

*Este documento ha sido traducido por la **Biblioteca del Congreso de la República** con fines meramente informativos para los usuarios de la institución. Esta versión en español no es una traducción oficial de la revista ni de los autores, ni la traducción ha sido revisada por estos; por tanto, ellos no son responsables del contenido ni de los errores que pudiera contener la traducción.*

Título del documento:

Inglés:	«On Hens, Eggs, Temperatures and CO2: Causal Links in Earth's Atmosphere». «Supplementary Information»
Nº de páginas:	6
Enlace:	https://www.mdpi.com/article/10.3390/sci5030035/s1
Fecha de documento:	13 de setiembre del 2023
Español:	«Sobre huevos, gallinas, temperaturas y CO2: Vínculos causales en la atmósfera terrestre» «Información complementaria»
Nº de páginas:	6
Fecha de documento:	17 de enero del 2024*
Autores:	Demetris Koutsoyiannis, Christian Onof, Zbigniew W. Kundzewicz y Antonis Christofides
Institución:	<i>Sci es una revista internacional de acceso abierto, revisada por pares, sobre todos los campos de investigación y publicada trimestralmente en línea por MDPI.</i>
Derechos de autor:	© 2023 por los autores. Licenciataro MDPI, Basilea, Suiza. Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY) (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

* N.T.: Esta traducción ha sido realizada por la Biblioteca del Congreso de la República (traductora: MPZ).

Sobre huevos, gallinas, temperaturas y CO₂: Vínculos causales en la atmósfera terrestre

Información complementaria

Demetris Koutsoyiannis ^{1,*}, Christian Onof ², Zbigniew W. Kundzewicz ³ and Antonis Christofides ¹

- 1 Departamento de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Técnica Nacional de Atenas, 15778 Zographou, Grecia; anthony@itia.ntua.gr
- 2 Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Facultad de Ingeniería, Imperial College de Londres, Londres SW7 2BX, Reino Unido; c.onof@imperial.ac.uk, UK.
- 3 Laboratorio de Meteorología, Departamento de Construcción y Geoingeniería, Facultad de Ingeniería Ambiental e Ingeniería Mecánica, Universidad de Ciencias de la Vida de Poznan, 60-637 Poznan', Polonia; kundzewicz@yahoo.com, Polonia.

[*Correspondencia: dk@itia.ntua.gr](mailto:dk@itia.ntua.gr)

Resumen: Este informe contiene Información complementaria del artículo que lleva el mismo título de este texto. Consta de dos secciones, a saber, (i) Análisis adicional del comportamiento de los modelos climáticos (SI1) y (ii) Sobre las correlaciones de la temperatura con las emisiones de CO₂ (SI2).

SI1 Análisis adicional del comportamiento de los modelos climáticos

Como se explica en el documento principal, aquí proporcionamos un análisis adicional, similar a los estudios de caso #16 a #23, pero con un miembro particular del conjunto de modelos en lugar de la media, a saber, el Modelo del Sistema Terrestre del Reino Unido (UKESM1). Los índices característicos se muestran en la tabla SI1 y las IRF calculadas se muestran en la figura SI1 para los casos en los que no se utilizó ninguna restricción de rugosidad (estudios de caso #34 - #37) y en la figura SI2 para los casos en los que los cálculos incluyeron la restricción de rugosidad (estudios de caso #38 - #41).

Al comparar con la tabla y las figuras correspondientes del documento principal, observamos que no hay diferencias notables entre los resultados para el UKESM1 y los de la media CMIP6. Estos resultados, basados en las salidas de los modelos climáticos, son opuestos a los encontrados cuando se utilizan las mediciones reales.

Tabla S1. Otros estudios de casos de esta Información complementaria e índices resumidos resultantes (escala temporal anual). El h_c es el desfase temporal que maximiza la covarianza cruzada $c(h)$, o de manera equivalente la correlación cruzada $r_{yx}(h) := c_{yx}(h)/\sqrt{c_{xx}(0)c_{yy}(0)}$; μ_h es la media (promedio temporal) de la función $g(h)$; $h_{1/2}$ es la mediana de la función $g(h)$; e es el ratio de varianza explicada; y ε es el ratio de rugosidad. Entre paréntesis están los valores verdaderos para los casos en que se conocen.

Sistema de casos	#	Dirección	h_c	μ_h	$h_{1/2}$	$r_{yx}(h_c)$	e	ε
T: UKESM1-0, SSP2-4.5;	34	$\Delta T \rightarrow \Delta \ln[\text{CO}_2]$	-9	-4.45	-7.03	0.19	0.84	0.021
[CO ₂]: SSP2-4.5, 1850-2100, pero/o con limitación de la rugosidad	35	$\Delta \ln[\text{CO}_2] \rightarrow \Delta T$	9	13.98	16.10	0.19	0.04	0.65
Como #34 y #35 pero o 1850- 2021	36	$\Delta T \rightarrow \Delta \ln[\text{CO}_2]$	-9	-8.67	-10.75	0.17	0.70	0.028
	37	$\Delta \ln[\text{CO}_2] \rightarrow \Delta T$	9	16.57	16.12	0.17	0.03	0.27
Como #34 y #35 pero con limitación de la rugosidad	38	$\Delta T \rightarrow \Delta \ln[\text{CO}_2]$	-9	-4.23	-6.66	0.19	0.82	3.9×10^{-5}
	39	$\Delta \ln[\text{CO}_2] \rightarrow \Delta T$	9	11.45	13.20	0.19	0.03	6.4×10^{-3}
Como #36 y #37 pero con limitación de la rugosidad	40	$\Delta T \rightarrow \Delta \ln[\text{CO}_2]$	-9	-8.83	-10.75	0.17	0.63	1.2×10^{-4}
	41	$\Delta \ln[\text{CO}_2] \rightarrow \Delta T$	9	15.50	15.50	0.17	0.02	6.4×10^{-3}

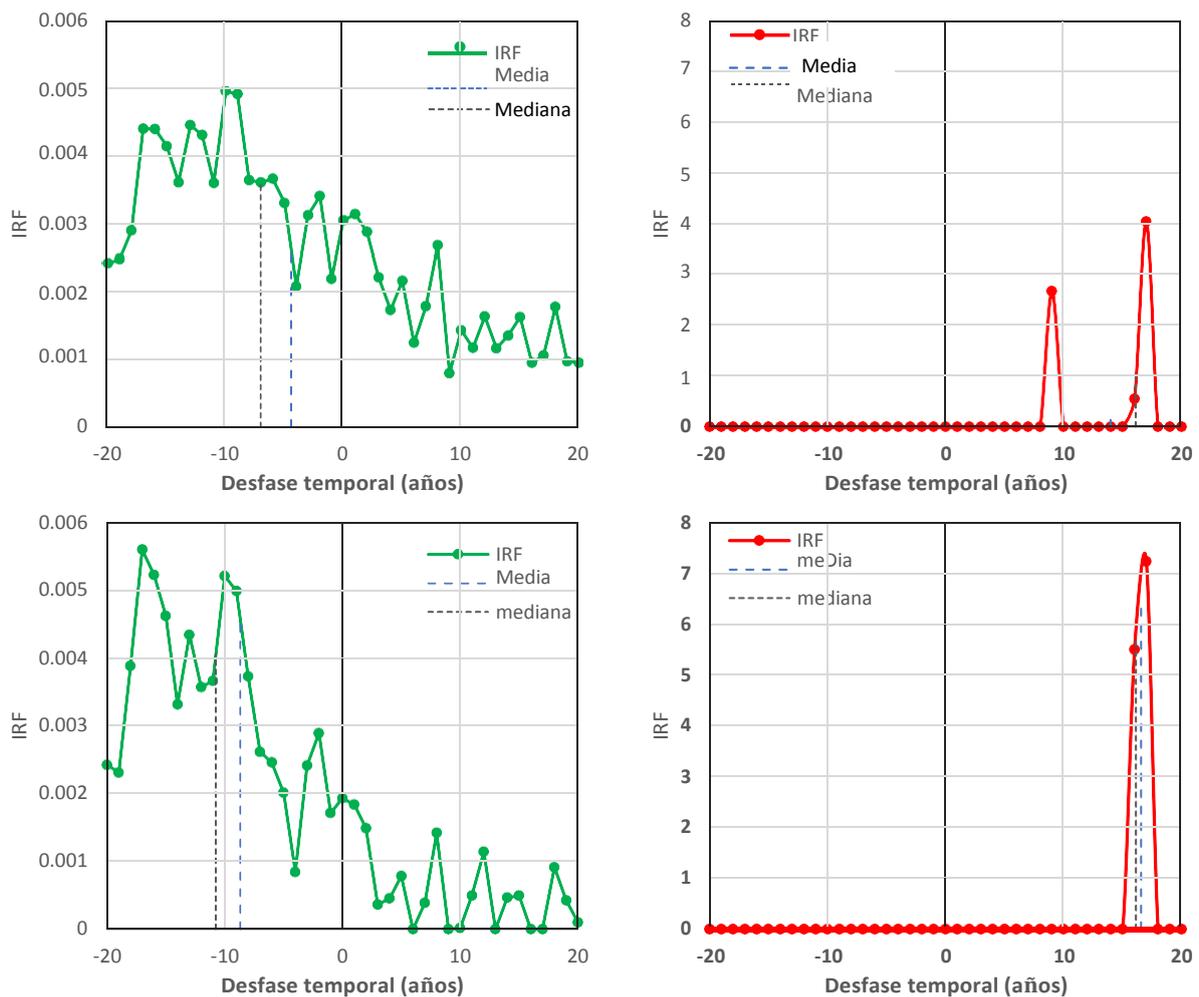


Figura S1 IRF para la concentración de temperatura-CO₂ basada en las series temporales de temperatura UKESM1-0 y SSP2-4.5 CO₂, respectivamente, calculadas sin utilizar la restricción de rugosidad; **fila superior:** periodo 1850-2100-estudios de caso #34 (**izquierda;** $\Delta T \rightarrow \Delta \ln[\text{CO}_2]$) y #35 (**derecha;** $\Delta \ln[\text{CO}_2] \rightarrow \Delta T$); **fila inferior:** periodo 1850-2021-estudios de caso #36 (**izquierda;** $\Delta T \rightarrow \Delta \ln[\text{CO}_2]$) y #37 (**derecha;** $\Delta \ln[\text{CO}_2] \rightarrow \Delta T$).

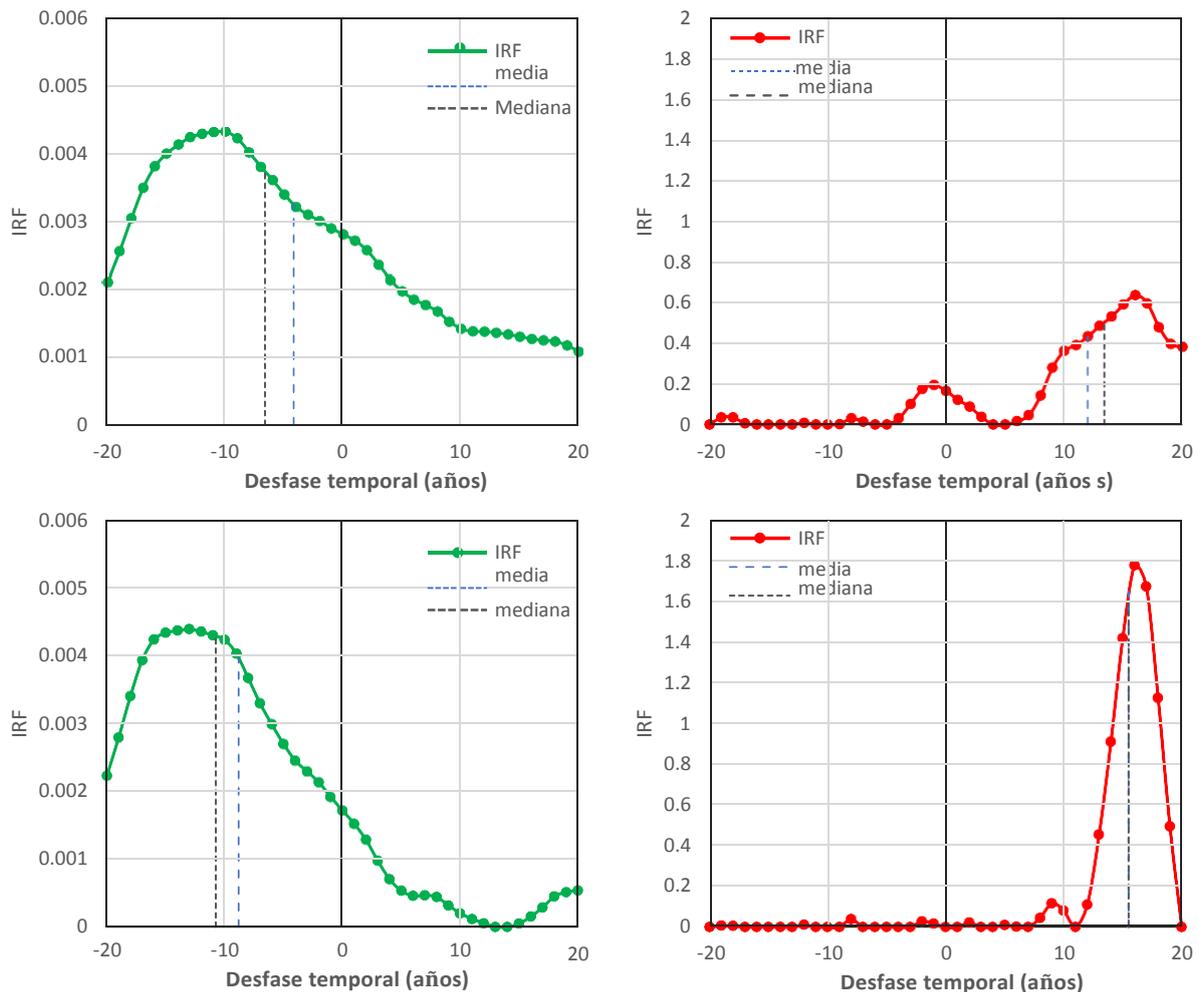


Figura S2 IRF para la concentración de temperatura-CO₂ basada en las series temporales de temperatura UKESM1-0 y SSP2-4.5 CO₂, respectivamente, como en la figura SI1, pero calculadas utilizando la restricción de rugosidad; **fila superior:** periodo 1850-2100-estudios de caso #38 (**izquierda;** $\Delta T \rightarrow \Delta \ln[\text{CO}_2]$) y #39 (**derecha;** $\Delta \ln[\text{CO}_2] \rightarrow \Delta T$); **fila inferior:** periodo 1850-2021-estudios de caso #40 (**izquierda;** $\Delta T \rightarrow \Delta \ln[\text{CO}_2]$) y #41 (**derecha;** $\Delta \ln[\text{CO}_2] \rightarrow \Delta T$).

SI2 Sobre las correlaciones de la temperatura con las emisiones de CO₂.

El hecho de que las emisiones humanas de CO₂ hayan aumentado en los últimos tiempos, mientras que en las últimas décadas la temperatura atmosférica también ha aumentado, se ha interpretado comúnmente como una prueba de que el aumento de la temperatura se debe a las emisiones humanas de CO₂. Aquí examinamos si esto tiene una base científica o no. Para ello utilizamos los conjuntos de datos más largos disponibles. Las emisiones humanas de CO₂ están disponibles en *Our World in Data* en <https://github.com/owid/co2-data>. El conjunto de datos comienza en 1750, mientras que antes de ese año las emisiones humanas eran insignificantes. El conjunto de datos de temperatura más largo disponible es el de Inglaterra Central, que comienza en 1659 y está disponible en la plataforma climexp en <http://climexp.knmi.nl/getindices.cgi?STATION=CentralEnglandTemperature&TYPE=t&WMO=UKMODData/cet>. Las dos series temporales se representan en la figura SI3.

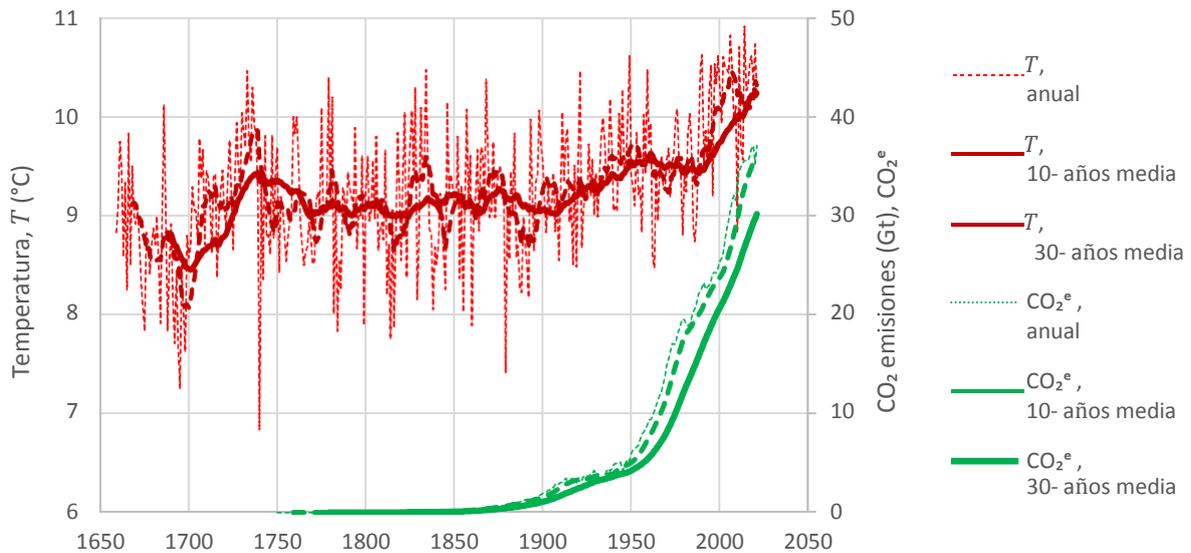


Figura S3. Evolución comparativa de las emisiones humanas globales de CO₂ (CO₂e) y la temperatura en el centro de Inglaterra.

Es fácil dejarse engañar por la figura SI3 para desarrollar la siguiente línea de pensamiento:

1. Tanto la temperatura como las series temporales de emisiones muestran tendencias al alza en el siglo XX y más allá.
2. El coeficiente de correlación cruzada entre las dos series temporales es bastante alto (0.52).
3. La correlación puede implicar causalidad.
4. Es ilógico suponer que el aumento de la temperatura es la causa del aumento de las emisiones humanas.
5. Por lo tanto, el aumento de la emisión humana es la causa del aumento de la temperatura..
6. La teoría comúnmente aceptada del efecto invernadero proporciona apoyo teórico a la conclusión del punto 5.

Sin embargo, una inspección cuidadosa de la figura SI3 revelaría que hay periodos de (a) aumento de la temperatura sin aumento de las emisiones (1700-1750) y (b) disminución de la temperatura con aumento de las emisiones (1880-1900; 1950-1970).

Es más, conocimientos elementales de estocástica sugerirían que, incluso en procesos mutuamente independientes con persistencia a largo plazo, en los que las tendencias aparentes son comunes, si en una parte sustancial de las series temporales aparecen tendencias similares, entonces habrá una elevada correlación cruzada, que es espuria.

Como se explica en los documentos principales, una técnica para evitar resultados espurios en tal caso consiste en diferenciar las series temporales. Así se ha hecho en la figura SI4, donde la correlación ya no es evidente. En la figura SI5 se muestra la función de correlación cruzada empírica de las series temporales diferenciadas a escala anual y a escala de 10 años. No solo la correlación cruzada es insignificante, sino que para el desfase cero también es negativa en todos los casos y escalas temporales examinados.

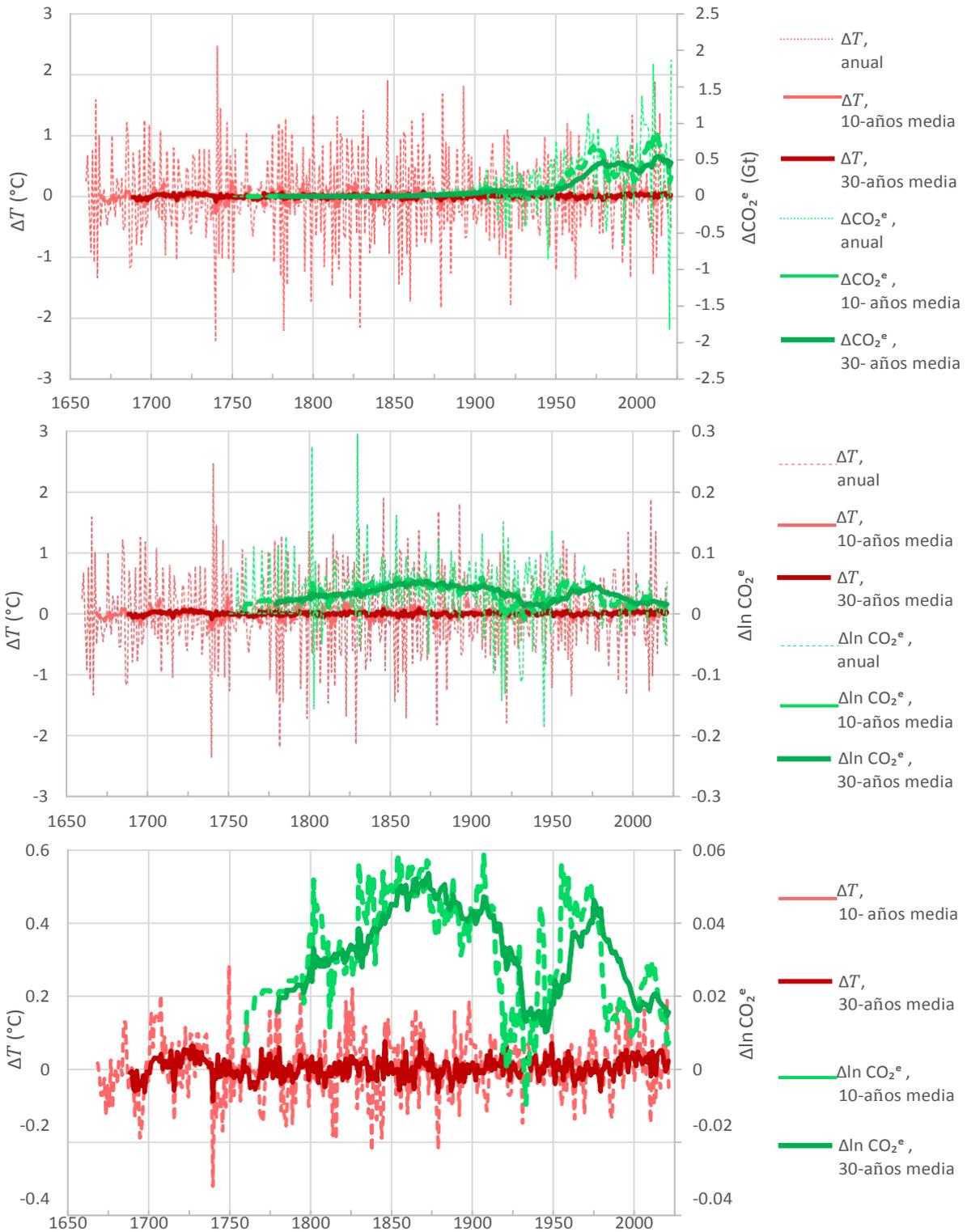


Figura S4. Evolución comparativa de las series temporales diferenciadas de temperatura en el centro de Inglaterra y las emisiones humanas globales de CO₂ (CO₂e) (**superior**), así como logaritmos de CO₂e (**medio**). También se trazan las medias de 10 y 30 años, además de los valores anuales o sin ellos (**inferior**) para mejorar la legibilidad.

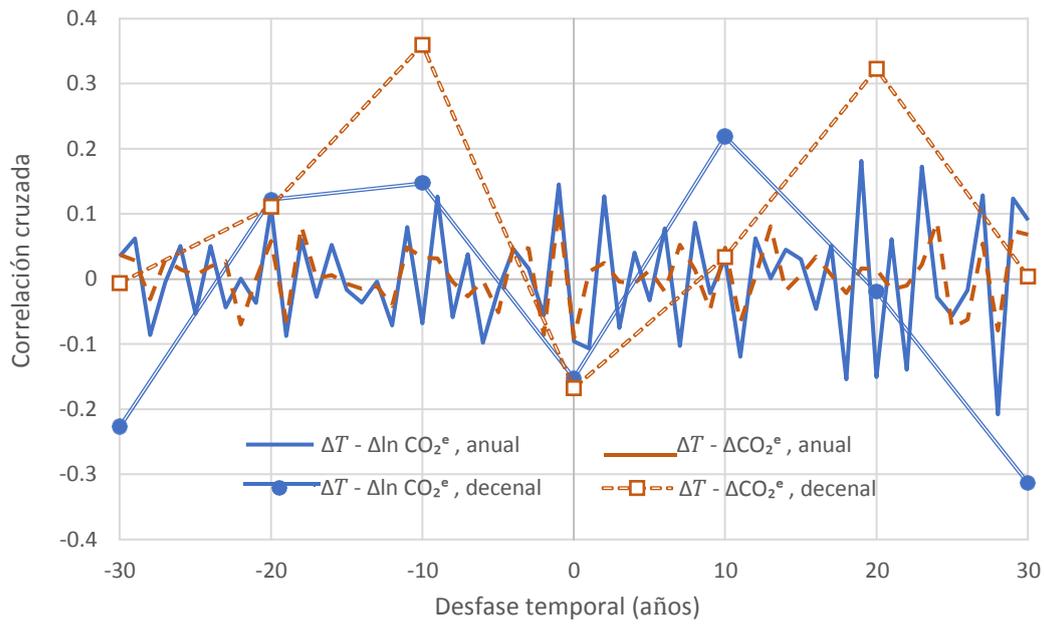


Figura S5 Función empírica de correlación cruzada entre las series temporales de temperatura diferenciada en el centro de Inglaterra y las emisiones humanas globales de CO_2 (CO_2^e), así como los logaritmos de CO_2^e , a escala temporal anual y decenal.