



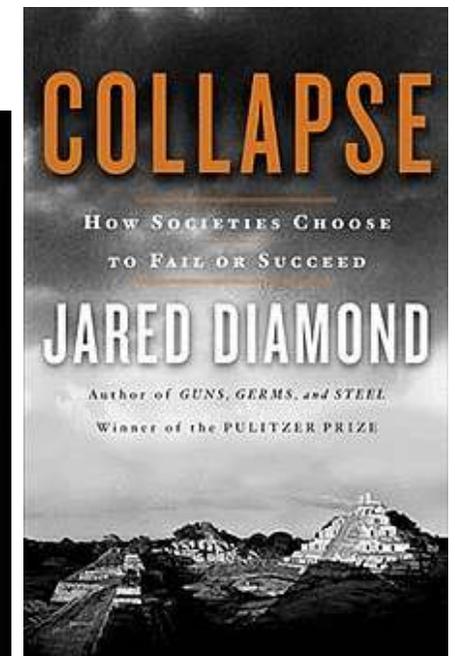
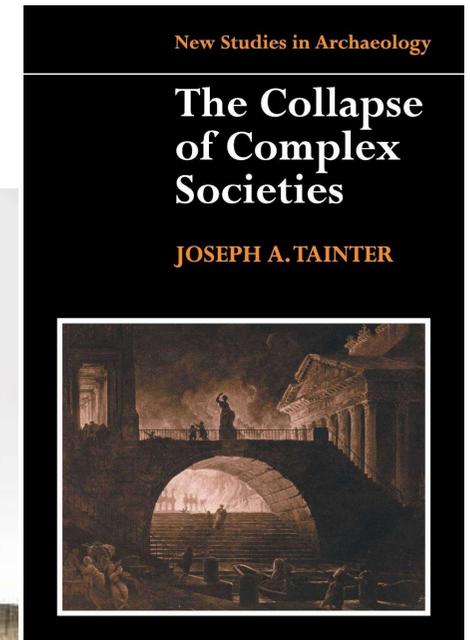
**SOBRE
MEGASEQUÍAS
Y LA CAÍDA DE
IMPERIOS**
A cargo de Domingo
Rasilla Álvarez

MIÉRCOLES, 22 DE NOVIEMBRE DE 2023
18:00, AULA 12
EDIFICIO INTERFACULTATIVO

INTRODUCCIÓN

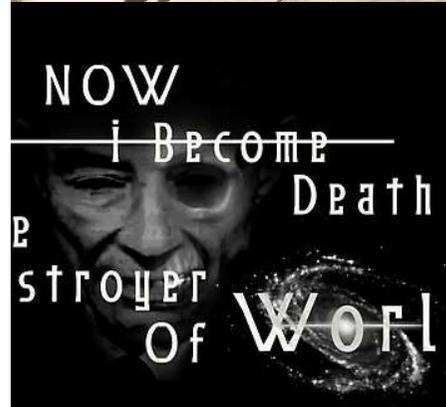
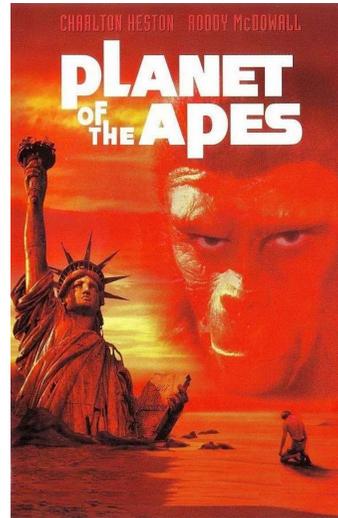
¿Colapso?

- ❑ Sinónimos: "caída", "declive" o "crisis" (significado negativo/uso catastrófico).
- ❑ ¿Qué significa?
 - **Tainter** (1988): *proceso de simplificación (pérdida de identidad cultural, complejidad social, caída de las estructuras gubernamentales, aumento de la violencia).*
 - **Diamond** (2005): *cambio demográfico que supone una drástica pérdida de población, debido a la degradación del medio ambiente.*



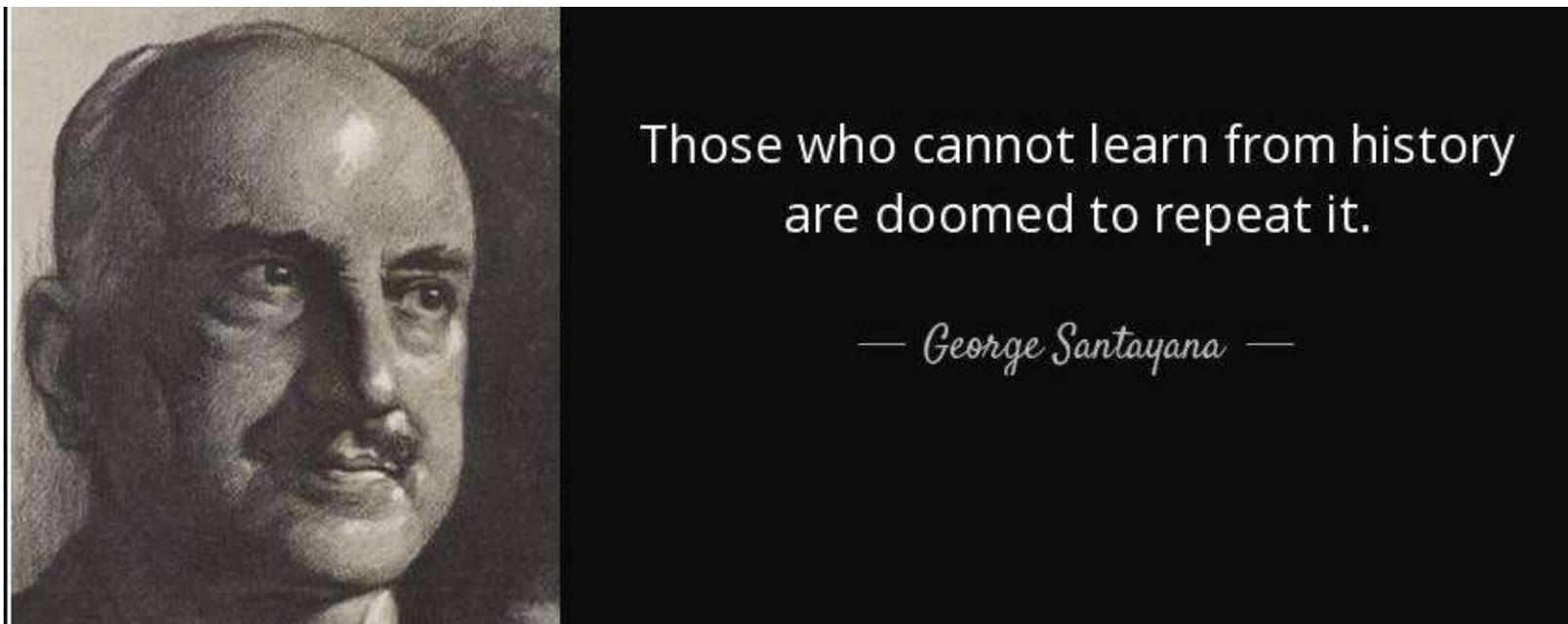
¿Colapso?

- ❑ ¿Una idea nueva? Tema recurrente hoy en día (distopías).
- ❑ Popular desde la Antigüedad: mundo clásico (Atlántida), la Biblia (Sodoma y Gomorra, Día del Juicio Final).



APORTACIONES DE LAS HUMANIDADES

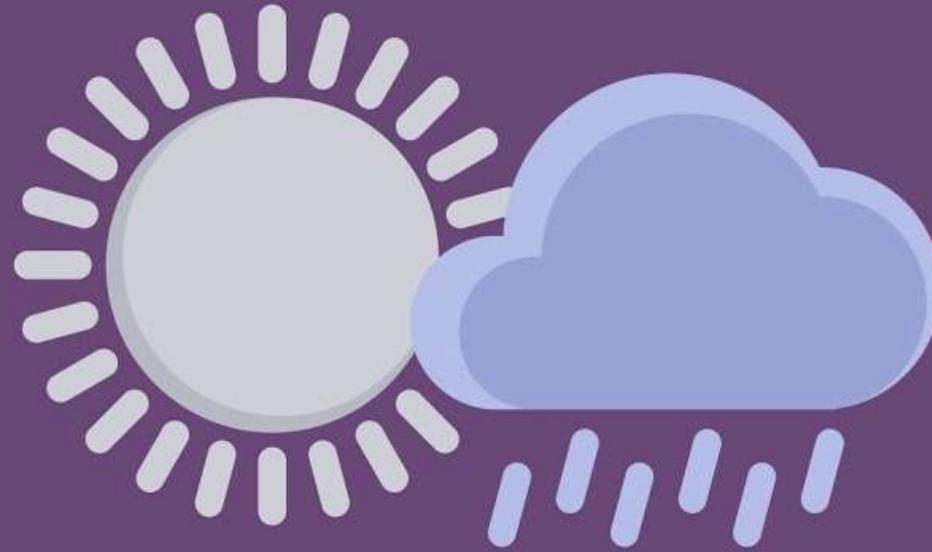
No podemos cambiar el pasado, pero su estudio puede proporcionar información útil para el futuro. ¿CÓMO?



PREGUNTAS

- ¿Cómo algunas sociedades “**colapsaron**”, en algunos casos aparentemente sin previo aviso?
- ¿Qué condiciones condujeron a ese colapso? **GEOGRAFÍA** ¿estuvieron implicados **fenómenos naturales**? **¿DETERMINISMO AMBIENTAL (CLIMÁTICO)?**

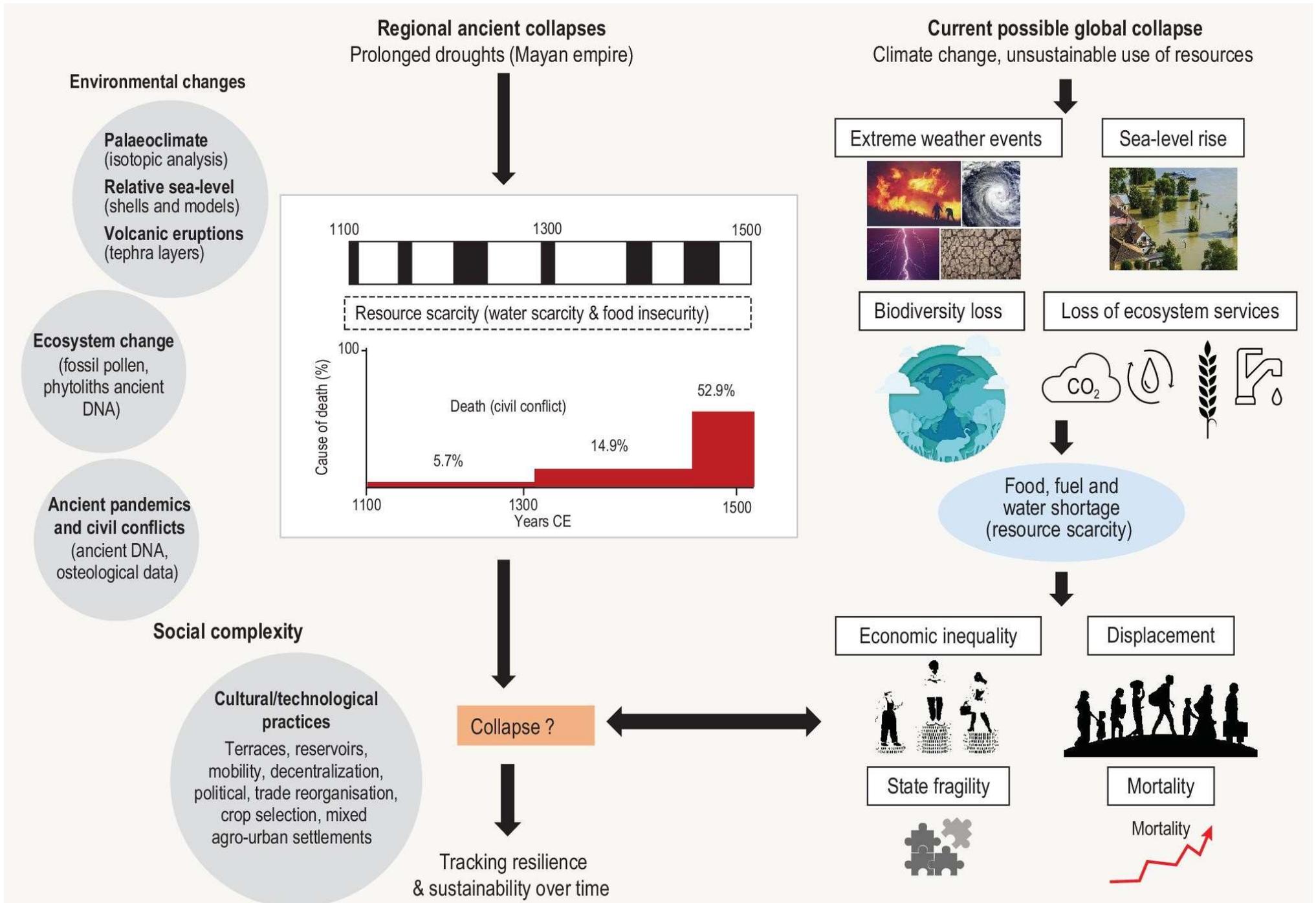
La causalidad climática de eventos históricos está sujeta a notables controversias. **PROBLEMAS DE “CAUSALIDAD” VS “CASUALIDAD”**



**POST HOC ERGO
PROPTER HOC**

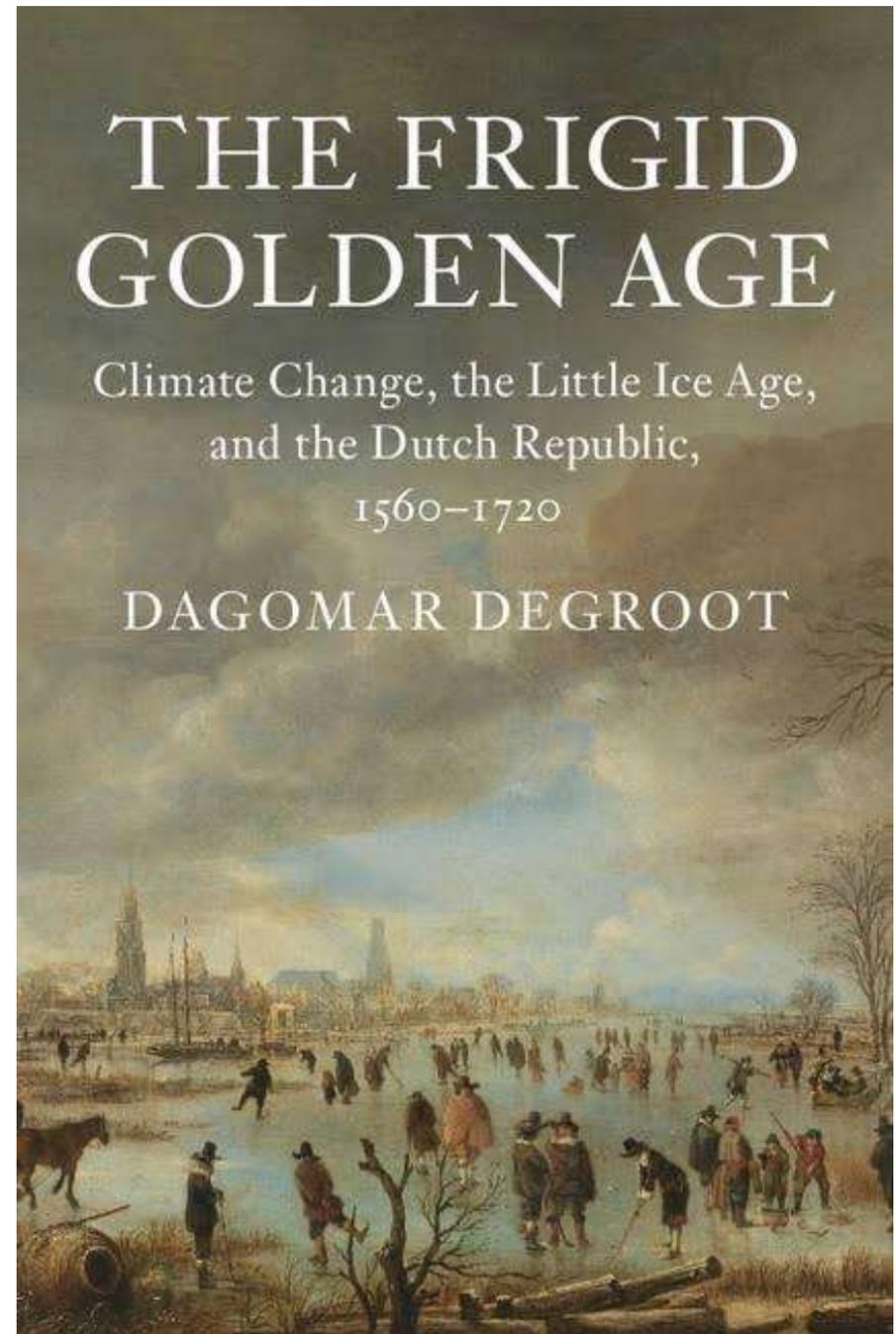
Falacia: si un acontecimiento sucede después de otro, el segundo es consecuencia del primero.

La causalidad climática de eventos históricos está sujeta a notables controversias: COMPLEJIDAD/RESILIENCIA SOCIAL



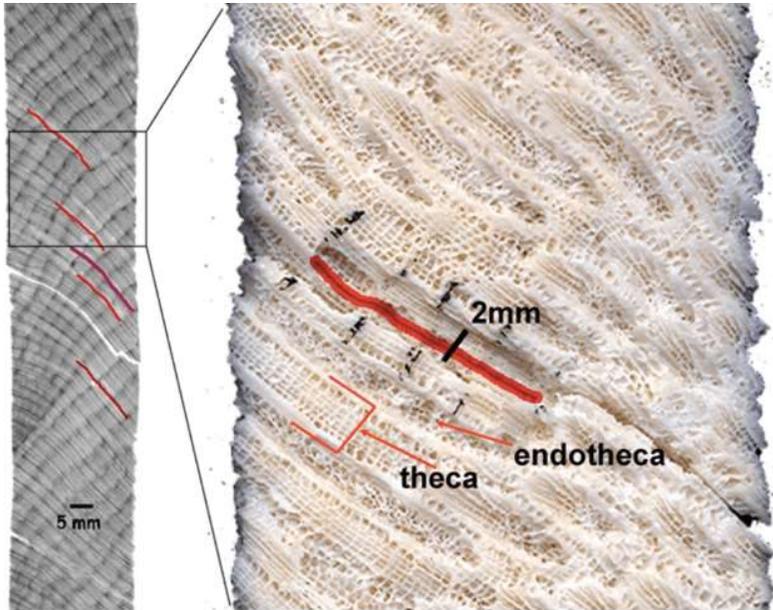
La causalidad climática de eventos históricos está sujeta a notables controversias: COMPLEJIDAD/RESILIENCIA SOCIAL

- El clima como estímulo ciertas estrategias de adaptación (clave en la respuesta humana y la resiliencia social).

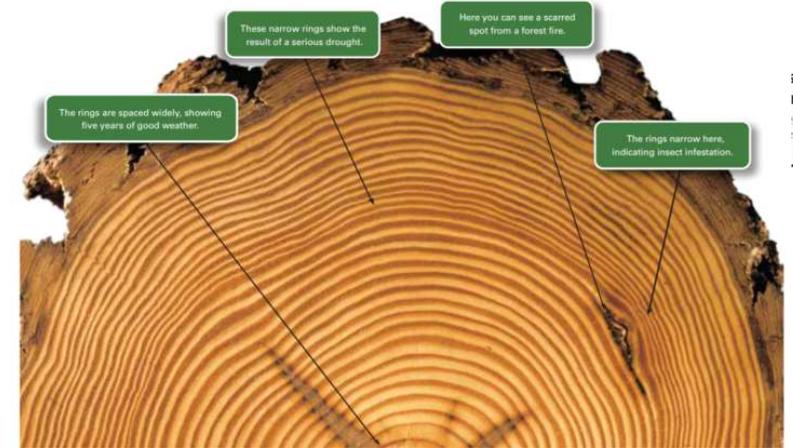


FUENTES PALEOCLIMÁTICAS

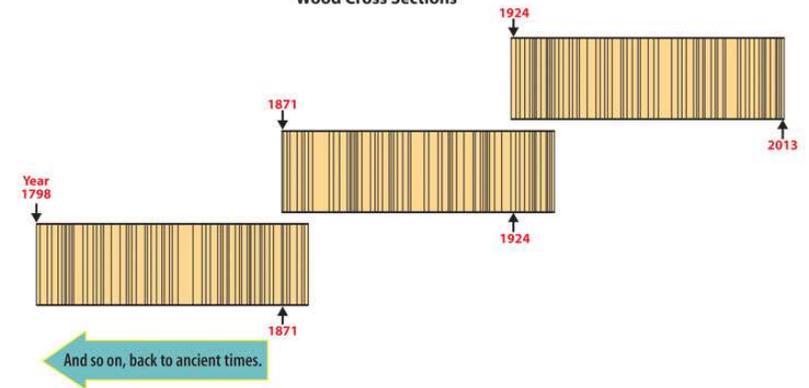
Corales fósiles



Dendrocronología



Wood Cross Sections



Testigos de sedimentos (plantas y polen) en turberas.

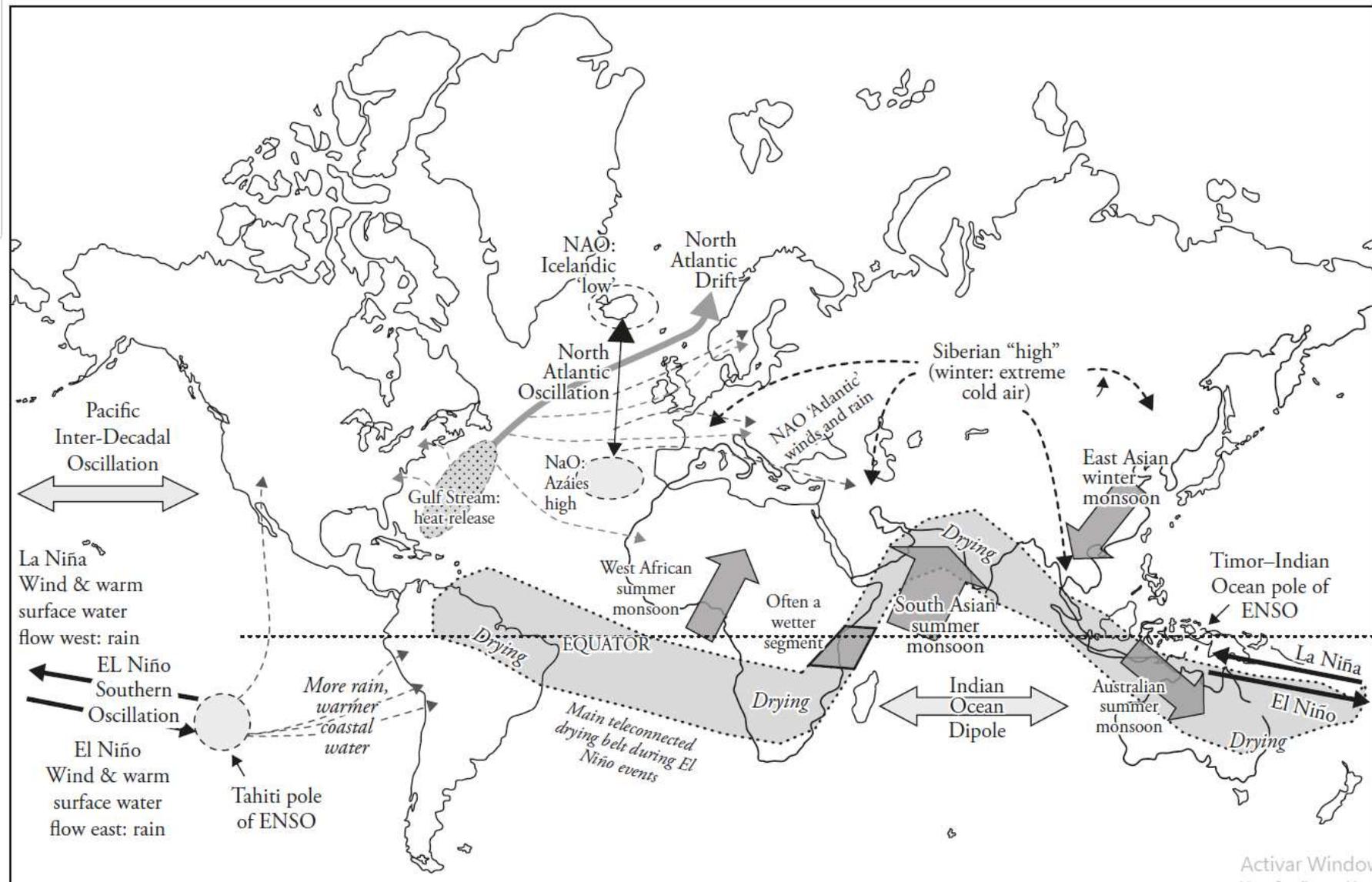


PROBLEMAS CON LAS FUENTES

- Los registros paleoclimáticos antiguos: **dataciones deficientes** (C^{14}) y una **baja resolución temporal**.
 - *La mayoría tienen una resolución multicientenaria; los subdecenales son poco comunes.*
 - *Desde una perspectiva arqueológica, contrastar cambios sociales con eventos climáticos requiere resoluciones de alta frecuencia (anuales/decenales).*
- El desarrollo de los eventos climáticos
 - *Inhomogeneidad espacial.*
 - *Asincronía temporal.*

PROBLEMAS CON LAS FUENTES

- Explicar esos eventos a partir de los patrones actuales de la **dinámica atmosférica (UNIFORMISMO)**



PROBLEMAS CON LAS FUENTES

- Su interpretación es **compleja**: cambios de usos (vegetación) a través del polen
 - *Olea*: resultado tanto de la expansión agrícola como de condiciones de mayor sequedad.
 - *Encinares/Hayedos cantábricos*: ¿clima más cálido/húmedo o especies oportunistas?
- Las interpretaciones de los efectos pueden ser geográficamente contradictorios:
 - *Las migraciones humanas cambian los usos del suelo tanto en las regiones de partida como en las de llegada.*



OTRAS CUESTIONES

ARTICLE



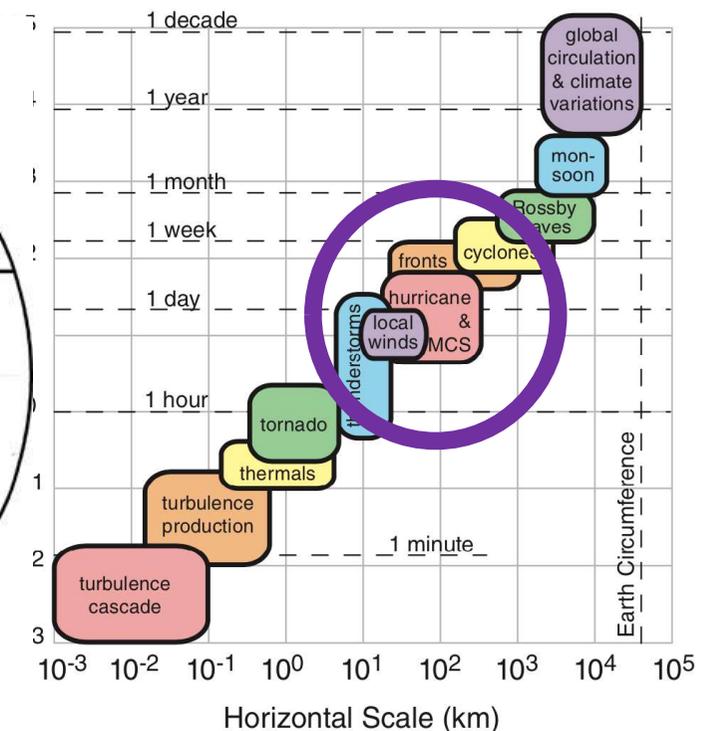
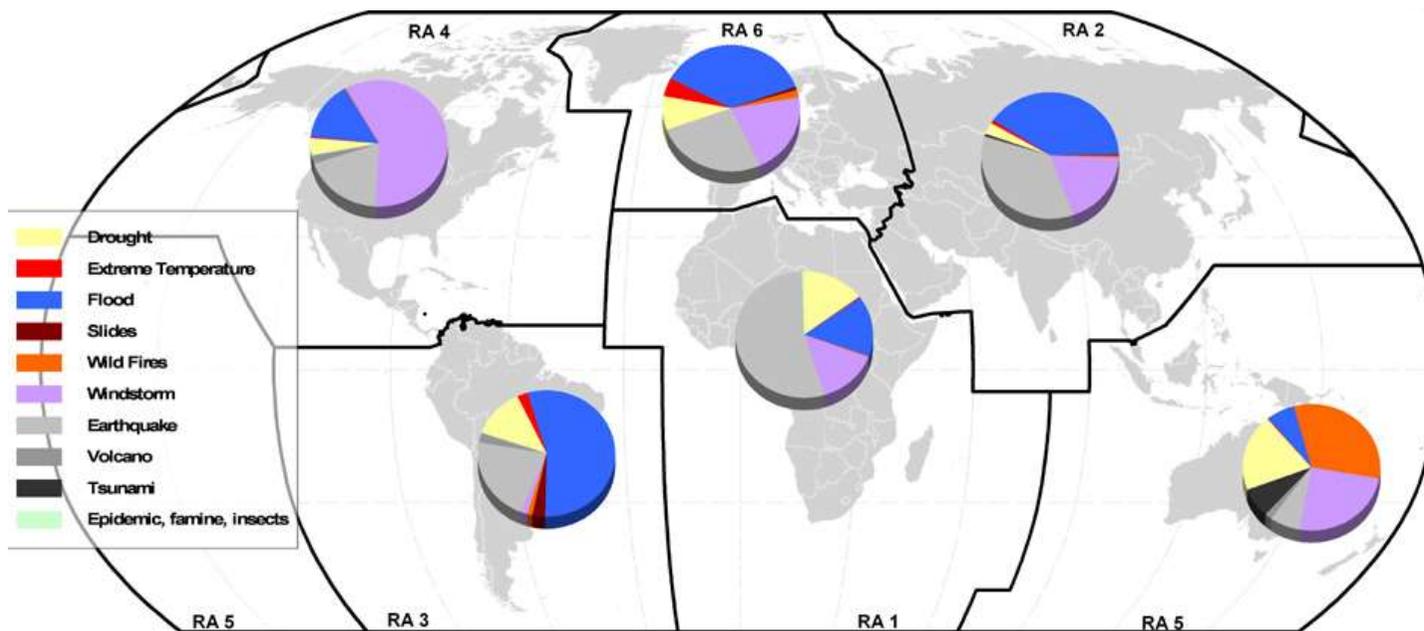
<https://doi.org/10.1057/s41599-021-00933-4> OPEN

How long and how strong must a climatic anomaly be in order to evoke a social transformation?
Historical and contemporaneous case studies

Tal Ulus¹ & Ronnie Ellenblum¹

❑ ¿Qué tipo de **anomalías climáticas** tienen capacidad para alterar la estabilidad social?

❑ ¿Qué **duración e intensidad** son necesarias?

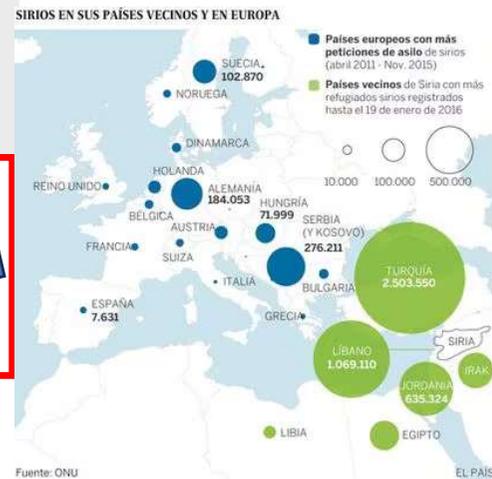
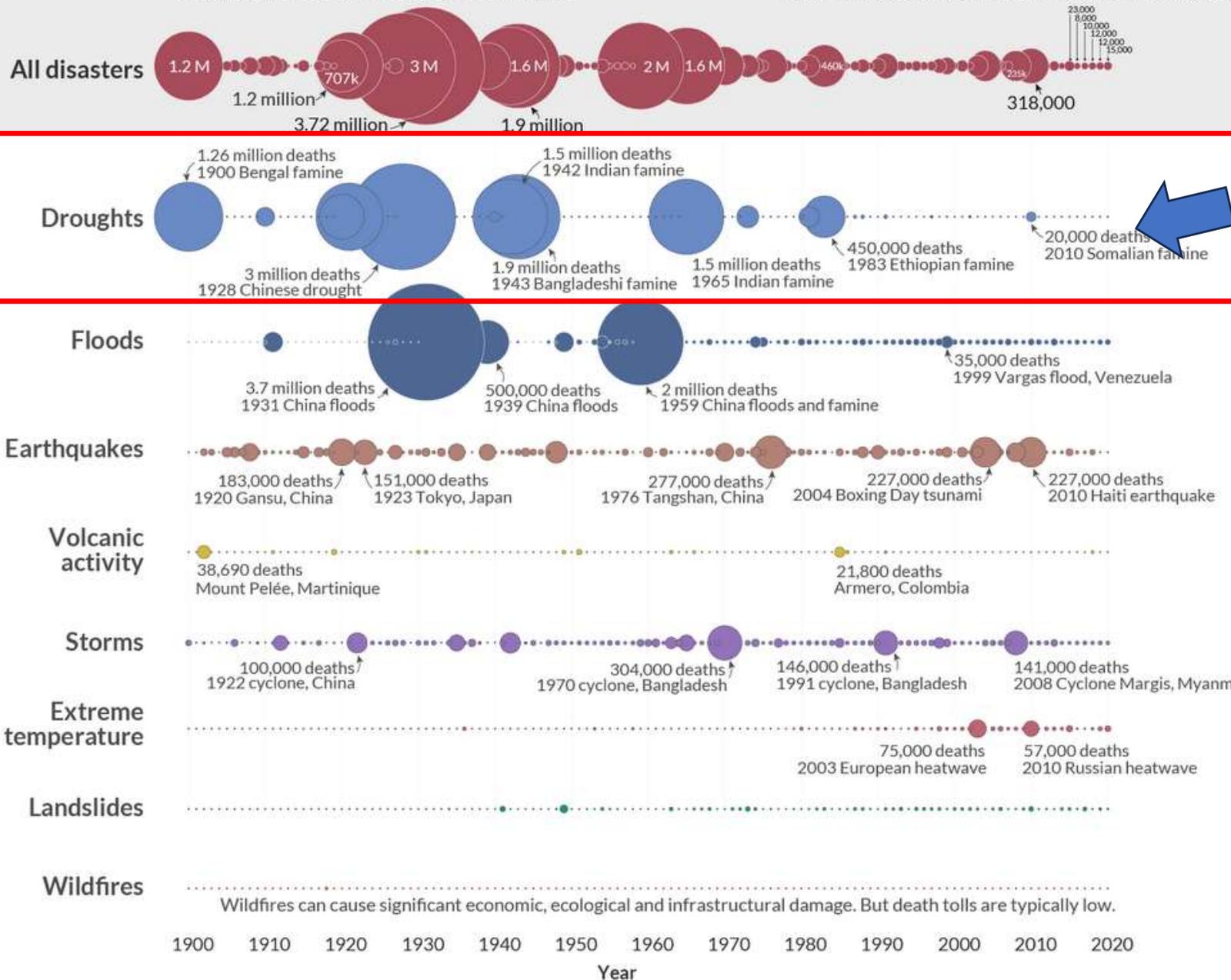


Global deaths from disasters over more than a century

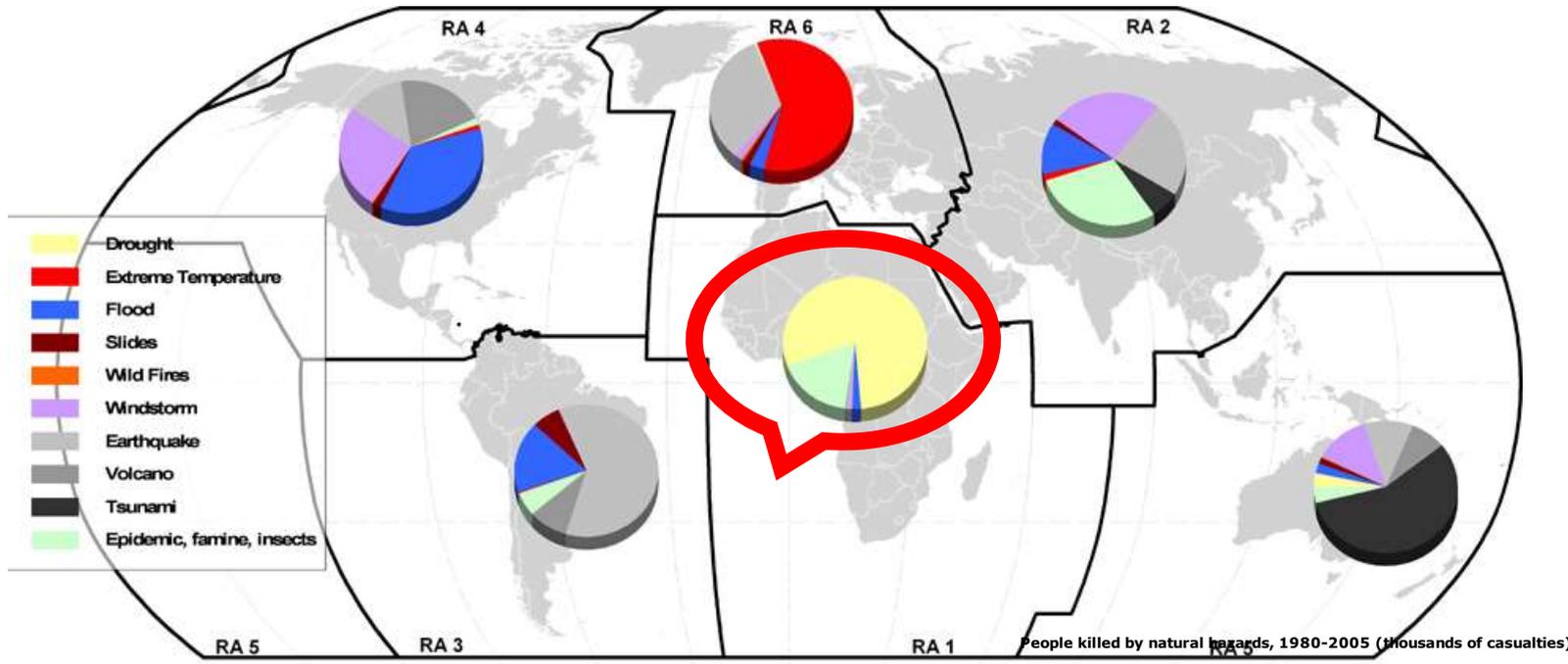
The size of the bubble represents the estimated annual death toll. The largest years are labeled with this total figure, alongside large-scale events that contributed to the majority – although usually not all – of these deaths.

In the 20th century an annual death toll in the millions was common, usually as the result of floods, droughts or famine.

Now, in most years 10,000 - 20,000 die. Years with very large-scale events record tens to hundreds of thousands.

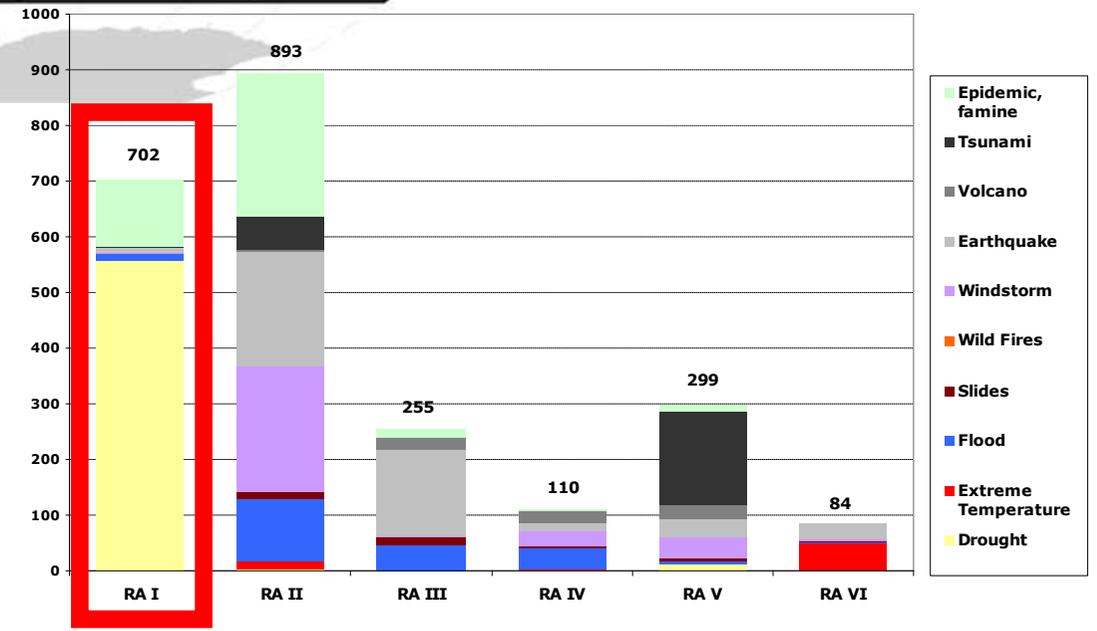


PATRÓN ESPACIAL DE LOS FENÓMENOS NATURALES MÁS DAÑINOS



BINOMIO
 Sequía
 +
 sociedades
 poco
 desarrolladas

People killed by natural hazards, 1980-2005 (thousands of casualties)



¿POR QUÉ?

SEGURIDAD ALIMENTARIA

Wheat: Yield

Yields are measured in tonnes per hectare.

All together ▾

RENDIMIENTO DE LA TIERRA



Source: Food and Agriculture Organization of the United Nations; Bayliss-Smith & Wanmali (1984); Brassley (2000); Broadberry et al. (2015)
CC BY

▶ 1275 ○ 2021

CHART

MAP

TABLE

SOURCES

↓ DOWNLOAD



¿POR QUÉ ESTA SENSIBILIDAD A LA SEQUÍA?

Aperos de labranza primitivos



Agricultura extensiva

Escasez de fertilizantes (estiércol de caballos, vacas)



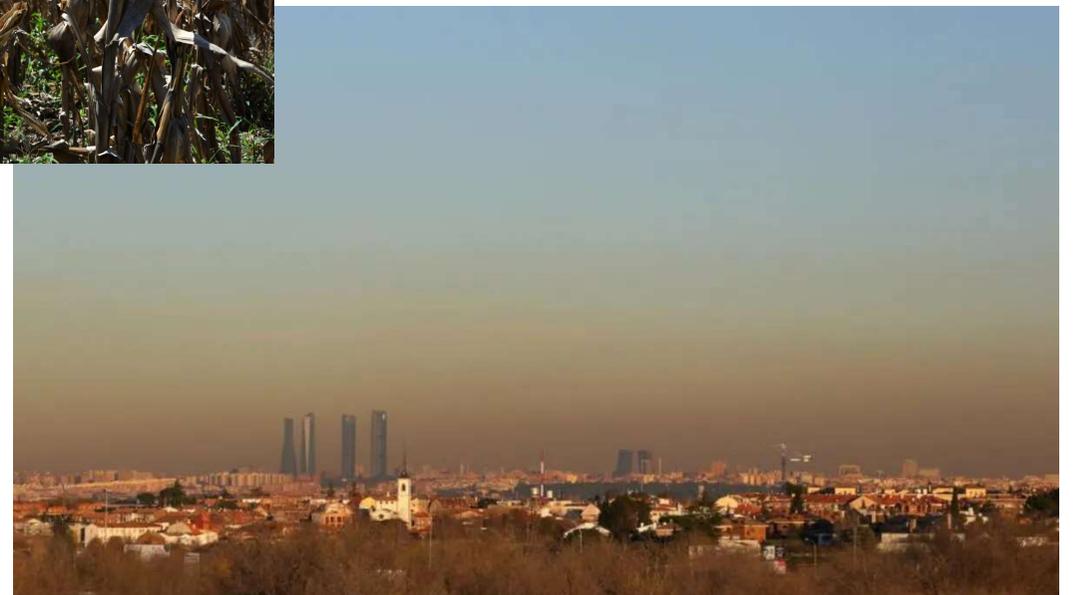
Rotación de cultivos + barbecho



LA SEQUÍA

LA SEQUÍA

- Fenómeno muy **complejo**.
- **Diversidad** de manifestaciones e impactos:
 - *Paulatinos (delimitación temporal difícil)*.
 - *Extensas áreas geográficas (delimitación espacial difícil)*.
- **Interacción con las actividades humanas** (deforestación, sobreexplotación de recursos hídricos).



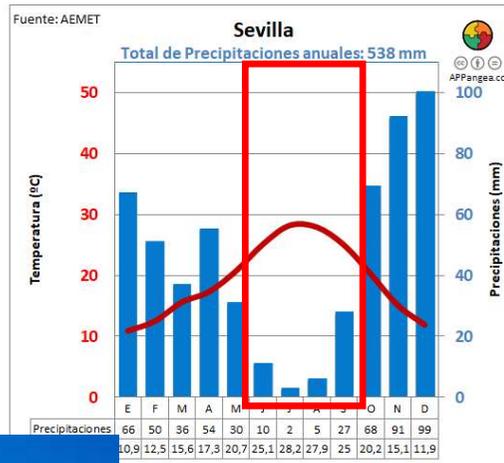
LA SEQUÍA

Sorprendentemente → **¡¡¡NO HAY DEFINICIÓN UNIVERSAL DE SEQUÍA!!!**

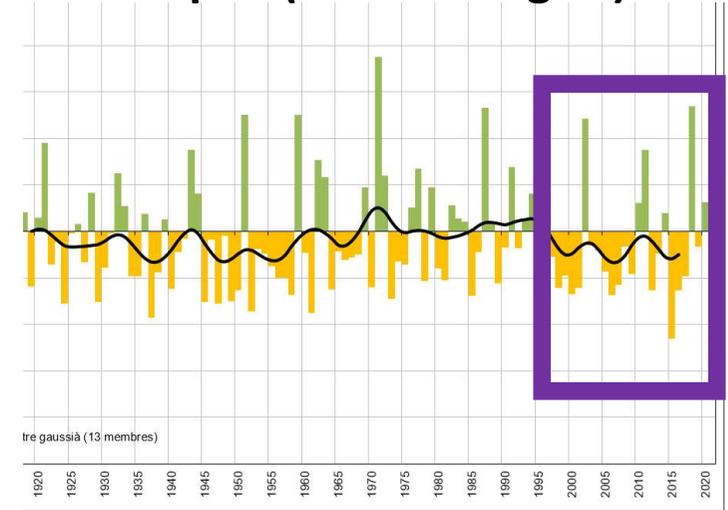
- La OMM (1990): “un **período** de condiciones meteorológicas **anormalmente secas**, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitaciones cause un **grave desequilibrio hidrológico**”.
- Palmer (1965): “un periodo de tiempo, generalmente de orden de **meses o años** de duración, durante los cuales **la disponibilidad de humedad** en un lugar dado ... está **por debajo de lo esperado** climáticamente o apropiada para ese clima”.
- Gibbs y Maher (1967): “una falta de agua suficiente para **satisfacer las necesidades**, o los requerimientos dependientes de la distribución de plantas o población de animales o humana, su estilo de vida y el uso que hacen de la tierra”.

¿Sequía?
 ¿Aridez?
 ¿Desertización?
 ¿Desertificación?

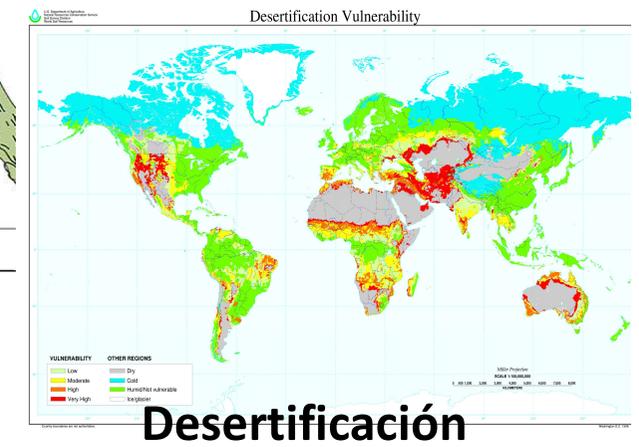
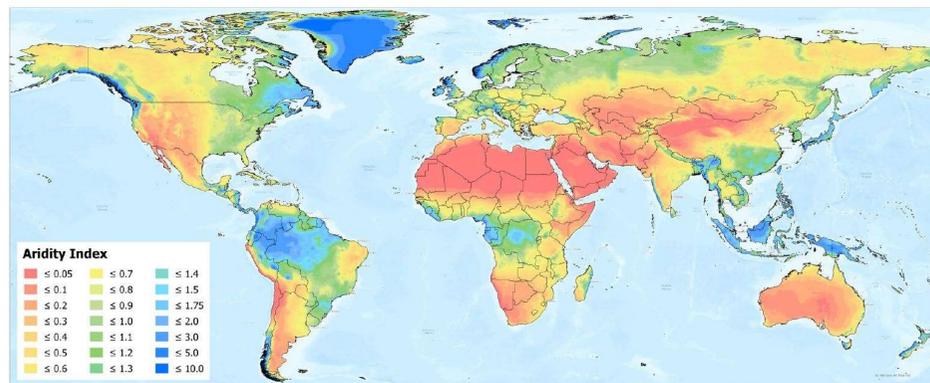
Periodo seco



Sequía (meteorológica)



Desierto



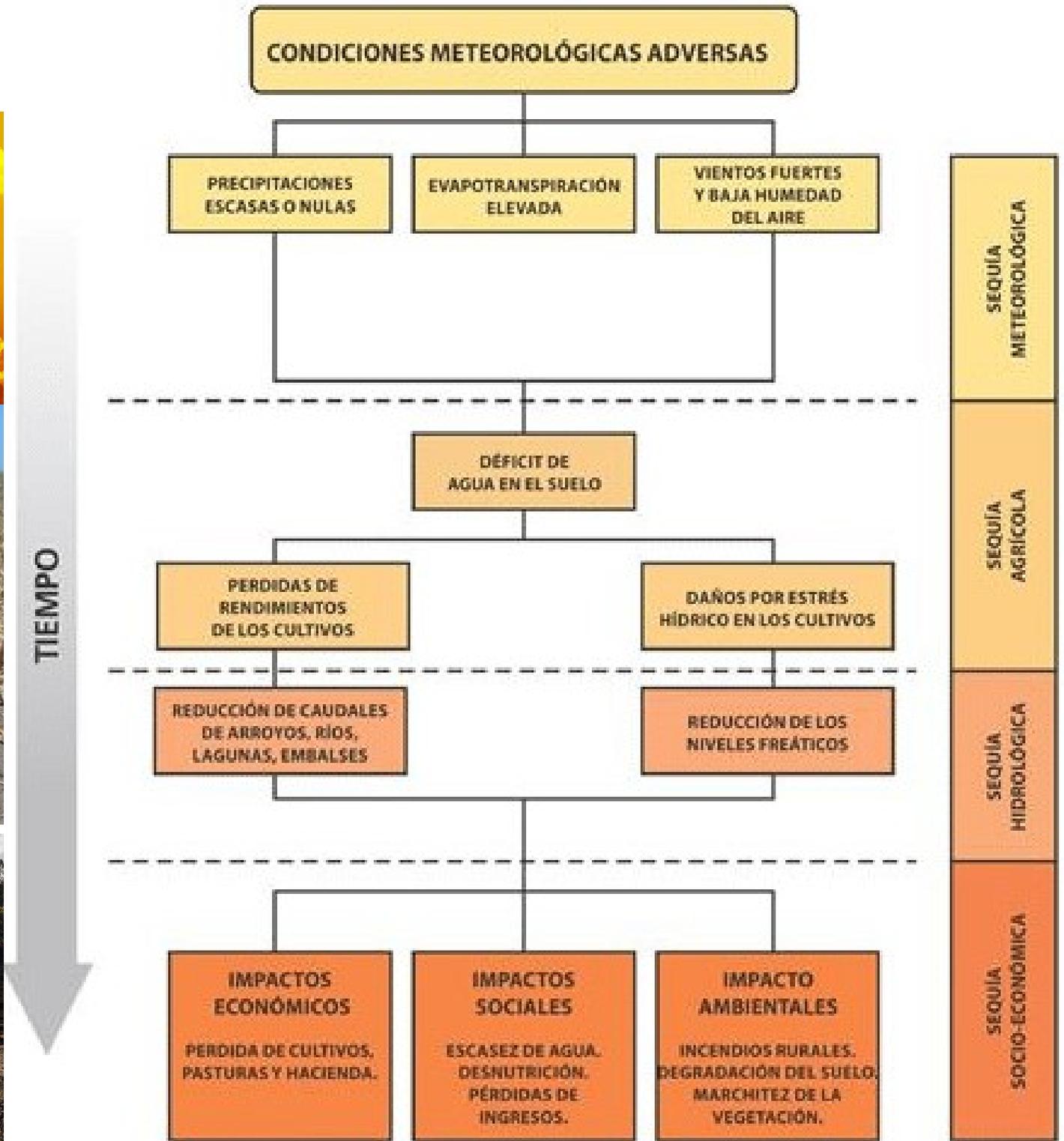


**Desertificación
y desertización**

TIPOLOGÍA

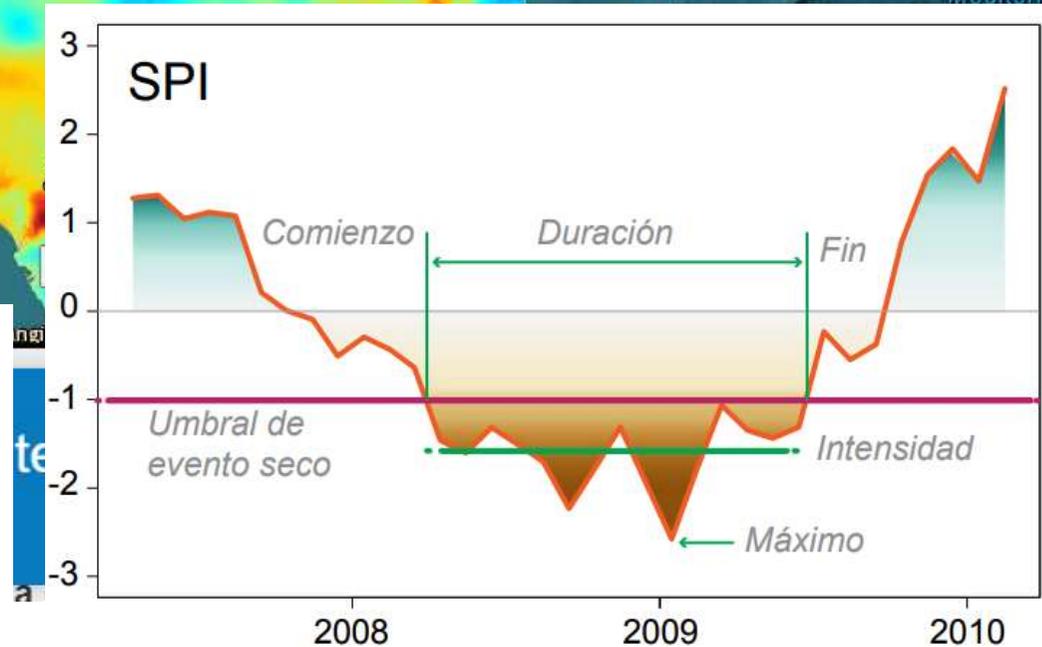
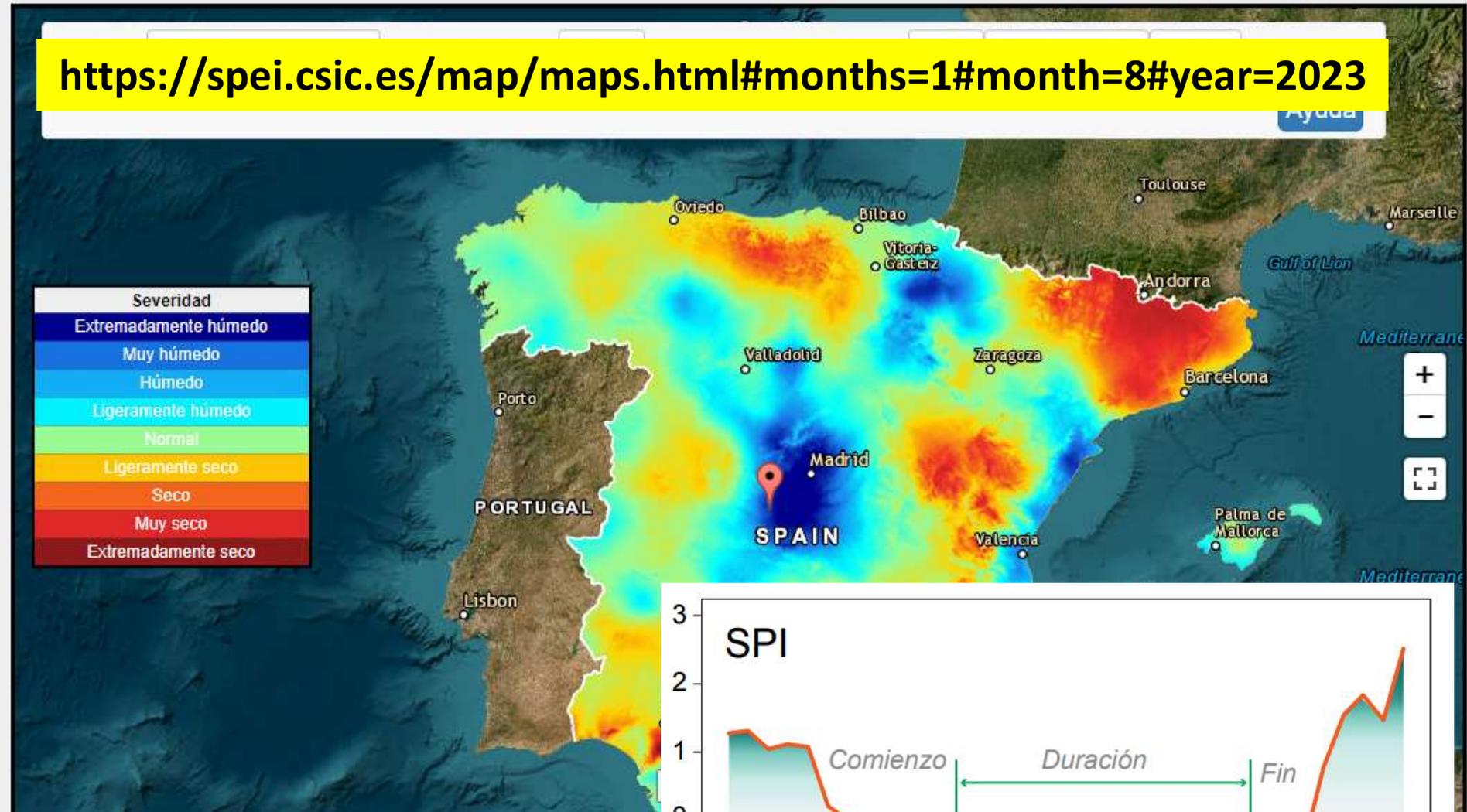


TIEMPO



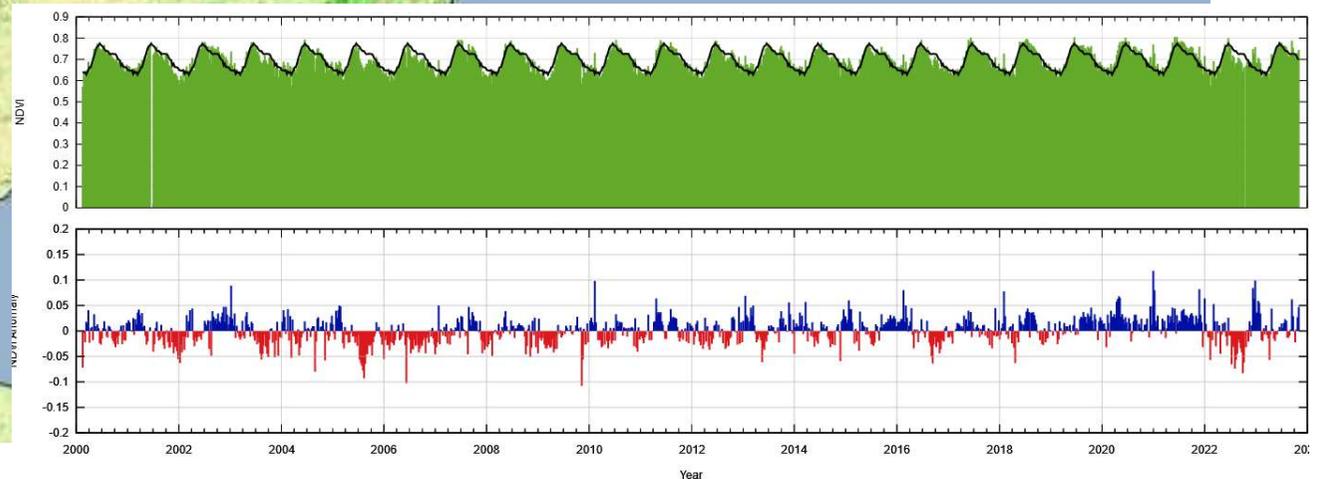
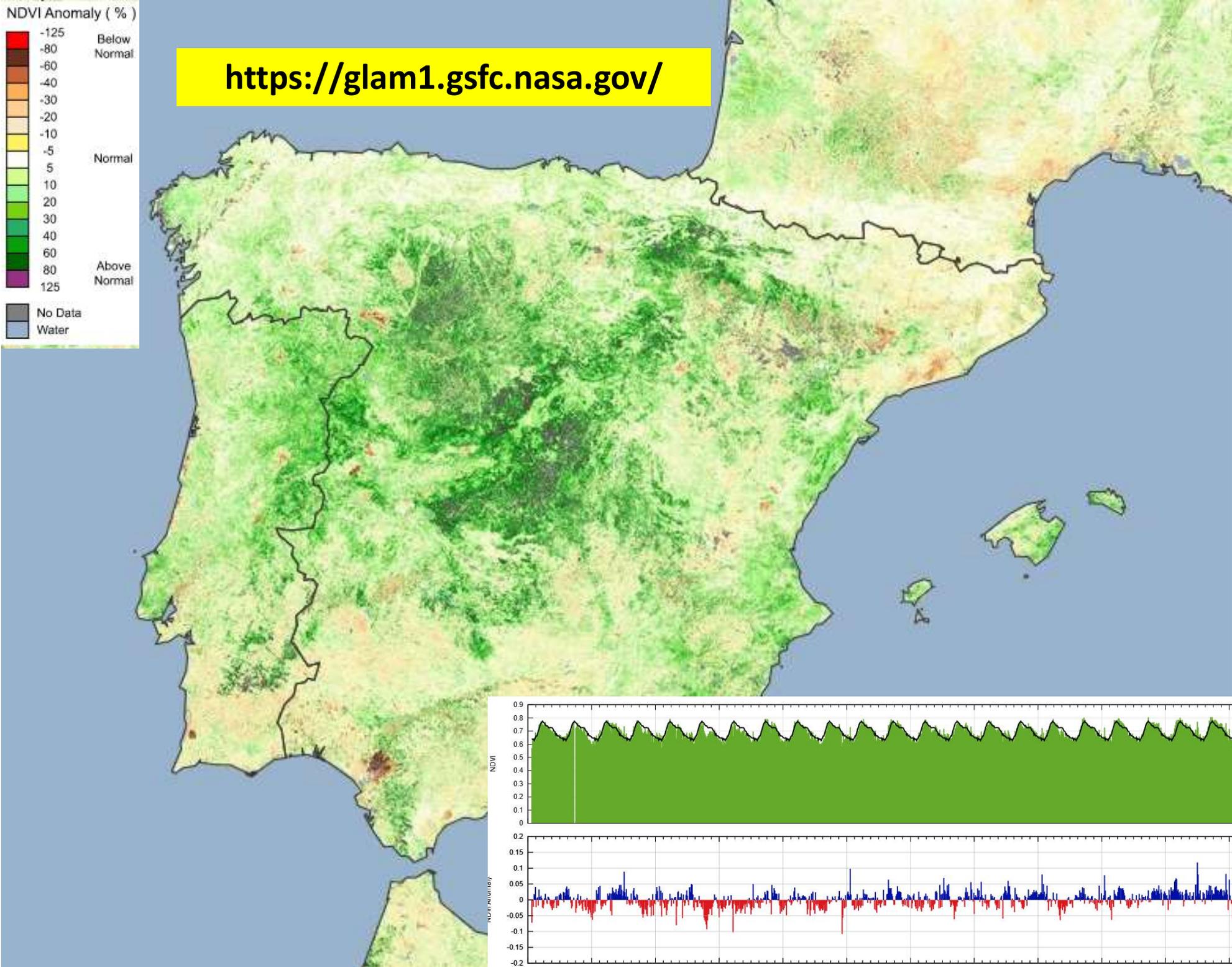
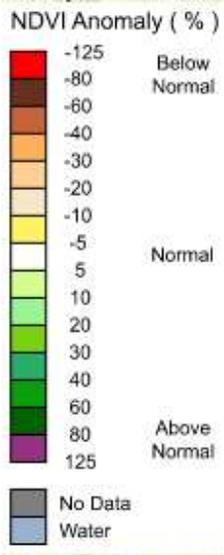
Monitor de sequía meteorológica

<https://spei.csic.es/map/maps.html#months=1#month=8#year=2023>



CATEGORÍA	SPEI
Sequía extrema	$SPEI \leq -1,5$
Sequía severa	$-1,5 < SPEI \leq -1,0$
Sequía moderada	$-1,0 < SPEI \leq -0,5$
Condiciones normales	$-0,5 < SPEI \leq 0,5$
Moderadamente húmedo	$0,5 < SPEI \leq 1,0$
Severamente húmedo	$1,0 < SPEI \leq 1,5$
Extremadamente húmedo	$SPEI \geq 1,5$

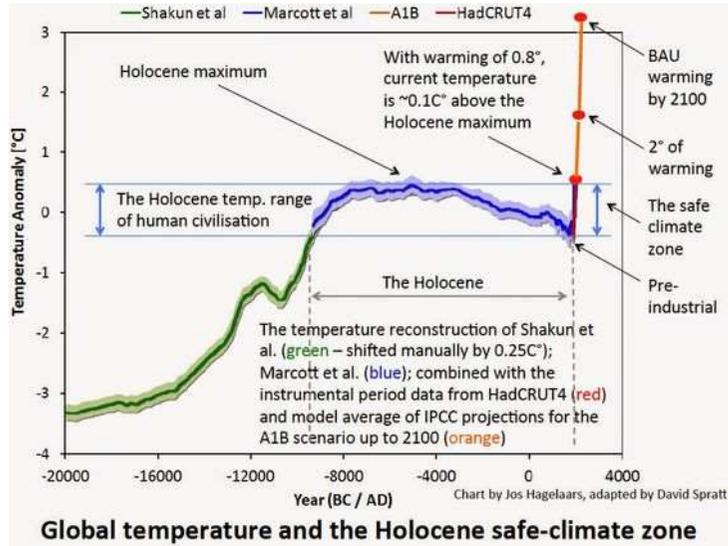
<https://glam1.gsfc.nasa.gov/>



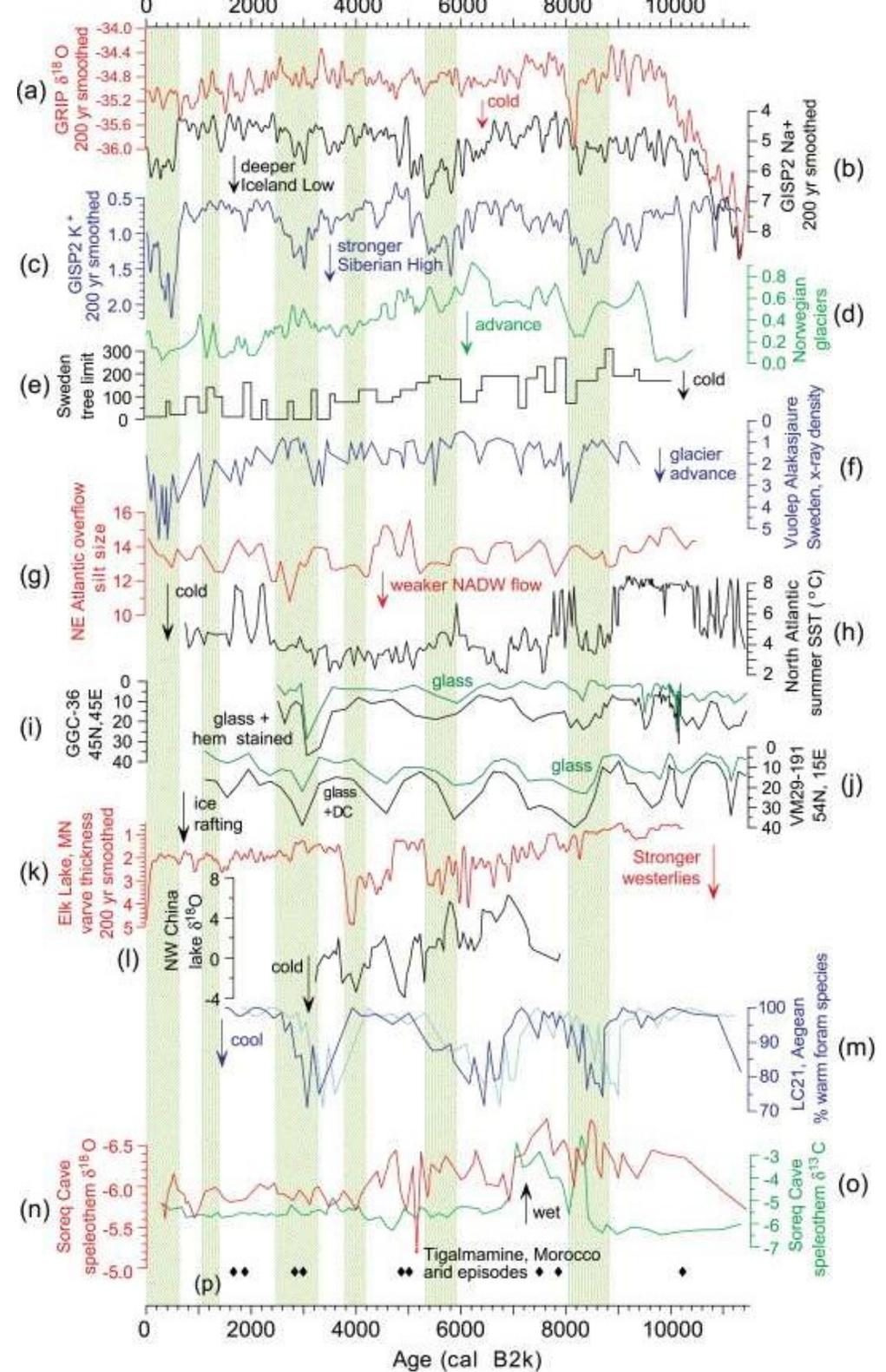
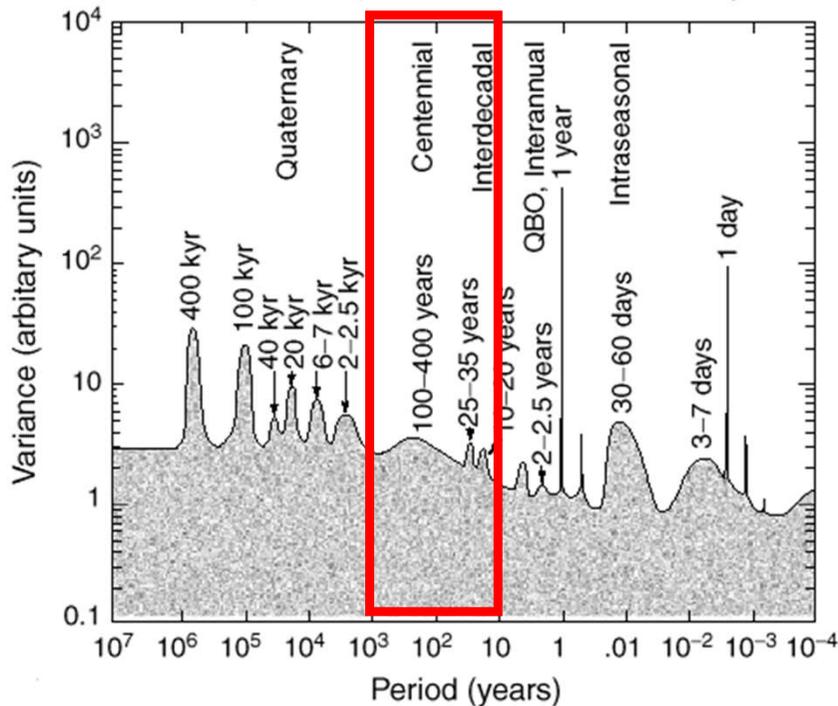
MEGASEQUÍAS HISTÓRICAS



Evolución climática del Holoceno



Composite spectrum of climate variability



MEGADROUGHT AND COLLAPSE

FROM EARLY AGRICULTURE TO ANGKOR

RUPTURAS EN LA EVOLUCIÓN CULTURAL REGIONAL.

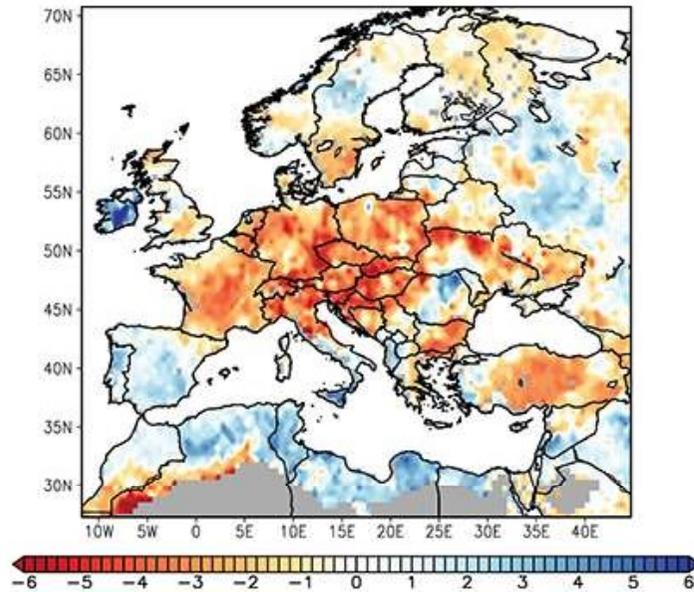
EDITED BY HARVEY WEISS

Rupturas en la evolución cultural regional

- CHAPTER 1 12,000–11,700 cal BP: The Collapse of Foraging and Origins of Cultivation in Western Asia 33
Ofer Bar-Yosef, Miryam Bar-Matthews, and Avner Ayalon
- CHAPTER 2 6600–6000 cal BC Abrupt Climate Change and Neolithic Dispersal from West Asia 69
Bernhard Weninger and Lee Clare
- CHAPTER 3 4.2 ka BP Megadrought and the Akkadian Collapse 93
Harvey Weiss
- CHAPTER 4 3.2 ka BP Megadrought and the Late Bronze Age Collapse 161
David Kaniewski and Elise Van Campo
- CHAPTER 5 AD 550–600 Collapse at Teotihuacan: Testing Climatic Forcing from a 2400-Year Mesoamerican Rainfall Reconstruction 183
Matthew S. Lachniet and Juan Pablo Bernal-Uruchurtu
- CHAPTER 6 AD 750–1100 Climate Change and Critical Transitions in Classic Maya Sociopolitical Networks 205
Douglas J. Kennett and David A. Hodell
- CHAPTER 7 Twelfth Century AD: Climate, Environment, and the Tiwanaku State 231
Lonnie G. Thompson and Alan L. Kolata
- CHAPTER 8 Thirteenth Century AD: Implications of Seasonal and Annual Moisture Reconstructions for Mesa Verde, Colorado 247
David W. Stahle, Dorian J. Burnette, Daniel Griffin, and Edward R. Cook
- CHAPTER 9 Fourteenth to Sixteenth Centuries AD: The Case of Angkor and Monsoon Extremes in Mainland Southeast Asia 275
Roland Fletcher, Brendan M. Buckley, Christophe Pottier, and Shi-Yu Simon Wang

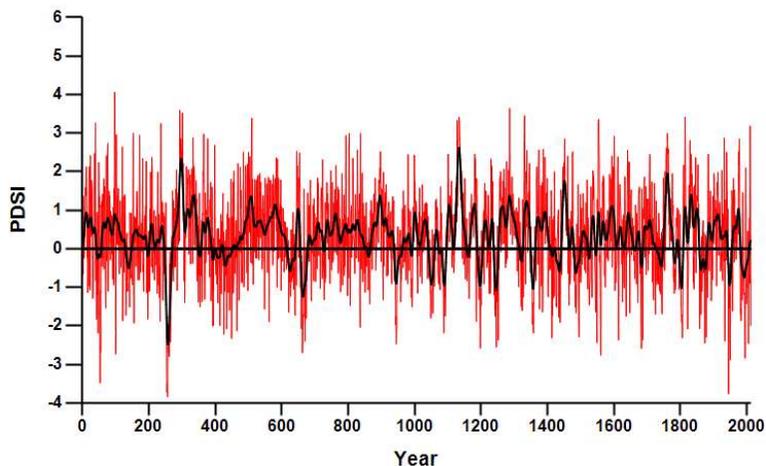
Old World Drought Atlas **Calendario megasequías**

[Home](#) [Maps](#) [Time Series](#) [Help](#)



1540 Drought

Reconstructed JJA PDSI
0 - 2012, 35.75°N - 41.86°N, -9.36°E - 0.64°E



drought.memphis.edu

Welcome to the Old World Drought Atlas. This web application provides access to **summer (June-August) reconstructions of the self-calibrating Palmer Drought Severity Index (PDSI) on a 0.5° latitude/longitude grid centered over Europe, North Africa, and the Middle East from AD 0000-2012.** The reconstructions are derived from 106 tree-ring chronologies. For further details on the reconstructions, see Cook et al. (2015, link below).

Maps and time series can be created using tools under the "Maps" and "Time Series" menus, respectively. For details on how to create maps and time series, see the "Help" menu. An animation that runs through each year of the reconstruction from AD 0000-2012 is available via the link below.

- [Old World Drought Atlas Animation AD 0000-2012](#)

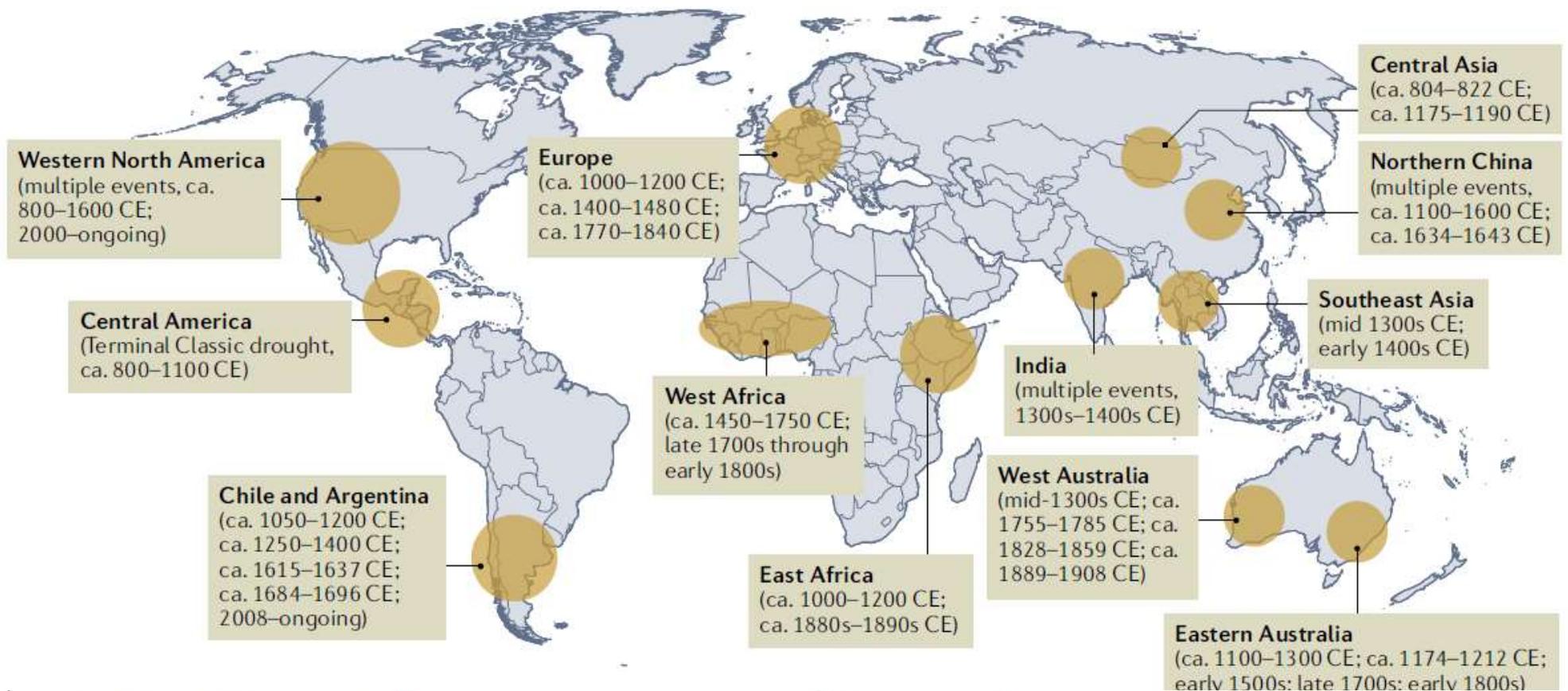
Questions, comments, or suggestions may be sent to [Dorian J. Burnette](#).

Citation: Cook, E.R., R. Seager, Y. Kushnir, K.R. Briffa, U. Buntgen, D. Frank, P.J. Krusic, W. Tegel, G. van der Schrier, L. Andreu-Hayles, M. Baillie, C. Baittinger, N. Bleicher, N. Bonde, D. Brown, M. Carrer, R. Cooper, K. Cufar, C. Dittmar, J. Esper, C. Griggs, B. Gunnarson, B. Gunther, E. Gutierrez, K. Haneca, S. Helama, F. Herzig, K-U. Heussner, J. Hofmann, P. Janda, R. Kontic, N. Kose, T. Kyncl, T. Levanic, H. Linderholm, S. Manning, T. M. Melvin, D. Miles, B. Neuwirth, K. Nicolussi, P. Nola, M. Panayotov, I. Popa, A. Rothe, K. Seftigen, A. Seim, H. Svarva, M. Svoboda, T. Thun, M. Timonen, R. Touchan, V. Trotsiuk, V. Trouet, F. Walder, T. Wazny, R. Wilson, and C. Zang, 2015: Old World megadroughts and pluvials during the Common Era. *Science Advances*, **1**, doi: 10.1126/sciadv.1500561. [[Download pdf](#)]

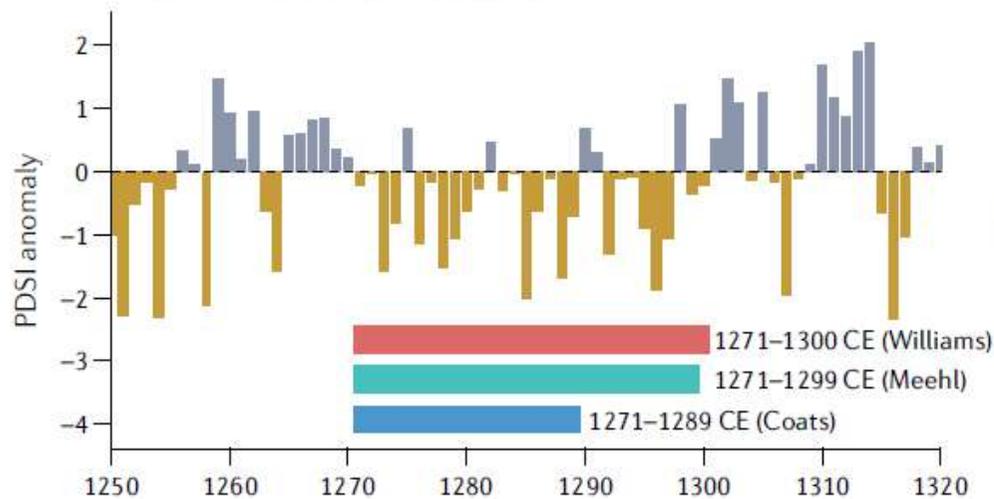
The entire dataset can be downloaded from [NOAA Paleoclimatology](#).
<http://drought.memphis.edu/OWDA/>

down for maintenance on Saturday following the 2nd Tuesday of the month and any Sunday from 0500-1300 UTC when the U.S. is on standard and daylight savings time, respectively).

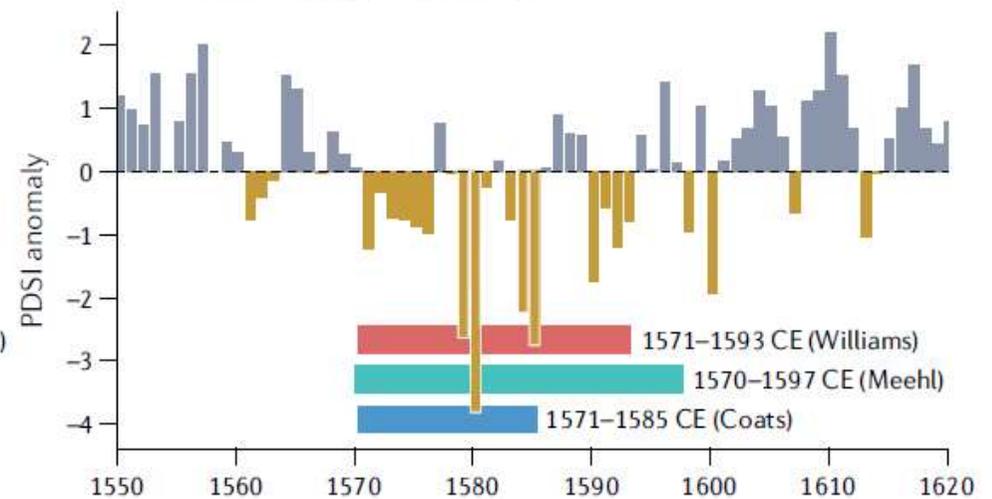
Calendario



a Late thirteenth-century megadrought



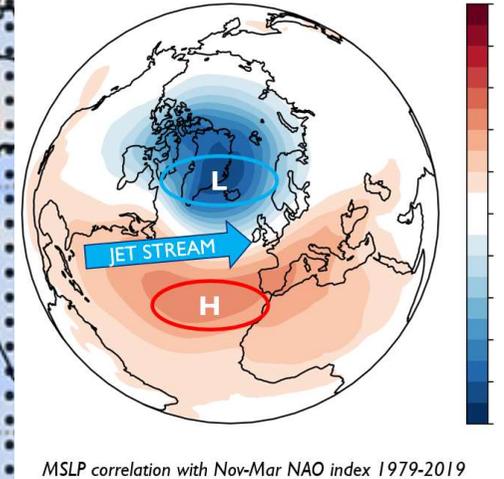
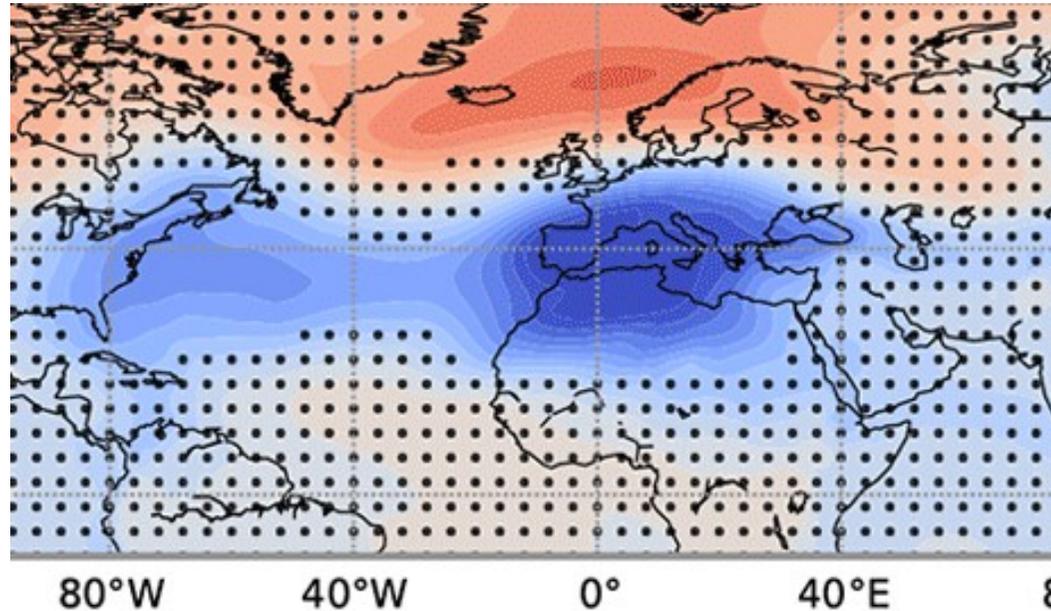
b Late sixteenth-century megadrought



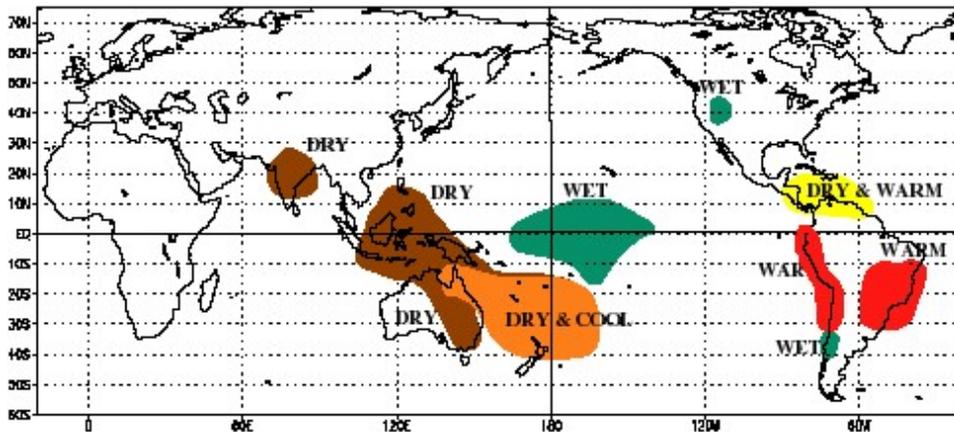
CAUSAS: MECANISMO PRINCIPAL

Sequías en el Mediterráneo:

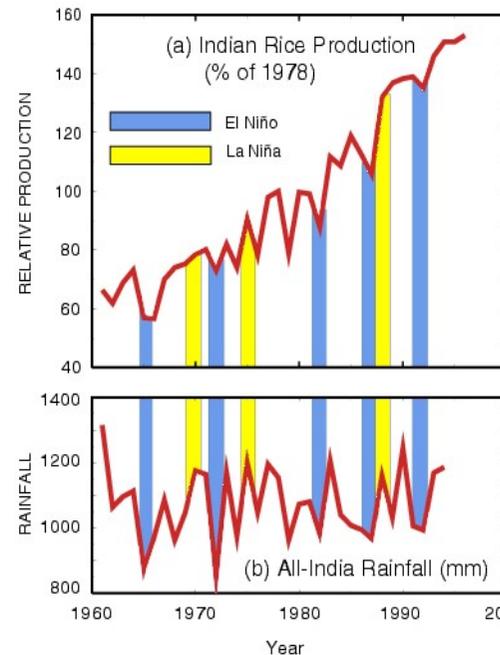
- Altas presiones.
- Fase positiva de NAO.



WARM EPISODE RELATIONSHIPS JUNE - AUGUST



Relationship of Indian Rice Production and Indian Rainfall



Sequías en el SE Asia:

- Fallo del monzón.
- 43 % eventos ENSO (Niños) son seguidos de sequía en la India

The role of tropical volcanic eruptions in exacerbating Indian droughts

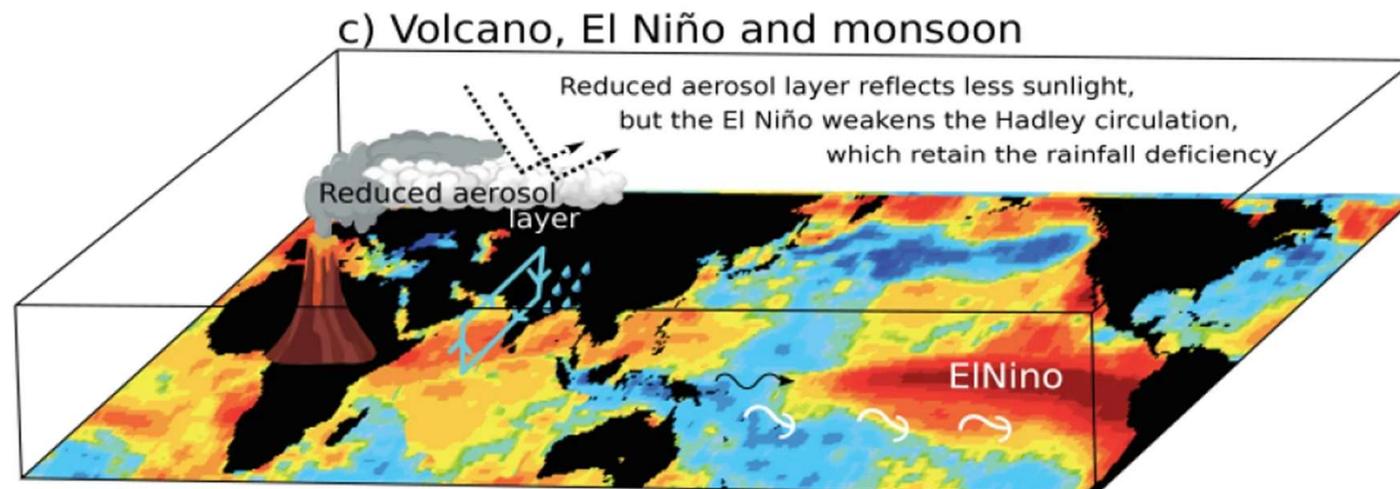
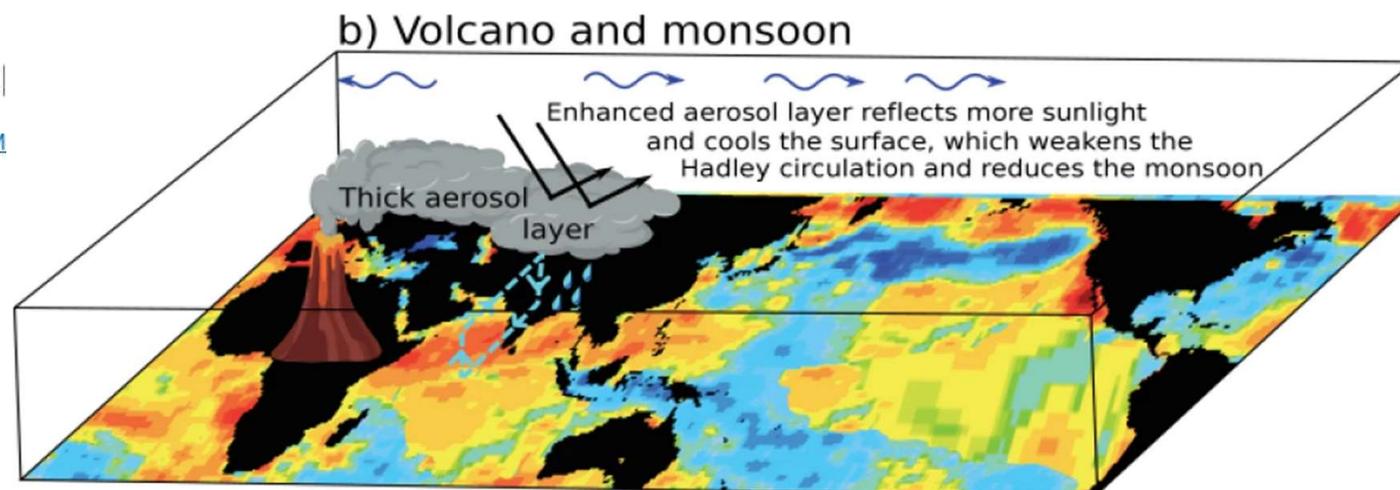
[Suvarna Fadnavis](#) , [Rolf Müller](#), [Tanusri Chakraborty](#), [T. P. Sabin](#), [Anton Laakso](#), [Alexandru Rap](#), [Sabine](#)

[Griessbach](#), [Jean-Paul Vernier](#) & [Simone Tilmes](#)

Scientific Reports **11**, Article number: 2714 (2021) |

3606 Accesses | 10 Citations | 25 Altmetric | [M](#)

CAUSAS: CONTRIBUCIONES SECUNDARIAS

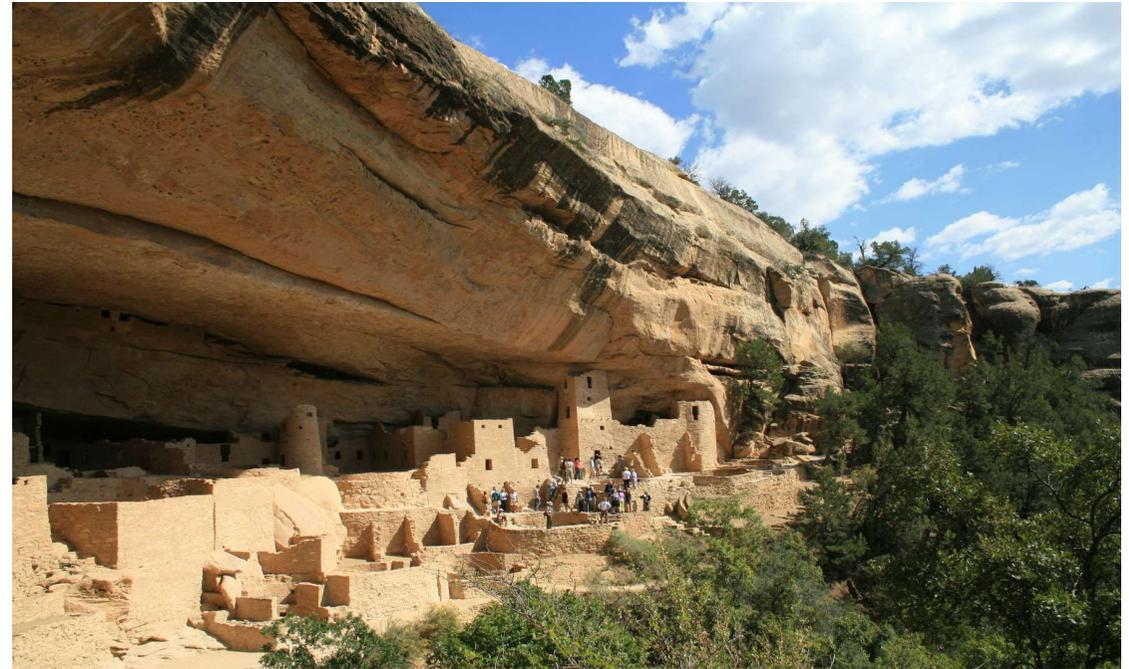


Forzamiento externo (vulcanismo, actividad solar).

Mecanismos de retroalimentación superficie terrestre-atmósfera

Los “Anasazi”.

Deforestación + erosión eólica (tormentas de polvo) → aumento de las temperaturas y reducción de las precipitaciones en verano.



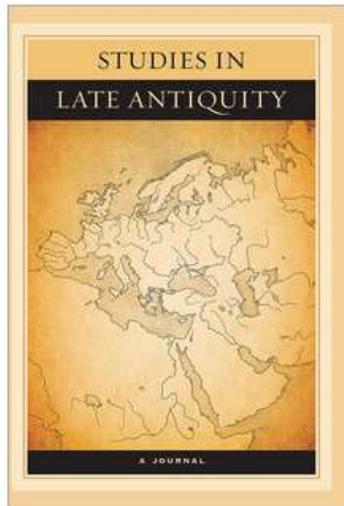
Los mayas del periodo clásico (800 - 1000)

Deforestación → reducción de la precipitación (10-20% a final del verano, 5-15% anual).



Volume 4, Issue 4

Winter 2020

[◀ Previous Article](#)[Next Article ▶](#)

RESEARCH ARTICLE | NOVEMBER 01 2020

Climate Change in the Breadbasket of the Roman Empire—Explaining the Decline of the Fayum Villages in the Third Century CE

Sabine R. Huebner

- * My gratitude goes to palaeoclimatologists Jürg Lutterbacher (Giessen/Geneva), Markus Stoffel (Geneva), and Dominik Fleitmann (Basel) for pointing me to relevant literature and data in their field and for reading and commenting on a draft of this paper. I also thank the anonymous peer readers for their invaluable input.

Studies in Late Antiquity (2020) 4 (4): 486–518.<https://doi.org/10.1525/sla.2020.4.4.486> Share ▾  Tools ▾

The paper focuses on one of the most productive wheat-growing regions in the entire Roman Empire, the Arsinoite nome (modern Fayum) in Egypt. Towards the end of the third century CE, multiple formerly thriving farming villages at the edges of the district went into decline and were eventually abandoned. This paper presents a new perspective on causes of this abandonment by synthesizing existing research. The papyri as well as the archaeological record imply that irrigation problems arising simultaneously from the third century CE lay at the heart of the problem and led to the progressive desertification of formerly agricultural land. The surviving documentation allows us to trace what increasing water stress meant on the ground for the local population and what adaptation strategies they undertook to deal with the degradation and desertification of their farmlands. While socio-economic factors certainly played a role in the decline of these settlements, a change in environmental conditions should be considered as well. In fact, natural proxies record a general shift in East African Monsoon patterns at the source areas of the Nile and consecutively lower Nile flood levels from the beginning of the third century on.

CITING ARTICLES VIA

[Google Scholar](#)[Latest](#) [Most Read](#) [Most Cited](#)

Imagine the Table, the Bed, the Shoes! John Chrysostom on the Affective Power of Imagined Objects

From the Mishnah to Muhammad: Jewish Traditions of Late Antiquity and the Composition of the Qur'an

Emphyteusis in a Time of Death: What Can Laws on Church Property Really Tell Us about the Sixth-Century Plague?

Review: *The Essentials of Governance*, by Wu Jing

Review: *The Slow Fall of Babel: Languages and Identities in Late Antique Christianity*, by Yuliya Minets



**Journal of Roman
Archaeology**

Article contents

Abstract

Historical accounts of
the Huns

Huns and Xiongnu: is
there a link?

Huns in the
Carpathian Basin

Economic practice
and identity

The role of drought during the Hunnic incursions into central-east Europe in the 4th and 5th c. CE

Published online by Cambridge University Press: 14 December 2022

Susanne E. Hakenbeck  and Ulf Büntgen 

Show author details 

Article

Figures

Metrics



Save PDF

 Share

 Cite



Rights & Permissions

Abstract

The Hunnic incursions into eastern and central Europe in the 4th and 5th c. CE have historically been considered one of the key factors in bringing the Roman Empire to an end. However, both the origins of the Huns and their impact on the late Roman provinces remain poorly understood. Here we provide a new, combined assessment of the archaeological, historical, and environmental evidence. Hunnic raids and warfare within the Roman provinces are most intensely attested for the first half of the 5th c. We propose that severe drought spells in the 430s to 450s CE disrupted the economic organization of the incomers and local provincial populations, requiring both to adopt strategies to buffer against economic challenges. We argue that the Huns' apparently inexplicable violence may have been one strategy for coping with climatic extremes within a wider context of the social and economic changes that occurred

MEGASEQUÍA EN EL ASIA MONZÓNICA: ANGKOR



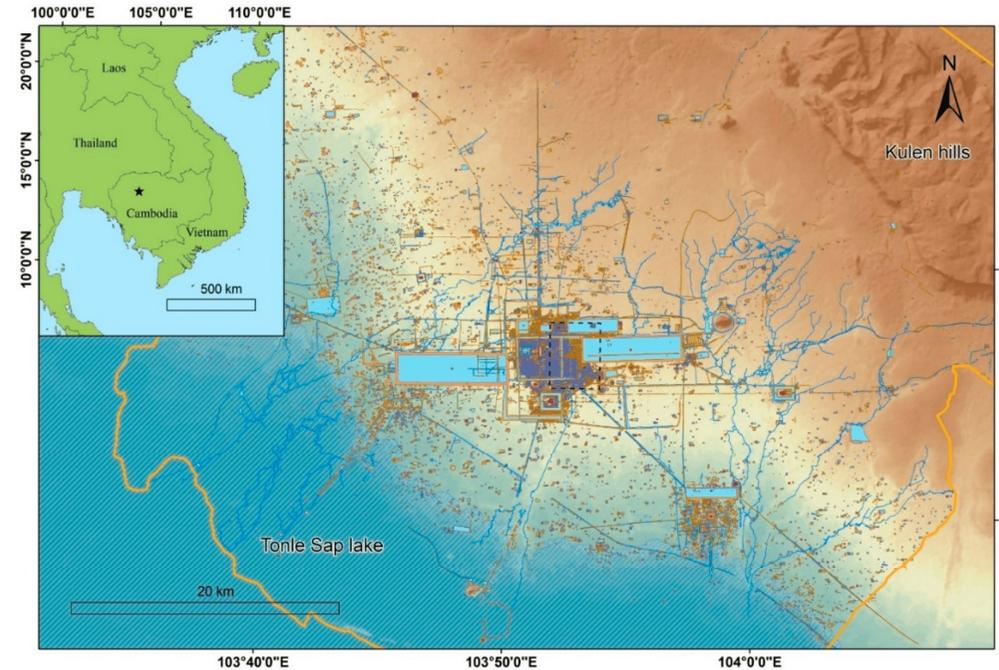
Civilización urbana en Camboya.

Siglos IX hasta XIV d.C.

Declive posterior (despoblación gradual por reubicación de la capital en Longvek, cerca de la actual Phnom Penh) precipitado por:

- Conflictos sociales y políticos (internos) + invasiones extranjeras.
- Creciente dependencia económica del comercio internacional.
- Monzones severos y sequías que estresaron el sistema de gestión del agua

El gran ANGKOR



Open Access Article

Deciphering a Timeline of Demise at Medieval Angkor, Cambodia Using Remote Sensing

by Sarah Klassen^{1,2,*}, Tiago Attorre³, David Brotherson⁴, Rachna Chhay⁵, Wayne Johnson⁶, Ian Moffat³ and Roland Fletcher⁷

¹ Department of Anthropology, University of British Columbia, Vancouver, BC V6T 1Z4, Canada

² Department of Archaeological Sciences of the Faculty of Archaeology, Leiden University, 2311 EZ Leiden, The Netherlands

³ Archaeology, College of Humanities, Arts and Social Sciences, Flinders University, Adelaide 5000, Australia

⁴ School of Humanities, Nanyang Technological University, Singapore 639798, Singapore

⁵ APSARA National Authority, Ampil, Siem Reap 17261, Cambodia

⁶ Strategic Planning & Heritage, Department of Planning, Industry, and Environment, Sydney 2150, Australia

⁷ Department of Archaeology, University of Sydney, Sydney 2006, Australia

* Author to whom correspondence should be addressed.

Remote Sens. 2021, 13(11), 2094; <https://doi.org/10.3390/rs13112094>

Received: 25 March 2021 / Revised: 19 May 2021 / Accepted: 22 May 2021 / Published: 27 May 2021

(This article belongs to the Special Issue Remote Sensing of Past Human Land Use)

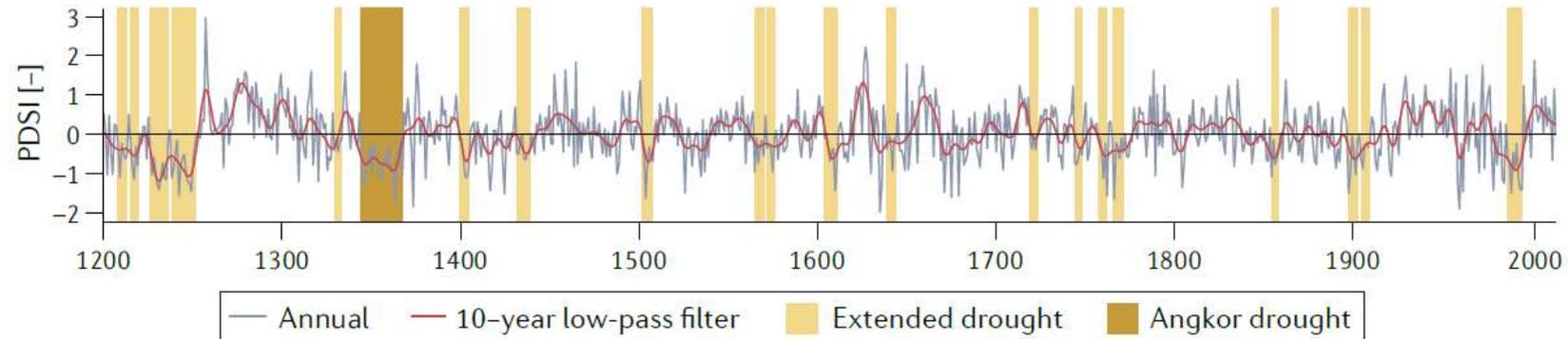
Download

Browse Figures

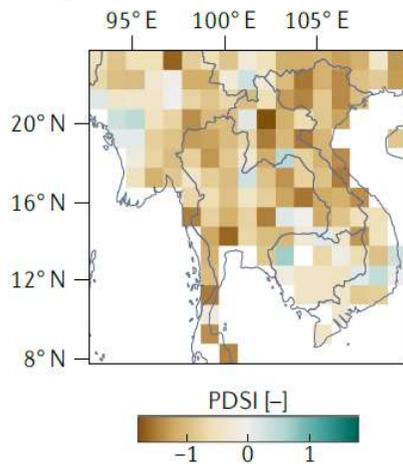
Versions Notes

21 períodos de sequía en los últimos ~ 800 años.

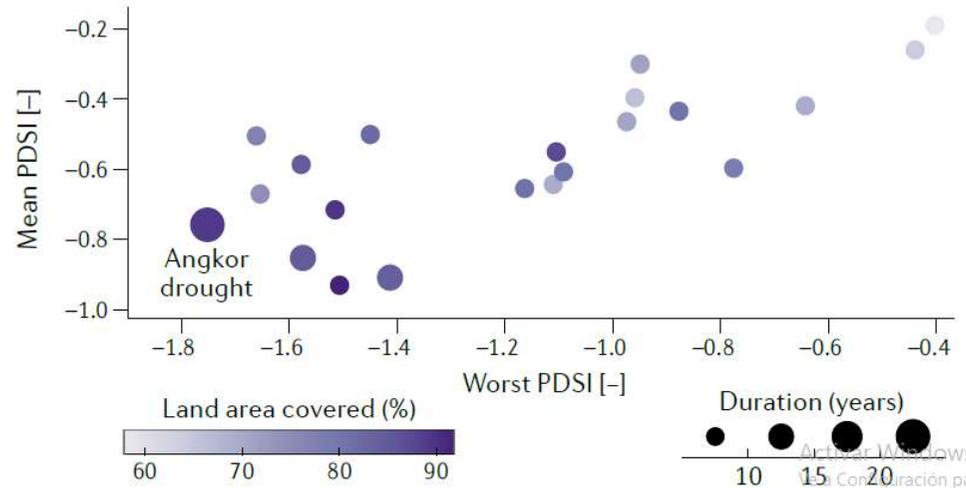
a Southeast Asia PDSI time series



b Spatial extent of Angkor drought



c Drought comparison



Entre 1344 y 1367:
La más persistente
(24 años) y severa.
La tercera sequía
más extensa (89%
de la región)

Reducción del caudal del Mekong (2/3 STD por debajo de lo normal) → sellado de los embalses para minimizar las pérdidas de agua.

Inundación catastrófica (1375 CE) → reducción de su capacidad hidráulica durante la siguiente gran sequía (aproximadamente 1399-1404 CE) y la secuencia de inundaciones → abandono de la región.

Drought as a possible contributor to the Visigothic Kingdom crisis and Islamic expansion in the Iberian Peninsula

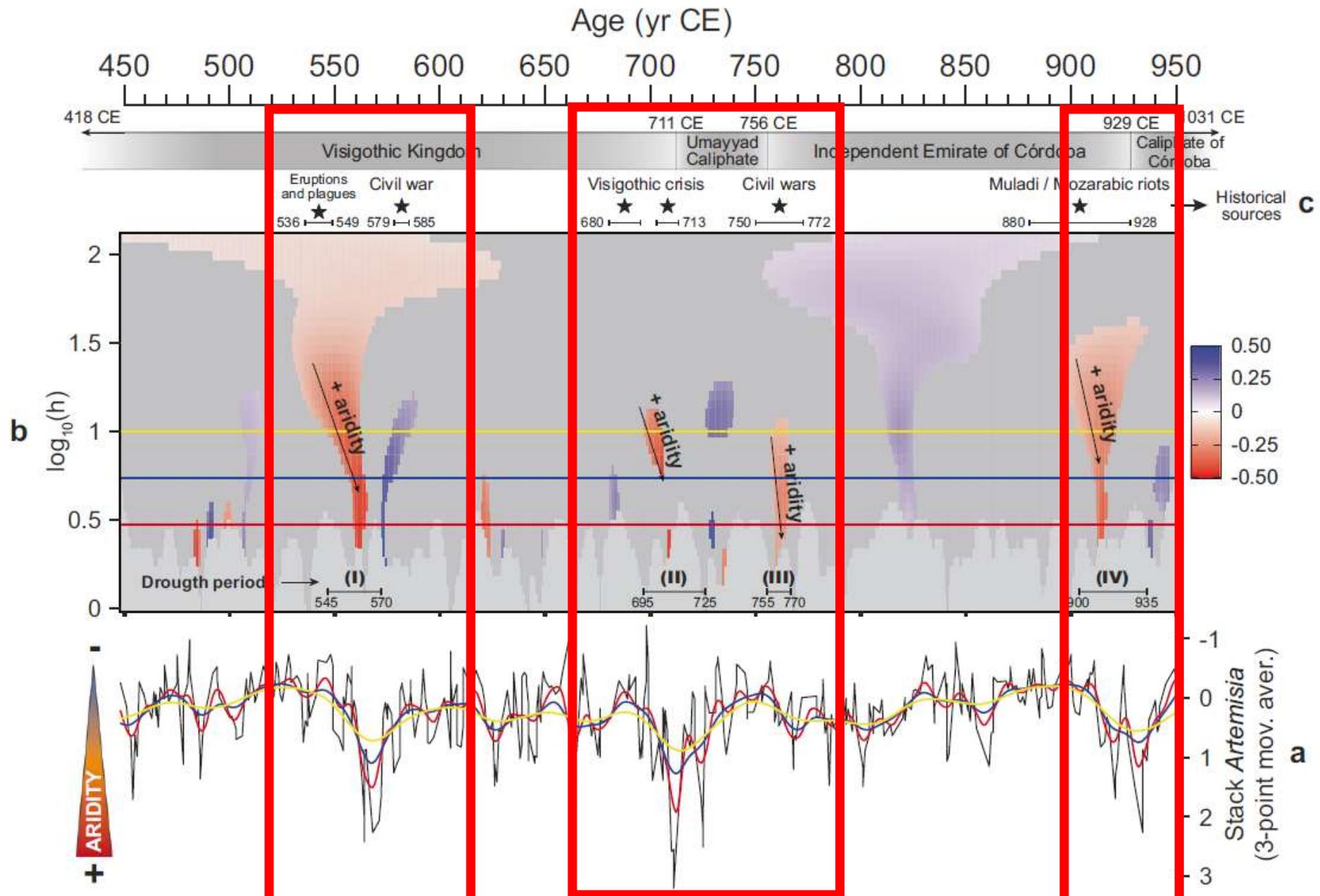
Received: 8 November 2022

Accepted: 1 September 2023

Jon Camuera¹✉, Francisco J. Jiménez-Espejo¹✉, José Soto-Chica²,
Gonzalo Jiménez-Moreno³, Antonio García-Alix³, María J. Ramos-Román⁴,
Leena Ruha^{5,6} & Manuel Castro-Priego⁷

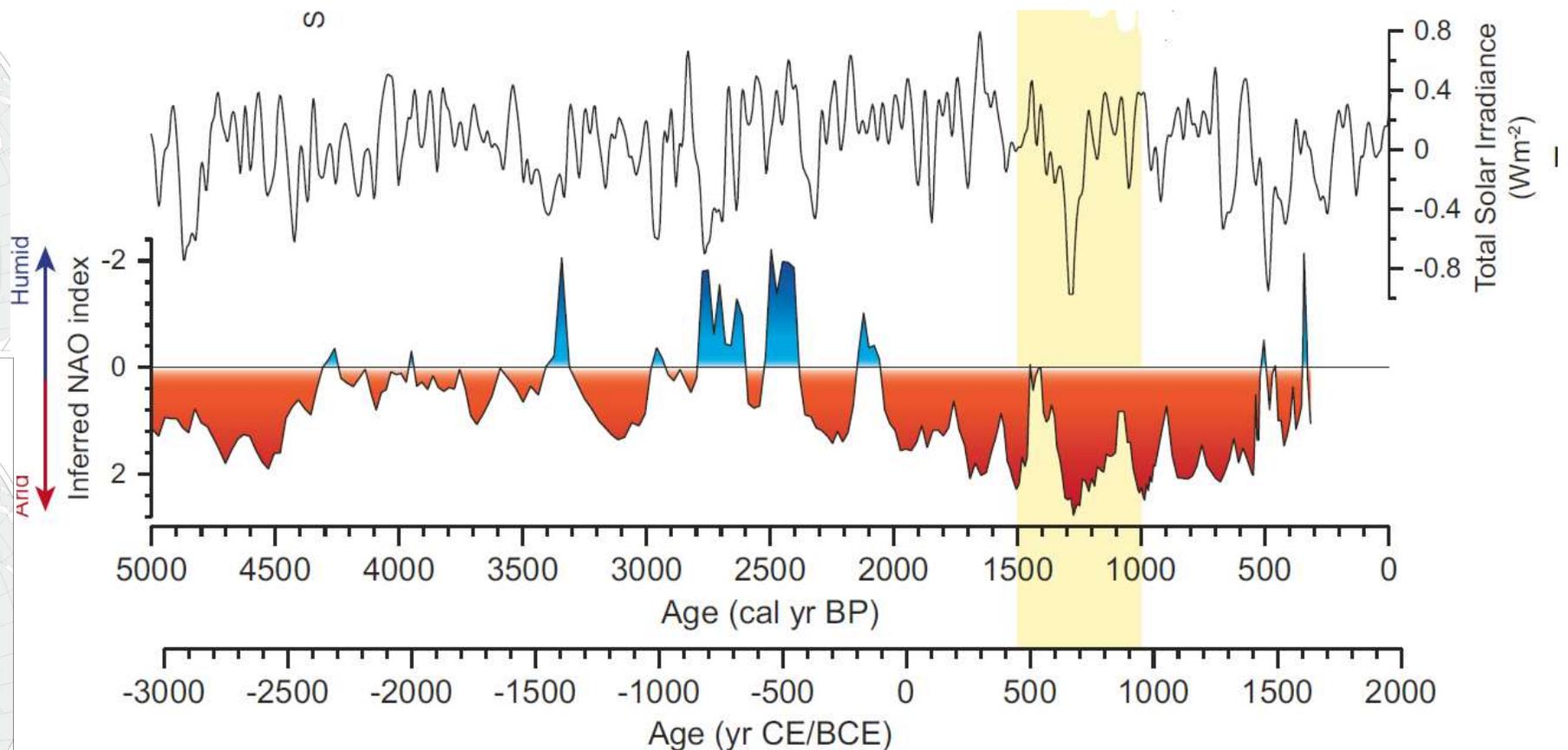
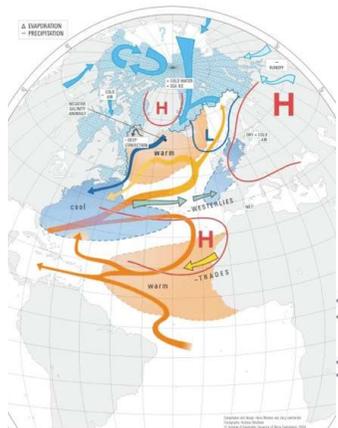


¿Podría contribuir las sequías a la inestabilidad del reino visigodo y de la España musulmana precalifal?



Posibles mecanismos climáticos:

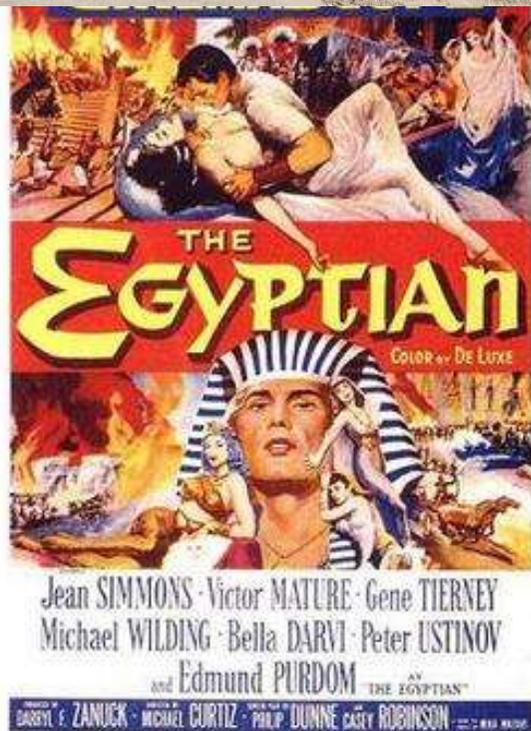
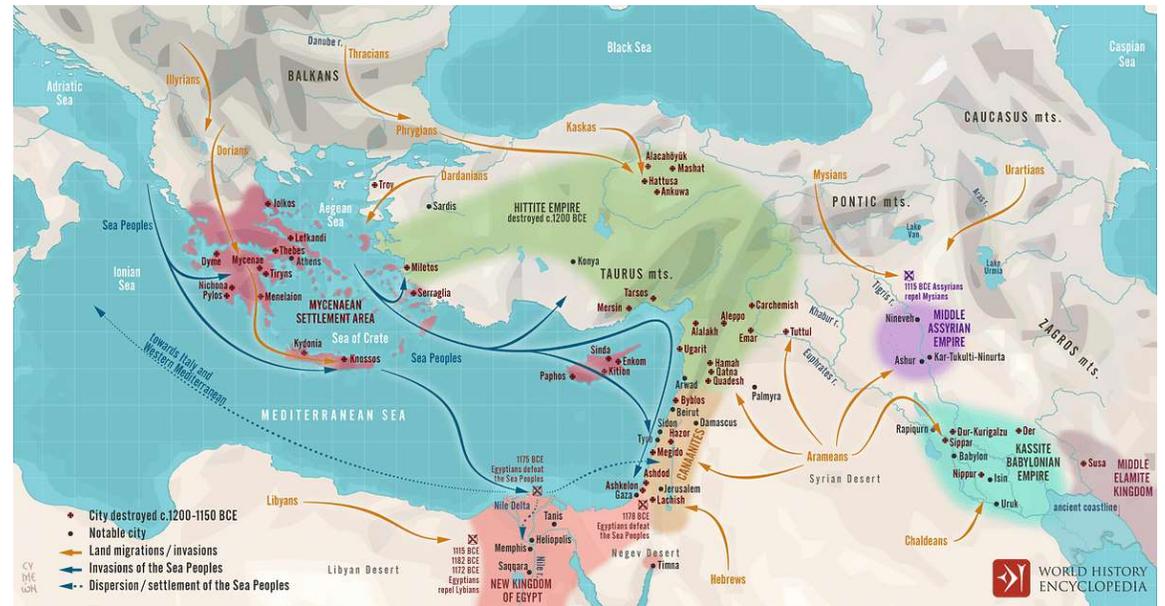
- La actividad solar.
 - *Enfriamiento global* → una reducción en la advección de masas de agua en el Atlántico, menor actividad de las borrascas en el Mediterráneo.
- La dinámica atmosférica interna (Oscilación del Atlántico Norte, NAO)
 - *Sequía en el Mediterráneo* → fases positiva de NAO → menos precipitaciones invernales.





**EL COLAPSO DE
LA EDAD DE
BRONCE
TARDÍA:
Una serie de
eventos
desafortunados**

El mundo del Mediterráneo Oriental durante la BA



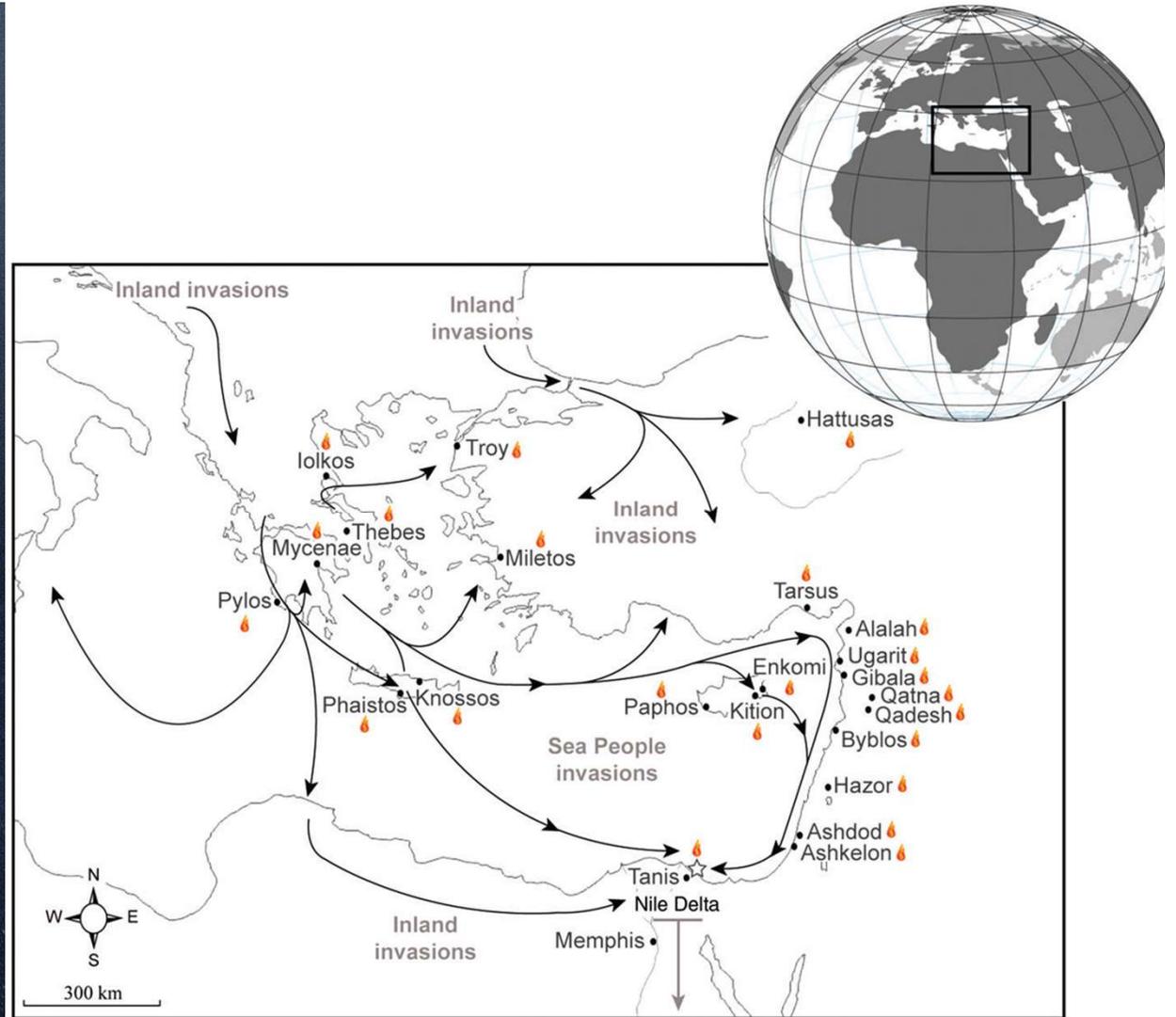
¿Qué sabemos?

Dos momentos de "colapso" social a gran escala en el Mediterráneo:

- **Colapso de la Edad del Bronce Temprano (EBAC)** entre ca. 4,45 y 3,95 ka BP:
 - Declive del imperio acadio
 - Creciente abandono de las ciudades mesopotámicas y levantinas circundantes
- **Colapso de la Edad del Bronce Tardío (LBAC)** entre ca. 3,20 y 3,05 ka BP,
 - Desintegración de los imperios micénico, hitita y asirio

¿Qué sabemos del LBAC?

Evidencia **epigráfica** de escasez de alimentos y hambruna



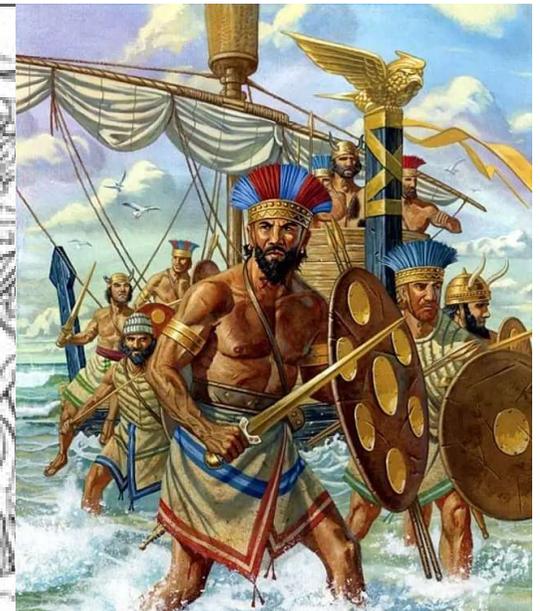
Abandono de núcleos urbanos en el Levante.

¿Qué sabemos del LBAC?



Desestabilización en Egipto

¿Invasiones o migraciones?

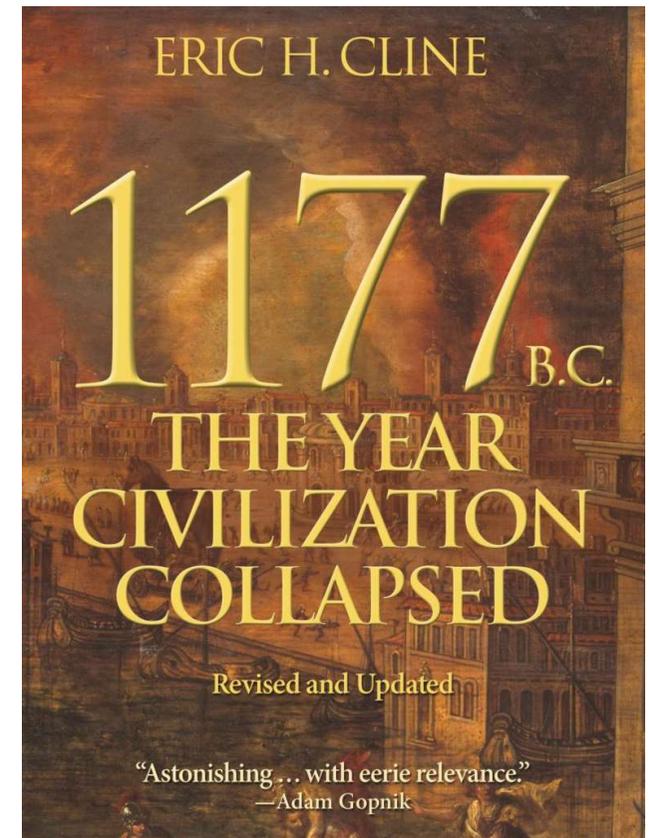


¿Qué sabemos?

- Posibles causas del "colapso"
 - ✓ Sociales: élite aristocrática vs resto población).
 - ✓ Innovaciones tecnológicas:
 - *Guerra: hierro → armas más baratas → ejércitos más numerosos (fin del carro de guerra).*
 - ✓ Interrupción de los vínculos comerciales.
 - ✓ Ambientales:
 - *Inestabilidad tectónica.*
 - *Pandemia: peste bubónica procedente de Asia central.*

- **Megasequía.**

- Hipótesis multicausal (“tormenta perfecta”)



Advanced Review

Drought and societal collapse 3200 years ago in the Eastern Mediterranean: a review

David Kaniewski,^{1,2,3*} Joël Guiot⁴ and Elise Van Campo^{1,2}

<https://doi.org/10.1080/01916122.2022.2067259>



OPEN ACCESS

High-resolution Bronze Age palaeoenvironmental change in the Eastern Mediterranean: exploring the links between climate and societies

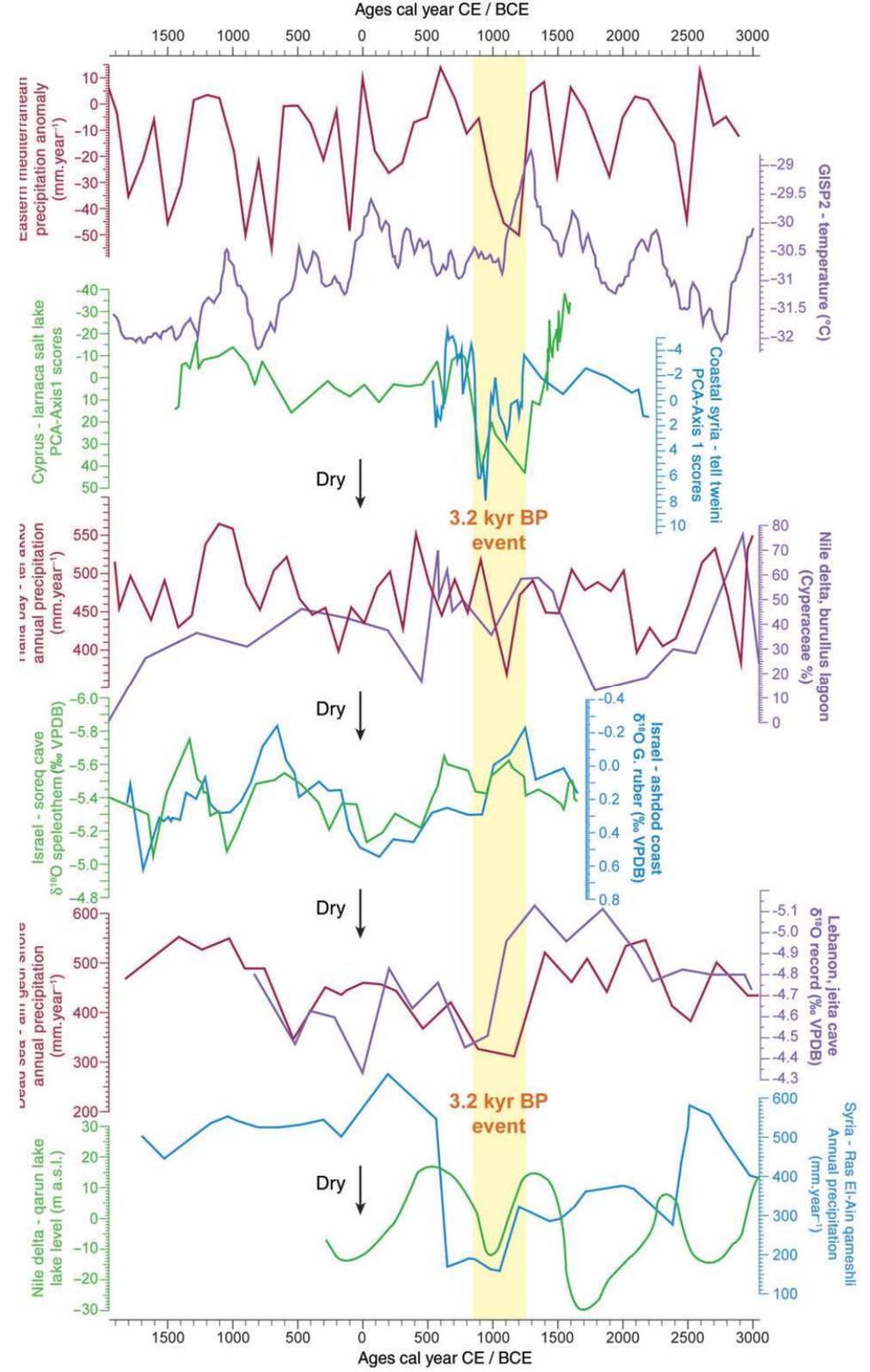
Calian J. Hazell , Matthew J. Pound  and Emma P. Hocking 

Department of Geography & Environmental Sciences, Northumbria University, Newcastle upon Tyne, UK

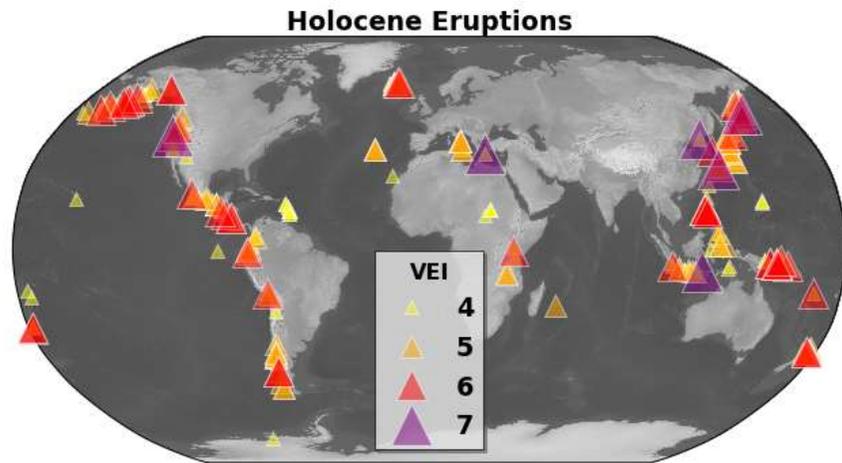
¿Evidencias paleoclimáticas?

Dos eventos climáticos abruptos, de carácter frío y árido:

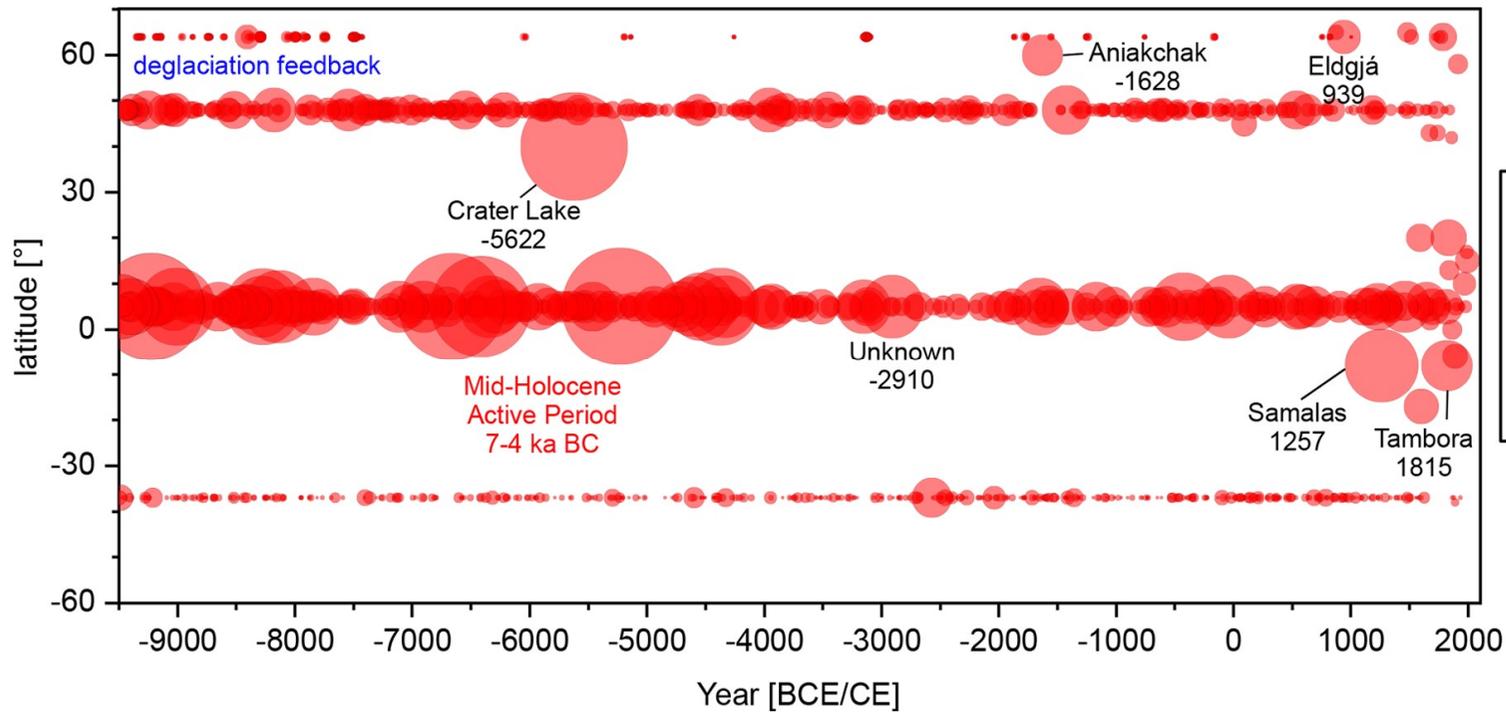
- **Evento de 4,2 ky** (entre 4,50 y 3,90 ka BP) → colapso de la Edad del Bronce Temprano (EBAC).
- **Evento 3,2 ky:** tres pulsos (árido/frío, húmedo/frío, árido), entre 3,35 y 2,80 ka BP → colapso de la Edad del Bronce Tardío (LBAC).



¿Evidencias del 3.2 ky?



¿Un invierno volcánico?



**GONE WITH THE WIND:
La DUST BOWL en las Grandes Llanuras
de EEUU**



¿Qué fue?

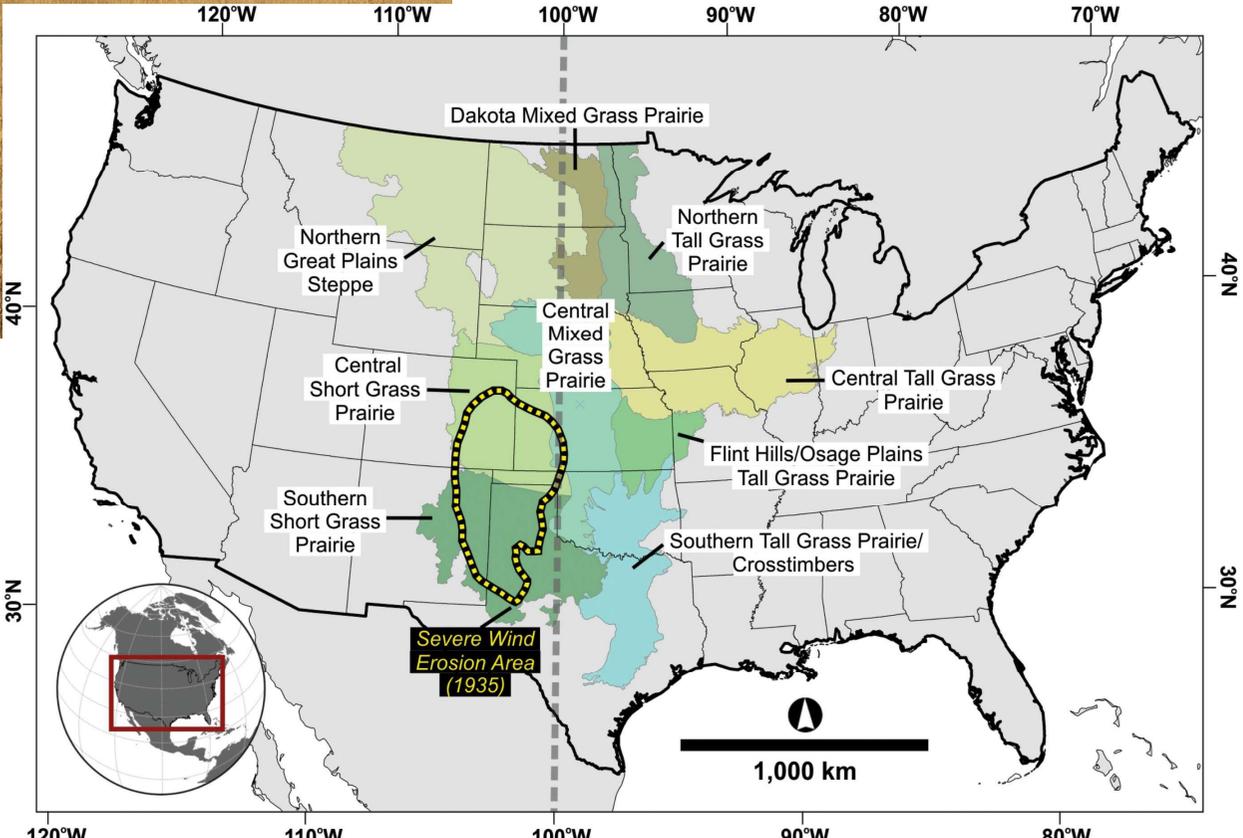
- ❑ Uno de los peores desastres ambientales del siglo XX.
- ❑ ¿Dónde?: Grandes Llanuras del Sur (EE. UU) década de 1930.
- ❑ Combinación de procesos naturales (sequía severa, y tormentas de polvo) interactuando con malas prácticas de uso del territorio (erosión eólica).



Antecedentes ecológicos

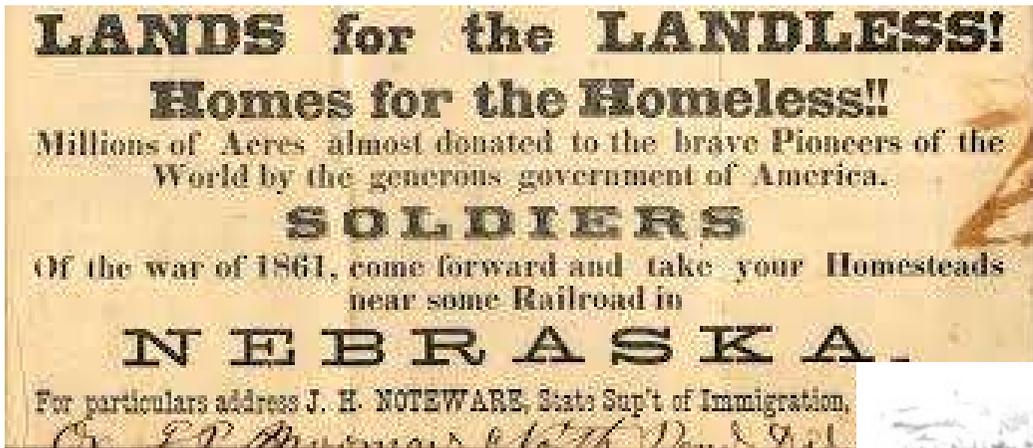


El Gran Desierto Americano

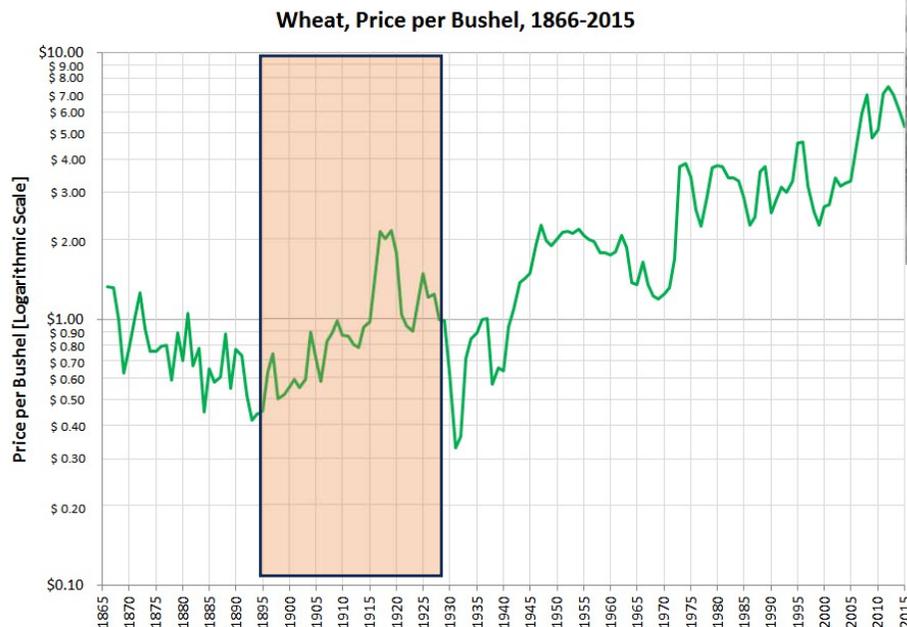


Un poco de historia

la última gran área de tierra pública abierta a colonos



Aumento precios



Mejoras tecnológicas



Una falacia
climatológica:
"la lluvia sigue
al arado"

- Premisa básica: la agricultura aumenta las precipitaciones.
- Popular en USA y Australia a finales del siglo XIX. ¿Destino Manifiesto? Misión de expandir su forma de democracia y libertad.
- Justificación del asentamiento y cultivo de trigo en tierras marginales (Grandes Llanuras, Australia del Sur).

Malas prácticas agrícolas

- Desconocimiento de la ecología de ecosistemas semiáridos: no se aplicaron métodos para prevenir la erosión eólica



EJEMPLO: reemplazo del arado Lister por el de disco (tarea más rápida y barata → reducción del tiempo 75% pero

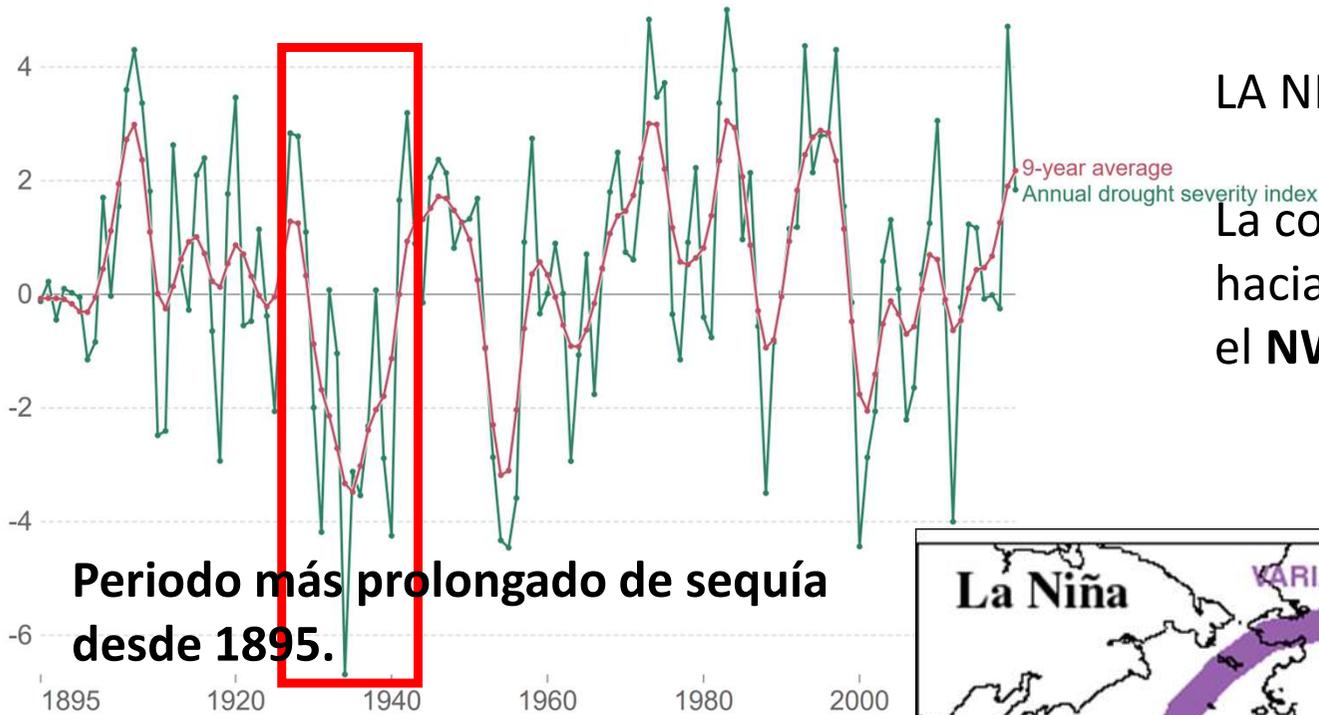
- *Pulveriza el suelo y no crea surcos profundos*
- *Elimina plantas nativas de raíces profundas.*
- *Privar al suelo de nutrientes orgánicos.*

La sequía seca la capa superior del suelo y la convirtió en polvo.

Sequía

Drought severity index, United States

The Palmer Drought Severity Index is the most widely used index to measure drought severity over time. An index value of zero represents the average moisture conditions observed between 1931 and 1990. Positive values mean wetter than average, negatives mean drier than average.



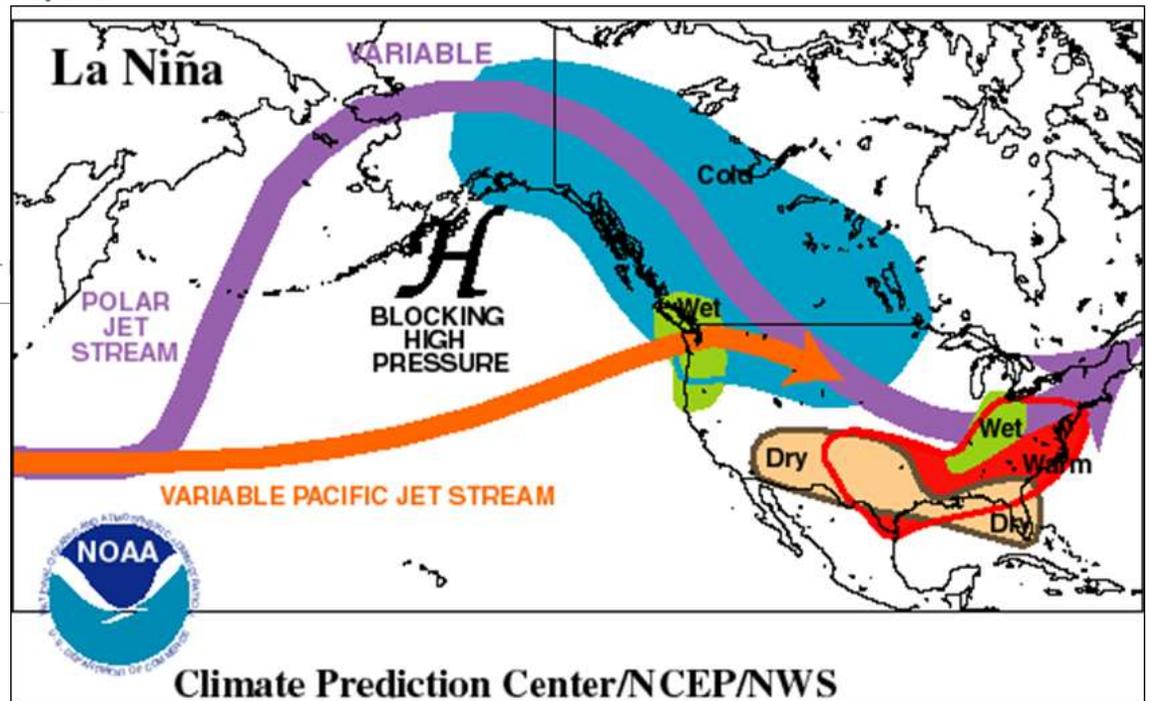
Periodo más prolongado de sequía desde 1895.

Source: NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) via the US EPA
 Note: A value between -2 and -3 indicates moderate drought, -3 to -4 is severe drought, and -4 or

LA NIÑA

La corriente en chorro se desplaza hacia el norte y las borrascas alcanzan el NW de EE.UU.

El SE de EE. UU. permanece bajo condiciones de gran estabilidad (anticiclónicas, sin lluvia, cielos despejados...)



Consecuencias



El polvo arrastrado por los vientos que formaban enormes nubes ("ventiscas negras" o "rodillos negros").

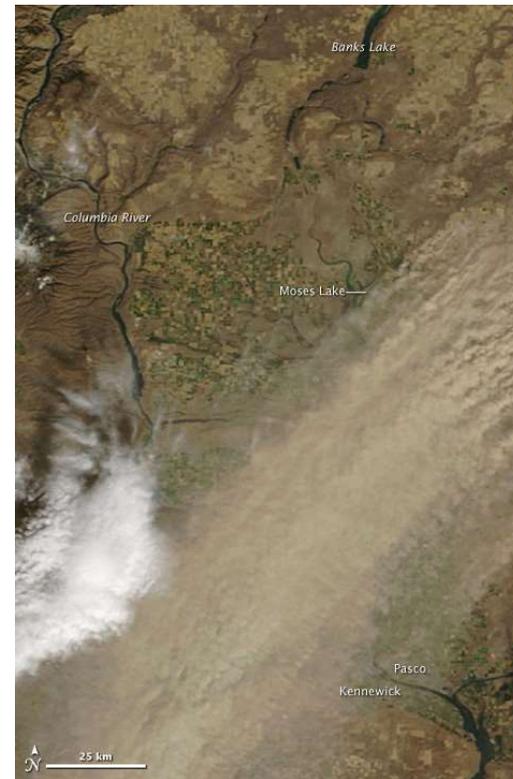


TABLE 1.—Duststorms at Amarillo, Tex.—Continued

Date	Visibility	Prevailing wind direction during duststorm	Duration of dust-storm	Duration of lowest visibility	Highest wind velocity during dust-storm	Year, 1
Year, 1934—Continued		Miles	Hours	Hours	M. p. h.	Year, 1
Apr. 12	2	NE	4	2	14	Mar. 4-5
Apr. 13	3	SW	4	2	28	Mar. 5
Apr. 14	4	NW	4	2	30	Mar. 6
Apr. 22	3	E	0	2	29	Mar. 8
Apr. 23	3	SW	11	0	18	Mar. 13
Apr. 24	2	E	19	7	24	Mar. 13
Apr. 25	5	S	5	3	30	Mar. 18
Apr. 26	1	N	6	3	28	Mar. 19
Apr. 27	2	NE	5	2	34	Mar. 20
May 3	4	SW	2	2	35	Mar. 21
May 4	2	NW	4	2	19	Mar. 22
May 13	1	N	5	3	40	Mar. 26
May 14	5	N	3	1	28	Mar. 27
June 15	5	S	1	1	18	Mar. 28
June 20	5	SW	5	1	17	
June 22	6	SW	4	4	32	
July 5	2	SW	8	1	20	Feb. 3
Aug. 2	6	E	10	1	16	Feb. 7-8
Sept. 2	3	NE	8	1	60	Feb. 9
Sept. 3	5	NE	2	1	40	Feb. 12
Sept. 6	6	NE	2	1	49	Feb. 13
Sept. 20	3	NE	7	1	48	Feb. 14
Sept. 22	14	SW	1	2	42	Feb. 16
Sept. 25	6	SW	2	2	40	Feb. 17
Oct. 8	5	NE	1	1	17	Feb. 23
Oct. 15	2	SW	8	8	44	Feb. 24
Nov. 2	14	SW	11	1	44	Feb. 25
Nov. 4	1	NW	8	1	40	Feb. 25
Nov. 21	14	NW	14	2	35	Feb. 26
Dec. 1	4	W	2	2	58	Mar. 1
Dec. 2	3	W	7	2	28	Mar. 3
Dec. 5	15	NE	1	1	25	Mar. 4
Dec. 31	34	N	4	4	52	Mar. 5
Year, 1935						
Jan. 3	5	NE	7	5	27	Mar. 12
Jan. 12	2	W	4	2	41	Mar. 14
Jan. 12-13	2	NE	8	2	39	Mar. 15
Jan. 16	14	W	10	1	56	Mar. 16
Jan. 17	6	SE	4	1	29	Mar. 17
Jan. 19	4	SE	1	1	28	Mar. 17
Jan. 20	4	SE	2	1	23	Mar. 19
Jan. 21	3	SE	1	1	19	Mar. 21
Feb. 13	3	NE	6	1	40	Mar. 22
Feb. 14	4	NW	1	1	24	Mar. 23
Feb. 15	14	N	11	2	30	Mar. 24
Feb. 16	6	NE	2	2	34	Mar. 24
Feb. 17	6	NE	1	1	8	Mar. 25
Feb. 18	14	W	7	1	15	Mar. 27
Feb. 21	14	W	12	2	42	Mar. 28
Feb. 21-22	0	NE	1	1	46	Mar. 29
Feb. 22	4	SE	1	1	7	Mar. 30
Feb. 23-24-25	6	N	56	1	44	Mar. 30
Feb. 27	6	N	1	1	18	Mar. 31
Feb. 28	14	SW	9	2	24	
Mar. 3	0	W	4	11	48	

https://www.google.com/search?q=dust+cloud+youtube+arizona&client=firefox-b&sca_esv=583062323&ei=DF5WZfWpIYqQkdUPyqAl&ved=0ahUKEwj138vkkcmCAXJKSKQEHUpQCQAQ4dUDCA8&uact=5&oq=dust+cloud+youtube+arizona&gs_l=EG&and3Mtd2I6LXNlcnAiGmR1c3QgY2xvdWQgeW91dHViZSBhcml6b25hMgUQIRigATIEEYFhgeGB1I8BNQpAVYrxBwAXgBkAEAmAG8AaABYAEqAQMzLjW4AQPIAQD4AQHIC&goQABhHGNYEGLADwgIGEAAYFhgewgIIEAAYFhgEGArCAGQQIRgV4gMEGAAgQYgG&ZAGAg&sclient=gws-wiz-serp#vhid=sKvQ_ZNmKsbY9M&vssid=videos-97e68475

Form No. 1906—May 11 U. S. Department of Agriculture, Weather Bureau

SPECIAL OBSERVERS' METEOROLOGICAL

Month of *April* 1935 Station *Beaver* (Co.)

BEAVER OK Hour of Observ

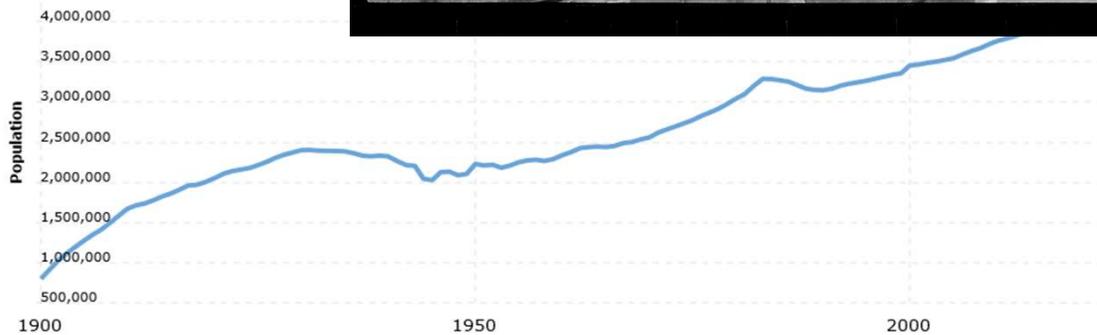
State, *OK* Latitude, *35* Longitude, *103* Meridian of Time

DATE	TEMPERATURE		PRECIPITATION	WIND	DIRECTION	FORCE	STATE OF SKY	TIME OF DAY	REMARKS
	MAX.	MIN.							
4-1	60	32	0	0			0	0000	210
4-2	50	30	0	0			0	0000	210
4-3	54	29	0	0			0	0000	210
4-4	60	34	0	0			0	0000	210
4-5	53	39	0	0			0	0000	210
4-6	52	30	0	0			0	0000	210
4-7	66	32	0	0			0	0000	210
4-8	60	35	0	0			0	0000	210
4-9	56	43	0	0			0	0000	210
4-10	58	40	0	0			0	0000	210
4-11	70	38	0	0			0	0000	210
4-12	53	39	0	0			0	0000	210
4-13	85	36	0	0			0	0000	210
4-14	61	39	0	0			0	0000	210
4-15	60	37	0	0			0	0000	210
4-16	67	38	0	0			0	0000	210
4-17	52	34	0	0			0	0000	210
4-18	67	35	0	0			0	0000	210
4-19	65	36	0	0			0	0000	210
4-20	67	37	0	0			0	0000	210
4-21	66	37	0	0			0	0000	210
4-22	67	37	0	0			0	0000	210
4-23	66	37	0	0			0	0000	210
4-24	66	37	0	0			0	0000	210
4-25	66	37	0	0			0	0000	210
4-26	66	37	0	0			0	0000	210
4-27	66	37	0	0			0	0000	210
4-28	66	37	0	0			0	0000	210
4-29	66	37	0	0			0	0000	210
4-30	66	37	0	0			0	0000	210
4-31	66	37	0	0			0	0000	210

0.05 0

W T O

Consecuencias



Necesidad de profundizar la relación entre el clima y la sociedad → **SI**

¿Son las variaciones climáticas causa única de cambios políticos, económicos y sociales → **PROBABLEMENTE NO**

Al analizar la evolución histórica, se deben evitar las causas únicas e integrar los factores ambientales, políticos, económicos y sociales en una cadena.

MUCHAS
GRACIAS

