

Navegando nuestra nueva realidad climática

Navigating our new climate reality

María Mercedes Menéndez Hernández

Resumen

El cambio climático hoy en día es uno de los temas científicos que más se difunde en la sociedad, como tema de clase en la formación primaria y secundaria, en algunas carreras universitarias, en los medios de comunicación y hasta en charlas entre amigos tomando café. Debido a esto, es de suma importancia explicar el papel que los océanos juegan en este fenómeno y como toda la vida que depende directa o indirectamente de ellos, se ve afectada por este fenómeno que tiende a intensificarse.

Palabras clave: Aumento en el nivel del mar, acidificación oceánica, blanqueamiento de corales, impacto humano, calentamiento global.

Abstract

Climate change is currently one of the most widely discussed scientific topics in society, from classroom discussions in primary and secondary education, to university courses, media coverage, and even casual chats among friends over coffee. Given this, it's crucial to explain the role that the oceans play in this phenomenon and how all life, whether directly or indirectly dependent on them, is impacted by this intensifying event.

Keywords: Sea level rise, ocean acidification, coral bleaching, human impact, global warming.



Presentado: abril 2023

Aceptado: junio 2023

Escuela de Biología
Universidad de El Salvador
mh15043@ues.edu.sv



Imaginemos que estamos dentro de una piscina, disfrutando de un ambiente fresco con la temperatura del agua en su punto ideal, y de un momento a otro, la temperatura y el nivel del agua se elevan rápidamente, así que comenzamos a nadar para buscar la salida, sin embargo, un poco de agua entra en nuestros ojos y arden demasiado, porque recién acaban de colocar cloro en la piscina. Luego de tanto esfuerzo, con ojos irritados, agua en las fosas nasales y la piel roja por quemaduras leves, logramos salir y respirar aliviados. Al vivir esta situación tan desesperante, es imposible no preguntarnos lo que hubiera sucedido si no encontráramos la salida con la rapidez en la que todo el ambiente cambió; ¿Hubiéramos podido adaptarnos a este cambio? Ahora imaginemos si una situación similar la viviesen pequeños peces, estrellas de mar, algas y otros miembros de la biodiversidad marina.

Esta reflexión nos lleva a una realidad más amplia y preocupante: **el impacto del calentamiento global en nuestros océanos**. En esta nota nos dedicaremos a explicar las consecuencias que las alteraciones en el clima tienen sobre la vida oceánica.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (ONU, 1992) define estas alteraciones climáticas como aquellas que se atribuyen directa o indirectamente a la actividad humana, y que pueden alterar la composición de la atmósfera mundial, afectando así la variabilidad normal del clima. En este sentido, estas alteraciones climáticas pueden tener impactos significativos en los océanos, tales como el aumento de la temperatura y del nivel del mar, también la modificación química y física de los océanos.

Reflejando esta relación entre atmósfera y océanos, La Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2017 explica cómo el mar y la atmósfera, están interconectados y sufren impactos debido al cambio climático. Dicha interconexión funciona así: el calor se transfiere de la atmósfera hacia el océano, ocasionando una elevación en la temperatura del agua; así mismo, existe también un

intercambio de gases; el mar absorbe el dióxido de carbono (CO_2) atmosférico y la atmósfera absorbe el oxígeno oceánico (Figura 1). Este proceso de absorción de dióxido de carbono por el océano es un componente clave de lo que se conoce como la **“bomba biológica”** (que es parte fundamental del ciclo del carbono en nuestro planeta), ya que, en este proceso, el fitoplancton marino, compuesto de microalgas, absorben dióxido de carbono para realizar fotosíntesis. A medida que estos organismos viven y mueren, transportan el carbono desde la superficie del océano hacia las profundidades (Organismo Internacional de Energía, 2017). Estos elementos físicos, químicos y biológicos que ocurren en los océanos desempeñan un papel crucial en mantener el equilibrio climático de nuestro planeta. Cualquier variación en estos parámetros puede afectar directamente el clima a nivel mundial. Los océanos, al actuar como reguladores de temperatura y albergar ciclos complejos de carbono y nutrientes, los hace esenciales para la estabilidad del sistema climático terrestre. Por lo tanto, cambios en estos procesos oceánicos tienen repercusiones significativas en el clima global.

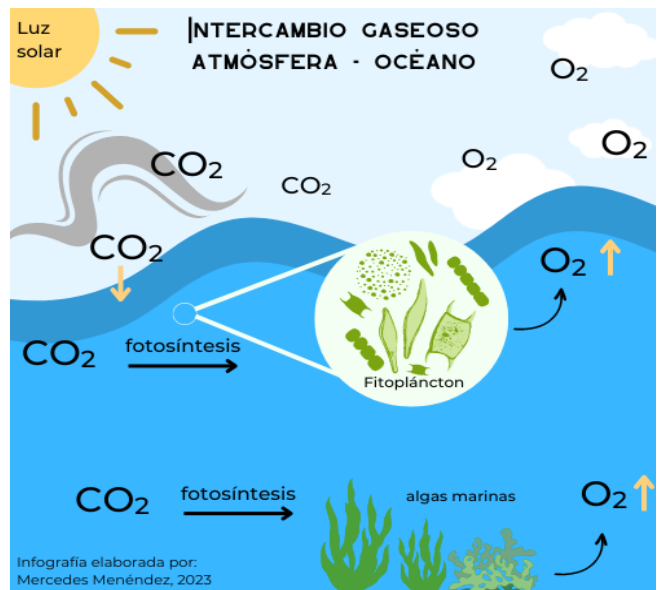


Figura 1. Se muestra esquemáticamente el intercambio de gases entre la atmósfera y el océano. Fuente: modificada de “Los efectos del cambio climático y los cambios atmosféricos conexos en los océanos, resumen técnico de la primera evaluación integrada del medio marino a escala mundial”, ONU 2017.

Esta compleja dinámica entre el mar y la atmósfera, no solo afecta la absorción de CO₂ en el océano, sino que también tiene impactos directos en los ecosistemas marinos, como cuando ocurre el efecto del **blanqueamiento coralino**; fenómeno que en estos últimos años se ha convertido en tema de investigación y preocupación para los científicos. El blanqueamiento de los corales ocurre por el abandono o muerte de las microalgas llamadas **zooxantelas** que habitan por millares en los tejidos. La **simbiosis** con las zooxantelas le permite al coral obtener suplementos alimenticios, además de conferirle sus llamativos colores. Las zooxantelas son expulsadas de los corales cuando

la temperatura del océano aumenta, esto se debe a que estas solo pueden sobrevivir en aguas cuya temperatura oscile entre los 18°C y 30°C, entonces las microalgas al tener flagelos, migran hacia aguas que les ofrecen mejores condiciones de temperatura; la consecuencia es el blanqueamiento coralino y el deterioro paulatino; ya que se vuelven más susceptibles al ataque de patógenos como bacterias y hongos. Según el informe del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, 2018), es un problema que va más allá de lo meramente visual, ya que puede significar la muerte de estos organismos (Figura 2).



Figura 2. Se explican los estadios del blanqueamiento coralino. Modificado de: Verde y Azul un proyecto de Prensa Ibérica (2020).

El blanqueamiento coralino es solo una de las muchas consecuencias del aumento de la temperatura del agua de los océanos, otro ejemplo es la intensificación de las tormentas tropicales en los últimos años.

En la actualidad, cada vez es más común que las noticias globales describan la intensidad con la que ocurren fenómenos meteorológicos como tormentas tropicales, huracanes, sequías prolongadas, etc. El consenso científico actual

sugiere que, aunque habrá una disminución global en el número de ciclones tropicales, se espera que estos se vuelvan más intensos. Es importante destacar que la incidencia de estos fenómenos puede variar a nivel regional, afectando zonas costeras que anteriormente no estaban expuestas a los riesgos de los ciclones tropicales (ONU, 2017). Estos cambios meteorológicos no son eventos aislados; están intrínsecamente relacionados con el aumento de temperaturas en los océanos.

Uno de los aspectos más significativos del calentamiento oceánico es su efecto en el fitoplancton, los cuales son microorganismos sensibles a cambios en el ambiente; estos cambios pueden ser desde variaciones de cambios de temperatura en el agua, alteraciones en los patrones de lluvias hasta cambios en las corrientes oceánicas; todas estas perturbaciones pueden elevar la frecuencia de fenómenos tales como las Floraciones algales.

Las Floraciones algales ocurren cuando ciertas especies de fitoplancton (algunas de las cuales producen sustancias tóxicas), se multiplican en grandes cantidades; provocando efectos nocivos en la vida marina y humana (Campos, 2023).

Estas mareas rojas provocan efectos devastadores en la red trófica, afectando a pequeños peces hasta grandes mamíferos marinos e impactando en la seguridad alimentaria del ser humano. Es esencial realizar monitoreos del fitoplancton para comprender los impactos del cambio climático en nuestros océanos y proponer medidas de protección y manejo. Un claro ejemplo de cómo las variaciones climáticas pueden afectar en los fenómenos anteriormente mencionados; es la Oscilación del Sur-El Niño (ENSO por sus siglas en inglés), un patrón climático que influye significativamente en los patrones meteorológicos y climatológicos globales (López Magaña et al., 2016).

La Oscilación del Sur-El Niño (ENSO) es un importante patrón climático que ocurre en el Pacífico tropical. Se divide en tres fases distintas (Reyes, 2001):

- 1. El Niño:** En esta fase, las aguas de la superficie del Pacífico oriental se calientan más de lo normal, lo que lleva a temperaturas más altas y a lluvias más intensas en varias regiones.
- 2. La Niña:** Es el opuesto de El Niño, donde las aguas se enfrían más de lo habitual. Esto conduce a temperaturas más bajas y a cambios en los patrones de precipitación.
- 3. Fase Neutra:** Durante esta fase, las temperaturas de la superficie del mar en el Pacífico ecuatorial

son normales, no presentando ni el calentamiento de El Niño ni el enfriamiento de La Niña.

Estas fases no son solo eventos locales; afectan el clima en todo el mundo. Dependiendo de si estamos en la fase de El Niño, La Niña o la fase neutra, los patrones climáticos globales pueden cambiar significativamente, impactando en las temperaturas, las lluvias y los fenómenos climáticos extremos en diversas partes del mundo.

Tras analizar la información presentada, entendemos por qué los estudios sugieren que los fenómenos de El Niño y La Niña se han vuelto más variables e intensos en las últimas décadas. Un claro reflejo de esto es el estudio de Wang et al. (2019), que revela que el cambio climático está intensificando los eventos de El Niño, resultando en sequías más severas, inundaciones intensificadas y cambios en los patrones de los huracanes. Este estudio afirma que a partir de los años setenta, los eventos de El Niño han comenzado a formarse más al oeste en el océano Pacífico, donde las temperaturas son más cálidas. Si las temperaturas globales continúan en ascenso, es probable que los eventos de El Niño se intensifiquen aún más en el futuro generando graves repercusiones para las sociedades en todo el mundo (Figura 3).

Al considerar el amplio espectro de alteraciones provocados por el cambio climático, es fundamental reconocer otro fenómeno crítico: **el aumento promedio del nivel del mar**, que ha sido de aproximadamente 3,2 mm por año en las últimas dos décadas (ONU, 2017). Este aumento se debe en su mayoría a dos factores: la **“dilatación térmica”**, que es el crecimiento en volumen del agua del océano al calentarse (57% del aumento), y por el derretimiento de glaciares y capas de hielo polares (28% del aumento). El 15% restante, que se atribuye principalmente a la pérdida de hielo polar es difícil medirlo con precisión. Sin embargo, existen evidencias de que este fenómeno está ocurriendo y que constituye una amenaza para las costas y las tierras bajas, causando inundaciones, erosión, salinización del agua dulce y pérdida de cultivos y agua potable. Por otra parte, las perturbaciones humanas han causado la erosión costera y cambios morfológicos en playas arenosas (Figura 4). Junto

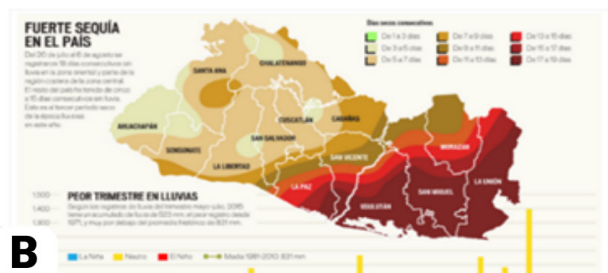
Cuatro años continuos de sequía en El Salvador: 2012 - 2015



A

El Salvador: Fuerte sequía en el país (al 10 de agosto 2015)

Infographic • Source: [El País](#) • Posted: 11 Aug 2015 • Originally published: 10 Aug 2015



B

La canícula y El Niño representan otro golpe para la agricultura del país

En un contexto de déficit en la producción de granos, y con la amenaza de una crisis alimentaria grave debido a los altos costos de los insumos agrícolas, los fenómenos climáticos añaden más presión a un sector que ha estado en dificultades en el último año.

Por [Juan Carlos Mejía](#) | May 23, 2023- 08:44



C

El Salvador tendrá menos lluvia por influencia de El Niño a partir de junio, dice MARN

0:00 / 6:23

LECTURA 5:00 MIN



D

Figura 3. Noticias sobre efectos del fenómeno del niño en El Salvador: A) Informe de sequía 2012 – 2015 emitido por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Fuente: MARN 2016. B) Mapa sobre los lugares más afectados por la fuerte sequía de 2015. Fuente: Reliefweb (2015). C) Noticia del 2023 y como El Niño afectará la agricultura en El Salvador. Fuente: [elsalvador.com](#) (2023) D) Advierten la carencia de lluvia en El Salvador: [La Prensa Gráfica](#) (2023).

con el aumento del nivel del mar y el incremento en la intensidad de los vientos y el oleaje en alta mar, han aumentado las tasas de erosión costera. Otra evidencia de estos cambios es la pérdida de bosques de mangle en todo el mundo, ya que esta vegetación no puede sobrevivir en aguas más profundas y extremadamente salinas y a menudo no pueden expandirse debido a barreras naturales o por infraestructuras usadas por las poblaciones humanas (Useros, 2012; ONU, 2017; IPCC, 2019).

Estos ejemplos ilustran cómo los cambios en los océanos debido al calentamiento global y el cambio climático, tienen repercusiones directas e indirectas en nuestras vidas. No solo enfrentamos amenazas inmediatas como tormentas más intensas o inundaciones en zonas costeras, sino que también nos vemos afectados por fenómenos menos visibles, pero igualmente devastadores, como el blanqueamiento coralino y las alteraciones en las poblaciones de fitoplancton, los cuales son eslabones importantes en las cadenas alimenticias marinas.

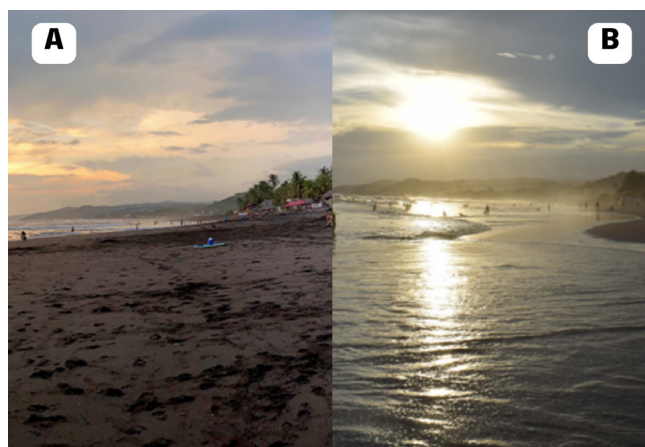


Figura 4. Erosión costera en la playa San Blas, El Salvador. A) Se muestra la línea costera en enero del 2018. B) Se muestra la línea costera de agosto del 2023, luego de precipitaciones menos frecuentes, pero con una intensidad sin precedentes. Fuente Mercedes Menéndez 2018 y 2023.

Los corales saludables son esenciales para la biodiversidad marina, ofreciendo hábitats vitales para peces y crustáceos. Cuando los corales sufren, se desencadena una reacción que afecta la salud de todo el ecosistema marino. Además, los arrecifes actúan como barreras naturales, protegiendo a

las comunidades costeras de las olas y mareas de tormenta. La degradación de estos arrecifes pone en riesgo a comunidades que dependen del turismo y la pesca, y también a aquellos que confían en los arrecifes como barreras protectoras.

El fitoplancton, a menudo descrito como el “bosque de los océanos”, juega un papel crucial en la trama de alimentación marina y en la regulación del carbono atmosférico. Cambios en sus poblaciones pueden tener efectos dominó en toda la red trófica oceánica, afectando desde pequeños peces hasta grandes mamíferos marinos. Además, su salud y abundancia influyen directamente en la capacidad de los océanos para absorber y almacenar CO₂, un factor clave en la lucha contra el cambio climático (WWF, 2019).

Ante el panorama que nos presenta el cambio climático y su impacto en los océanos, surge una pregunta ineludible:

¿Estamos preparados para confrontar estos desafíos?

La respuesta, lamentablemente, es que aún no lo estamos. Seguramente lo estaremos cuando reconozcamos que todas nuestras acciones en tierra, repercuten directa o indirectamente en nuestros océanos.

A pesar de las advertencias y la evidencia científica, la acción global ha sido lenta. Es imperativo que los tomadores de decisiones, a nivel local y global, prioricen la salud de nuestros océanos y el bienestar de las comunidades que dependen de ellos.

Sin embargo, no todo está perdido. Cada uno de nosotros tiene un papel crucial que desempeñar en la lucha para mitigar los impactos del cambio climático. Reducir nuestro consumo de plásticos de un solo uso es solo el comienzo, podemos adoptar otras prácticas de reducción de residuos como el compostaje y el apoyo a la economía circular en donde los productos se reciclan y reutilizan. Apoyar y participar en proyectos de reforestación, comprar productos locales y de temporada, hacer la transición a energías renovables en nuestros hogares y comunidades. El transporte sostenible,

ya sea optando por medios de transporte ecológicos o simplemente compartiendo el auto, puede marcar una diferencia significativa en nuestra huella de carbono. Además, es esencial que nos informemos y respaldemos políticas o legislaciones que promuevan la sostenibilidad y aborden el cambio climático de manera proactiva.

La educación y la concienciación son herramientas poderosas. Al informarnos y compartir conocimientos con otros, podemos generar un cambio real en nuestras comunidades.

“La lucha contra el cambio climático no es solo responsabilidad de los gobiernos o las grandes corporaciones; es una responsabilidad compartida que requiere la acción colectiva de todos nosotros”.

En conclusión, aunque enfrentamos un desafío monumental, con conocimiento, conciencia y acción colectiva, podemos prepararnos y responder al cambio climático. Es hora de actuar, protegiendo nuestros preciados océanos y todo lo que depende de ellos, asegurando así un futuro sostenible para las próximas generaciones.

GLOSARIO	
Bomba biológica	Son aquellos organismos como el fitoplancton, los cuales tienen la capacidad de absorber el CO ₂ atmosférico e incorporarlo al ciclo del carbono del océano; y mantienen el equilibrio de gases en el planeta al producir oxígeno durante de la fotosíntesis.
Ciclo del Carbono	Es un proceso natural, en el cual se da una transformación del elemento carbono entre la atmósfera, los océanos, la tierra, las plantas y los animales. Se considera uno de los ciclos de los elementos del planeta más importantes, ya que el carbono es un elemento esencial para la vida de la tierra y presenta un impacto significativo para el clima global.

Dilatación Térmica	Es un fenómeno físico donde un material cambia su tamaño (se expande o contrae) al ser expuesto a cambios de temperatura.
Fitoplancton	Grupo de organismos microscópicos acuáticos, capaces de realizar su propio alimento por medio de la fotosíntesis. En este grupo se encuentran las microalgas como las diatomeas y dinoflagelados.
Simbiosis	Es un tipo de interacción positiva entre dos organismos de diferente especie, en la cual cada uno aporta algo que el otro necesita. Por ejemplo: nutrientes, refugio, protección u otro tipo de servicios beneficiosos.
Zooxantela	Son las microalgas que viven en simbiosis con los corales. En sus asociaciones con los corales, estas proporcionan alimento al coral, mientras que el coral brinda refugio.

Referencias

Campos, A. (2023). LABTOX UES descarta Marea roja en la zona del Golfo de Fonseca. *El Universitario*. [Consultado el 22 de noviembre de 2023]. <https://eluniversitario.ues.edu.sv/labtox-ues-descarta-marea-roja-en-la-zona-del-golfo-de-fonseca/>.

Fondo Mundial de la Naturaleza (WWF). (2018). *Glosario ambiental: ¿Qué es el blanqueamiento de corales?* [Consultado el 2 de octubre de 2022]. <https://www.wwf.org.mx/?329160/Glosario-ambiental-Que-es-el-blanqueamiento-de-corales>

Fondo Mundial de la Naturaleza (WWF). (2019). *Todo lo que debes saber y cómo podemos acabar con el blanqueamiento de los corales* [Consultado el 10 de octubre de 2022] <https://wwf.to/3rV6Wl5>

Laffoley, D., Baxter, J.M., Turley, C., Jewett, L., y Lagos, N.A. (Editores). (2017). *Una*

introducción a la acidificación del océano: Lo que es, lo que sabemos y lo que puede suceder. UICN, Gland, Suiza, 30 pp. [Consultado el 2 de octubre de 2022]. <https://bit.ly/3T2Mo6m>

López Magaña, J.L., Manzano Sarabia, M.M., Hurtado Oliva, M.Á., Piña Valdez, P., Hernández Almeida, Ó.U., Guzón Zatarain, Ó., Hernández Sandoval, F.E. (2016). *Fitoplancton: pequeños centinelas del océano*. *Revista Ciencia, Academia Mexicana de Ciencias, México*, julio-septiembre, I-1-I-4.

Martínez, V., Alas, S. (2023). El Salvador tendrá menos lluvia por influencia de El Niño a partir de junio, dice MARN. [Recuperado el 18 de junio de 2023]. <https://bit.ly/3XfOS4i>

Mejía, J. (2023). La canícula y El Niño representan otro golpe para la agricultura del país. [Recuperado el 18 de junio de 2023]. bit.ly/3pjkcud

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). (2016). *Cuatro años continuos de sequía en El Salvador: 2012 – 2015* [Consultado el 18 de junio de 2023] <https://bit.ly/3XePPtH>

Morello, L. (2013). *Study Strengthens Link between El Niño and Climate Change* [Consultado el 16 de junio de 2023]. <https://www.scientificamerican.com/article/study-strengthens-link-between-el-nino-and-climate-change/>

Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). (2017). *Las técnicas nucleares e isotópicas ayudan a evaluar la acidificación de los océanos y los efectos del cambio climático*. Sinopsis del OIEA para los encargados de la formulación de políticas. [Consultado el 18 de junio de 2023]. <https://bit.ly/3ese3yO>

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2017). *Los efectos del cambio climático y los cambios atmosféricos conexos en los océanos*, resumen técnico de la primera

evaluación integrada del medio marino a escala mundial. Naciones Unidas, Nueva York. [Consultado el 2 de octubre de 2023] <https://bit.ly/3VpK5fi>

Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). (2019). IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Universidad de Cambridge, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Estados Unidos. 755 pp. [Consultado el 20 de agosto de 2023] <https://doi.org/10.1017/9781009157964>.

Reliefweb. (2015). El Salvador: Fuerte sequía en el país (al 10 de agosto 2015). [Recuperado el 18 de junio de 2023] bit.ly/42LsGjz

Reyes, S. (2001). Introducción a la meteorología. El Niño-Oscilación del Sur. Pág. 325. Universidad Autónoma de Baja California.

Smithsonian Tropical Research Institute. (2018). La acidificación del océano y de los arrecifes [Consultado el 1 de octubre de 2022]. <https://stri.si.edu/es/noticia/la-acidificacion-del-oceano-y-de-los-arrecifes>

Useros, J. (2012). El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales. Anales de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid, 50, 71-98 pp. [Consultado el 5 de octubre de 2022] <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4817473>

Verde y Azul. (2020). El calentamiento del mar mata los corales. Prensa Ibérica. [Consultado el 1 de octubre de 2022]. <https://bit.ly/3Lr7KsR>

Wang, B., Luo, X., Yang, Y., Sun, W., Cane, M., Cai, W., Yeh, S., and Liu, J. (2019). Historical change of El Niño properties sheds light on future changes of extreme El Niño. Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 116 (45), 22512-22517. <https://doi.org/10.1073/pnas.1911130116>