



Medición del Dióxido de Carbono Atmosférico desde el Espacio en Apoyo
a los Estudios Relacionados Con el Clima

24 de mayo - 2 de junio 2022

Sesión 3 de Preguntas y Respuestas

Escriba sus preguntas en el cuadro de preguntas. Haremos lo posible por responderlas. Si no llegamos a contestar su pregunta por favor comuníquense con Erika Podest (erika.podest@jpl.nasa.gov) o Abhishek Chatterjee (abhishek.chatterjee@jpl.nasa.gov).

Pregunta 1: ¿Por qué son tan variables los cambios del CO₂ en el hemisferio norte y no así en el sur? Si vemos que en el Amazonas cada año avanza la tala de bosque que se observa en el video.

[Eng] Why is CO₂ change so variable in the Northern Hemisphere and not so in the Southern? Given that in the Amazon deforestation is increasing on a yearly basis as shown in the video.

Respuesta 1: Las diferencias de CO₂ entre el hemisferio norte y el hemisferio sur se deben a dos factores: (a) la mayoría de las emisiones de CO₂ se producen en el hemisferio norte, donde reside la mayor parte de la población mundial, y (b) la absorción por parte de la vegetación y la biosfera terrestre en el hemisferio norte. A lo largo del año, la actividad fotosintética de la vegetación impulsa las oscilaciones estacionales de CO₂. Dos regiones de la Tierra contienen la mayor parte de la vegetación terrestre: los continentes del hemisferio norte y las tierras tropicales que abarcan, entre otras zonas, las vastas selvas tropicales de la cuenca del Amazonas. Sin embargo, cerca del ecuador, las variaciones estacionales de temperatura son menos pronunciadas. Por lo tanto, las oscilaciones estacionales de CO₂ son más pronunciadas en el hemisferio norte, donde los cambios estacionales de temperatura provocan diferencias muy grandes en la fotosíntesis de la vegetación entre el verano y el invierno.

Las tendencias de deforestación en el Amazonas se producen durante periodos de tiempo muy largos. Esta señal puede ser visible en las concentraciones atmosféricas de CO₂, pero recordemos que no disponemos de un periodo de tiempo tan largo de concentraciones de CO₂ desde el espacio para cuantificar de forma sólida esta tendencia. Sin embargo, hay otros sensores en el espacio que pueden monitorear mejor las tendencias de la deforestación del Amazonas. Véase - <https://earthobservatory.nasa.gov/images/145988/tracking-amazon-deforestation-from-above>



Response 1: Differences in CO₂ between the Northern Hemisphere and Southern hemisphere are due to two factors: (a) more CO₂ emissions are occurring from the Northern hemisphere, where the majority of the global population resides, and (b) uptake by plants and the terrestrial biosphere. Over the course of a year, it is the photosynthetic activity by plants that drives the seasonal CO₂ swings. Two regions of the Earth contain the majority of land plants: the Northern Hemisphere continents and the Tropical lands that encompass, among other areas, the vast rain forests of the Amazon basin. Near the equator, however, the seasonal variations in temperature are less pronounced. Seasonal swings in CO₂ are therefore most pronounced in the Northern Hemisphere, where the seasonal changes in temperature result in very large differences in plant photosynthesis between summer and winter.

Deforestation trends in the Amazon are occurring over very long time periods. This signal may be visible in the atmospheric CO₂ concentrations, but recall that we do not have that long of a time-period of CO₂ concentrations from space to robustly quantify this trend. There are, however, other space-based sensors that are better able to track Amazon deforestation trends. Please see - <https://earthobservatory.nasa.gov/images/145988/tracking-amazon-deforestation-from-a-bove>

Pregunta 2: ¿Los datos de OCO-2 y -3 pueden servir para medir la huella de carbono de la agricultura o de la ganadería?

[Eng] Can the OCO-2 and -3 data be used to measure the carbon footprint of agriculture or livestock?

Respuesta 2: OCO-2 y OCO-3 pueden observar los cambios en las emisiones de CO₂ que se producen en las tierras agrícolas o con las actividades ganaderas, siempre y cuando se produzcan sobre una zona extensa y que haya un cambio significativo en las emisiones a largo plazo. Las observaciones por satélite contienen información mezclada de diferentes procesos, por lo que la señal que se emite de estas actividades puede verse superada por las señales que provienen de los bosques cercanos o de la industria cercana, etc. También es importante señalar que estas actividades generan principalmente más emisiones de metano que de CO₂. Por lo tanto, la señal de la agricultura o la ganadería es muy fuerte en las concentraciones de metano. Hay un conjunto completamente diferente de satélites que monitorean las emisiones de metano y que son más adecuados para entender las emisiones de las actividades agrícolas y ganaderas. Pueden encontrar más detalles sobre las emisiones de metano



Medición del Dióxido de Carbono Atmosférico desde el Espacio en Apoyo a los Estudios Relacionados Con el Clima

24 de mayo - 2 de junio 2022

procedentes de la agricultura y la ganadería en Sauniois et al., 2020 -

<https://essd.copernicus.org/articles/12/1561/2020/>

Response 2: OCO-2 and OCO-3 can observe changes in CO2 emissions occurring over agricultural lands or with livestock activities, provided that these are happening over a large area and there is a significant change in the magnitude of the emissions. XCO2 observations mix information from different processes (for example, biosphere, ocean, fossil fuel, etc.) so the signal that is emitted from these activities may get overpowered by signals that are coming from nearby forests or a nearby industry or city, etc. It is also important to note that these activities primarily generate more methane emissions rather than CO2. Therefore, the signal from agriculture or livestock has very strong methane concentrations. There are a completely different set of satellites that monitor methane emissions and that are more suited toward understanding methane emissions from agriculture and livestock activities.

Please see more details about methane emissions from agriculture and livestock in Sauniois et al., 2020 - <https://essd.copernicus.org/articles/12/1561/2020/>

Pregunta 3: ¿Qué tipo de bosque son mejores sumideros de carbono, los bosques de coníferas o los bosques latifoliados?

[Eng] Which type of forest are better carbon sinks, coniferous forests or broadleaf forests?

Respuesta 3: No hay una respuesta clara sobre cuál es mejor. Esto se debe a que la forma en que los bosques latifoliados o los bosques de coníferas responden a la captación de carbono depende del lugar del planeta en el que se encuentren (por ejemplo, la latitud), así como la temperatura del aire, las precipitaciones y el suelo. Para poder hacer una comparación paralela tenemos que seleccionar una zona en la que coexistan ambos para poder entender cuál de ellos es el mejor sumidero. Hay estudios en los que investigadores han realizado mediciones de campo en bosques latifoliados y de coníferas cercanos para determinar el potencial que tienen para captar carbono.

Por favor consultar Weissert et al., 2017 -

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-016-0627-0>

Y un artículo sobre este tema -

<https://www.carboncommunity.org/carbon-community-updates/what-to-plant-the-broadleaf-vs-conifer-debate>

Response 3: There is not a clear answer as to which one is better. This is because how deciduous broadleaf forests or coniferous evergreen forests respond to carbon uptake depends on where they are located in the planet (e.g. latitude) as well as environmental



factors, like air temperature, precipitation and the soil. In order to do a side by side comparison we have to select an area where both of them are coexisting to be able to understand which one has better sinks. There are studies where researchers have taken field measurements of nearby coniferous forests vs. deciduous broadleaf vegetation to determine how much potential they have to take up carbon. Please see Weissert et al., 2017 - <https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-016-0627-0>

And an article about this topic -

<https://www.carboncommunity.org/carbon-community-updates/what-to-plant-the-broadleaf-vs-conifer-debate>

Pregunta 4: ¿Qué afecta más el balance de CO₂, los incendios forestales o la actividad industrial y el transporte?

[Eng] What affects the CO₂ balance more, forest fires or industrial activity and transportation?

Respuesta 4: Sin duda, la actividad industrial y el transporte tienen un mayor impacto en el balance de CO₂. Son una gran fuente de emisiones de CO₂ a la atmósfera y en base a todos los inventarios y a los diferentes productos de datos que recopilamos, está claro que las emisiones de combustibles fósiles procedentes de la actividad industrial o del sector del transporte constituyen las mayores fuentes de emisión. Los incendios forestales se están convirtiendo en un componente cada vez más importante. Los mismos pueden producir altas emisiones de CO₂ a corto plazo que es liberado a la atmósfera. A largo plazo, dependiendo de la intensidad del incendio y donde ocurrió, la vegetación empieza a regresar. Este cambio ocurre en el transcurso de varias décadas, lo que hará que la región donde se produjo el incendio empiece a absorber algo de carbono de la atmósfera. Sin embargo, en general, a corto plazo ambos son una fuente, pero sin duda la actividad industrial y el transporte son mayores emisores que los incendios forestales.

Response 4: No doubt, industrial activity and transportation have a greater impact on the CO₂ budget. They are a big source of CO₂ emissions into the atmosphere and based on all of the inventory and the different data products that we gather, it is clear that the fossil fuel emissions from either industrial activity or the transportation sector comprise the largest emissions sources. Forest fires are becoming an increasingly important component - wildfires generate a short-term acute CO₂ emission source that is released into the atmosphere. But in the longer term, depending on the fire severity and where it occurred, you do have vegetation that appears at the site of wildfires. This change happens over several decades, which will cause that region



where you had a fire to start taking up some carbon from the atmosphere. In general however, in the short term both of them are a source but for sure industrial activity and transportation are larger than forest fires.

Pregunta 5: Buenas tardes, ¿podrían por favor explicar un poco más en qué consiste la Modelación Inversa?

[Eng] Good afternoon, could you please explain a little more what Inverse Modeling consists of?

Respuesta 5: La idea principal de la modelización inversa es que se quiere balancear la información de dos fuentes diferentes. La primera información proviene de sus observaciones. En este caso pueden ser observaciones de OCO-2, OCO-3 o de una red terrestre. La segunda información procede de una estimación basada en un modelo. Puede ser algún tipo de modelo global terrestre u oceánico que genere estimaciones de flujo, por ejemplo. También puede ser algún tipo de inventario que proporcione estimaciones de las emisiones de combustibles fósiles. Ambas fuentes de información, tanto la observación como el modelo, tienen errores e incertidumbres. La idea que subyace a la modelización inversa es que se trata de un marco matemático que puede utilizar información de dos fuentes diferentes, teniendo en cuenta el error y las incertidumbres asociadas a ellas, y luego combinarlas para proporcionar una estimación óptima de cualquier parámetro o variable que se esté tratando de derivar. Los fundamentos matemáticos para ello se basan en la teoría bayesiana. Se proporcionarán referencias con información sobre el marco matemático (por ejemplo, ecuaciones, etc.). Por favor, consulte las siguientes referencias que proporcionan más información sobre el marco matemático (por ejemplo, ecuaciones, etc.) y cómo se estiman los flujos de CO₂ mediante este enfoque.

Tarantola, A.: Inverse problem theory and methods for model parameter estimation, Society for Industrial and Applied Mathematics, 89, 339 pp., 2005

Rayner, P. J., Michalak, A. M., y Chevallier, F.: Fundamentals of data assimilation applied to biogeochemistry, Atmos. Chem. Phys., 19, 13911-13932, <https://doi.org/10.5194/acp-19-13911-2019>, 2019

Peylin, P., Law, R. M., Gurney, K. R., Chevallier, F., Jacobson, A. R., Maki, T., Niwa, Y., Patra, P. K., Peters, W., Rayner, P. J., Rödenbeck, C., van der Laan-Luijkx, I. T., y Zhang, X.: Global atmospheric carbon budget: results from an ensemble of atmospheric CO₂ inversions, Biogeosciences, 10, 6699-6720, <https://doi.org/10.5194/bg-10-6699-2013>, 2013



Response 5: The main idea behind inverse modeling is that you want to balance information from two different sources. The first information comes from your observations. In this case they may be observations from OCO-2, OCO-3 or from a ground network. The second piece of information is coming from a model based estimate. This can be either some kind of a global land or ocean model that generates flux estimates, for example. It can also be some kind of inventory that provides estimates of fossil fuel emissions. Both of these pieces of information, your observation as well as your model, have some errors and uncertainties associated with them. The idea behind the inverse modeling is that it is a mathematical framework that can bring in information from these two different sources, take into account the error and uncertainties associated with them, and then combine them together to provide an optimal estimate of whatever parameter or variable you are trying to derive. The mathematical foundation for that is rooted in Bayesian theory. Please see references below that provide more information about the mathematical framework (e.g. equations, etc.) and how CO₂ fluxes are estimated by this approach.

- 1. Tarantola, A.: Inverse problem theory and methods for model parameter estimation, Society for Industrial and Applied Mathematics, 89, 339 pp., 2005*
- 2. Rayner, P. J., Michalak, A. M., and Chevallier, F.: Fundamentals of data assimilation applied to biogeochemistry, Atmos. Chem. Phys., 19, 13911–13932, <https://doi.org/10.5194/acp-19-13911-2019>, 2019*
- 3. Peylin, P., Law, R. M., Gurney, K. R., Chevallier, F., Jacobson, A. R., Maki, T., Niwa, Y., Patra, P. K., Peters, W., Rayner, P. J., Rödenbeck, C., van der Laan-Luijkx, I. T., and Zhang, X.: Global atmospheric carbon budget: results from an ensemble of atmospheric CO₂ inversions, Biogeosciences, 10, 6699–6720, <https://doi.org/10.5194/bg-10-6699-2013>, 2013*

Pregunta 6: ¿Qué lecturas me puede indicar para comprender cómo hacer comparables los datos satelitales con los datos de sensores a nivel de superficie terrestre? ¡La pregunta no es ya sólo para el CO₂, sino para los NO_x, CO, SO₂, PM_x...! ¿Existe alguna fuente de datos para alguno de estos contaminantes que ya nos dé lecturas de perfil vertical en la troposfera?

[Eng] Can you share any publications or reading material to help me understand how to make satellite data comparable with ground level sensor data? The question is not only for CO₂, but also for NO_x, CO, SO₂, P.M. Is there any source of data for any of these pollutants that already gives us vertical profile readings in the troposphere?



Respuesta 6: Los datos satelitales, como se ha mencionado en la sesión de hoy y en la anterior, observan la columna total de la atmósfera, mientras que los datos terrestres se adquieren a un nivel vertical específico (por ejemplo, algunos metros por encima de la superficie del suelo). Por lo tanto, no podemos hacer comparaciones directas entre ellos, sino que tenemos que tomar información de un modelo para extrapolar los datos del suelo a la columna total y luego hacer la comparación. Por lo general, en la mayoría de nuestras aplicaciones utilizamos una red de espectrómetros de transformada de Fourier (llamada TCCON) distribuidos por todo el mundo. Están situados en la superficie, pero proporcionan una medición relativa a la columna total, que luego utilizamos para comparar con los datos satelitales. Al mismo tiempo, también podemos obtener perfiles desde aviones que toman medidas desde la superficie del suelo hasta los 10 o 12 km. Esa es la columna en la que ocurre la mayor parte de la acción. Entonces esa medición se convierte en algo que es más directamente comparable con los datos satélites. Esto es más o menos lo que se hace para la mayoría de las especies de gases de efecto invernadero. Recomendamos las siguientes referencias, que comparan los datos satelitales con los terrestres.

1. Wunch et al., 2017 - <https://amt.copernicus.org/articles/10/2209/2017/>
2. Cogan et al., 2012 - <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2012JD018087>
3. Para los gases que no son CO₂, consulte el siguiente enlace para obtener detalles sobre las especies de gases de efecto invernadero, los instrumentos que se utilizan y las publicaciones que comparan los datos satelitales con la red de medición en tierra - <https://www.ndaccdemo.org/>

Response 6: The satellite data, as mentioned in the previous and and in this training, is looking at the total column of the atmosphere whereas the ground data is collected at a particular vertical level (e.g. some meters above the ground surface). Therefore we cannot do direct comparisons between them but we need to take information from a model to extrapolate the ground data to the total column and then do a comparison. Typically in most of our applications we use a network of Fourier Transform spectrometers that are spread across the globe called TCCON. They are sitting on the ground but they still provide a measurement that pertains to the total column, which we then use to compare against the satellite data. We can also have aircraft profiles that are taken, which take measurements from the ground surface all the way up to 10 or 12 km. That is the column in which most of the action is happening. Then that measurement becomes something that is more directly comparable to the satellite data. This is pretty much what is done for most of the greenhouse gas species as well. Please see the following references, which compare satellite to ground-level data.



1. [Wunch et al., 2017 - https://amt.copernicus.org/articles/10/2209/2017/](https://amt.copernicus.org/articles/10/2209/2017/)
2. [Cogan et al., 2012 - https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2012JD018087](https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2012JD018087)
3. [For non-CO2 gasses, please look at this website for details about greenhouse gas species, the instruments that are used and publications comparing satellite data to the ground-based measurement network - https://www.ndaccdemo.org/](https://www.ndaccdemo.org/)

Pregunta 7: Me interesó muchísimo la modelización inversa. Mi pregunta es: ¿Podríamos usar un enfoque determinístico para este modelo? Gracias.

[Eng] I was very interested in inverse modeling. My question is: Could we use a deterministic approach for this model? Thanks.

Respuesta 7: Sí, absolutamente. En lugar de utilizar la teoría bayesiana, que está más arraigada en la estimación probabilística, se puede utilizar algún tipo de enfoque determinista como los mínimos cuadrados o alguna variación de los mínimos cuadrados como los mínimos cuadrados generalizados o ponderados. Hay metodologías en las que se puede utilizar algún tipo de teoría de regularización. Esto también puede proporcionar soluciones satisfactorias siempre y cuando se pueda proporcionar alguna información previa sobre la solución. El reto al utilizar mínimos cuadrados o teoría de regularización es que, cuando se trabaja con datos reales, hay que tomar en cuenta las inexactitudes o incertidumbres de los datos y de los modelos. Los enfoques deterministas no proporcionan un foro en el que se puedan manejar esas inexactitudes y además no proporcionan un indicador de cuánta confianza o cuánta incertidumbre se tiene en las estimaciones generadas. Por eso, con el tiempo, la solución del problema inverso, tal y como la conocemos, se ha desplazado cada vez más hacia los métodos de estimación basados en la probabilidad.

Response 7: Yes, absolutely. Instead of using Bayesian theory, which is more rooted in probabilistic estimation, you can use some kind of deterministic approach like least squares or some variation of the least squares such as the generalized or weighted least squares. There are approaches where you can use some kind of regularization theory. This can also provide satisfactory solutions as long as you can provide some prior information on the solution. The challenge when using either the least square or a regularization approach is that when you are working with real data then you have to be able to deal with the inaccuracies or uncertainties of the data and of your models. The deterministic approaches do not provide a forum in which you can handle those inaccuracies and also do not provide an indicator of how much confidence or how much uncertainty you have on the estimates generated. This is why over time the



inverse problem solution as we know it has shifted more and more into the probability based estimation methods.

Pregunta 8: Si durante toda la pandemia la reducción de CO₂ anual no fue tan significativa a escala global, ¿qué margen de maniobra tenemos en las políticas nacionales/internacionales para reducir la huella de carbono en 2030, y luego en 2050? ¿Cuánto sentido tiene científicamente, al margen de la dimensión política? ¿Existen indicadores reales para favorecer la transición, o simplemente objetivos de reducción?

[Eng] If throughout the pandemic the annual CO₂ reduction was not so significant on a global scale, what room for maneuver do we have in national/international policies to reduce the carbon footprint by 2030, and then by 2050? How much sense does it make scientifically, apart from the political dimension? Are there real indicators to favor the transition, or simply reduction objectives?

Respuesta 8: Es cierto que la reducción de emisiones que tuvimos durante la pandemia tuvo un impacto muy pequeño cuando se impusieron los cierres en todo el mundo, especialmente entre marzo y abril de 2020. Vimos una pequeña reducción en las concentraciones atmosféricas de CO₂, pero luego, cuando las cosas empezaron a abrirse gradualmente, hubo un aumento. Sobre una base anual o durante un par de años no es un impacto significativo. Esto indica que para que tengamos algún tipo de impacto significativo en la cantidad de CO₂ que ya está en la atmósfera, necesitamos aplicar políticas realmente fuertes y es necesario que haya un gran cambio en disminuir el uso de combustibles fósiles e incrementar las energías renovables o centrarse más en fortalecer el aporte de nuestros sumideros (por ejemplo, los bosques). Desde una perspectiva científica, para reducir en gran medida las concentraciones de CO₂, tiene sentido que los países de todo el mundo y la población humana, se unan para reducir las emisiones de carbono por una magnitud significativa. Hasta cierto punto, la pandemia nos mostró el reto al que nos enfrentamos en cuanto a la cantidad de reducción de CO₂ que necesitamos para poder tener algún tipo de cambio en las concentraciones que ya están en la atmósfera.

Consulte Lovenduski et al., 2021 para una explicación detallada sobre los cambios en el CO₂ atmosférico y cómo responde el ciclo del carbono terrestre y oceánico cuando se producen cambios en las concentraciones de CO₂ atmosférico -

<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2021GL095396>

Response 8: You are right that the emission reduction that we had during the pandemic had a very small impact when the lockdowns were imposed across the globe,



particularly between march and april 2020. We saw a small reduction in atmospheric CO2 concentrations but then as things gradually started opening up, there was a rise. On an annual basis or over a couple of years it did not seem to make much of an impact. This indicated that in order for us to have any sort of significant impact on the amount of CO2 that is already in the atmosphere, we need to implement really strong policies and there need to be a large shift in moving away from fossil fuel towards renewable energies or focusing more on enhancing the strength of our sinks (e.g. forests). From a scientific perspective, in order to greatly reduce CO2 concentrations, it makes sense for countries around the world and the human population to come together to reduce carbon emissions by a significant magnitude. To some extent the pandemic showed us the challenge that we are facing in terms of how much CO2 reduction we need to have to be able to have any kind of imprint on the concentrations that are already in the atmosphere. Please see Lovenduski et al., 2021 for a detailed explanation on changes in atmospheric CO2 and how the land and ocean carbon cycle responds as changes in atmospheric CO2 concentrations occur - <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2021GL095396>

Pregunta 9: Pido disculpas por salir un poco del tema de CO2, mi pregunta está orientada a conocer si existe algún sensor capaz de medir trazas de mercurio en la atmósfera, producto de la quema del mismo en las actividades de minería ilegal para obtención del oro.

[Eng] I apologize for going a little off the CO2 topic, my question is oriented to know if there is any sensor capable of measuring traces of mercury in the atmosphere, product of the burning of the same in illegal mining activities for obtaining gold?

Respuesta 9: Existe una red de sistemas de observación del mercurio - Global Mercury Observation System (Sistema Mundial de Observación del Mercurio) - que monitorea el mercurio en el aire y en los ecosistemas marinos y terrestres. El enlace a la red es el siguiente: <http://www.gmos.eu/>

Response 9: There is a network of mercury observing systems – Global Mercury Observation System – which monitors mercury in the air as well as marine/land ecosystems. The link to the network is the following: <http://www.gmos.eu/>

Pregunta 10: ¿Qué clase de indicadores pueden contemplarse para determinar el inicio de un fenómeno de El Niño? En mi pregrado escuché que el aumento en la temperatura del río Guayas en Ecuador era un indicador. Relacionado a esto,



¿cómo se determina la magnitud del evento? Esto en función de generar mecanismos idóneos de Gestión del Riesgo para mitigar impactos locales.

[Eng] What kind of indicators can be considered to determine the onset of an El Niño event? In my undergraduate studies I heard that the increase in the temperature of the Guayas River in Ecuador was an indicator. Related to this, how is the magnitude of the event determined? This is to help generate suitable risk management mechanisms to mitigate local impacts.

Respuesta 10: El principal indicador utilizado por la mayoría de los organismos y naciones del mundo es el Índice Oceanico del Niño (Oceanic Niño Index) u ONI. Es el índice estándar para identificar un evento de El Niño. Se trata de una anomalía de la temperatura media de la superficie del mar durante tres meses en una zona del océano Pacífico tropical. Cuando ese índice supera los 0,5 grados C durante al menos 5 o 6 meses consecutivos, se considera un año de El Niño. Para más detalles, consulte la siguiente página:

<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-variability-oceanic-ni%C3%B1o-index>

El Pacífico tropical es una región en la que la atmósfera y el océano están muy interconectados entre sí y cuando se empieza a formar un evento de El Niño no sólo se producen cambios en el océano, sino que se estimulan varias teleconexiones en las superficies terrestres tropicales. Es probable que los cambios que están ocurriendo debido a El Niño también se reflejen en este ejemplo donde hay un aumento de la temperatura en un río de Ecuador. Del mismo modo hay otros ríos o cuencas alrededor de las zonas tropicales como en Indonesia o África donde hay ciertos cambios que empiezan a ocurrir y que pueden estar relacionados con El Niño.

Tienes toda la razón al decir que ser capaz de predecir un evento de El Niño con antelación puede ayudar a los mecanismos de gestión de riesgos. De hecho, hay organismos específicos que suelen monitorear las condiciones de un evento de El Niño o La Niña, qué regiones podrían verse más afectadas y qué tipo de medidas de mitigación o adaptación deben aplicarse para amortiguar esos impactos. Consulte la siguiente página sobre recursos adicionales acerca de las previsiones del ENSO y la información proporcionada a diversos organismos nacionales e internacionales -

<https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/enso/>

Response 10: The primary indicator used by most global agencies and nations is the Oceanic Niño Index or ONI. It's the standard index to identify an El Niño event. It's a 3-month running mean sea-surface temperature anomaly over an area of the Tropical Pacific ocean. When that index exceeds 0.5 degree C for at least 5 or 6 consecutive months, then that is considered an El Niño year. Please see the following page for more



Medición del Dióxido de Carbono Atmosférico desde el Espacio en Apoyo a los Estudios Relacionados Con el Clima

24 de mayo - 2 de junio 2022

details -

<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-variability-ocean-ic-ni%C3%B1o-index>.

The tropical Pacific is a region where the atmosphere and the ocean are very interconnected with each other and when an El Niño event is starting to form there are not only changes happening on the ocean but it spurs various teleconnections throughout tropical lands. It is likely that changes that are happening due to El Niño also get reflected in this example where there is a rise in river temperature in Ecuador. Similarly there are other rivers or basins around tropical areas such as in Indonesia or Africa where there are certain changes that start happening and that can be related to the El Niño.

You are absolutely right in saying that being able to forecast an El Niño event in advance can help with risk management mechanisms. There are indeed specific agencies who typically monitor the conditions for an El Niño or La Niña event, which regions might be most adversely impacted and what type of mitigation or adaptation measures need to be in place to dampen those impacts. Please see the following webpage on additional resources about ENSO forecasts and information provided to various national and international agencies -

<https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/ensol/>

Pregunta 11: Desde una perspectiva para reducir el CO2 de la atmósfera a escala global, ¿tendrían sentido medidas similares a la de 4 por mil (www.4p1000.org) para fomentar el contenido de materia orgánica de los suelos agrícolas?

[Eng] From a perspective to reduce atmospheric CO2 on a global scale, would measures similar to the 4 per thousand (www.4p1000.org) make sense in order to boost the organic matter content of agricultural soils?

Respuesta 11: Francia lanzó esa iniciativa, pero no estoy muy familiarizado con este programa. Según tengo entendido, es principalmente para impulsar la agricultura. Como el cambio climático está ocurriendo, ¿cómo adaptamos nuestra agricultura y nuestros ecosistemas alimentarios a los cambios climáticos? Todos estos procesos o cualquier tipo de esfuerzo de adaptación o mitigación son, en última instancia, cruciales para abordar el cambio climático. No hay duda de ello. Se trata de acciones concretas que podemos llevar a cabo como comunidad para ayudar a abordar el reto del cambio climático.

Response 11: France launched that initiative, but I am not too familiar with this program. Per my understanding, it is primarily to boost agriculture. As climate change is



happening, how do we adapt our agriculture and food ecosystems to a changing climate? All of these processes or any kind of adaptation or mitigation efforts are ultimately crucial in addressing climate change. There is no doubt about that. These are concrete actions that we can take as a community to help address the climate change issue.

Pregunta 12: Para el inventario ECV (Essential Climate Variable inventory), en la variable de 'carbon dioxide, methane and other GHG' se emplea información de la NASA. ¿Se usan los datos de OCO-2 y OCO-3? ¿Son de nivel 3 (Level 3)?

[Eng] For the ECV inventory (Essential Climate Variable inventory), is there information from NASA that is used in the 'carbon dioxide, methane and other GHG' variables? Are the OCO-2 and OCO-3 data used? Are they Level-3 ?

Respuesta 12: Recientemente, el inventario ha comenzado a utilizar datos satelitales. Entre OCO-2 y OCO-3, se utilizan principalmente datos de OCO-2 porque uno de los requisitos clave para que estos datos sean utilizados en el inventario es que haya un registro a largo plazo que esté bien calibrado y validado. OCO-2 tiene un registro a largo plazo y, por lo tanto, se utiliza esa información. El modo en que los datos satelitales se utilizan en este inventario es un proceso largo y complicado, ya que hay múltiples organizaciones intermedias que examinan los datos de OCO-2, realizan controles de calidad y validaciones y, a continuación, esa información pasa al WMO. Se trata de algo muy reciente, ya que hasta hace unos años no contábamos con ese largo registro de datos para poder contribuir a esta actividad.

Response 12: Very recently, satellite data has started flowing into the inventory. Between OCO-2 and OCO-3, it is primarily OCO-2 data because one of the key requirements for inclusion in the inventory is that there is a long term record that is well calibrated and validated. OCO-2 has a longer term record and therefore that information is used. The way in which the satellite data makes it into this inventory is a long and complicated process because there are multiple organizations in between that look at the OCO-2 data, do quality control and checks and then that information gets passed onto WMO. This is something very recent because as of a few years back we did not have that long time record to be able to contribute to this particular activity.

Pregunta 13: El aumento de la captura neta de C de los bosques por el aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera, ¿debe considerarse causa antropogénica o natural por sus implicancias en el Acuerdo de París?



[Eng] The increase in the net capture of carbon from forests due to the increase in the concentration of CO₂ in the atmosphere. Should it be considered an anthropogenic or natural cause due to its implications for the Paris Agreement?

Respuesta 13: Esta es una excelente pregunta. Lo llamamos el “efecto fertilizante del CO₂”. Este es considerado parte de la respuesta natural del ciclo del carbono. El siguiente artículo - https://en.wikipedia.org/wiki/CO2_fertilization_effect y las referencias proporcionadas en el mismo contienen más información sobre este tema.

Response 13: This is a great question. We call this the ‘CO₂ fertilization’ effect. We still consider this part of the natural carbon cycle response. Please see the article here - https://en.wikipedia.org/wiki/CO2_fertilization_effect and references provided therein for a discussion on this topic.

Pregunta 14: ¿No hay vinculación de la medición de CO₂ con el efecto de La Niña?

[Eng] Is there no connection between the CO₂ measurement and the La Niña effect?

Respuesta 14: Sí, por supuesto. Hay cambios que ocurren sobre el Pacífico Tropical durante un evento de La Niña y eso tiene un impacto en las concentraciones atmosféricas de CO₂. Además, hay cambios que ocurren en las tierras tropicales. La Niña hace que todo sea más húmedo y frío (a diferencia de El Niño), por lo que vemos un aumento en la absorción de CO₂. Vemos un mayor impacto de La Niña en las concentraciones atmosféricas de metano - recomendamos el siguiente artículo de Zhang et al., 2018 - <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aac939>

Response 14: Yes, of course. There are changes that happen over the Tropical Pacific during a La Niña event and that has an impact on atmospheric CO₂ concentrations. In addition, there are changes that happen across the tropical lands. La Niña makes everything wetter and colder (unlike El Niño), so we do see an increase in uptake of CO₂. We see a bigger impact of La Niña on atmospheric methane concentrations - please see the following article Zhang et al., 2018 - <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aac939>.