M., Kati V., Krenn H.W., Kühn E., Kuussaari M., Lang A., Lehner D., Lysaght L., Maes D., McGowan D., Melero Y., Mestdagh X., Middlebrook I., Monasterio Y., Monteiro E., Montes A., Munguira M.L., Musche M., Olivares F.J., Ozden O., Pladevall C., Pavličko A., Pettersson L.B., Rákossy L., Roth T., Rüdissler J., Šašić M., Scalercio S., Schönwälder M., Settele J., Sielezniew I., Sielezniew M., Sobczyk-Moran G., Stefanescu C., Švitra G., Svabadfalvi A., Tiitsaar A., Titeux N., Tzirkalli E., Tzortzakaki O., Ubach-Permanyer A., Vičiuvienė E., Vray S., Zografou K. (2025). *Indicador de Mariposas de Pradera UE 1991-2023. Informe técnico*. Butterfly Conservation Europe & EMBRACE/eBMS (www.butterfly-monitoring.net) & Vlinderstichting report VS2025.014. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16281872>

Palabras clave

Mariposas, Praderas, Seguimiento, Tendencia, Índice, Europa, Unión Europea, Indicador, Biodiversidad

Autores de contacto

Chris Van Swaay <chris.vanswaay@vlinderstichting.nl> & Reto Schmucki <retoschm@ceh.ac.uk>

Traducción al español

Amparo Mora, Parque Nacional Picos de Europa, España & SOCEME <amora@pnpeu.es, a.mora@soceme.es>

Julio 2025



Agradecimientos

Agradecemos a la Unión Europea la financiación del proyecto EMBRACE (Expandiendo el Monitoreo de Mariposas para la Restauración y la Conservación en Europa 2021-2026, Contrato no. 090201/2024/929792/SER/ENV.D2, Comisión Europea DG Medio Ambiente).

El Programa de Seguimiento de Mariposas Europeo (eBMS) está en deuda con todos los Programas Nacionales de seguimiento de mariposas, sus fundadores y con todos los voluntarios que aportan datos. En el momento en que se emite este informe, el eBMS es un partenariado de las siguientes organizaciones: Natural Environment Research Council (actuando a través de NC International, UK Centre for Ecology & Hydrology), Conservación Mariposas Reino Unido, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ, De Vlinderstichting, BMS Catalán, Instituto de Medioambiente Finés (SYKE), Butterfly Conservation Europe (BCE), Research Institute Nature and Forest (INBO), Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) CNRS-UPMC & OPI, Lund University, Centro Nacional de Datos de Biodiversidad Irlandés (NBDC), Instituto Luxemburgués de Ciencia y Tecnología (LIST), Asociación Española para la Protección de las Mariposas y su Medio - ZERYNTHIA, Universidad Autónoma de Madrid, Universidad de Liubiana, Red de Seguimiento de Lepidópteros Húngaros como parte de la Sociedad Húngara de Lepidopterología Szalkay, Zoolab - Departamento de Ciencias de la Vida y Sistemática, TAGIS – Centro de Conservação das Borboletas de Portugal, Seguimiento de Biodiversidad Suizo, Sociedad Checa de Conservación de Mariposas, University of Innsbruck - Butterfly Monitoring Viel-Falter, Museo de Historia Natural de Croacia, Apollo-grBMS y el BMS Lituanio.

El Viel-Falter Monitoring Scheme (www.viel-falter.at) está coordinado por el Departamento de Ecología de la Universidad de Innsbruck e implementado en colaboración con el Natural History Collections of the Tiroler Landesmuseen Betriebsgesellschaft m.b.H., inatura—Erlebnis Naturschau GmbH, y EURAC research. Está financiado por el Ministerio Federal de Agricultura y Montes, Clima y Protección Medioambiental, Regiones y Gestión del Agua, las provincias federales de Tyrol y Vorarlberg, así como por la fundación privada Foundation Blühendes Österreich.

El Programa de Seguimiento de Mariposas de Dinamarca (2023-2027) está financiado por los 15. Juni Fonden y AAGE V. JENSEN NATURFOND y agradece a todos los voluntarios daneses sus impagables esfuerzos en el campo.

El Programa de Seguimiento de Mariposas finlandés está organizado y financiado por el Instituto Finés de Medio Ambiente (Syke) y por el Ministerio Finés de Medio Ambiente.

El Programa de Seguimiento de Mariposas Francés (« Suivi Temporel des Rhopalocères de France, STERF ») es una cooperación entre el Museo Nacional de Historia Natural, MNHN (Muséum national d'Histoire naturelle) y la Oficina por los Insectos y sus Ambientes, Opie (Office pour les insectes et leur environnement), con el apoyo de la Oficina para la Biodiversidad Francesa (OFB), como parte del Plan Nacional para las Mariposas.

El Programa de Seguimiento de Mariposas Alemán es una cooperación entre el Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ, German Butterfly Conservation (GfS) y Science4you.

El Programa de Seguimiento de Mariposas Irlandés está financiado por el Consejo de Patrimonio (Heritage Council) y por el Departamento de Vivienda, Gobierno Local y Patrimonio (Department of Housing, Local Government and Heritage).

El Programa de Seguimiento de Mariposas Italiano es una cooperación entre la Universidad de Turín, la Universidad de Florencia y el Consejo para la Investigación Agraria de Cosenza.

La Agencia para la Conservación de la Naturaleza de Letonia proporcionó amablemente los datos de Letonia.

El Programa de Seguimiento de Mariposas de Luxemburgo está coordinado por el Instituto Luxemburgués de Ciencia y Tecnología (LIST) y está cofinanciado por el Ministerio de Medio Ambiente, Clima y Biodiversidad.

El Programa de Seguimiento de Mariposas Holandés es una cooperación entre Dutch Butterfly Conservation y Estadística Neerlandés (CBS), parte de Red Ecológica de Seguimiento (NEM) y se financia por el Ministerio de Agricultura, Pesca, Seguridad Alimentaria y Naturaleza (LVVN).

Jacqueline Loos, Iulia Muntean, Franz Kalhard y László Rákossy han contribuido de manera importante a la parte Rumana del proyecto AMIGA.

La Sociedad para la Conservación y el Estudio de los Lepidópteros en Eslovenia aportó amablemente los datos de Eslovenia.

El Programa de Seguimiento de Mariposas de España está coordinado por la asociación SOCEME, con la colaboración de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), el Ministerio Español de Medio Ambiente (MITECO), el Organismo Autónomo Parques Nacionales (OAPN), el Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada y la Estación Biológica de Doñana (ICTS-Doñana, CSIC).

La parte del Seguimiento de Mariposas Español coordinada por la Asociación Zerynthia recibe apoyo de varias instituciones públicas (administraciones regionales y locales) en la Península Ibérica y en las Islas Canarias. El Programa de Seguimiento de Mariposas del País Vasco está coordinado por Zerynthia junto con la Fundación Hazi y está financiado por el Gobierno Vasco desde 2008.

El Programa de Seguimiento de Mariposas de Cataluña está financiado por el Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural de la Generalitat de Catalunya y por la Diputación de Barcelona.

El Programa Español de Seguimiento de Mariposas Urbano (uBMS) que tiene lugar en las ciudades de Barcelona y Madrid está coordinado por el CREAL, apoyado por la Fundación Biodiversidad (Ministerio de Transición Ecológica, 2018) y el Ayuntamiento de Barcelona (desde 2019). El proyecto agradece sinceramente el apoyo a sus financiadores y a todos los voluntarios.

El Programa de Seguimiento de Mariposas de Suecia está coordinado por la Universidad de Lund y está financiado por la Agencia Sueca de Protección Medioambiental.

La Oficina Federal para el Medio Ambiente de Suiza (FOEN) aportó amablemente los datos BDM.

El Seguimiento de Mariposas del Reino Unido (UKBMS) está organizado y financiado por Butterfly Conservation, el UK Centre for Ecology & Hydrology, el British Trust for Ornithology y el Joint Nature Conservation Committee. El UKBMS está en deuda con todos los voluntarios que aportan sus datos.



Las reservas naturales con praderas semi-naturales a menudo están rodeadas por terrenos de agricultura intensiva a gran escala, pero son sitios importantes para la conservación de las mariposas de pradera.

Contenidos

Resumen ejecutivo	9
Capítulo 1 / Introducción	10
Capítulo 2 / Seguimiento de Mariposas en Europa	12
Capítulo 3 / De los recuentos de mariposas a los indicadores	14
Trabajo de campo	Error! Bookmark not defined.
La base de datos del Programa Europeo de Seguimiento de Mariposas	14
Selección de transectos	15
Calculando el Indicador de Mariposas de Pradera EU27 (GBI)	15
Fenología e Índices por Sitio	16
Índice Compilado de Abundancia	16
Índice Multi-Programa (EU27) de abundancia de especies	16
Tendencia Multi-especie y los Indicadores de Mariposas de Pradera EU27	17
Capítulo 4 / Tendencias de las Mariposas de Pradera	18
Tendencias de las especies en la EU27	18
Capítulo 5 / El Indicador de Mariposas de Pradera	21
Capítulo 6 / Conclusiones	22
Bibliografía	Error! Bookmark not defined.
Anexo I / Métodos estadísticos	27
Recogida de datos BMS	27
Paso 1 – Índice anual de Especie por sitio (por transecto)	27
Paso 2 – Índices agregados anuales por especie (por BMS)	29
Paso 3 – Índices agregados por especie para la UE27 y Europa	30
Paso 4 – Índice Multi-especie & Indicador de Mariposas de Pradera EU27 (GBI)	32
Anexo II / GBI Europa	33
Anexo III / Glosario	34

Resumen ejecutivo

1. Las mariposas han sido **monitoreadas** en Europa durante décadas usando protocolos estandarizados, a día de hoy establecidos en más de 30 países. Las mariposas son indicadores biológicos ideales: están bien documentadas, son fáciles de censar, sensibles a los cambios ambientales, están presentes en un amplio rango de hábitats, representan a muchos otros insectos y son populares gracias a su belleza.
2. Los registros de **más de 6.000 transectos de seguimiento de mariposas estandarizados**, se recogen en la base de datos central del Programa de Seguimiento Europeo de Mariposas (eBMS), gestionada por Butterfly Conservation Europe (BCE) y el UK Centre for Ecology and Hydrology (UKCEH). A partir de esta base de datos se generan tendencias de especies individuales que se pueden combinar para generar tendencias para diferentes hábitats.
3. En este informe, se han utilizado las **tendencias de 17 especies para generar un Indicador de Mariposas de Pradera (GBI) actualizado para el período 1991-2023**, usando datos de todos los 27 países de la UE. El GBI se menciona específicamente en la Regulación sobre Restauración de la Naturaleza de la UE (NRR) en el artículo 11 sobre la Restauración de los Agroecosistemas como uno de los posibles indicadores que deberían medirse hasta alcanzar los valores satisfactorios establecidos en el Artículo 14(5). En la práctica, para aquellos Estados Miembros que elijan el GBI como Indicador, bajo el artículo 11 de la NRR, 2025 será el primer año para este indicador.
4. **El Indicador de Mariposas de Pradera EU muestra un declive ligeramente superior al 50% desde 1991.** En el Noroeste de Europa, el declive se atribuye principalmente a la pérdida de hábitat a causa de la intensificación de las praderas agrícolas y a la deposición de nitrógeno en las reservas naturales. En el Norte (Escandinavia, Finlandia y los estados Bálticos), Este y Sur de Europa, el abandono de las praderas también es una importante causa de declive, ya que el cerramiento de los arbustos y del bosque secundario produce una pérdida de hábitat para las mariposas de pradera. El declive observado a lo largo de los últimos 33 años probablemente revela solo parte del declive histórico de las mariposas de pradera, ya que muchas poblaciones fueron extirpadas del paisaje antes de 1990.
5. **El GBI es el Indicador del Objetivo 3 del Marco de la EU**, para evaluar el progreso de los agroecosistemas que se mejoran para la biodiversidad. Es parte también del set de los Indicadores de Sostenibilidad de la UE, para evaluar la implementación de la Estrategia Global de Biodiversidad.
6. Este informe técnico proporciona un importante mensaje para científicos, políticos y gestores: **las mariposas están todavía disminuyendo a una tasa alarmante por toda la UE. Son necesarias acciones urgentes** para proteger y restaurar sus hábitats con objeto de revertir esta tendencia, no solo para las mariposas sino para otros polinizadores silvestres y sus servicios ecosistémicos. Completar y gestionar apropiadamente la red Natura 2000 en toda Europa es un paso crucial para ayudar a las mariposas de pradera. La restauración y creación de paisajes con mosaicos de hábitats, dentro y fuera de las áreas Natura 2000, es esencial para proteger a las mariposas de pradera en la UE.
7. Estamos agradecidos a los miles de voluntarios de seguimiento de mariposas que aportan sus observaciones a esta base de datos tan importante, a los múltiples Programas BMS nacionales, coordinadores y financiadores que apoyan este trabajo y a la UE por financiar el eBMS a través del proyecto EMBRACE.



Cyaniris semiargus, una de las mariposas del GBI.

Capítulo 1 / Introducción

Hay cada vez más evidencias de declives en la diversidad y en la abundancia de insectos por todo el mundo (Sánchez-Bayo & Wyckhuys 2019, Seibold et al. 2019, van Klink et al. 2020, Wagner 2020). Esto nos pone sobre aviso del precario estado de la biodiversidad y demuestra que es vital cubrir la falta de conocimiento en lo que al estatus de los insectos se refiere (Cardoso et al. 2020, Samways et al. 2020). Se estima que los insectos incluyen a más de la mitad de todas las especies descritas y son un componente dominante en la mayoría de los ecosistemas (Bar-On et al. 2018). Los insectos también juegan un papel crucial en el funcionamiento de los ecosistemas. Proveen de muchos servicios ecosistémicos como la polinización, el control biológico, la regulación de la fertilidad del suelo y diversos servicios ecosistémicos culturales aunque también producen perjuicios como el daño a los cultivos y la transmisión de enfermedades al ganado y a los humanos (Gutierrez-Arellano & Mulligan 2018, Noriega et al. 2018). Hay una necesidad urgente de investigar el estado de conservación de los insectos para fijar y evaluar objetivos de conservación.

Más de la mitad de las 501 mariposas europeas aparecen en hábitats de pradera (secas, alpinas, subalpinas, praderas silíceas secas y mesófilas y estepas; van Swaay et al. 2006). Como en muchas otras regiones, muchas especies de mariposas han disminuido dramáticamente en Europa (Warren et al. 2021). Estos declives están a menudo relacionados con la pérdida de hábitat y con condiciones ambientales inapropiadas debido al cambio de uso del suelo, la contaminación y el cambio (Van Swaay et al. 2010, Rashid et al. 2023).

En Mayo del 2020, la Comisión Europea adoptó la Estrategia de Biodiversidad de la UE para 2030. Está dirigida a asegurar que la biodiversidad europea estará en camino de recuperarse para 2030 para el beneficio de la gente, del planeta, del clima y de nuestra economía, en línea con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y con los objetivos del Acuerdo de París sobre Cambio Climático. Esta estrategia se centra en las cinco causas principales de pérdida de biodiversidad, establece un marco reforzado de gobernanza para cubrir las lagunas existentes, asegura la plena implementación de la legislación de la UE y reúne en un impulso común todos los esfuerzos existentes. La estrategia establece el Plan de Restauración de la Naturaleza de la UE que incluye “Traer de vuelta la naturaleza a las tierras agrícolas” y utiliza el Índice de Mariposas de Pradera (GBI) como el indicador oficial para el Objetivo 5 de revertir el declive de los polinizadores (ver el [Medidor de Acciones UE](#)).

La UE utilizó la estrategia como un ejemplo para ayudar al acuerdo y adoptar un marco global transformativo post-2020 en la 15ª Conferencia de las Partes de la Convención sobre la Diversidad Biológica que tuvo lugar en Montreal, Canadá, en Diciembre de 2022.

El Indicador de Mariposas de Pradera (GBI) se menciona específicamente en el [Reglamento para la Restauración de la Naturaleza](#) de la UE (NRR), que se hizo efectivo el 18 de Agosto de 2024. El artículo 11 sobre la Restauración de ecosistemas agrarios, incluye el GBI como uno de los posibles indicadores, que debería ser medido por los Estados Miembros desde el 18 de Agosto de 2024 hasta Diciembre de 2030, y cada seis años después de eso, hasta alcanzar niveles satisfactorios de acuerdo con lo establecido en el artículo 14(5) del Reglamento. La metodología utilizada por los Estados Miembros para calcular su GBI nacional debe ser idéntica a la utilizada para producir el GBI de la UE (ver [Artículos 20 y Anexo IV del Reglamento](#)).

En la práctica, para aquellos Estados Miembros que elijan el GBI como un Indicador, de acuerdo con el artículo 11 del Reglamento, 2025 será el primer año de elaboración del indicador. El artículo 4 sobre Restauración de ecosistemas terrestres, costeros y de agua dulce requiere que los Estados Miembros consigan una tendencia positiva hacia una calidad y cantidad suficiente de hábitats de las

especies incluidas en los Anexos II, IV y V de la Directiva Hábitats, que incluyen diversas especies de mariposas.

Algunos de los indicadores de biodiversidad UE dan información sobre medidas específicas y tendencias en diversidad genética, específica y de ecosistemas o paisajística, pero muchos tienen una relación mucho más indirecta con la biodiversidad. Muy pocos han sido establecidos expresamente para evaluar la biodiversidad. Los indicadores sobre especies sólo incluyen a las aves, los murciélagos y las mariposas, ya que estos son los únicos taxones/grupos de especies para los que existe un sistema de seguimiento Europeo razonablemente estandarizado (EEA, 2012). Este informe técnico es continuación de otros informes previos sobre el Indicador de Mariposas de Pradera UE (p. ej. van Swaay et al. 2019).

Las mariposas son indicadores biológicos ideales: están bien documentadas, son medibles, sensibles a los cambios ambientales, responden rápidamente, ocurren en un amplio rango de hábitats, representan a muchos otros insectos y son populares entre el público gracias a su belleza (Erhardt & Thomas 1991). El seguimiento en campo es esencial para evaluar los cambios en su abundancia. Los indicadores basados en los datos de seguimiento de mariposas son muy valiosos para comprender el estado del medio ambiente y para ayudar a evaluar las políticas y su implementación. La recogida de datos por voluntarios formados es un modo eficiente de recoger datos robustos sobre las mariposas, mucho más cuando se les apoya con materiales informativos y con una recogida de datos online eficiente.

Este informe técnico proporciona un importante mensaje para científicos, políticos y gestores: las mariposas están todavía disminuyendo a una tasa alarmante por toda la UE y son necesarias acciones urgentes para proteger y restaurar sus hábitats con objeto de revertir esta tendencia, no solo para las mariposas sino para otros polinizadores silvestres y sus servicios ecosistémicos.

Phengaris arion es una de las mariposas hormigueras de Europa. Las larvas pasan la mayor parte de su vida en hormigueros.



Capítulo 2 / Seguimiento de Mariposas en Europa

El seguimiento de mariposas es cada vez más popular en Europa, principalmente sostenido por Butterfly Conservation Europe (BCE) y sus socios. Aunque hay Programas Nacionales de Seguimiento en un número creciente de países y se están iniciando Programas nuevos en muchos sitios, sólo hay series largas de datos en un número limitado de países. Para el Indicador de Mariposas de Pradera UE (GBI) presentado en este informe, se han utilizado datos de todos los 27 Estados Miembros de la Unión Europea (Figura 1; ver Anexo II para el Indicador para toda Europa).

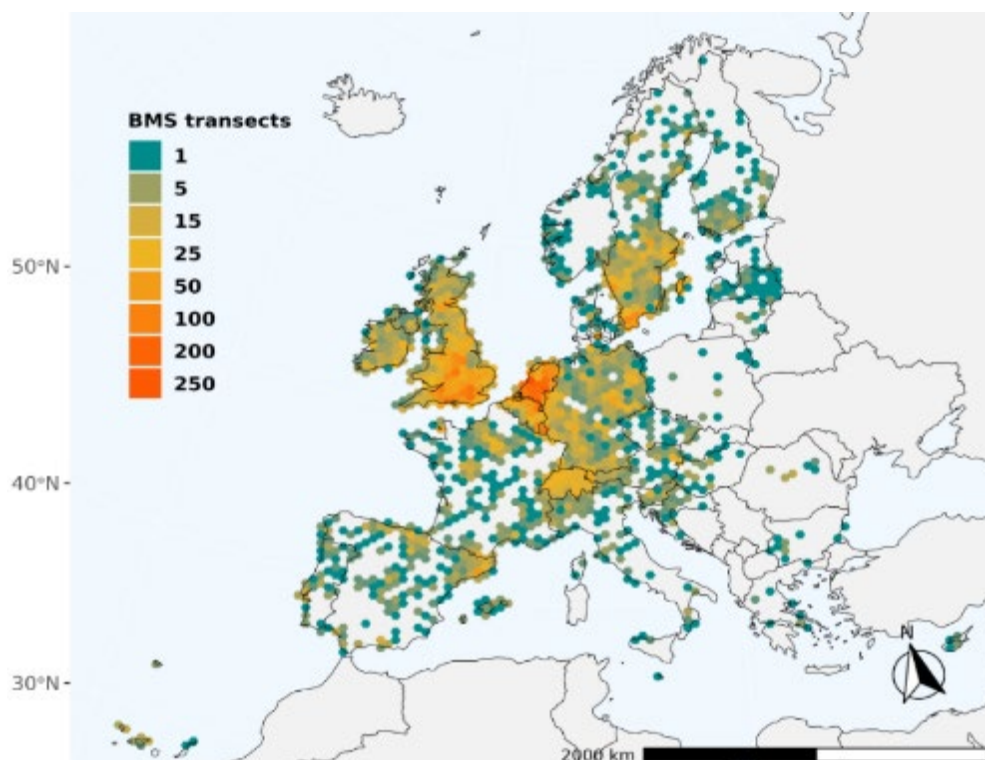


Figura 1: Densidad de lugares o transectos de Seguimiento de Mariposas.

El indicador utiliza datos hasta la temporada de campo de 2023. El método para calcular los indicadores ha sido mejorado. Durante 2023, se han contado mariposas en casi 3.800 transectos estandarizados, distribuidos por 30 Programas nacionales de seguimiento en todos los Estados Miembros de la UE de los 27 (Figura 2). Desde 1990, más de 8.900 transectos han formado parte del Indicador de Mariposas de Pradera de la UE de los 27. Fuera de la Unión Europea, casi 6.250 transectos adicionales se han seguido en Europa, principalmente en el Reino Unido, Suiza y Noruega.

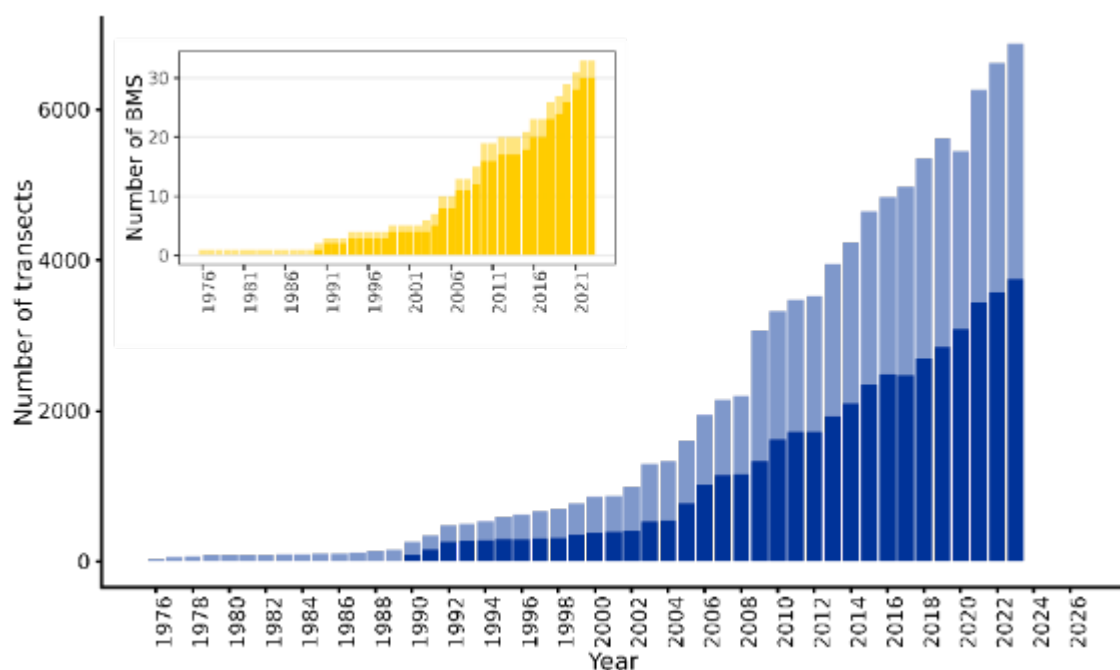


Figura 2: Número de transectos de seguimiento de mariposas (azul) y número de Programas Nacionales de Seguimiento de Mariposas (amarillo) en Europa. Coloreado en oscuro = EU27, coloreado en claro = toda Europa.

Capítulo 3 / De los recuentos de mariposas a los indicadores

Las mariposas pueden encontrarse por toda Europa y son uno de los grupos de insectos mejor conocidos. Aunque son populares, hasta hace poco se conocía muy poco de sus densidades y sus tendencias. En este capítulo, describiremos cómo se hacen los recuentos y cómo se pueden usar para detectar tendencias y construir indicadores.

Trabajo de campo

Los indicadores de mariposas están basados en el trabajo de campo de miles de voluntarios formados y de observadores profesionales, que cuentan mariposas en más de 15.000 transectos por toda Europa. Los recuentos se hacen de modo estandarizado, produciendo datos de gran calidad, adecuados para evaluar el estado de las especies y sus tendencias. Los coordinadores nacionales recogen los datos y realizan el primer control de calidad.

Todos los Programas nacionales aplican el método inicialmente desarrollado para el Programa de Seguimiento de Mariposas del Reino Unido (Pollard & Yates, 1993). Los recuentos se realizan en transectos fijos de 0,2 a 3 kilómetros de longitud, divididos en secciones más pequeñas. Los observadores apuntan todas las mariposas que observan en 2,5 metros a su derecha, 2,5 metros a su izquierda, 5 metros por delante y 5 metros por encima de ellos (Van Swaay *et al.* 2008). Los recuentos se realizan entre Marzo-Abril y Septiembre-Octubre, dependiendo de la región. En algunos lugares (ej. Andalucía o las Islas Canarias), el seguimiento se realiza durante todo el año, a veces con una pausa en Julio-Agosto debido al calor y la sequía del verano. Sólo se realizan las visitas cuando se cumplen unos criterios específicos de meteorología. El número recomendado de visitas varía desde cada semana, por ejemplo, en el Reino Unido, Cataluña y Holanda, a 3-5 visitas anuales en Francia. En Austria (Tirol) y en Suiza, el BMS emplea un diseño estratificado de muestreo, muestreando una proporción de los sitios cada año (25% y 20% respectivamente), de modo que se cubren todos los sitios cada 4 o 5 años. Este protocolo permite el seguimiento representativo y de alta frecuencia en áreas donde el acceso es complicado (sitios alpinos).



El trabajo de campo en praderas calcáreas con gran pendiente puede ser complicado

Base de datos del Seguimiento de Mariposas Europeo

La base de datos del Programa de Seguimiento de Mariposas Europeo (eBMS) recoge los recuentos de mariposas estandarizados repetidos en el tiempo (desde 1976 en el Reino Unido). Desde 1990, voluntarios y profesionales han registrado cerca de 58 millones de mariposas a nivel de especie en la base de datos del eBMS, en más de 1,25 millones de visitas de muestreo. En términos de esfuerzo de muestreo, estas visitas tuvieron lugar en más de 15.000 transectos (Figura 1), distribuidos en 36 Programas nacionales de seguimiento y 31 países (Figura 2), con 9.100 sitios de muestreo localizados en los Estados Miembros de la UE27.

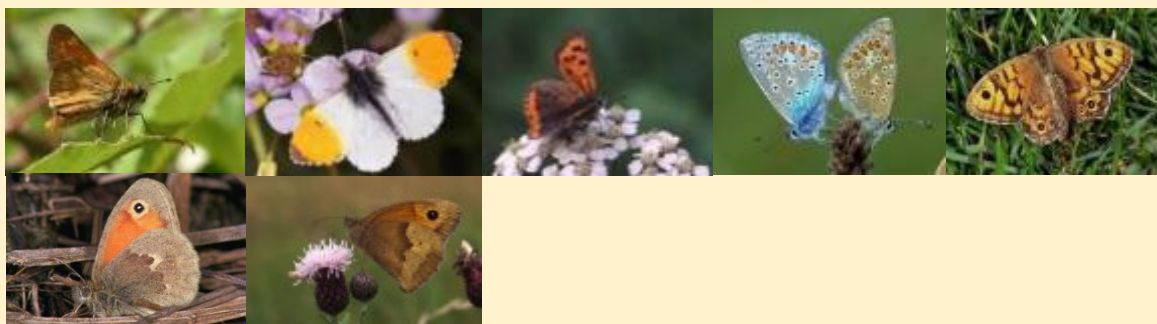
La base de datos eBMS se actualiza anualmente, produciéndose una versión principal actualizada cada vez (ej., v6.0). Las correcciones subsecuentes, adiciones y mejoras son identificadas y se produce una versión de actualizaciones menores (ej., v6.1). Los archivos fuente de datos son enviados por los Programas de Seguimiento de Mariposas y se procesan para asegurar la estandarización y el formato adecuado de los datos antes de integrarlos en la base de datos eBMS.

Selección de transectos

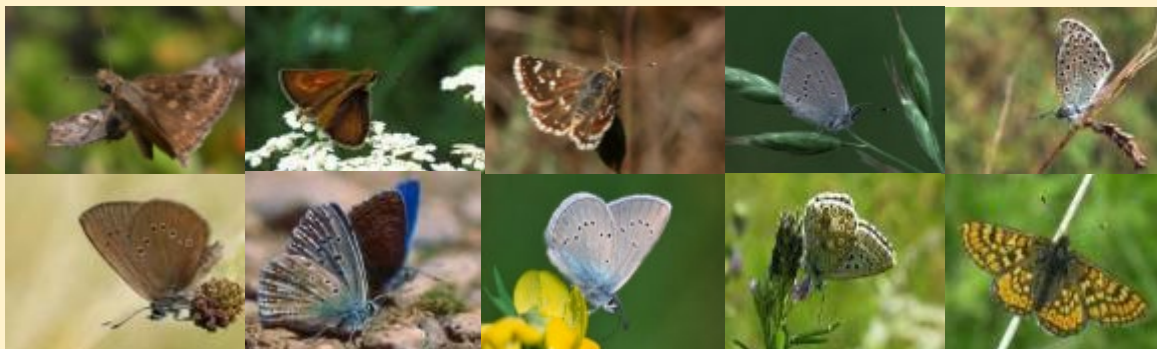
Para poder producir tendencias robustas de las poblaciones y no sesgadas a escala regional o nacional, los transectos idealmente deben ser seleccionados en una cuadrícula, al azar, o de un modo estratificado y al azar (Sutherland, 2006). Muchos Programas recientes, ej. Suiza y algunas partes de Austria (Tirol), Francia y Luxemburgo (Mestdagh *et al.* 2024), se han diseñado de esta manera (Henry *et al.* 2008). Si un Programa pretende monitorear especies raras o políticamente relevantes, los coordinadores y observadores tenderán a localizar los transectos en las áreas donde se encuentran estas especies, lo que puede llevar a una sobre-representación de las áreas especiales y protegidas. En la mayoría de los Programas, las localizaciones de los transectos han sido libremente elegidas por los observadores, lo que en algunos casos ha llevado a una sobre-representación de áreas protegidas y áreas naturales en detrimento de las áreas de campo no protegidas y de las áreas urbanas (Pollard & Yates, 1993). Sin embargo, éste no es el caso de todos los países (ej., Alemania, Kühn *et al.* 2008). Muchos Programas han solucionado este problema estableciendo nuevos sitios de muestreo en áreas rurales (ej. [WCBS](#)), urbanas (ej., [uBMS](#)) y otras áreas poco representadas o han corregido este sesgo dando diferente peso a las diferentes áreas (Holanda).

Calculando el Indicador de Mariposas de Pradera UE27 (GBI)

Las tendencias de las mariposas se pueden calcular a diversas escalas integrando observaciones de hábitats específicos, Programas de monitoreo individuales (BMS) o regiones más grandes, agregando datos de varios Programas. Para el cálculo del Indicador Europeo de Mariposas de Pradera (GBI), se combinan los índices de abundancia anuales recogidos a nivel de Programa nacional y se agregan los datos de los Estados Miembros de la Unión Europea para estimar los índices y tendencias para la UE27 de las 17 especies de mariposas de pradera seleccionadas (Cuadro 1). Estos índices se combinan después para producir una serie temporal de índices multi-especie, componiendo el Indicador de Mariposas de Pradera UE. Para más detalles sobre la metodología, ver el Anexo I.



Especies ampliamente distribuidas: *Ochlodes sylvanus*, *Anthocharis cardamines*, *Lycaena phlaeas*, *Polyommatus icarus*, *Lasiommata megera*, *Coenonympha pamphilus* y *Maniola jurtina*



Especies especialistas: *Erynnis tages*, *Thymelicus acteon*, *Spialia sertorius*, *Cupido minimus*, *Phengaris arion*, *Phengaris nausithous*, *Lysandra bellargus*, *Cyaniris semiargus*, *Lysandra coridon* y *Euphydryas aurinia*

Cuadro 1. Se utilizaron diecisiete mariposas para calcular el Indicador Europeo de Mariposas de Pradera, incluyendo siete especies de distribución amplia y diez especies especialistas.

Fenología e índices por sitio

A lo largo del período activo de los adultos, se realizan recuentos de mariposas a intervalos regulares (cada semana, quincenales o mensuales). En estas series a menudo falta algún recuento debido a malas condiciones meteorológicas o a la imposibilidad del observador. Puesto que el número de mariposas adultas que vuelan cada semana está determinado por los patrones estacionales de la especie (fenología), es esencial conocer estos patrones y hacer una corrección teniendo en cuenta las observaciones que faltan, cuando se estima la abundancia anual de una especie concreta en un lugar dado. Esta corrección se consigue calculando los números de mariposas esperados para las semanas en las que faltan recuentos, de modo que se puedan estimar índices anuales de abundancia estandarizados.

Para predecir los recuentos esperados en las semanas que faltan, se estima una curva de vuelo estandarizada, ajustando un modelo generalizado aditivo (GAM) a los recuentos semanales de los diferentes sitios (Dennis *et al.* 2013, 2016), usando los sitios y las semanas de muestreo como variables predictoras. Para tener en cuenta las diferencias regionales y anuales en la fenología de las especies, se estimaron las curvas de vuelo para cada año y para cada región bioclimática (Schmucki *et al.* 2016). Por tanto, se dividió el set de datos europeo en 15 ventanas geográficas (Tabla S1), y para cada una de ellas se estimaron las curvas de vuelo anuales para cada una de las 17 especies y zonas ambientales (Metzger 2018). De estos modelos, se derivaron curvas de vuelo anuales regionales estandarizadas a 1 (área debajo de la curva=1) y se estimaron los valores esperados para cada semana y sitio durante la temporada de muestreo. Estas estimas semanales se usaron para corregir los valores que faltaban en la serie de datos semanal. La serie temporal corregida (conteos semanales observados e imputados) se utilizó para calcular el índice de abundancia anual para cada sitio y temporada de muestreo. Los índices de abundancia estandarizados corresponden al número total esperado de mariposas observadas en un sitio dado.

Índice de abundancia agregado

Para cada Programa de Seguimiento (BMS), estimamos la abundancia anual calculando índices agregados de abundancia a partir de los índices de abundancia locales. El índice agregado indica el número total de mariposas adultas de una especie, esperadas para un transecto de 1 km. Excepto para tres especies raras para las que no había suficientes datos, calculamos el índice de abundancia anual agregado para cada especie y Programa de seguimiento (BMS) para los que hubiera al menos tres años de datos. Para tres especies raras (*Phengaris arion*, *Phengaris nausithous* y *Spialia sertorius*), estimamos el índice agregado directamente a la escala de la UE27, utilizando todos los índices locales disponibles sin agregarlos primero a un nivel de BMS nacional.

Para calcular el índice agregado, se ajustó un modelo lineal generalizado (GLM) a cada BMS con las variables “sitio” y “año” como predictoras. En este modelo, se tuvieron en cuenta las diferentes longitudes de los transectos. Utilizando este modelo, pudimos estimar índices agregados estandarizados basados en la abundancia media estimada para un transecto estandarizado de 1 km. El modelo también incluye un factor de peso que corresponde al esfuerzo relativo de muestreo y reduce la influencia en el índice de abundancia total, de los sitios en los que se ha empleado menor esfuerzo de muestreo (es decir, con menos visitas). Para evitar las estimas poco fiables, se excluyeron también todos los índices de abundancia que fueran tres veces mayores de la desviación media absoluta de la mediana y por tanto, identificados como estimas extremas y poco fiables.

Índice de abundancia de especies multi-Programas (EU27)

Para estimar la abundancia de las especies en los 27 Estados Miembros de la UE, calculamos un índice de abundancia multi-Programa, utilizando la media geométrica ponderada de todos los Programas (BMS). Primero, convertimos los índices de abundancia agregados a una escala logarítmica (base 10).

En esta escala, fijamos el primer año de cada serie a un valor de dos (2), que corresponde a una abundancia de 100 en la escala exponencial (es decir, $102=100$). La escala logarítmica nos permite unir series temporales de diferentes longitudes y facilita la interpretación de la tasa relativa de cambio. Cuando se calculó la abundancia de las especies UE27, la media geométrica se ponderó por la proporción del área geográfica de la especie, monitoreada por cada Programa (BMS). Utilizando el último mapa de distribución de la UICN (www.iucnredlist.org), calculamos este peso basándonos en la superposición entre el área del sitio monitoreado y el área geográfica total de la especie.

Puesto que el primer año de la serie temporal se fija en 100, la media geométrica ponderada (Indicador de Mariposas de Pradera – GBI) calculada sobre los BMS, también está fijada a 100 el primer año. El GBI de todos los años siguientes se considera entonces en relación al valor inicial de 100. Para las series temporales de los BMSs que empezaron después del primer año del GBI, el 1991, la nueva serie se reescala fijando el primer año al valor del índice de abundancia de especies multi-Programa calculado para los BMS que ya están activos. Por ejemplo, si un Programa empieza cinco años después del 1991, la serie temporal del nuevo Programa se fijará con el valor del año 1996 del índice multi-Programas de los Programas que ya están en marcha. De este modo, podemos unir la nueva serie temporal a las antiguas sin perturbar la serie temporal del índice de abundancia de especies multi-Programa. Si hay valores que faltan en la serie después del primer año, se utiliza el valor del último año existente para rellenar la serie temporal. De este modo, los valores que se introducen para los años en que no hay datos disponibles no influyen la tendencia multi-Programa en ninguna dirección.

Tendencia multi-especies e Indicadores de Mariposas de Pradera UE27

El Indicador de Mariposas de Pradera UE (GBI) es la tendencia del índice agregado calculado para 17 especies de pradera para los 27 Estados Miembros de la UE (Figura 3). Siguiendo el mismo enfoque que para el índice multi-Programa, se agregaron los índices multi-Programa anuales para las 17 mariposas de pradera calculando la media geométrica de todas las especies, dando el mismo peso a cada especie y fijando el primer año a 100. Para especies con series temporales más cortas, se reescaló la serie temporal fijando el primer año al valor de la media geométrica calculada para ese año. Mediante el cálculo de la media geométrica del índice de abundancia estandarizado en vez del índice de abundancia absoluto, a cada especie se le da el mismo peso. La serie temporal resultante de las medias geométricas anuales multi-especie (índice de mariposas de pradera) se utiliza entonces para calcular la tendencia y el índice anual para el Indicador de Mariposas de Pradera UE.

Como con los indicadores de aves (Gregory *et al.* 2005), este enfoque produce una medida consistente de biodiversidad, en la que el aumento de una especie se compensa por el descenso proporcional de otra especie, resultando en una tendencia estable (indicador). Por otra parte, si el número de especies en declive excede el número de especies en aumento, la tendencia multi-especie reflejará un declive generalizado y vice versa. En el Anexo I pueden encontrarse más detalles sobre los métodos utilizados para calcular las tendencias poblacionales y el indicador al nivel de los UE27.

Las praderas agrícolas que se manejan de modo no intensivo, como ésta en la Toscana (Italia), pueden albergar grandes poblaciones de muchas mariposas de pradera.



Capítulo 4 / Tendencias de las Mariposas de Pradera

El Indicador Europeo de Mariposas de Pradera se construye a partir de las tendencias de 17 especies europeas de mariposas. En este capítulo, damos una visión general de las tendencias de las mariposas de pradera en la Unión Europea de los 27. Las tendencias agregadas UE27 se calculan para cada especie, calculando la media geométrica ponderada de los Programas de Seguimiento de Mariposas (BMS) de los Estados Miembros de la UE. Este método permite ponderar la contribución de cada BMS, en relación al área del rango de la especie que comprende.

Tendencias de las especies en la UE27

De las 17 especies indicadoras, ninguna mostró un incremento significativo, seis están estables, siete muestran un descenso significativo y para cuatro especies no se pudo detectar una tendencia lineal significativa en los países UE27 (Figura 3).

Cuando se interpretan las tendencias de las especies, es importante tener en cuenta que:

- Con un menor número de Programas BMS en los primeros años, los datos cubren una menor proporción de poblaciones de las especies y esto puede que produzca una muestra menos representativa al principio de la serie temporal (ver también figura 1). Como el número de países y de programas de seguimiento aumenta con el tiempo, tanto la representatividad como la exactitud del índice, van aumentando.
- Las especies que aparecen en relativamente pocos sitios y/o con grandes fluctuaciones interanuales en abundancia tienden a tener índices con intervalos de confianza muy amplios y tendencias inciertas.
- Aunque todos los Estados Miembros de la UE27 tienen un Programa de Seguimiento de Mariposas, algunos tienen pocos sitios y/o han empezado recientemente (como parte de los proyectos ABLE y SPRING, entre 2009 y 2014), dando como resultado series temporales de diferente duración y con diferente cobertura geográfica.
- A medida que nuevos países y Programas se unen y aportan datos nuevos, las tendencias pueden cambiar y diferir de las versiones previas del indicador. Para algunas especies, la adición de nuevas regiones puede incluso impactar en la dirección de la tendencia.
- Para 13 de las 17 especies, el valor medio de la tendencia lineal está descendiendo (Figura 4), aunque no todas estas tendencias son significativas.

Aunque todavía es común y ampliamente distribuida, la Dorada Difusa (*Ochlodes sylvanus*) muestra un descenso significativo en la UE.



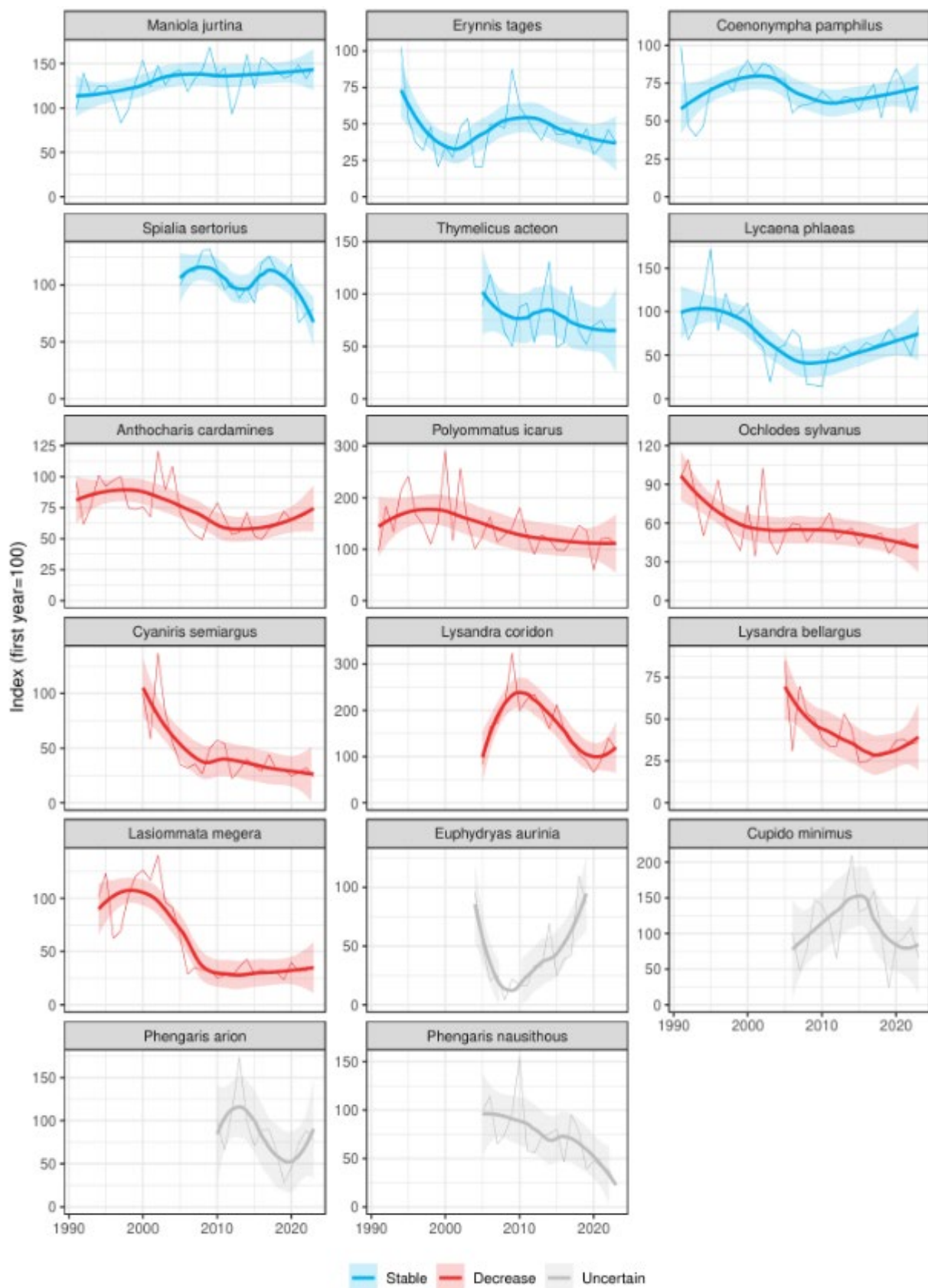


Figura 3: Índices (línea fina) y tendencias suavizadas LOESS (línea gruesa) en los UE27 para las 17 mariposas del Indicador de Mariposas de Pradera desde 1991 (o más tarde, si el primer año para el que se pudo calcular el índice fue después de 1991) hasta 2023. El índice del primer año se fijó en 100. El color indica la tendencia lineal. Azul= Estable, Rojo = Descenso, Gris= Incierta.

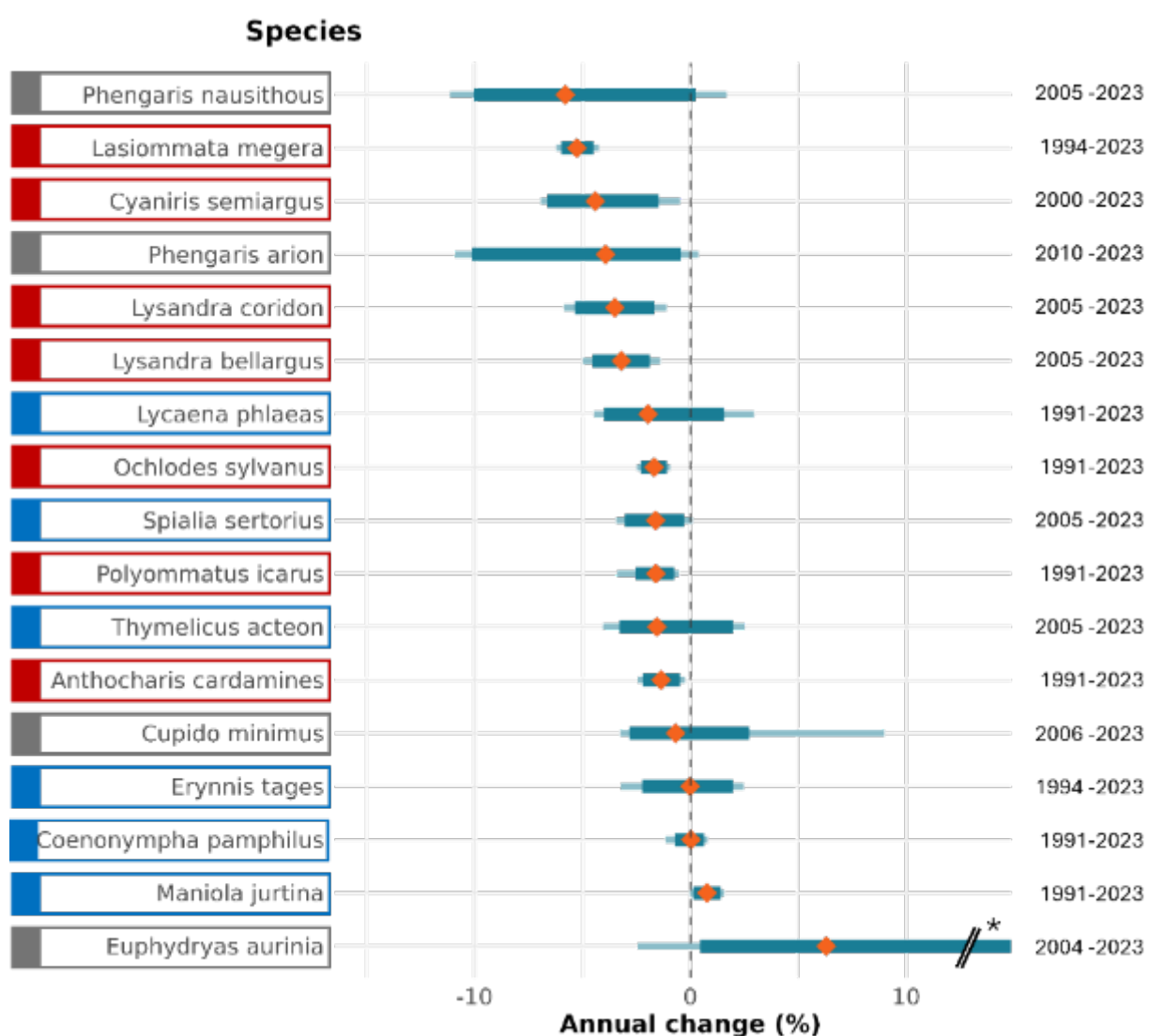


Figura 1. Cambios medios anuales porcentuales (tendencia lineal) en los índices de abundancia de poblaciones en UE27 (diamante naranja) con los intervalos de confianza por bootstrap, Intervalo de Confianza (CI) 90% (verde azulado oscuro) and CI 80% (verde azulado clarito). Las tendencias de las especies se clasifican como Descenso (rojo), Estable (azul) e Incierta (gris). * Aunque la tendencia media de Euphydryas aurinia muestra un notable incremento, la tendencia es altamente incierta con intervalos de confianza que se extienden más allá del eje de las x de la figura, con CI 90%: -2,44 a 64,30 y CI 80%: 0,44 a 43,95.

Capítulo 5 / Indicador de Mariposas de Pradera

El Indicador de Mariposas de Pradera UE27 (GBI, Figura 5) es un 50% más bajo en 2023 que en 1991, el primer año para el que se pudo calcular con datos de dos Programas de Seguimiento de Mariposas operativos en la UE27 (ver Anexo II para el GBI Europa).

En el Noroeste de Europa, el declive de las poblaciones de mariposas se atribuye principalmente a la pérdida de hábitat debida a la intensificación de las praderas agrícolas y deposición de nitrógeno y pesticidas en reservas naturales (WallisDeVries & Van Swaay, 2017). En el Norte (Escandinavia, Finlandia y los estados Bálticos), Este y Sur de Europa, el abandono de las praderas es una de las razones principales de su declive, ya que el cerramiento de los arbustos y el bosque secundario reduce el hábitat para las mariposas de pradera. El descenso del 50% observado en los últimos 33 años revela probablemente sólo una parte del declive histórico de las mariposas de pradera, ya que muchas poblaciones fueron extirpadas del paisaje antes de 1990. En Holanda, por ejemplo, el área de distribución de las mariposas (incluidas las de pradera) ha caído más del 80% desde 1890 (Van Strien et al., 2019). Se han observado situaciones similares en Flandes (Maes et al., 2022). Las mariposas europeas también están afectadas por el cambio climático. Mientras que en algunas partes de Europa se han visto incrementos en el número de algunas mariposas generalistas con el clima más cálido, la serie reciente de veranos secos y extremadamente cálidos ha hecho que esta tendencia se revierta dando como resultado declives adicionales.

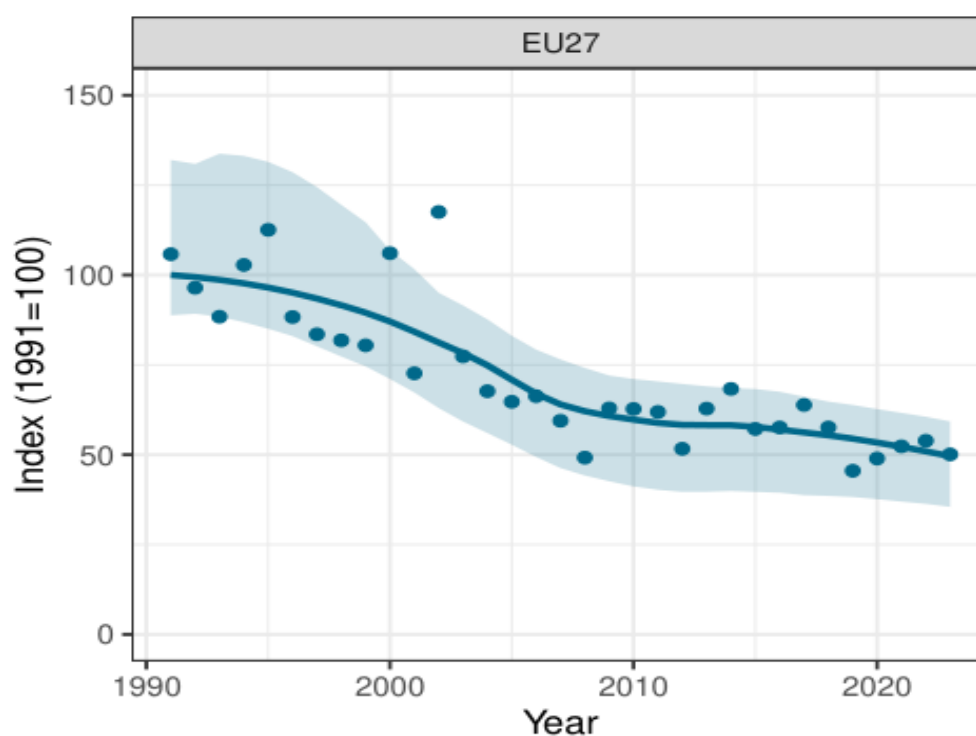


Figura 5. El Indicador de Mariposas de Pradera para los países desde 1991 hasta 2023.

Capítulo 6 / Conclusiones

- Este informe aporta una versión actualizada del Indicador de Mariposas de Pradera, con la tendencia (1991-2023) de las 17 mariposas características de pradera en la UE27.
- El indicador está basado en los Programas de Seguimiento de Mariposas nacionales activos en todos los Estados Miembros de la UE27 (Figura 1).
- Desde 1990, más de 8.900 transectos han contribuido al Indicador GBI EU27 (Figura 2). En Europa, se cuentan más de 15.100 transectos, con casi 6.200 fuera de la UE27, principalmente en el Reino Unido, Suiza y Noruega (Anexo II: GBI Europa).
- De las 17 especies indicadoras, ninguna muestra un incremento significativo, seis están estables, siete muestran un descenso significativo y para cuatro especies no se pudo establecer una tendencia lineal significativa para los países de la UE27 (Figura 3).
- El Indicador de Mariposas de Pradera ha descendido en un 50% desde 1991 por toda la Unión Europea (EU27; Figura 4). Hacen falta acciones urgentes de restauración (y protección) para estimular la recuperación y revertir esta tendencia, no sólo para las mariposas sino también para otros insectos polinizadores y para sus servicios ecosistémicos.
- En el Noroeste de Europa, la intensificación de las prácticas agrarias es la amenaza más importante para las mariposas de pradera. Proteger las praderas seminaturales que quedan en estas áreas así como revertir la fragmentación, es esencial para detener este declive. La deposición de nitrógeno y de pesticidas procedentes de la agricultura intensiva afecta a las reservas naturales. Por tanto, debe reducirse el uso de nitrógeno y pesticidas, e implementar medidas de mitigación efectivas, para prevenir estos impactos no intencionados sobre los ecosistemas de pradera y reducir las amenazas a las poblaciones de mariposas de pradera.
- En otras partes de Europa, el abandono de las prácticas agrarias es un factor clave en el declive de las mariposas de pradera. La sostenibilidad de las prácticas agrarias tradicionales requerirá un reconocimiento claro y un apoyo para los jóvenes agricultores y sus familias que estén comprometidos con prácticas agrarias sostenibles y que trabajen con la naturaleza. La reorientación de los fondos de la Política Agraria Común (PAC) para apoyar las prácticas agrarias sostenibles en áreas de alto valor natural (HNV) es crucial y puede suponer una oportunidad de supervivencia para las mariposas de pradera en la UE.

Tanto la intensificación (izquierda) como el abandono (derecha) provocan una disminución del número de mariposas de los prados.



- La frecuencia e intensidad creciente de las olas de calor, fuegos y sequías observada en las últimas décadas, también ha contribuido al declive de las mariposas de pradera. Aunque hacen falta investigaciones más profundas para determinar la magnitud exacta del impacto del cambio climático, acciones urgentes para reducir los gases de efecto invernadero y para limitar el calentamiento global, beneficiarían con seguridad a la mayoría de las mariposas de pradera.
- Completar y manejar apropiadamente la red Natura 2000 por toda Europa es un paso crucial para ayudar a las mariposas de pradera. La restauración y la creación de paisajes con mosaicos de hábitats, dentro y fuera de las áreas Natura 2000, son esenciales para proteger a las mariposas de pradera en la UE.

La Aurora Blanca (*Anthocharis cardamines*) es una mariposa típica de la primavera que se puede ver en gran parte de Europa.



Bibliografía

Åström S. & Åström J. 2025. Bumblebees and butterflies in Norway. Version 1.9. Norwegian Institute for Nature Research. Sampling event dataset <https://doi.org/10.15468/mpsa4>.

Bar-On Y.M., Phillips R. & Milo R., 2018. The biomass distribution on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(25), 6506-6511.

Brereton T.M., Botham M.S., Middlebrook I., Randle Z., Noble D., Harris S., Dennis E.B., Robinson A. & Roy D.B., 2018. United Kingdom Butterfly Monitoring Scheme report for 2017. Centre for Ecology & Hydrology, Butterfly Conservation, British Trust for Ornithology and Joint Nature Conservation Committee.

Cardoso, P., Barton, P. S., Birkhofer, K., Chichorro, F., Deacon, C., Fartmann, T., ... & Samways, M. J. 2020. Scientists' warning to humanity on insect extinctions. *Biological conservation*, 242, 108426.

Dennis E.B., Freeman S.N., Brereton T. & Roy D.B., 2013. Indexing butterfly abundance whilst accounting for missing counts and variability in seasonal pattern. *Methods in Ecology and Evolution*, 4(7), pp.637-645.

Dennis E.B., Morgan B.J.T., Freeman S.N., Brereton T.M. & Roy D.B., 2016. A generalized abundance index for seasonal invertebrates. *Biometrics*, 72(4), 1305-1314.

Erhardt A. & Thomas J.A., 1991. Lepidoptera as indicators of change in semi-natural grasslands of lowland and upland in Europe. *In: The conservation of insects and their habitats*. Collins NM & Thomas JA (editors). Academic Press, London. p. 213-236.

European Environment Agency, 2012. Streamlining European biodiversity indicators 2020: Building a future on lessons learnt from the SEBI 2010 process. EEA Technical report No 11/2012.

Gregory R.D., Van Strien A., Vorisek P., Gmelig Meyling A.W., Noble D.G., Foppen R.P. & Gibbons D.W., 2005. Developing indicators for European birds. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1454), 269-288.

Gutierrez-Arellano C. & Mulligan M., 2018. A review of regulation ecosystem services and disservices from faunal populations and potential impacts of agriculturalisation on their provision, globally. *Nature Conservation*, 30, 1-39.

Henry P.Y., Lengyel S., Nowicki P., Julliard R., Clobert J., Čelik T., Gruber B., Schmeller D.S., Babij V. & Henle K., 2008. Integrating ongoing biodiversity monitoring: potential benefits and methods. *Biodiversity and conservation*, 17(14), 3357-3382.

Høye T.T., Eskildsen A., Boe A.M.B., Roy D.B., Buur Holbeck H., 2025. EBMS Denmark transects. Version 1.2. Biological Records Centre. Sampling event dataset <https://doi.org/10.15468/cmjmssc>

Kühn E., Feldmann R., Harpke A., Hirneisen N., Musche M., Leopold P. & Settele J., 2008. Getting the public involved in butterfly conservation: lessons learned from a new monitoring scheme in Germany. *Israel Journal of Ecology & Evolution*, 54(1), 89-103.

Maes D., Van Calster H., Herremans M. & Van Dyck H., 2022. Challenges and bottlenecks for butterfly conservation in a highly anthropogenic region: Europe's worst case scenario revisited. *Biological Conservation* 274: 109732. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109732>.

Mestdagh X., Cantú-Salazar L., Vray S., L'Hoste L., Martin Y. & Titeux N., 2024. In Butterflies in Luxembourg: distribution, trends and conservation. *Ferrantia* 90, p. 23-39, ISSN 1682-5519.

- Metzger M.J., 2018. The Environmental Stratification of Europe, [dataset]. University of Edinburgh. <https://doi.org/10.7488/ds/2356>.
- Noriega J.A., Hortal J., Azcárate F.M., Berg M.P., Bonada N., Briones M.J.I., Del Toro I., Goulson D., Ibanez S., Landis D.A., et al., 2018. Research trends in ecosystem services provided by insects. *Basic and Applied Ecology* 2018, 26, 8–23, doi:10.1016/j.baae.2017.09.006.
- Pannekoek J. & van Strien A., 2015. *TRIM 3 Manual (TRends & Indices for Monitoring data)*. CBS, 58pp.
- Pettersson L.B., 2025. Swedish Butterfly Monitoring Scheme (SeBMS). Version 1.12. Department of Biology, Lund University. Sampling event dataset <https://doi.org/10.15468/othndo>
- Pollard E. & Yates T.J., 1993. *Monitoring butterflies for ecology and conservation. The British butterfly monitoring scheme* (No. 333.955 P6).
- Rashid S., Wessely J., Moser D., Rumpf S. B., Kühn I., Fiedler K., Hülber K. & Dullinger S., 2023. Threatened European butterflies concentrate in areas of strong climatic change and atmospheric deposition pressure. *Biological Conservation*, 288, 110352. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110352>
- Samways M.J., Barton P.S., Birkhofer K., Chichorro F., Deacon C., Fartmann T., Fukushima C.S., Gaigher R., Habel J.C., Hallmann C.A., Hill M.J., Hochkirch A., Kaila L., Kwak M.L., Maes D., Mammola S., Noriega J.A., Orfinger A.B., Pedraza F., Pryke J.S., Roque F.O., Settele J., Simaika J.P., Stork N.E., Suhling F., Vorster C. & Cardoso P., 2020. Solutions for humanity on how to conserve insects. *Biological Conservation*, 242, 108427. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.10>
- Sánchez-Bayo F. & Wyckhuys K.A., 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232, 8-27.
- Schmucki R., Harrower C.A., Dennis E.B., 2024. rbms: Computing generalised abundance indices for butterfly monitoring count data. R package version 1.2.0. <https://github.com/RetoSchmucki/rbms> - <https://zenodo.org/records/12806607>.
- Schmucki R., Pe'er G., Roy D.B., Stefanescu C., Van Swaay C.A.M., Oliver T.H., Kuussaari M., Van Strien A.J., Ries L., Settele J., Musche M., Carnicer J., Schweiger O., Brereton T.M., Harpke A., Heliölä J., Kühn E. & Julliard, R., 2016. A regionally informed abundance index for supporting integrative analyses across butterfly monitoring schemes. *Journal of Applied Ecology*, 53(2), 501-510.
- Seibold S., Gossner M.M., Simons N.K., Blüthgen N., Müller J., Ambarli D., Ammer C., Bauhus J., Fischer M., Habel J.C. & Linsenmair K.E., 2019. Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature*, 574(7780), 671-674.
- Sierra Nevada Global-Change Observatory. 2024. Dataset of butterfly monitoring. University of Granada-Regional Government of Andalusia. Accessed via Linaria <https://linaria.obsnev.es/> (2024-10-28). UUID: 73201888-824c-4c2d-afa9-c0471aaea871.
- Soldaat L.L., Pannekoek J., Verweij R.J., van Turnhout C.A. & van Strien A.J., 2017. A Monte Carlo method to account for sampling error in multi-species indicators. *Ecological indicators*, 81, 340-347.
- Sutherland W.J. ed., 2006. *Ecological census techniques: a handbook*. Cambridge University Press.
- Van Klink R., Bowler D.E., Gongalsky K.B., Swengel A.B., Gentile A. & Chase J.M., 2020. Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances. *Science*, 368(6489), 417-420.
- Van Swaay C.A.M., Cuttelod A., Collins S., Maes D., Munguira M.L., Šašić M., Settele J., Verovnik R., Verstrael T., Warren M., Wiemers M. & Wynhof I., 2010. European Red List of Butterflies. Luxembourg: Publications Office of the European Union. ISBN 978-92-79-14151-5; doi:10.2779/83897. <https://op.europa.eu/publication-detail/-/publication/54b4c48d-f35a-49f8-b24b-29f1e29a1ff8>

Van Swaay C.A.M., Dennis E.B., Schmucki R., Sevilleja C.G., Balalaikins M., Botham M., Bourn N., Brereton T., Cancela J.P., Carlisle B., Chambers P., Collins S., Dopagne C., Escobés R., Feldmann R., Fernández-García J. M., Fontaine B., Gracianteparaluceta A., Harrower C., Harpke A., Heliölä J., Komac B., Kühn E., Lang A., Maes D., Mestdagh X., Middlebrook I., Monasterio Y., Munguira M.L., Murray T.E., Musche M., Öunap E., Paramo F., Pettersson L.B., Piqueray J., Settele J., Stefanescu C., Švitra G., Tiitsaar A., Verovnik R., Warren M.S., Wynhoff I. & Roy, D.B., 2019. *The EU Butterfly Indicator for Grassland species: 1990-2017: Technical Report*. Butterfly Conservation Europe & ABLE/eBMS (www.butterfly-monitoring.net)

Van Swaay C.A.M., Nowicki P., Settele J. & van Strien A.J., 2008. Butterfly monitoring in Europe: methods, applications and perspectives. *Biodiversity and Conservation*, 17(14), 3455-3469.

Van Strien A.J., van Swaay C.A.M., van Strien-van Liempt W.T.F.H., Poot M.J.M. & WallisDeVries M.F., 2019. Over a century of data reveal more than 80% decline in butterflies in the Netherlands. *Biological Conservation*, 234, 116-122.

Van Swaay C.A.M., Warren M. & Lois G., 2006. Biotope Use and Trends of European Butterflies. *Journal of Insect Conservation*, 10(2), 189–209. <https://doi.org/10.1007/s10841-006-6293-4>

Wagner D.L., 2020. Insect declines in the Anthropocene. *Annual review of entomology*, 65, 457-480.

WallisDeVries M.F. & van Swaay C.A.M., 2017. A nitrogen index to track changes in butterfly species assemblages under nitrogen deposition. *Biological Conservation*, 212, Part B, 448-453.

Warren M.S., Maes D., van Swaay C.A.M., Goffart P., Van Dyck H., Bourn N.A.D., Wynhoff I., Hoare D. & Ellis S. 2021. The decline of butterflies in Europe: Problems, significance, and possible solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(2), e2002551117. <https://doi.org/10.1073/pnas.2002551117>

Wood S.N., 2017. *Generalized Additive Models: An Introduction with R (2nd edition)*. Chapman and Hall/CRC.

Anexo I / Método estadístico

Toma de datos BMS

Todos los datos se recogieron primero a nivel regional o nacional y, después de validarlos, se añadieron a la base de datos eBMS (versión 6,1), de la que extrajimos tres tablas con información sobre: 1) Recuentos de mariposas, 2) Fecha de muestreo y 3) Localidad de muestreo y longitud (área).

Paso 1 – Índice anual por localidad y por especie (por transecto)

Curva de vuelo regional

Para cada especie y año, se estimaron los períodos de vuelo basándonos en los efectos combinados de la localización geográfica y las condiciones climáticas (Schmucki *et al.* 2016). Para optimizar la estimación de las curvas de vuelo anuales, estratificamos nuestro set de datos en 15 regiones geográficas (Tabla S1), dentro de las cuales agregamos los transectos de seguimiento por zona ambiental, como se definen en Metzger (2018). Esta estratificación fue lo suficientemente amplia como para incluir un gran número de localidades por región, permitiéndonos dar fuerza al análisis y unir información de Programas de seguimiento adyacentes, y estimar curvas de vuelo anuales fiables en regiones bioclimáticas espacialmente contiguas y homogéneas.

Utilizamos el enfoque de un modelo aditivo generalizado (GAM) regionalizado (Dennis *et al.* 2013, Schmucki *et al.* 2016), ajustando un GAM anualmente con una distribución binomial negativa a los recuentos semanales de mariposas (j), usando un efecto de suavizado de “spline cúbico” para las semanas y un efecto fijo para las localidades (i) (ecuación 1, Código 1). Para optimizar el ajuste del modelo, excluimos todas las localidades con menos de tres visitas en un año y restringimos el número total de localidades por región a un máximo de 300. Cuando el número de localidades disponibles por región era superior a 300, aplicamos un enfoque de re-muestreo estratificado espacialmente, priorizando las localidades con mayor esfuerzo de muestreo. Utilizamos una malla de 50 km para estratificar el muestreo en toda la región, asegurando que la muestra no estaba sesgada hacia las sub-regiones con mayor esfuerzo de muestreo. Todas las curvas de vuelo se calcularon con el paquete *rbms* de R (Schmucki *et al.* 2024), que usa el paquete *mgcv* v1.8-4 (Wood, 2017) para ajustar el GAM.

$$E[y_{i,j}] = u_{i,j} = \exp[LOCALIDAD_i + s(SEMANA_j; f)]$$

(ec.1)

donde: $y_{i,j}$ representa el recuento en la localidad i en la semana j ,

$LOCALIDAD_i$ efecto del sitio $\wedge$

$s(SEMANA_j; f)$, la función suavizada en la semana j con f grados de libertad.

R code

```
ts_flight_curve <- rbms::flight_curve(ts_season_count,
                                     NbrSample = 300,
                                     MinVisit = 3,
                                     MinOccur = 1,
                                     MinNbrSite = 1,
                                     MaxTrial = 4,
                                     GamFamily = 'nb',
                                     SpeedGam = FALSE,
                                     CompltSeason = TRUE,
                                     TimeUnit = 'w')
```

Código 1. Especificaciones y variables utilizadas en la estimación de la curva anual de vuelo para cada especie y región bioclimática en cada una de las 15 regiones (Tabla S1), utilizando la función “curva de vuelo” (*flight_curve()*) implementada en el paquete *rbms* (Schmucki *et al.* 2022).

Tabla S1. Regiones y Programas de muestreo utilizados para calcular la curva de vuelo de cada región bioclimática en Europa. Las regiones ambientales son: Atlántico Central (ATC), Atlántico Norte (ATN), Alpino Norte (ALN), Continental (CON), Mediterráneo de montaña (MDM), Mediterráneo Norte (MDN), Mediterráneo Sur (MDS), Pannónico (PAN), Lusitano (LUS), Boreal (BOR), Nemoral (NEM). Esta clasificación está basada en Metzger (2018).

<https://sdi.eea.europa.eu/catalogue/idp/api/records/6ef007ab-1fcd-4c4f-bc96-14e8afbcb688>.

Región	BMS incluidos	Zonas ambientales
1	Irlanda, Reino Unido	ATC, ATN
2	Francia, Holanda, Bélgica (Flandes), Bélgica (Wallonia), Luxemburgo, Alemania	ALS, ATC, ATN, CON, LUS, MDM, MDN, MDS, PAN
3	Portugal, España, España (Cataluña), España (Sierra Nevada), España (ZERYNTIA), Francia	ALS, ATC, CON, LUS, MDM, MDN, MDS
4	Francia, Suiza, Italia, Austria, Alemania	ALS, ATC, ATN, CON, LUS, MDM, MDN, MDS, PAN
5	Francia, España (Catalonia), Italia, Grecia, Malta	ALS, ATC, CON, LUS, MDM, MDN
6	Dinamarca, Alemania, Suecia	ALN, ALS, ATC, ATN, BOR, CON, NEM, PAN
7	Dinamarca, Noruega, Suecia, Finlandia, Estonia	ALN, BOR, CON, NEM
8	Estonia, Finlandia, Suecia	ALN, BOR, CON, NEM
9	Estonia, Latvia, Lituania	BOR, CON, NEM
10	Alemania, Polonia, Chequia	ALS, ATC, ATN, CON, NEM, PAN
11	Alemania, Suiza, Eslovenia, Italia, Croacia, Chequia, Hungría	ALS, ATC, ATN, CON, MDM, MDN, MDS, PAN
12	Grecia, Croacia, Eslovenia, Bulgaria, Rumanía, Chipre	ALS, CON, MDM, MDN, MDS, PAN
13	Eslovenia, Chequia, Hungría, Eslovaquia, Austria (Viena)	ALS, CON, MDM, MDN, PAN
14	Estonia, Latvia, Lituania, Finlandia, Suecia	ALN, BOR, CON, NEM
15	Alemania, Suiza, Eslovenia, Italia, Croacia, Chequia	ALS, ATC, ATN, CON, MDM, MDS, PAN

Índice anual por localidad

La curva de vuelo anual estandarizada tiene un área total por debajo de la curva igual a 1 y, cada punto de la curva corresponde a una proporción de la abundancia total esperada a lo largo de toda la temporada. Esta curva se utiliza como una compensación dentro del modelo lineal generalizado (GLM) que se ajusta a los recuentos observados y se usa para predecir los recuentos semanales en cada localidad (ec. 2, Código 2). Los recuentos semanales predichos con este modelo se pueden usar como información para los recuentos semanales que faltan.

Cuando se combinan con los recuentos observados, se obtienen series temporales locales de recuentos semanales de mariposas para cada localidad y especie a lo largo de toda la temporada de muestreo. Estas series temporales se pueden entonces utilizar para calcular los índices de abundancia anual estandarizados para cada localidad, año y especie. El índice de abundancia se calcula como la suma de los recuentos semanales de mariposas adultas observadas y estimadas en base a un número estandarizado de recuentos semanales a lo largo de la temporada de muestreo. Este índice representa el número total de mariposas adultas de una especie dada durante una temporada de muestreo en una localidad y año dados para un esfuerzo de muestreo estandarizado (e.g. 26 semanas entre Abril y Septiembre).

$$E[y_{i,j,k}] = u_{i,k}(j) = \exp[LOCALIDAD_i + AÑO_k + \gamma_k(j)] \quad (\text{ec.2})$$

donde: $y_{i,j,k}$ representa el recuento en la localidad i y año k ,
 $LOCALIDAD_i$ el efecto de la localidad,
 $AÑO_k$ el efecto del año y,
 γ_k la curva estandarizada de vuelo para el año k en la semana j .

```
# R code
# fit GLM
m2 <- glm(COUNT~ 0 + factor(SITE) + factor(YEAR) +
          offset(log(NM)) ,
          data = my.data,
          family = poisson(link = "log"))

# Where NM is the standardised flight curve estimated for week j
# on year k obtained from the object ts_flight_curve computed in
# Code Box 1.
```

Código 2. Especificación del GLM ajustado sobre los recuentos observados y utilizado para representar el patrón fenológico de la especie para integrar los valores que faltan y calcular índices de abundancia anual estandarizados por localidad.

Paso 2 – Índices agregados anuales por especie (por BMS)

Índice agregado

Los índices anuales por localidad calculados en el paso 1 se utilizan después para calcular series temporales de índices anuales agregados para cada especie y Programa de seguimiento. El índice agregado se estima ajustando un GLM a los índices de abundancia anual estandarizados, utilizando la longitud del transecto como compensación y la proporción del período de vuelo cubierto (muestreado) por las visitas semanales como peso (ec. 3, código 3). Este peso representa el esfuerzo de muestreo realizado para una especie concreta en una localidad y un año dados (Brereton *et al.* 2018). A partir de este modelo, podemos estimar la abundancia anual esperada (el número de mariposas) de una especie dada en un transecto de 1 km. Estas estimas corresponden a los índices anuales agregados calculados para cada especie, año y Programa de seguimiento.

Aunque el peso incluido en nuestro modelo infraestima la contribución de los sitios poco muestreados, también excluimos todos los índices de abundancia anuales en los que la desviación media absoluta sea tres veces por encima de la media de un determinado Programa, identificándolos así como extremos y poco realistas, potencialmente debido a curvas de vuelo poco fiables o estimas del modelo poco fiables de las abundancias locales. A partir de este GLM ajustado a los índices por localidad anuales estandarizados, se derivan estimas anuales del número medio de mariposas de una especie dada, que se espera muestrear en un transecto estandarizado de 1 km. Calculamos estos índices para cada especie y año dentro de cada Programa de seguimiento (BMS).

$$E[y_{i,k}] = u_{i,k} = \exp[LOCALIDAD_i + AÑO_k + \delta_i] \quad (\text{ec.3})$$

donde: $y_{i,k}$ representa el índice anual por localidad estimado para la localidad i y el año k ,
 $LOCALIDAD_i$ efecto de la localidad,
 $AÑO_k$ efecto del año y,
 δ_i longitud del transecto en la localidad i (medido en km).

R code

```
# SINDEXT ~ 0 + factor(SITE) + factor(M_YEAR) + offset(log(TL))

# fit GLM
m3 <- glm(SINDEXT ~ 0 + factor(SITE) + factor(YEAR) +
          offset(log(TL)),
          weights = my.data$fc_prop,
          data = my.data,
          family = poisson(link = "log"))

# Where SINDEXT is the standardised local abundance index, TL the
# transect length measured in kilometres, and fc_prop the
# proportion of the flight curve covered by the weekly visits. The
# weight is used in the likelihood function, affecting the
# influence each point has on the
```

Código 3. Especificación del modelo lineal generalizado utilizado para calcular índices agregados anuales para un transecto de 1 km. Los índices agregados están calculados por especie y BMS.

Intervalos de confianza del índice agregado

Se utilizó un bootstrapping no paramétrico para estimar la precisión (incertidumbre) de los índices, indicadores y tendencias. El bootstrapping no paramétrico es adecuado para el GBI ya que permite calcular las incertidumbres en cascada a lo largo de las diferentes fases de la modelización (Dennis *et al.* 2013). En este caso, los índices por localidad fueron remuestreados al azar (1.000 muestreos sin reemplazamiento), permaneciendo el número de transectos muestreados igual que en los datos originales. Cada muestra se utilizó después para calcular el índice agregado anual por especie (serie temporal) y BMS (Código 3), de los que se obtuvo el índice anual por especie para la EU27 (multi-Programa) y el índice multi-especie (GBI). Para cada variable, se utilizó el percentil de la muestra para estimar los intervalos de confianza específicos (80% y 90%).

Evaluación y validación de los índices por especie estimados

La validez de los índices agregados por especie calculados para cada BMS fue evaluada por expertos. Si los expertos consideraron los índices anuales como poco fiables, se excluyó parte o la serie temporal entera de los siguientes cálculos. Esto principalmente afecta a series temporales cortas o a los primeros años de muestreo, que se caracterizan habitualmente por una gran incertidumbre (CI) debido al pequeño número de lugares de muestreo en la fase de afianzamiento de los nuevos Programas de seguimiento. También se excluyeron sistemáticamente las series temporales con menos de tres años de datos. En algunos casos, se excluyeron los primeros años de la serie en los que los índices agregados estaban compuestos con pocos sitios (fase de establecimiento del Programa BMS) y por tanto, con un alto grado de incertidumbre.

Paso 3 – Índices agregados por especie para EU27 y Europa

Índice de abundancia multi-BMS

Para cada BMS, el índice anual por especie (número esperado de mariposas en 1 km) se convirtió a la escala logarítmica (en base 10) y se estandarizó a un valor de 2 para el primer año. La escala logarítmica produce estimas comparables de la tasa relativa de cambio a lo largo del tiempo. Para cada especie (Cuadro 1), alineamos las series temporales de los índices agregados estandarizados entre los BMS de cada región de interés (es decir, los 27 Estados Miembros de la UE). Se fijó como primer año de la serie temporal, el primer año para el que tuvieran datos al menos dos Programas.

La media geométrica ponderada (ec. 4, Código 4), calculada en base al índice exponencial estandarizado (es decir, $10^2=100$ para el primer año) entre Programas, se utilizó después para crear series temporales del índice agregado de múltiples Programas para cada especie. La media geométrica se ponderó por el área del rango de la especie cubierta por cada BMS. Este área, medida en hectáreas, se estimó utilizando la superposición del polígono convexo del lugar de muestreo en cada BMS y el mapa de distribución de la especie (www.iucnredlist.org). Para los BMSs que empezaron a coger datos después del primer año, el primer año de la serie temporal se ajustó de acuerdo con el valor de la media geométrica ponderada calculada para los Programas ya activos. Por ejemplo, si la media geométrica ponderada de tres Programas en el año x es 95, el primer año de un cuarto Programa que empezara en el año x se establece en 95,65 y el resto de la serie temporal se ajusta consecuentemente (es decir, el primer año se establece en 95,65; Tabla S2 *rojo*). La media geométrica ponderada del año siguiente x+1 se calcula pues para los cuatro Programas. Este enfoque nos permite armonizar muchas series temporales de diferente longitud y con diferentes años de inicio y crear pues un índice multi-BMS sin afectar a la tendencia del año de entrada y de los años previos. Si hubiera valores que faltaran después del primer año, se introduce el último valor existente (de los años previos) en esa serie temporal (Tabla S2, *azul*).

$$\bar{x} = \left(\prod_{i=1}^n x_i^{w_i} \right)^{\frac{1}{\sum_{i=1}^n w_i}} \quad (\text{ec.4})$$

donde: x_i es el índice estandarizado de abundancia para el BMS i ,
 w_i es el peso del BMS i y
 n es el número de BMS

```
# R code
# Weighted Geometric Mean

MultiBMS_INDEX = prod((INDEX)^(weight))^(1/sum(weight))
```

Tabla S2. Ejemplo de armonización de series temporales de diferente longitud y valores introducidos para los años que faltan. Para simplificar, este ejemplo utiliza una media geométrica de igual peso para calcular el índice Multi-BMS.

Año	BMS-1	BMS-2	BMS-3	BMS-4	Índice Multi-BMS
1990	100	100	100	NA	100
1991	97	95	101	NA	97.63501
1992	95	94	98	95.65166 <-- 95.65166	
1993	89	90	97	93	92.19806
1994	85	89	NA --> input 97	91	90.39731
....	...	...	...	...	...
2023	75	67	80	76	74.34639

Paso 4 – Índice Multi-especie & Indicador de Mariposas de Pradera EU27 (GBI)

El Indicador de Mariposas de Pradera (GBI) corresponde a una serie temporal de índices anuales que se agregan en el índice multi-BMS (EU27) para 17 especies. De la misma manera que combinamos los índices entre BMSs en el paso 3, se calculó la media geométrica para cada año, asignando el mismo peso a cada especie. Para especies con series temporales más cortas, el primer año de la serie se fijó como el valor del indicador en ese año. Si había valores que faltaban en mitad o al final de la serie temporal, se utilizó el último valor existente. Utilizando este enfoque, podemos calcular una serie temporal única de índices de múltiples especies, con valores anuales correspondientes al índice de mariposas de pradera. A partir de estos índices anuales, se elaboró una serie temporal suavizada que corresponde al indicador de mariposas de pradera. El indicador suavizado se creó utilizando un procedimiento de suavizado LOESS con un rango de 0,75 y grado 2 (Soldaat *et al.* 2017).

Aplicando esta metodología para los intervalos de confianza, creamos 1.000 series temporales de índices agregados (paso 2), multi-BMS (paso 3) y multi-especie (paso 4) a partir de los datos a los que se aplicó el procedimiento de bootstrapping. Estos datos se utilizaron para calcular los intervalos de confianza al 80% y 90%, incluyendo el GBI suavizado. Las bandas superiores e inferiores de los intervalos de confianza se estimaron utilizando los correspondientes cuartiles de los datos a los que se aplicó el bootstrap. Todos los valores se reescalaron de modo que el primer año de la mediana del indicador suavizado fuera 100 (Figura 5).

Para cada especie, se estimó la tendencia lineal de los índices multi-BMS anuales ajustando un modelo simple de regresión lineal a los índices log-transformados. La pendiente de la regresión (coeficiente del año) se usó después para estimar la tasa anual de crecimiento de la población (o el declive). El coeficiente obtenido del bootstrap fue utilizado para estimar la mediana y los intervalos de confianza al 80% y 90% de la tendencia calculada para cada especie (Figura 4). Estas variables (pendiente de multiplicación) se utilizaron para clasificar y evaluar la incertidumbre de la tendencia para cada especie, basándonos en los mismos parámetros (Tabla S3) utilizados en TRIM (Pannekoek & van Strien, 2005).

Tabla S3. Parámetros utilizados para clasificar las tendencias de las especies, basándonos en los intervalos de confianza de la tasa de crecimiento anual obtenida a partir del modelo lineal ajustado a los índices log-transformados.

Tasa de crecimiento anual (tasa de multiplicación)	Clasificación
Límite inferior mayor que 1.05	Aumento Fuerte
Límite inferior mayor entre]0, 1.05]	Aumento moderado
Límite inferior menor entre [0.95, 0[	Declive moderado
Límite superior menor que 0.95	Declive Fuerte
Límite superior menor que 1.05 & Límite inferior mayor que 0.95	Estable
Límite superior mayor que 1.05 & Límite inferior menor que 0.95	Incierta

Anexo II / Indicador de mariposas de pradera (GBI) para Europa

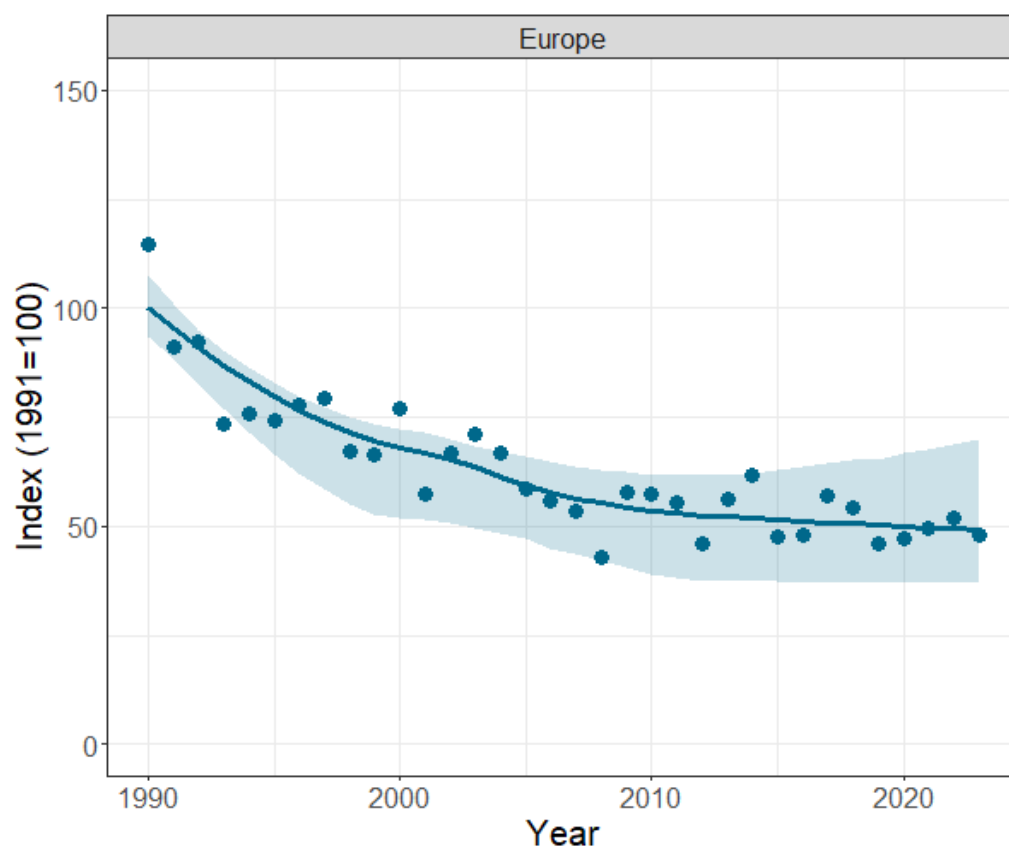


Figura S1. El Indicador de Mariposas de Pradera de Europa desde 1990 a 2023.

Anexo III / Glosario

- ABE: Assessing Butterflies in Europe (Evaluando las Mariposas en Europa): Es un proyecto de la Unión Europea cuyo objetivo es proporcionar medios para realizar el seguimiento de mariposas, recoger datos de seguimiento de mariposas en la base de datos eBMS y producir herramientas para el análisis de los datos, tendencias e indicadores.
- BGR: Región biogeográfica.
- BMS: Butterfly Monitoring Scheme (Programa de Seguimiento de Mariposas).
- CAP: Common Agricultural Policy (PAC, Política Agraria Común)
- CBD: Convention on Biological Diversity (Convenio sobre la Diversidad Biológica)
- eBMS: European Butterfly Monitoring Scheme, Programa Europeo de Seguimiento de Mariposas, la base de datos que integra todos los datos de monitoreo.
- EMBRACE: Expanding Monitoring of Butterflies for Restoration and Conservation across Europe 2021-2026. Expandiendo el seguimiento de mariposas para la restauración y la conservación por toda Europa 2021-2026.
- HNV: High Nature Value. Alto Valor Natural.
- SPRING: Strengthening Pollinator Recovery through INdicators and monitorinG. Reforzando la recuperación de los polinizadores mediante los indicadores y el seguimiento.