

Aplicaciones de Mediciones de Dióxido de Carbono para Estudios Relacionados con el Clima

2^{da} Sesión: El Impacto de las Sequías en el CO₂

Junjie Liu, OCO-2/3 Jefa de Equipo Científico (NASA JPL), **David Moroni**, OCO-2/3 Desarrollador de Equipo de ARSET (NASA JPL) y **Karen Yuen**, Jefa de Aplicaciones de OCO-2/3 (NASA JPL)

10 de julio de 2024



Agenda

Sesión 1: XCO2 de OCO-2 y OCO-3: Repaso de las Misiones y las Características y Limitaciones de los Datos

- 3:00 pm -5:00 pm horario Este de EE.UU. (UTC-4:00)
- Martes 9 de julio de 2024
- Instructora Invitada: Vivienne Payne (JPL)

Sesión 2: El Impacto de las Sequías en el CO2

- 3:00 pm -5:00 pm horario Este de EE.UU. (UTC-4:00)
- Miércoles 10 de julio de 2024
- Instructores Invitados: Junjie Liu (JPL), Karen Yuen (JPL), David Moroni (JPL)

Sesión 3: Mediciones de CO2 sobre un Área Urbana Extensa

- 3:00 pm -5:00 pm horario Este de EE.UU. (UTC-4:00)
- Martes 16 de julio de 2024
- Instructores Invitados: Abhishek Chatterjee (JPL), Karen Yuen (JPL), David Moroni (JPL)

Fecha de entrega de la tarea: 9 de agosto de 2024

Certificado de finalización: será otorgado a aquellos que asistan en vivo a todas las sesiones y completen la tarea



2^{da} Sesión – Instructores Invitados

Junjie Liu

OCO-2/3 Directora del Equipo Científico
JPL/NASA



David Moroni

OCO-2/3 Desarrollador de Equipo - ARSET
JPL/NASA



Karen Yuen

OCO-2/3 Directora de Aplicaciones
JPL/NASA



2^{da} Sesión: Objetivos

Al final de la 2^{da} sesión los participantes podrán:

- Identificar los efectos de los eventos de El Niño que pueden crear condiciones de sequía regionales
- Monitorear los flujos globales de concentraciones de CO₂ atmosférico para identificar áreas vulnerables
- Utilizar los datos de OCO-2 para visualizar áreas afectadas por sequías y realizar un análisis interpretativo y comparativo
- Identificar los métodos y procesos para derivar flujos con mediciones de CO₂ atmosférico e interpretar las perturbaciones de flujo regionales y los flujos y emisiones a escala de país.
- Seguir los pasos para clonar el repositorio de Github de ARSET y mantener el código local.



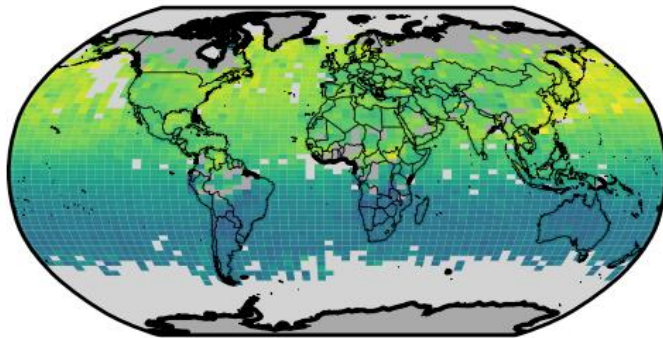
Cómo Hacer Preguntas

- Por favor escriba sus preguntas en la casilla denominada “Questions” y las responderemos al final de esta sesión.
- Puede escribir sus preguntas durante la sesión. Intentaremos responder todas las preguntas al final - durante el periodo de preguntas y respuestas.
- Las preguntas también las responderemos en el documento de preguntas y respuestas, el cual será publicado en la página de esta capacitación en aproximadamente una semana.



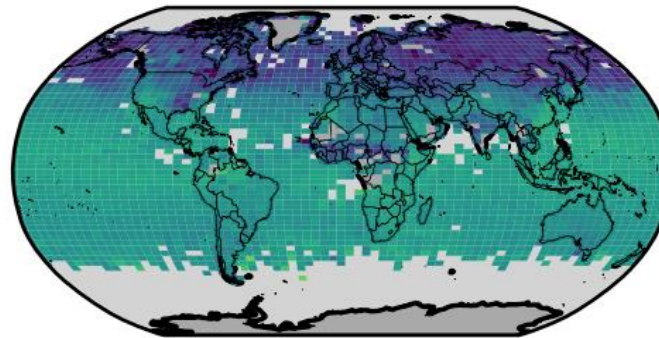
Estacionalidad del CO₂ Observada por OCO-2 y OCO-3

(a) OCO-2, 2020, April



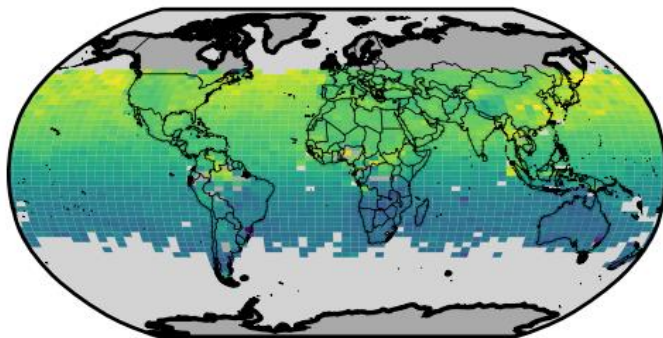
N=2.62M (SS) $\mu=412.86$ (bin) $\sigma=2.59$ (bin)

(b) OCO-2, 2020, August



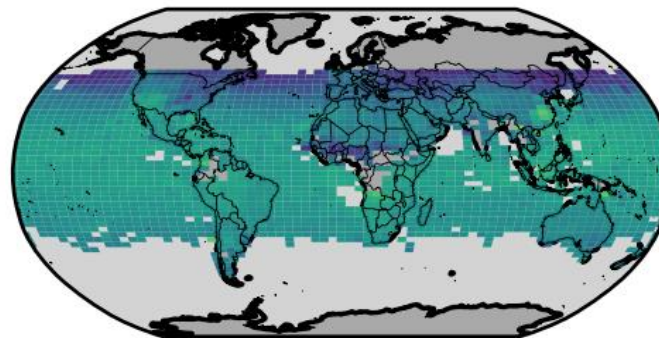
N=3.15M (SS) $\mu=410.03$ (bin) $\sigma=2.26$ (bin)

(c) OCO-3, 2020, April



N=2.95M (SS) $\mu=412.73$ (bin) $\sigma=2.50$ (bin)

(d) OCO-3, 2020, August

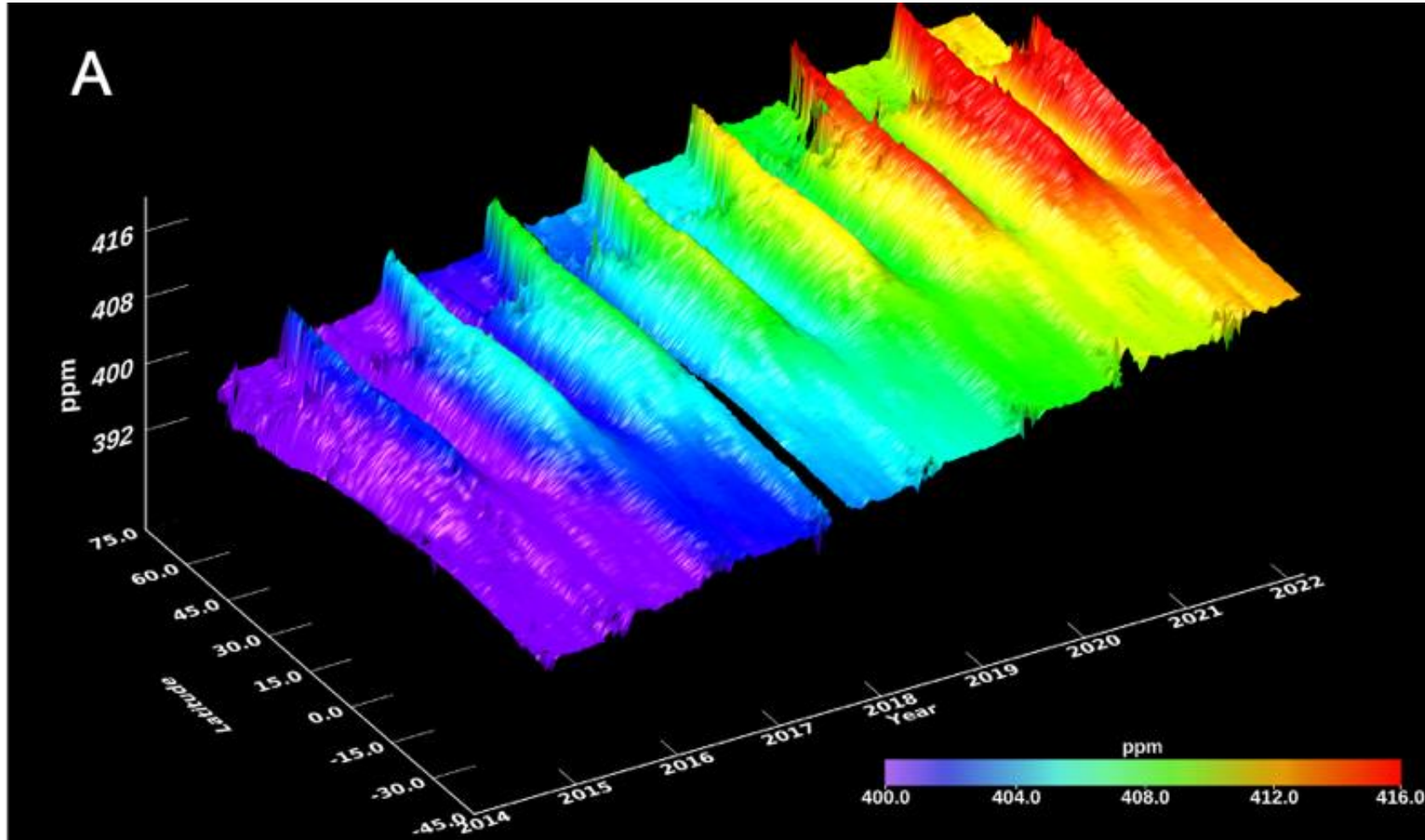


N=3.56M (SS) $\mu=410.57$ (bin) $\sigma=1.66$ (bin)

- La concentración de CO₂ en el hemisferio norte es mucho más alta en abril que en agosto.
- La concentración de CO₂ es mayor en el hemisferio norte que en el hemisferio sur en abril, pero menor en agosto.
- La concentración de CO₂ es mayor en el este de Asia y la costa este y oeste de Norteamérica.



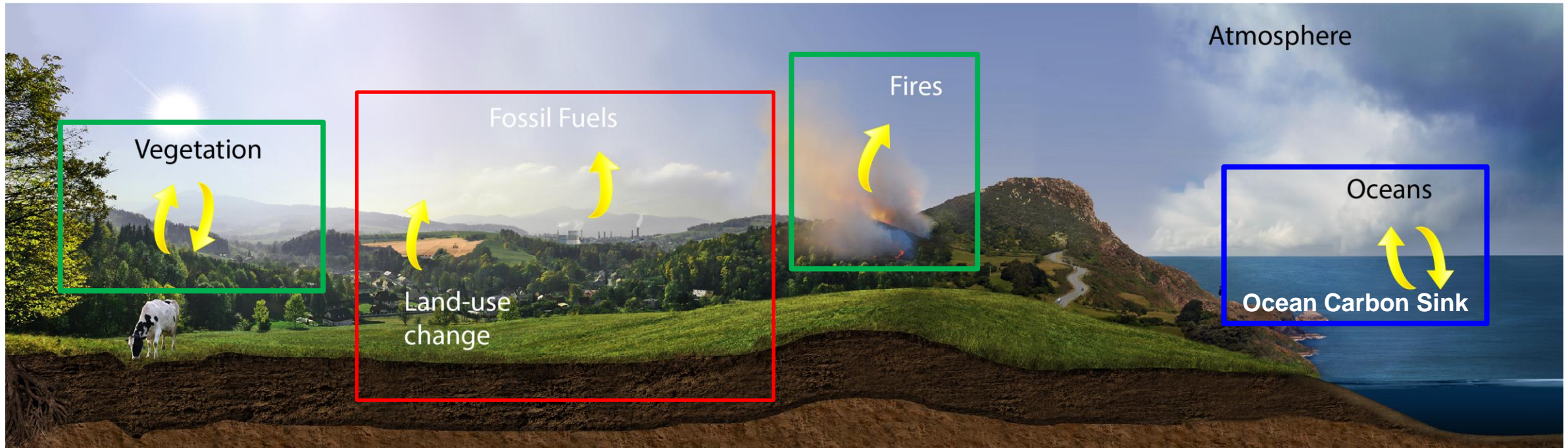
El Aumento Desenfrenado de CO₂ Atmosférico



- OCO-2 observa un aumento constante en la concentración de CO₂ atmosférico;
- El hemisferio norte tiene ciclos estacionales mucho más grandes (es decir, de valor máximo al mínimo durante cada año) que el hemisferio sur.
- En promedio, la concentración de CO₂ atmosférico ha aumentado aproximadamente ~ 2,5 ppm / año en los últimos años.



El Cambio en la Concentración Media Global de CO₂ Atmosférico es el Resultado de los Flujos Netos de Carbono en la Superficie

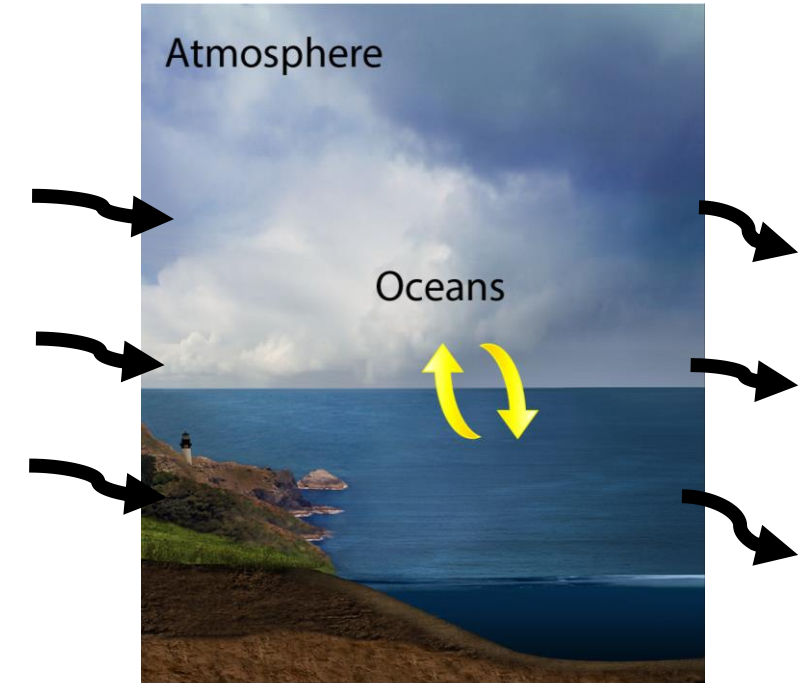
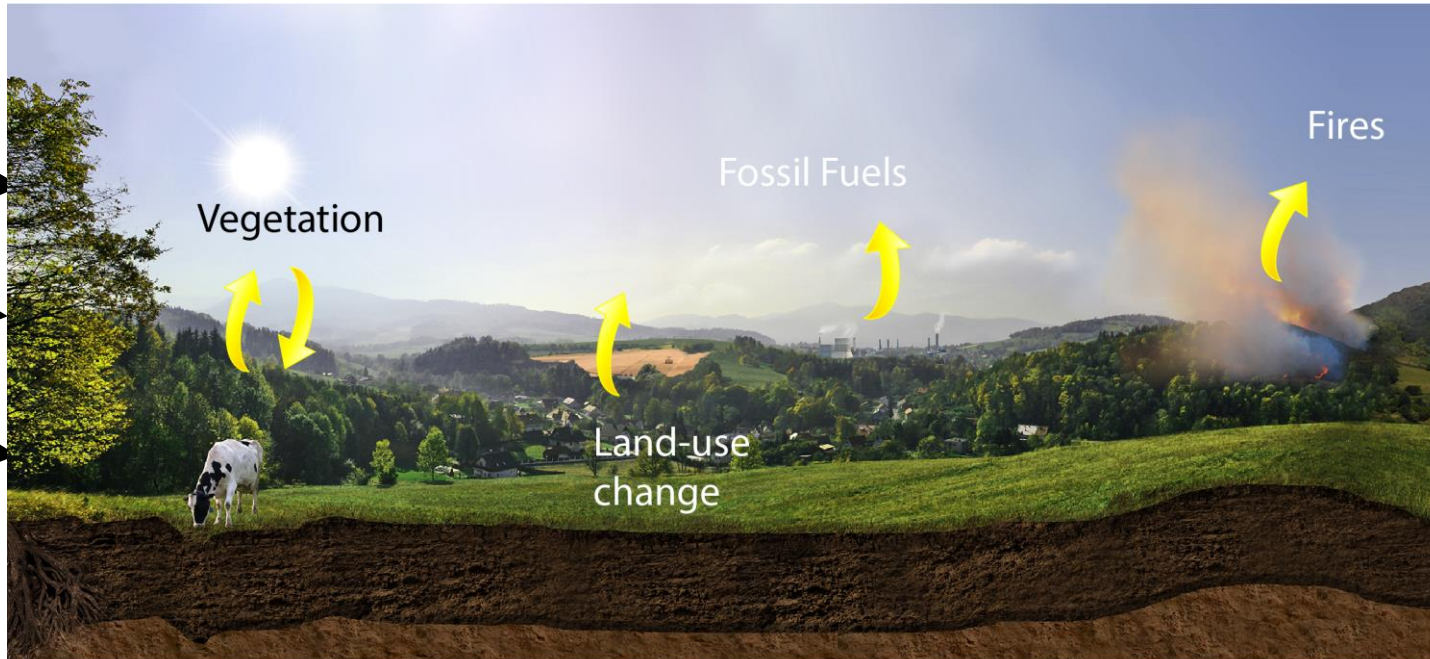


Credit: Jenny Mottar (NASA)

- Global: $\Delta C_{t \rightarrow t+1} = \int_t^{t+1} (\text{anthropogénico (combustibles fósiles uso del suelo)} + \text{flujo terrestre neto} + \text{flujo oceánico neto})$
- Flujo neto de carbono terrestre = carbono absorbido a través de la fotosíntesis - carbono liberado a través de la respiración y los incendios
- Intercambio neto aire-mar = ecosistema oceánico, diferencias de presión de CO₂ entre la superficie del océano y la atmósfera.
- Cambios anuales en la concentración de CO₂ atmosférico mundial = flujos de carbono en la superficie integrados durante el año



El Cambio en la Concentración Regional/Local de CO₂

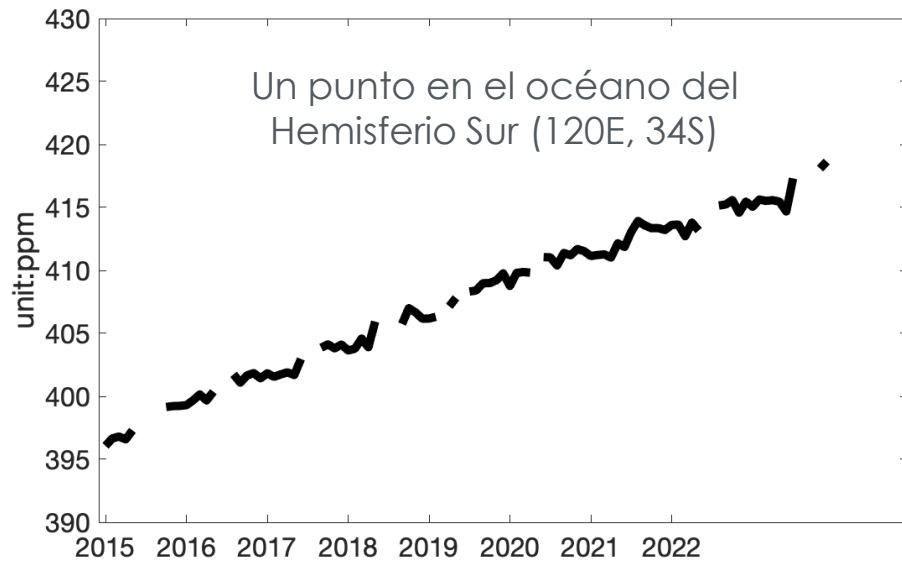
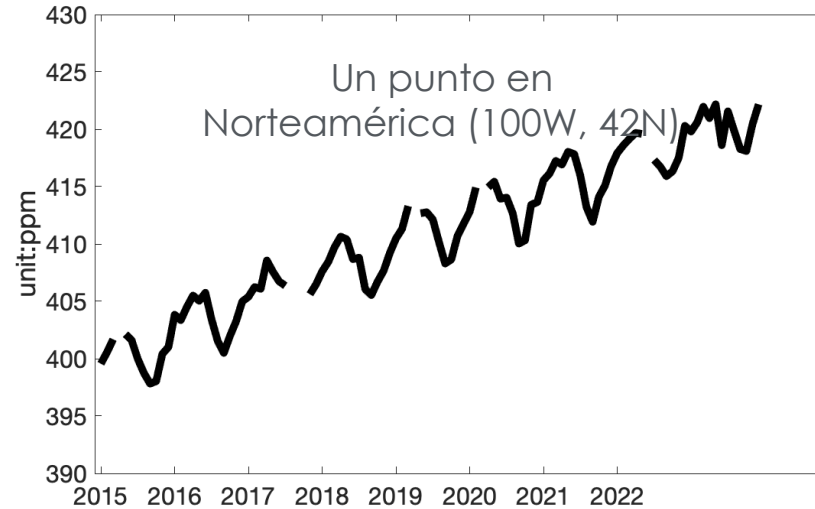
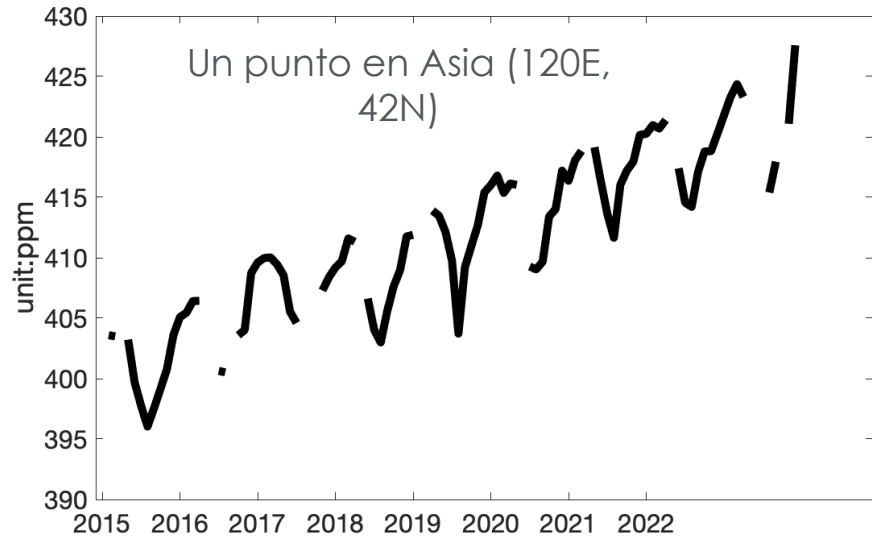


Credit: Jenny Mottar (NASA)

- Regional: $\Delta C_{t \rightarrow t+1} = \text{Transporte Lateral} + \int_t^{t+1} (\text{flujo})_{\text{local}}$
- El cambio en la concentración de CO₂ atmosférico en cualquier lugar no solo está relacionado con los flujos locales de carbono en la superficie, sino también con el transporte lateral atmosférico.



Concentración de CO₂ en la Columna Observado por OCO-2 en Tres Ubicaciones



- Regional: $\Delta C_{t \rightarrow t+1} = \text{transporte lateral} + \int_t^{t+1} (\text{flujo})_{\text{local}}$
- La concentración de CO₂ en estos tres lugares tiene una tendencia similar de aumento.
- El aumento de la concentración de CO₂ atmosférico se debe tanto al transporte lateral como a los flujos locales de carbono en la superficie.
- El aumento constante de la concentración de CO₂ atmosférico en el punto oceánico del panel izquierdo se atribuye a las emisiones de combustibles fósiles de otros lugares que son transportadas a este punto.

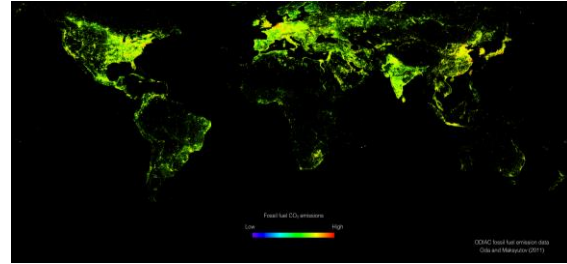


Definiciones de Flujos y Concentración

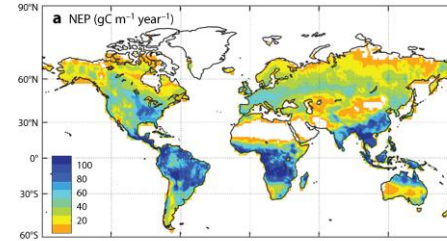
- **CO₂ Atmosférico:** expresado en partes por millones en volumen (ppmv or ppm)
 - 1 ppm = una partícula de molécula de CO₂ por 1 millón de partículas de moléculas de aire seco (sin incluir el vapor de agua)
- **Flujos de carbono:** dirección y tasa de transferencia de carbono entre los reservorios de carbono del planeta, como los océanos, la atmósfera, la tierra y otros seres vivos
 - Unidad: gC/m²/día (cantidad de carbono por superficie por tiempo)
 - Otras unidades: gigatoneladas de carbono por año (GtC/año) = gC/ m²/día x 365 x superficie x 1e-15
Teragramos de carbono por año (TgC/año) = gC/ m²/día x 365 x área x 1e-12
Un petagrama de carbono es lo mismo que una gigatonelada de carbono.
- Conexión entre los flujos de carbono y la concentración de CO₂ atmosférico
 - Convertir de flujo a unidad de masa y luego a unidad de volumen
 - Relación entre el número de moléculas de CO₂ y el número de moléculas de aire seco ppm = [(flujo de carbono) x (superficie) x (duración)] / 12 / (el número de moléculas de aire seco) * 1e-6
 - 1 ppm ≈ 2.14 GtC



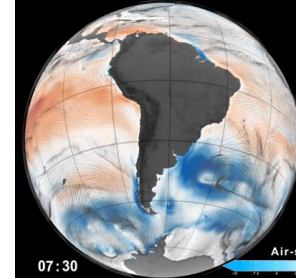
Vinculación de los Flujos de Carbono en la Superficie con la Concentración de CO₂ Atmosférico



Emisiones de Combustibles Fósiles



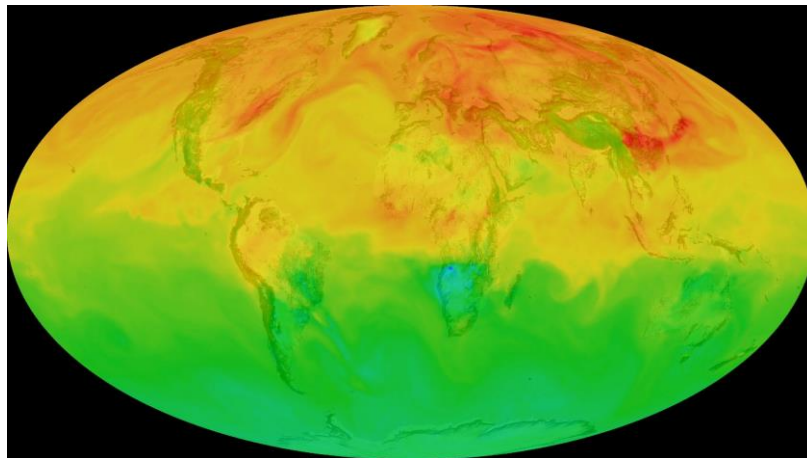
Flujos Netos de Carbono Terrestre



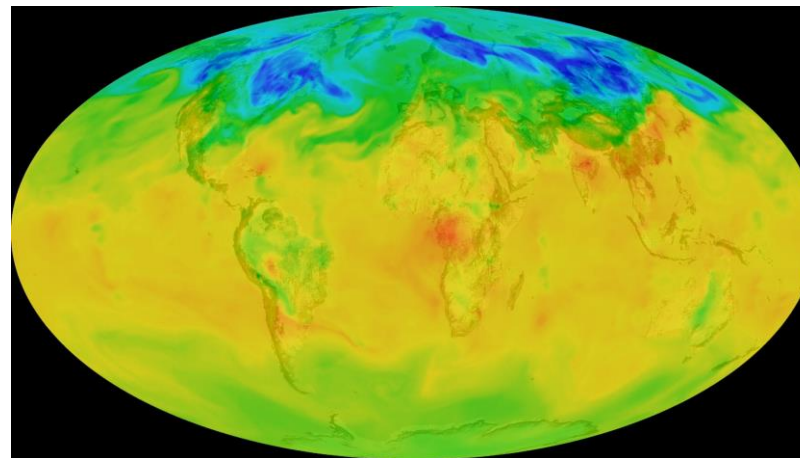
Intercambio Neto Aire-Mar

Modelo de Transporte Atmosférico

Columna de CO₂ en Primavera



Columna de CO₂ en Verano



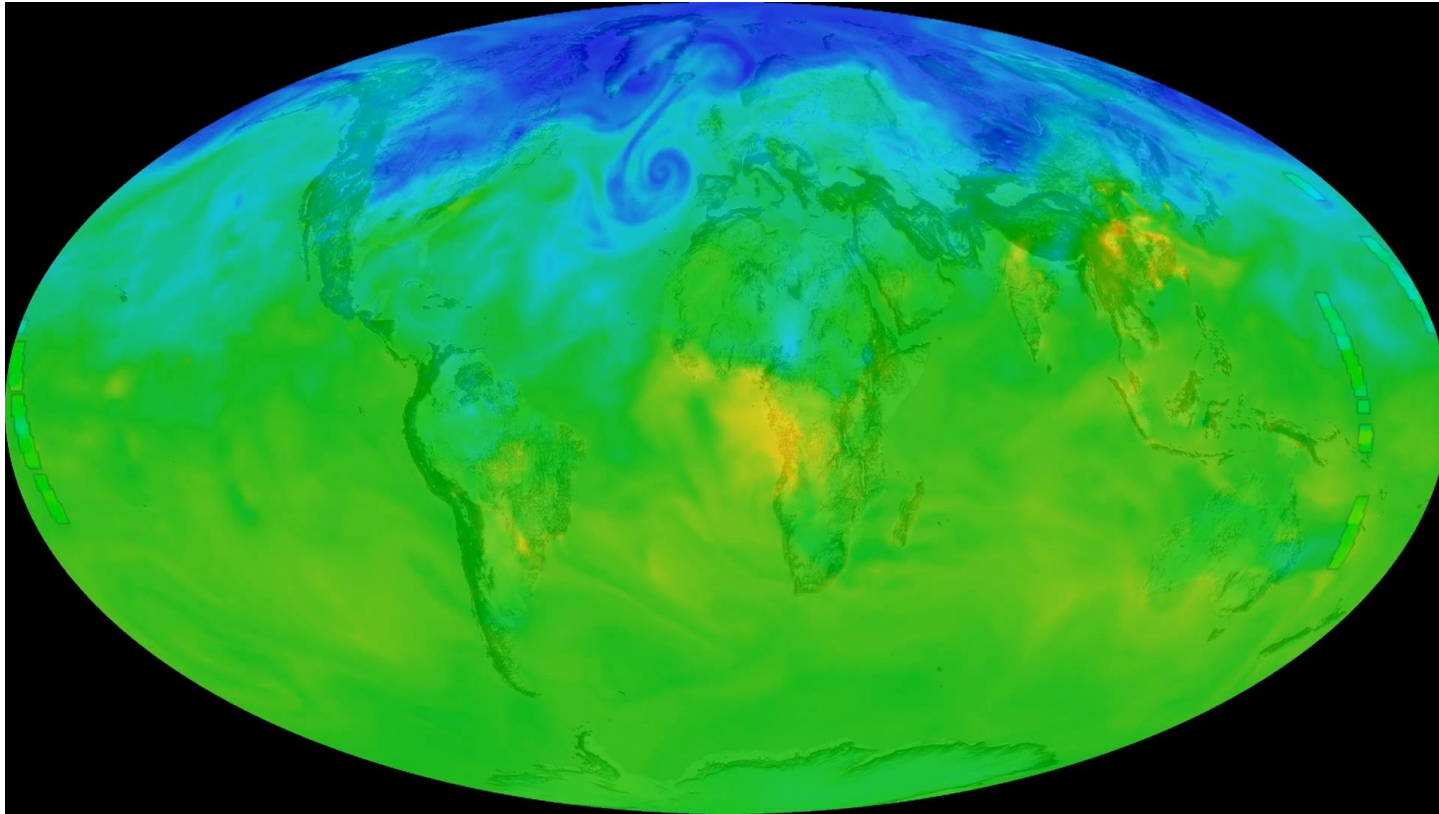
Amarillo y rojo: valores altos de CO₂; Azul y verde: valores bajos de CO₂

- Prescribiendo los flujos de carbono de la superficie y luego ejecutando un modelo de transporte atmosférico, podemos obtener distribuciones espaciales y temporales simuladas de las concentraciones de CO₂ atmosférico en todo el mundo.

- La simulación mediante el modelo de transporte atmosférico es similar al concepto de un gemelo digital de la Tierra.



OCO-2 Hace Mediciones Instantáneas de la Atmósfera



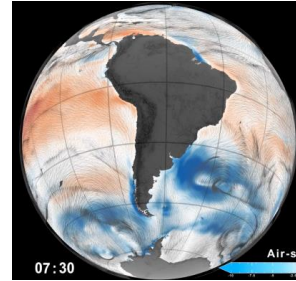
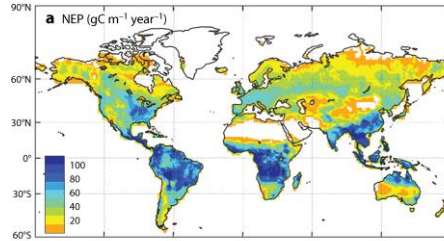
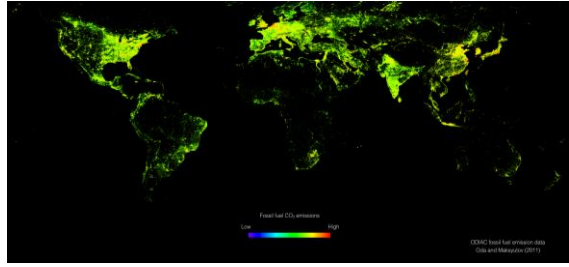
<https://svs.gsfc.nasa.gov/4519/>

Amarillo y rojo: valores altos de CO₂; Azul y verde: valores bajos de CO₂

- Cada franja del globo representa una trayectoria orbital de OCO-2.
- OCO-2 solo hace mediciones instantáneas de la columna de CO₂ atmosférico tanto en el espacio como en el tiempo.
- El carbono liberado en la superficie es transportado por todo el mundo por los vientos.
- Los patrones espaciales del CO₂ atmosférico reflejan tanto el sistema meteorológico sinóptico como el intercambio neto de carbono en la superficie.



Proceso de Inversión del Flujo de CO₂ Atmosférico



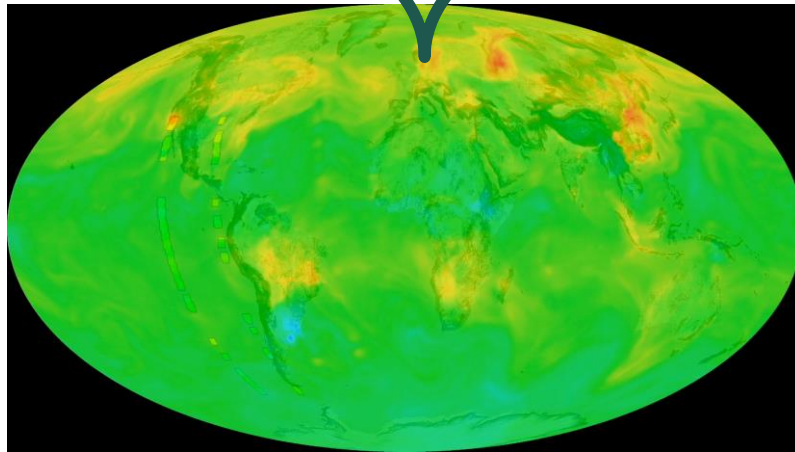
Ajuste de los flujos en la superficie

Inversión del Flujo de CO₂ Atmosférico

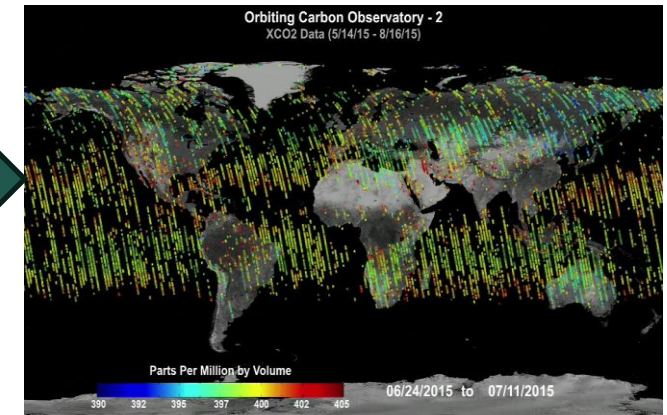
$$J(x) = (x - x^b)^T B^{-1} (x - x^b) + \sum_{i=1}^n (y - h(x))_i^T R^{-1} (y - h(x))_i$$

Medición de la suma de la discrepancia entre las observaciones (y) y los valores simulados del modelo (h(x)) y las diferencias entre los flujos optimizados (x) y los flujos anteriores (x^b)

Transporte atmosférico directo por sistema meteorológico



Comparación con Observaciones

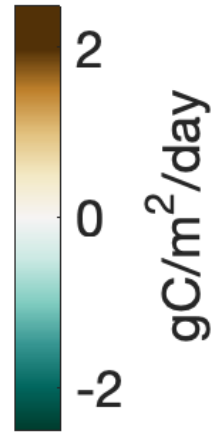
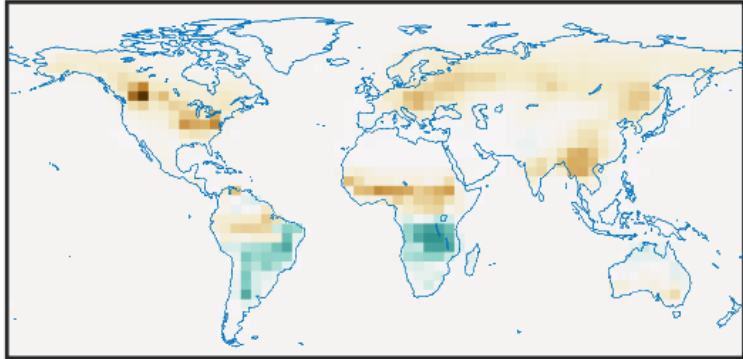


El proceso de inversión atmosférico optimiza los flujos de carbono de la superficie para que coincidan mejor con las observaciones, dadas las incertidumbres en las observaciones y los flujos de carbono previos asumidos.



Los Flujos de Carbono en la Superficie se Ajustan para que Coincidan Mejor con las Observaciones

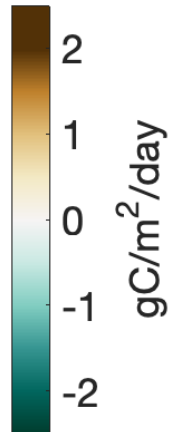
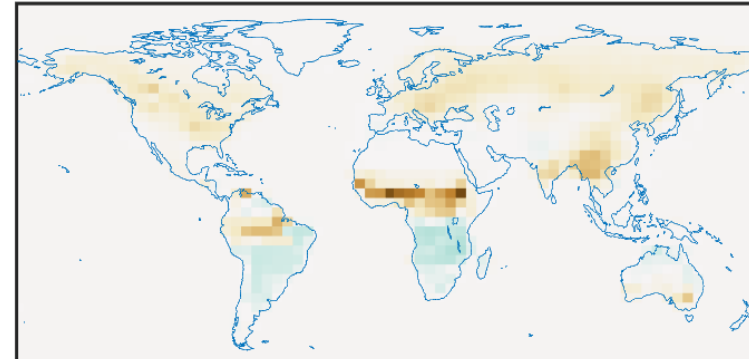
Prior NBE on March 2016



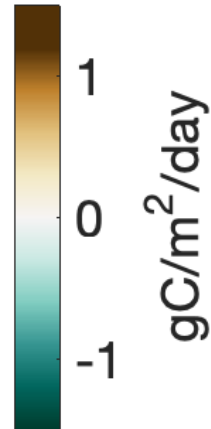
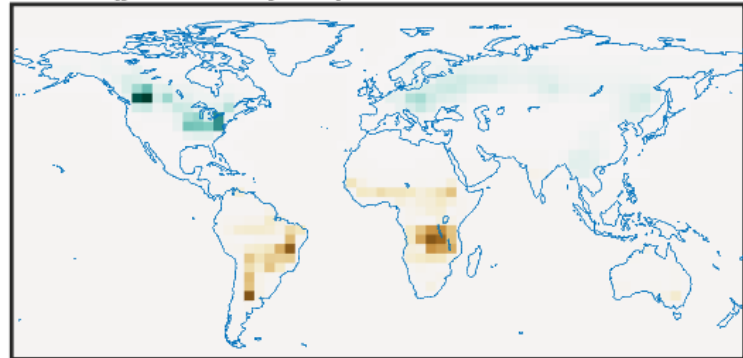
Inversión de flujo atmosférico



NBE on March 2016



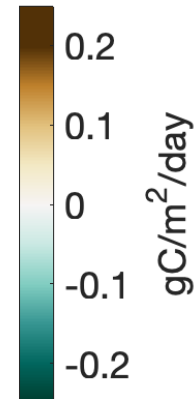
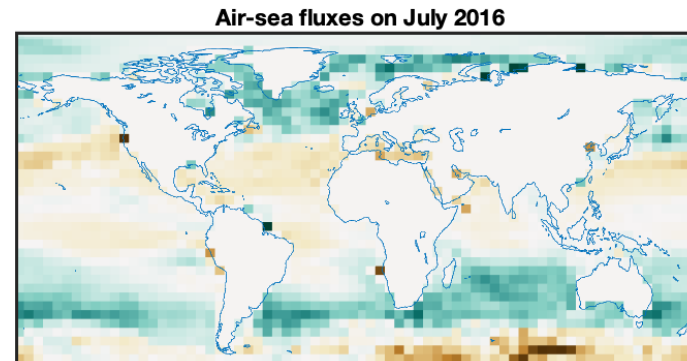
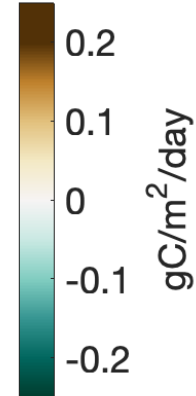
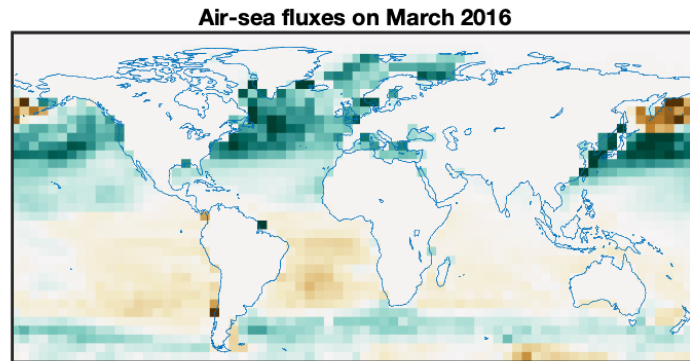
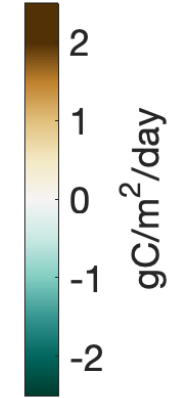
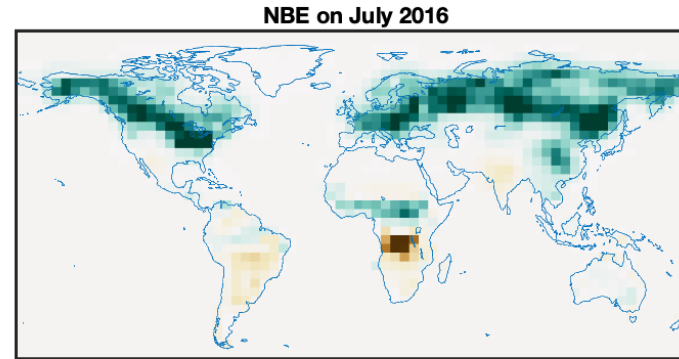
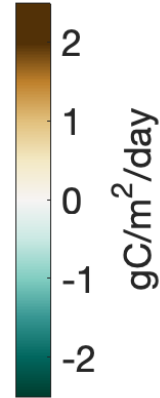
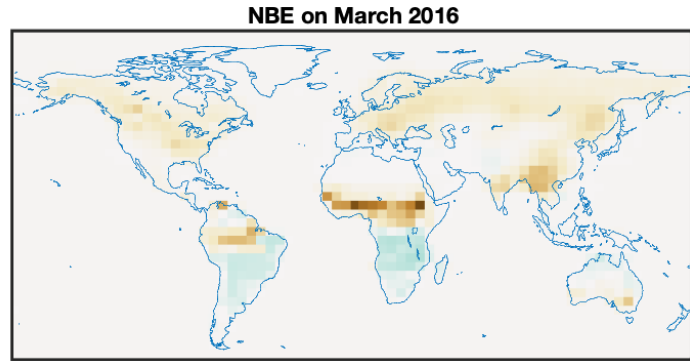
(posterior-prior) NBE on March 2016



- NBE: intercambio neto de la biosfera que incluye todos los flujos de carbono de la superficie terrestre, excepto las emisiones de combustibles fósiles. Positivo: se libera carbono a la atmósfera; Negativo: el carbono se absorbe de la atmósfera.
- La concentración posterior de CO₂ basada en los flujos posteriores coincide mejor con las observaciones.
- El flujo posterior muestra fuentes de carbono más grandes sobre los trópicos y el hemisferio sur y fuentes de carbono más débiles sobre las latitudes altas del norte.



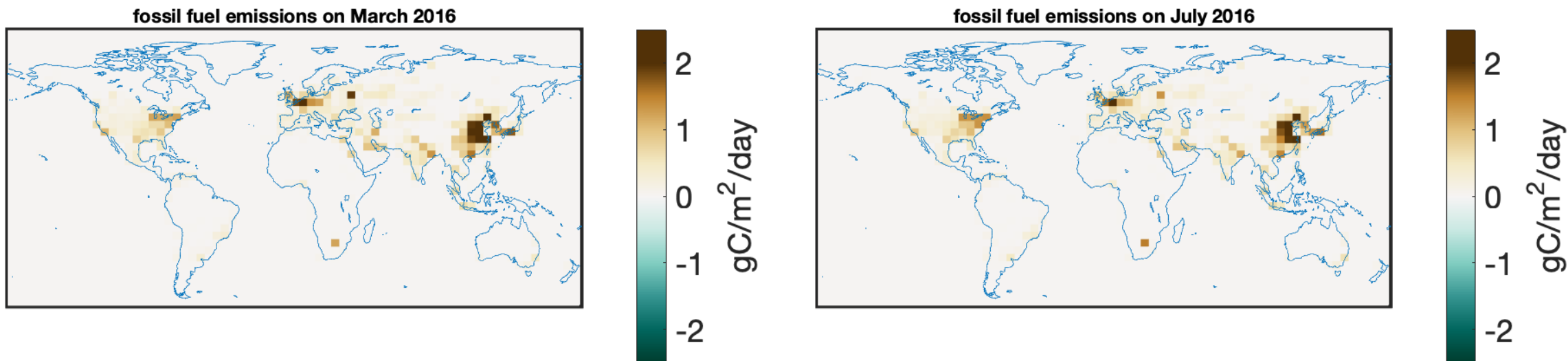
Los Flujos de Carbono Terrestres Tienen una Estacionalidad Mucho Más Fuerte que los Flujos de Carbono Aire-mar



- La magnitud de los flujos de carbono terrestres es aproximadamente un orden de magnitud mayor que los flujos de carbono aire-mar.
- Los flujos de carbono terrestres tienen una estacionalidad mucho más fuerte que los flujos de carbono oceánicos.
- Las superficies terrestres del hemisferio norte son una fuente de carbono en invierno y un sumidero en verano, y lo contrario es cierto para las superficies terrestres del hemisferio sur.



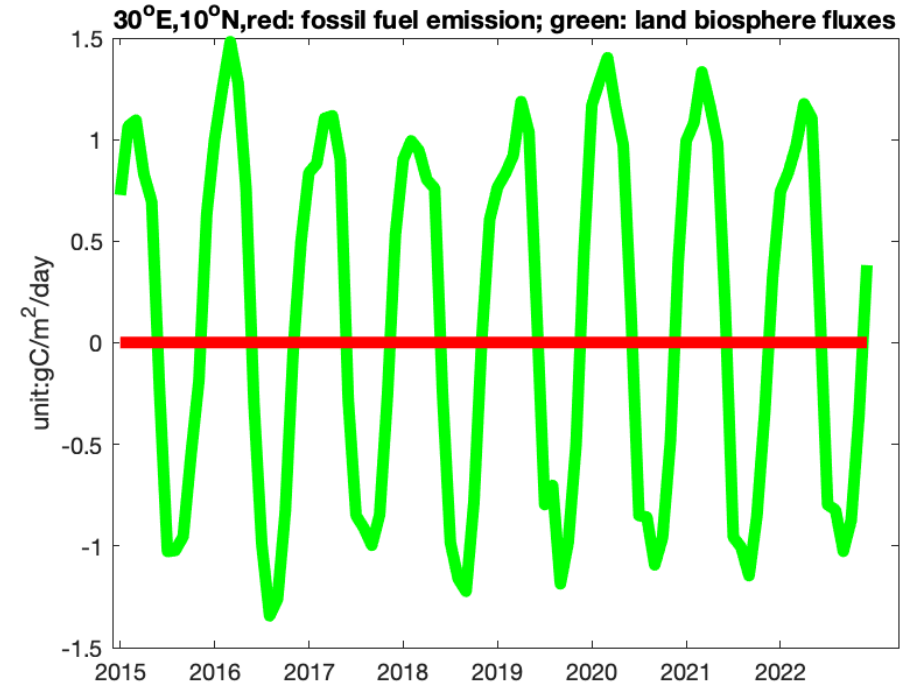
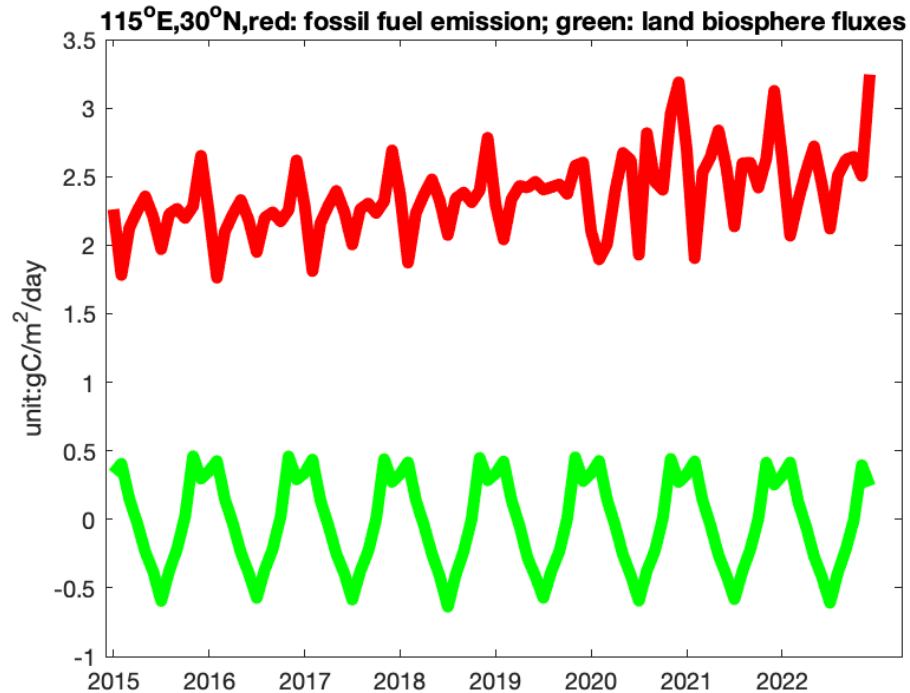
Las Emisiones de Combustibles Fósiles Tienen una Estacionalidad Más Débil que los Flujos de Carbono Terrestres



- La mayoría de las emisiones de combustibles fósiles se concentran en el este de Asia, Norteamérica, Europa e India.
- Las emisiones de combustibles fósiles tienen una estacionalidad mucho más débil que los flujos de carbono terrestres.



La Magnitud Relativa del Intercambio Neto de Biosfera y las Emisiones de Combustibles Fósiles Depende de la Ubicación

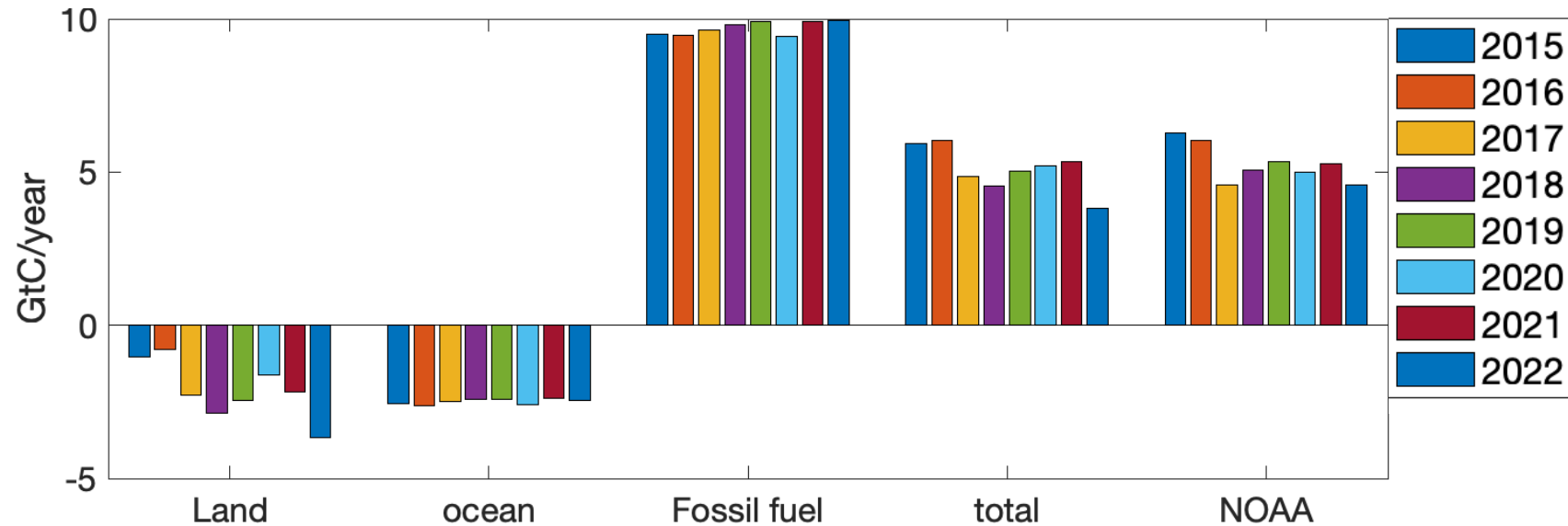


- Panel izquierdo: una ubicación en China; Panel derecho: una ubicación en el norte de África.
- Las emisiones medias anuales de combustibles fósiles son mucho más altas que los flujos de la biosfera terrestre en China, mientras que las emisiones de combustibles fósiles son insignificantes en comparación con los flujos de la biosfera terrestre en África.
- Puede crear un gráfico similar para las ubicaciones y regiones que le interesen.



Mayores Variabilidades de un Año a Otro en los Flujos Netos de Carbono Terrestre

Flujos totales anuales de carbono sobre la superficie terrestre, el océano, las emisiones de combustibles fósiles y los flujos totales de 2015 a 2022

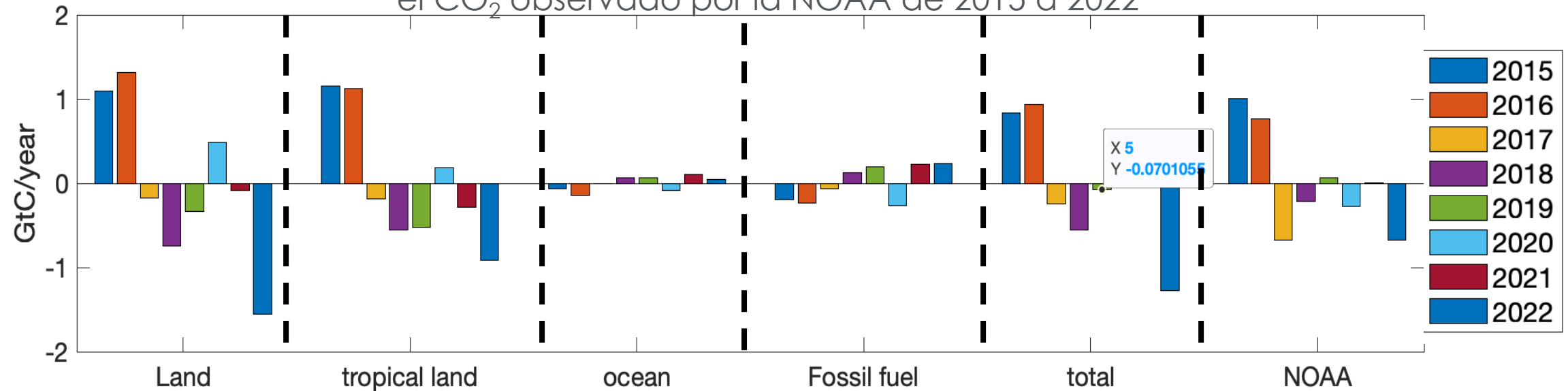


- Cada color representa un año específico de 2015 a 2022.
- Números negativos: sumideros de carbono; Números positivos: fuentes de carbono.
- Los flujos de carbono terrestres tienen una variabilidad mucho mayor de un año a otro que las emisiones oceánicas y de combustibles fósiles.
- Los flujos totales de carbono son la suma de las emisiones terrestres, oceánicas y de combustibles fósiles, que representan la cantidad de carbono que queda en la atmósfera.
- Los flujos totales de carbono estimados a partir de las inversiones de flujo concuerdan con la tasa de crecimiento de CO₂ observada por la Red de Observación de Superficie de la NOAA.



Los Flujos de Carbono de Superficies Terrestres Tropicales Dominan la Variabilidad de los Flujos de Carbono de la Tierra de un Año a Otro

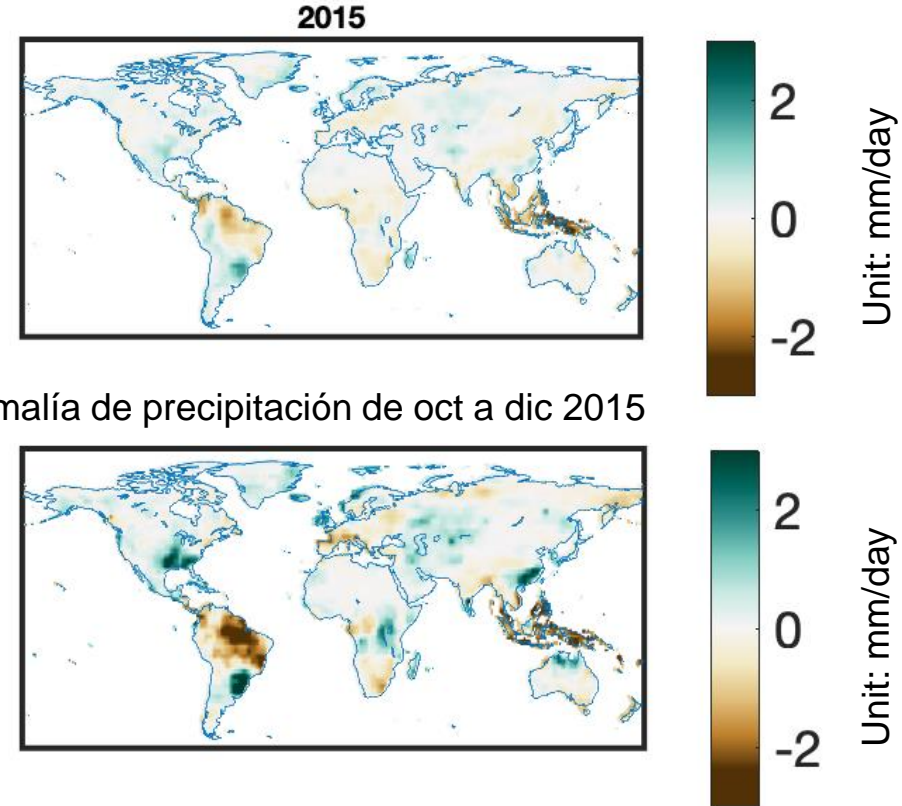
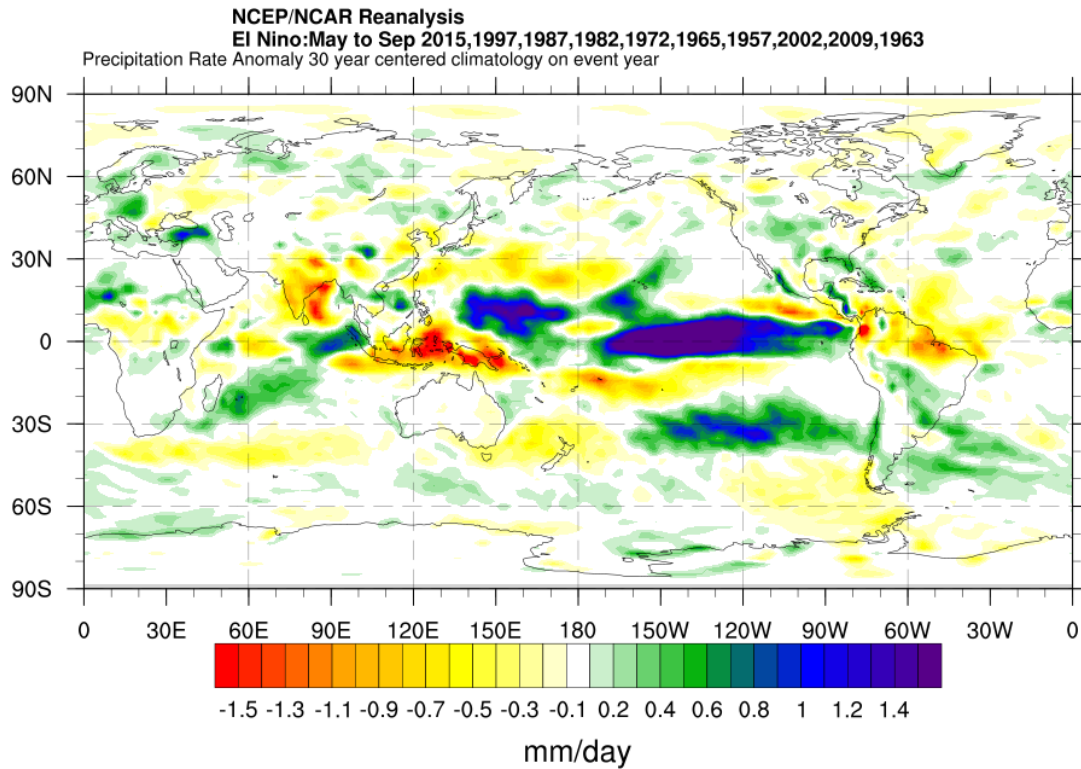
Anomalías anuales del flujo de carbono en la tierra, las superficies terrestres tropicales, el océano, las emisiones de combustibles fósiles, los flujos totales y el CO₂ observado por la NOAA de 2015 a 2022



- La barra de colores representa de 2015 a 2022 de izquierda a derecha.
- Las anomalías anuales de los flujos de carbono = flujos anuales de carbono - flujos medios de carbono entre 2015 y 2022.
- 2015 y 2016 tienen un sumidero neto de carbono terrestre mucho más débil, reflejado en la figura como anomalías positivas en el flujo de carbono terrestre, que provienen principalmente de las tierras tropicales.
- Las Tierras Tropicales se definen como el área terrestre entre 25°S y 25°N.
- Tanto las emisiones oceánicas como las de combustibles fósiles tienen una variabilidad muy débil de un año a otro.



Sequía en Tierras Tropicales durante El Niño 2015-2016



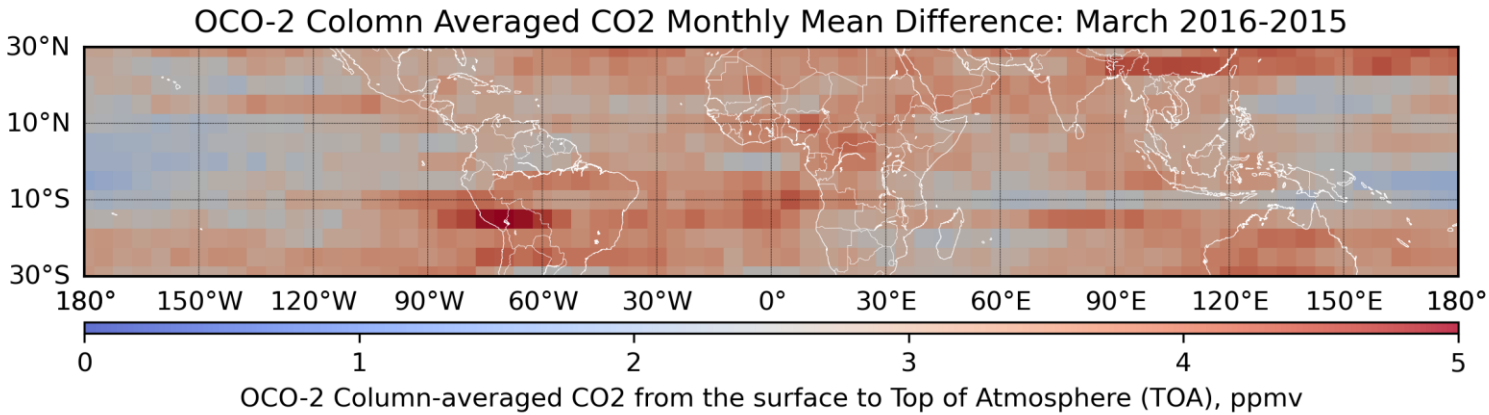
Anomalía de precipitación de oct a dic 2015

- El Niño causa cambios en los patrones de circulación, lo que conduce a la sequía en las tierras tropicales, especialmente en las zonas tropicales de Sudamérica y Asia tropical.
- En 2015, las zonas tropicales de Sudamérica y Asia tropical experimentaron una grave sequía, especialmente durante los meses de octubre a diciembre. 2015.
- La media climatológica se define de 2015 a 2023.

Fuente de Datos: [GPCP precipitation](#)

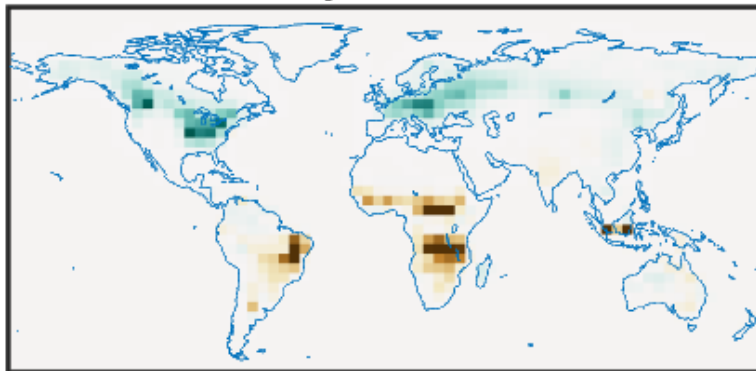


La Señal de Sequía se Observa Tanto en la Concentración de CO₂ Atmosférico como en los Flujos de CO₂ en la Superficie

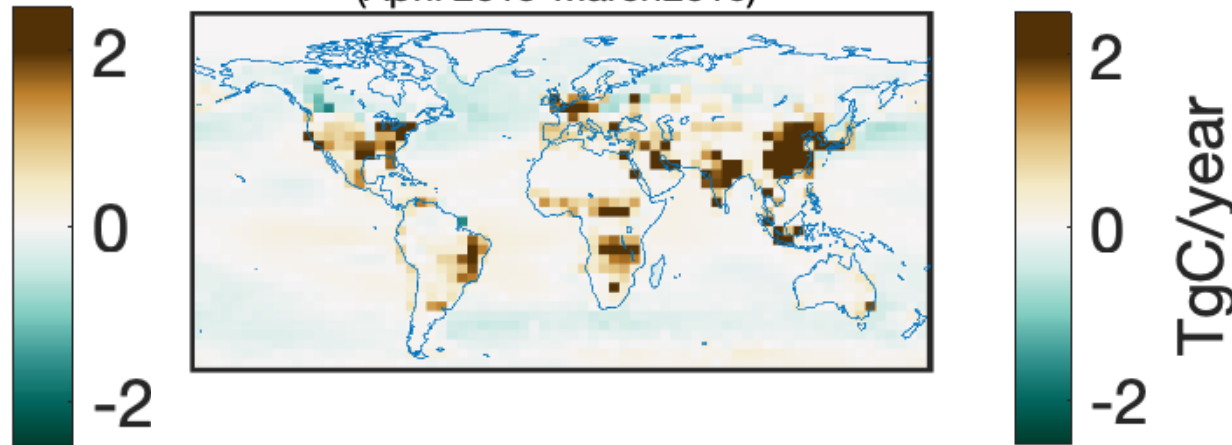


- La diferencia entre las concentraciones de CO₂ de marzo 2016 y marzo 2015 = **transporte lateral** + $\int_{\text{abril 2015}}^{\text{marzo 2016}} (\text{flujo})_{\text{local}}$
- Hubo un aumento de CO₂ mucho mayor (>4ppm) sobre el trópico que corresponde a fuentes de carbono neto sobre las tierras tropicales.
- El transporte lateral lleva la señal de combustibles fósiles sobre el trópico

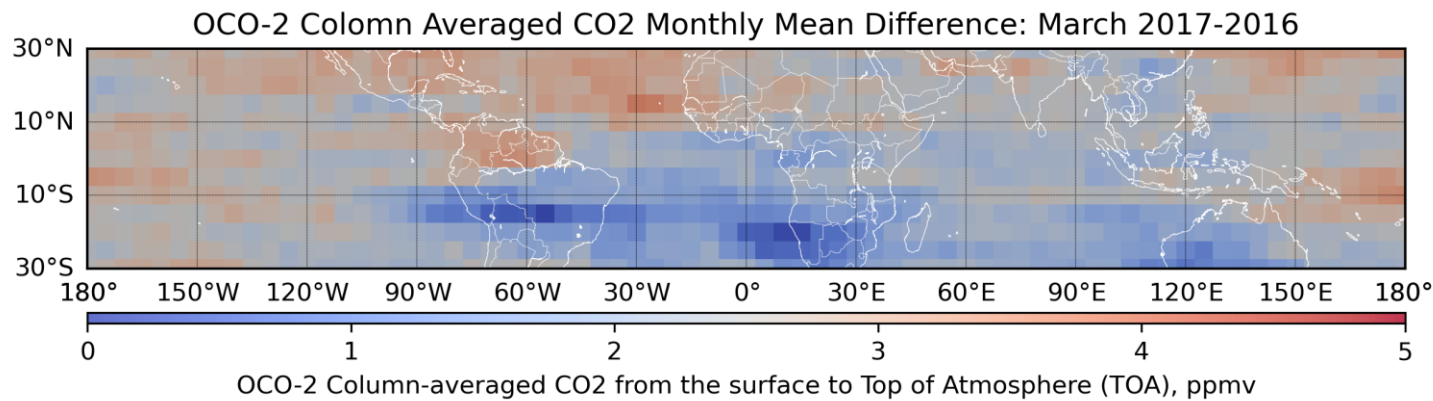
NBE total in April 2015-March2016



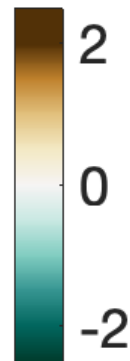
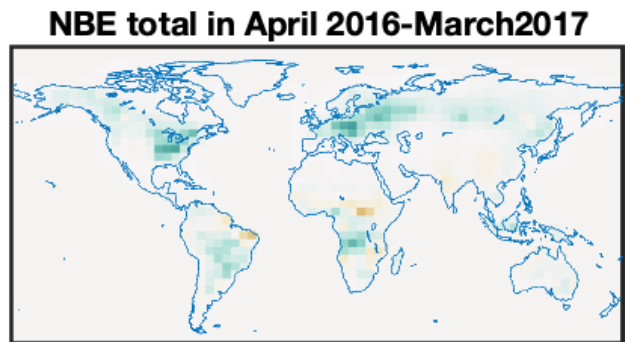
**total fluxes between
(April 2015-March2016)**



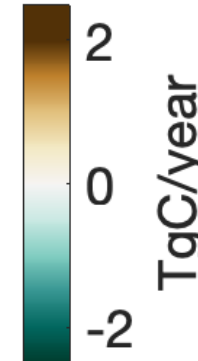
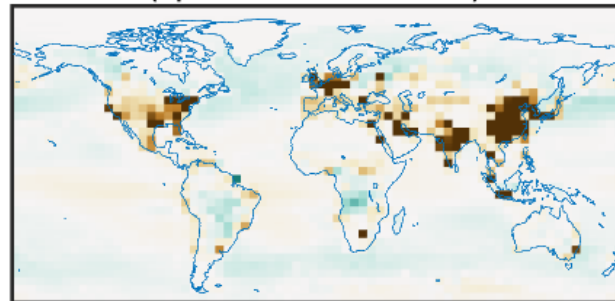
El Aumento de CO₂ se Vuelve Mucho Menor en el Trópico al Finalizar el Fenomeno de El Niño



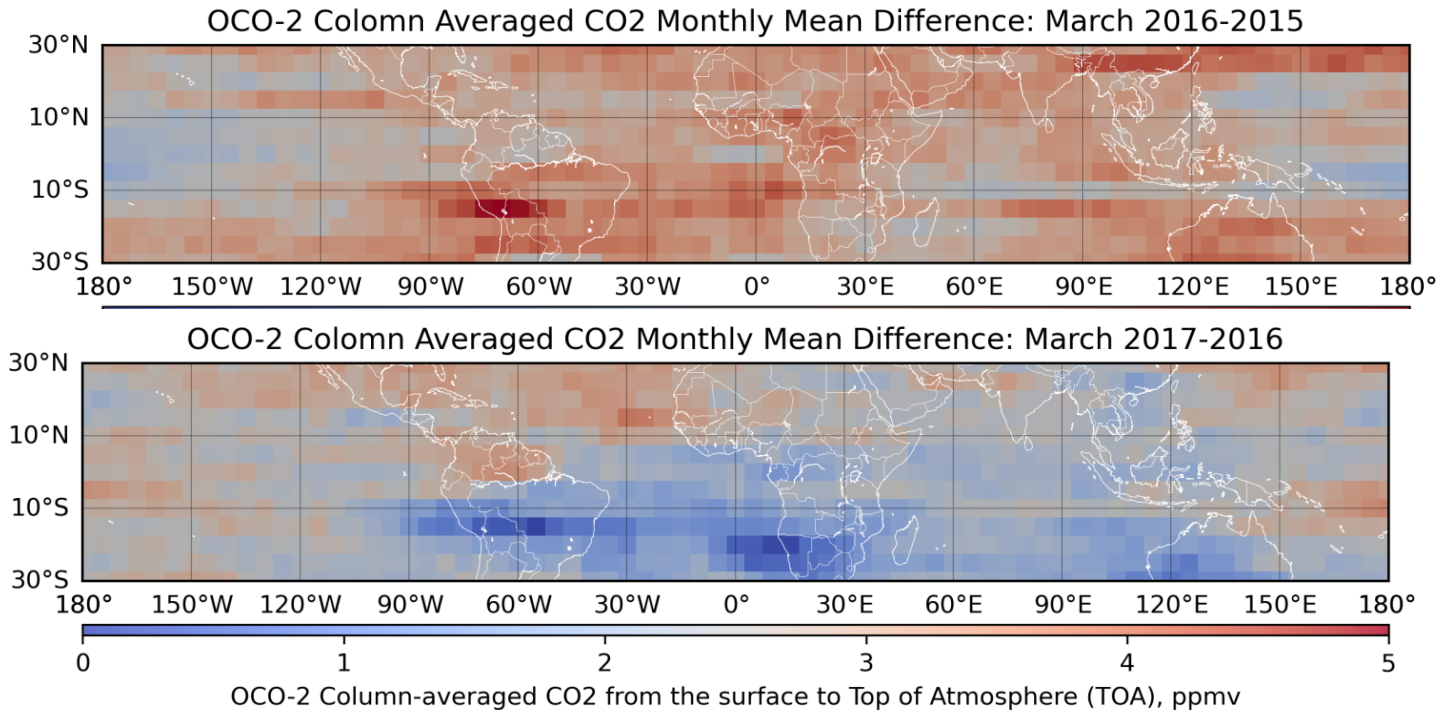
- La diferencia entre las concentraciones de CO₂ de marzo 2017 y marzo 2016 = **transporte lateral** + $\int_{\text{abril 2016}}^{\text{marzo 2017}} (\text{flujo})_{\text{local}}$
- Hubo un aumento de CO₂ mucho menor (<2 ppm) sobre el trópico, el cual corresponde a sumideros de carbono sobre tierras tropicales.
- El transporte lateral lleva la señal de combustibles fósiles sobre el trópico, causando que la concentración de CO₂ atmosférico aumente de 2016 a 2017 a pesar de la disminución en la cantidad de carbono local.



**total fluxes between
(April 2016-March 2017)**

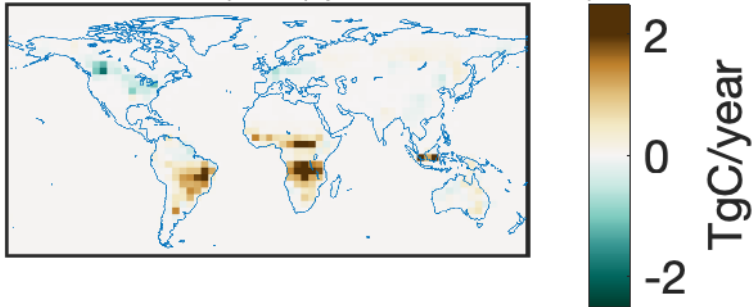


Diferencia entre El Niño 2015/2016 y el Año Siguiente

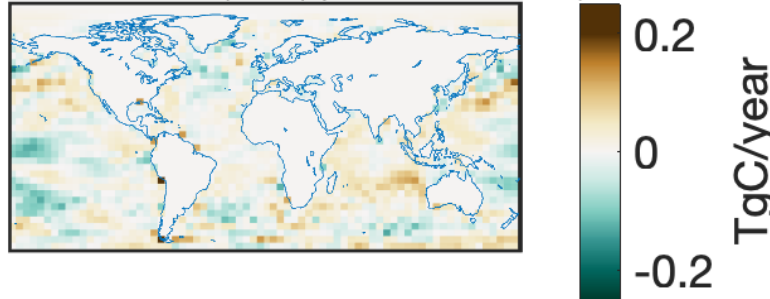


- Hubo un aumento de CO₂ mucho mayor en el trópico durante El Niño que el año siguiente.
- En consecuencia, las tierras tropicales son una fuente de carbono mucho mayor durante El Niño que el año siguiente.

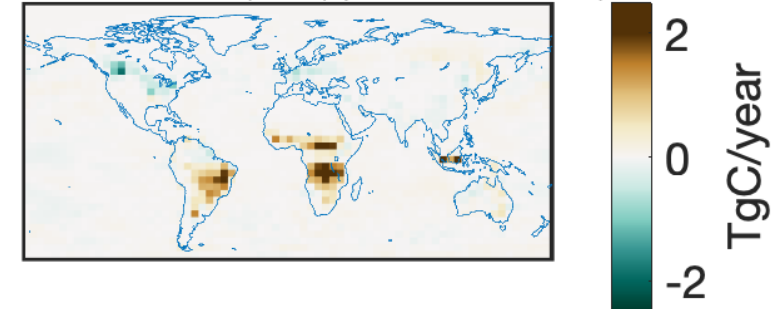
diference of NBE between
(April 2015-March2016) and (April 2016-March2017)

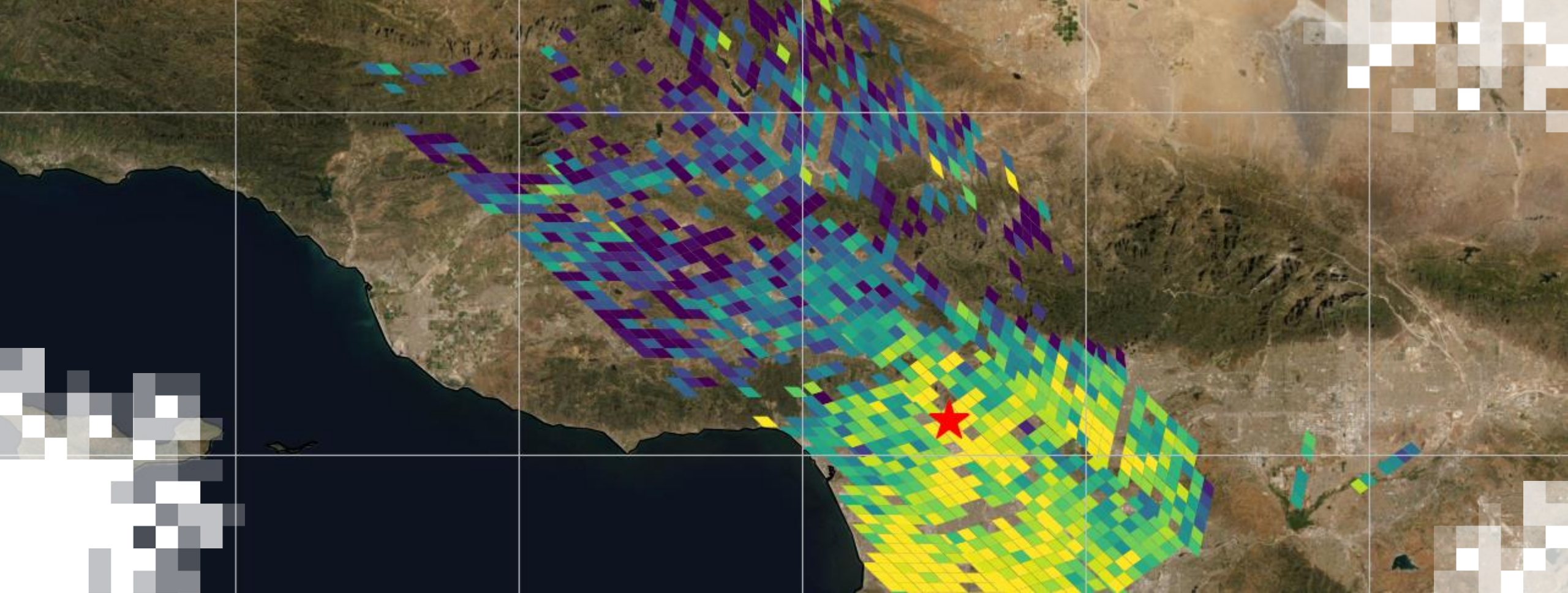


differences of air-sea fluxes between
(April 2015-March2016) and (April 2016-March2017)



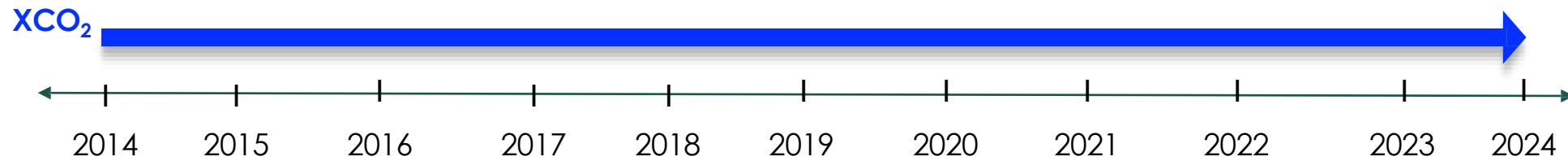
differences of total fluxes between
(April 2015-March2016) and (April 2016-March2017)





Cómo Comenzar a Trabajar con Datos de OCO

Datos de XCO₂ Disponibles



Mediciones Globales
Combinadas con Mapeo Dirigido



Disponibilidad de Datos de OCO-2/3: NASA GES DISC

- ¡Los datos de OCO-2 y OCO-3 se almacenan en el [GES DISC](#)!
- Asegúrese de registrarse para crear un perfil. ¡Es gratis!
- Puede navegar y buscar sin iniciar una sesión, pero necesitará una cuenta para descargar los datos.
- Siempre puede encontrar los datos o las colecciones de datos ingresando "OCO-2" u "OCO-3" en la barra de búsqueda.

The screenshot shows the NASA EarthData GES DISC website. The header includes the NASA EarthData logo and a search bar. The main content area features a large satellite image of Earth. A search bar is visible with the text "OCO-2" entered. Below the search bar, there is a "Browse Data by Category" button. The footer contains statistics: "Archive Size: 3,372,293 TB", "Archived Data Files: 149,702,499", "Files Distributed*: 3,199,380,544", and "Data Volume Distributed*: 34,027,933 TB". Navigation links for "Projects & Missions", "Featured Gallery Images", and "News" are also present.



El Mismo Nombre, Versión Actualizada y Ahora Accesible en la Nube



Dataset	Source	Version	Time Res.	Spatial Res.	Process Level	Begin Date	End Date
 OCO-2 Level 2 bias-corrected XCO2 and other select fields from the full-physics retrieval aggregated as daily files, Retrospective processing V11.1r (OCO2_L2_Lite_FP 11.1r) Get Data 	OCO-2 OCO-2	11.1r	16 days	2.25 km x 1.29 km	2	2014-09-06	2024-04-01

Nomenclatura de los Archivos de XCO2 Lite de OCO-2:

oco2_LtCO2_[Fecha de Adquisición]_[HoraFechaDeProducción][Fuente].nc4

oco2_LtCO2_191018_B10_v0.nc4

Note: La versión mas reciente de OCO-2 es la versión 11

NASA ARSET – Applications of Carbon Dioxide Measurements for Climate-Related Studies



OCO-2/OCO-3 Cumplen Con la Ciencia Abierta de la NASA

- Los datos de la misión están disponibles gratuitamente. ¡Por favor, ayúdenos a apoyar las misiones y la disponibilidad continua de los datos citando su uso!

Para citar los datos en publicaciones:

Equipo Científico OCO-2/OCO-3, Vivienne Payne, Abhishek Chatterjee (2022), XCO₂ con corrección de sesgo de 2^{do} Nivel de OCO-2 y otros campos seleccionados de la extracción física completa agregados como archivos diarios,

Procesamiento retrospectivo V11.1r, Greenbelt, MD, USA, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC),

Accedido: **[Fecha en que accedió a los datos]**, [10.5067/8E4VLCK16O6Q](https://doi.org/10.5067/8E4VLCK16O6Q)



Porción en Jupyter Notebook

- Antes de continuar, deberá descargar algunos paquetes de software para esta parte de la capacitación.
- La forma más fácil y directa de trabajar/mostrar los datos es usar Conda.
- Trabajaremos en Python 3, y Python y Jupyter Notebook están empaquetados dentro de Conda. Siga las instrucciones de instalación enumeradas para su sistema operativo (Windows, Mac OS, Linux).
<https://docs.conda.io/projects/conda/en/latest/user-guide/install/index.html>
- Las bibliotecas que necesitará usar e importar en el código siguiente deben incluirse en Conda.
- Hemos puesto algunos archivos a disposición para su descarga. Los archivos de datos OCO-2 son grandes y tardarán algo en descargarse. Esta es solo una muestra. Siempre puede descargar más archivos para su análisis posterior.
- * Recuerde en qué directorio descarga sus archivos, y le recomendamos que cree una carpeta para los datos.*
- **Guía de instalación de Jupyter Notebook (si prefiere cargar esto sin Conda)**
- En esta lista de sitios web, puede seguir las instrucciones para configurar Jupyter Notebook:
 - <https://jupyter.org/install>
 - <https://www.geeksforgeeks.org/how-to-install-jupyter-notebook-in-windows/>
 - <https://test-jupyter.readthedocs.io/en/latest/install.html>



El Siguiente Paso

- Las bibliotecas que necesita deben instalarse con Conda. Para verificarlo, abra un terminal y escriba “Conda List.” Desplácese hacia abajo para comprobar que lo que necesita está ahí. Si no es así, haga pip install.

```
Last login: Mon May 9 21:27:06 on ttys000
(base) kyuen@MT-200995 - % conda ls

CommandNotFoundError: No command 'conda ls'.
Did you mean 'conda list'?

(base) kyuen@MT-200995 - % conda list
# packages in environment at /Users/kyuen/anaconda3:
#
# Name                    Version            Build             Channel
_ipyw_jlab_nb_ext_conf    0.1.0              py39hec8cb5_0
alabaster                 0.7.12            pyhd3eb1b0_0
anaconda                  2021.11           py39_0
anaconda-client           1.9.0             py39hec8cb5_0
anaconda-navigator        2.1.1             py39_0
anaconda-project          0.10.1            pyhd3eb1b0_0
anyio                     2.2.0             py39hec8cb5_1
appdirs                   1.4.4             pyhd3eb1b0_0
applaunchservices         0.2.1             pyhd3eb1b0_0
appnope                   0.1.2             py39hec8cb5_1001
appscript                 1.1.2             py39h9ed2024_0
argh                      0.26.2            py39hec8cb5_0
argon2-cffi               20.1.0            py39h9ed2024_1
arrow                     0.13.1            py39hec8cb5_0
asn1crypto                1.4.0             py_0
astroid                   2.6.6             py39hec8cb5_0
astropy                   4.3.1             py39hf9932de_0
async_generator           1.10              pyhd3eb1b0_0
atomicwrites              1.4.0             py_0
attrs                     21.2.0            pyhd3eb1b0_0
autopep8                  1.5.7             pyhd3eb1b0_0
babel                     2.9.1             pyhd3eb1b0_0
backcall                  0.2.0             pyhd3eb1b0_0
backports                 1.0               pyhd3eb1b0_2
backports.functools_lru_cache 1.6.4            pyhd3eb1b0_0
backports.shutil_get_terminal_size 1.0.0          pyhd3eb1b0_3
backports.tempfile        1.0               pyhd3eb1b0_1
backports.weakref         1.0.post1         py_1
basemap                   1.2.2             py39h1ed8f73_2
beautifulsoup4            4.10.0           pyh06a4308_0
binaryornot               0.4.4             pyhd3eb1b0_1
bitarray                  2.3.0             py39h9ed2024_1
bkcharts                  0.2               py39hec8cb5_0
black                     19.10b0           py_0
blas                      1.0               mkl
bleach                    4.0.0             pyhd3eb1b0_0
```

```
127 KB Download
Anaconda Powershell Prompt (Anaconda3)
(base) PS C:\Users\sagar1> pip install pandas numpy matplotlib xarray netCDF4 plotly_
```

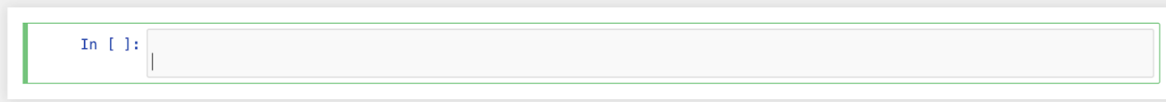
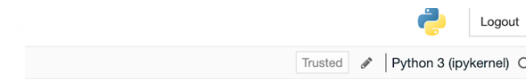


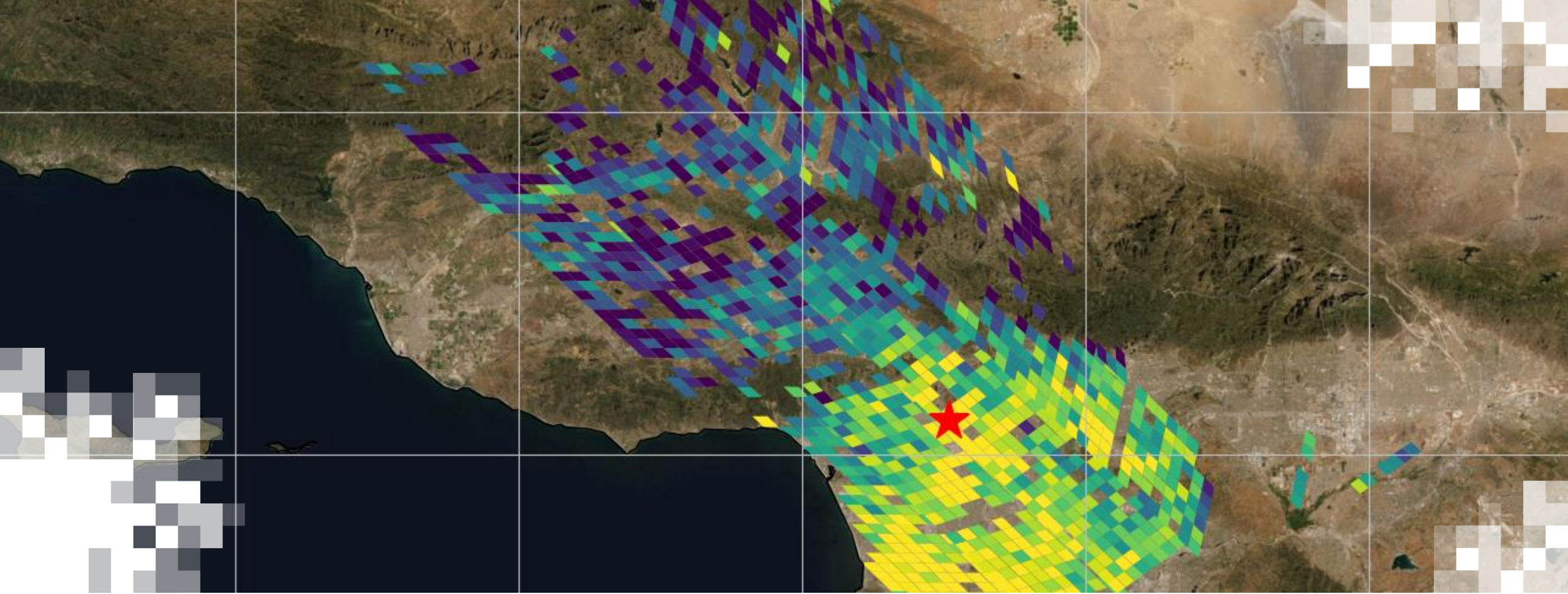
Paso Final

- Para abrir Jupyter Notebook, simplemente escriba Jupyter Notebook en la pauta del terminal y se abrirá un nuevo cuaderno en el navegador elegido.

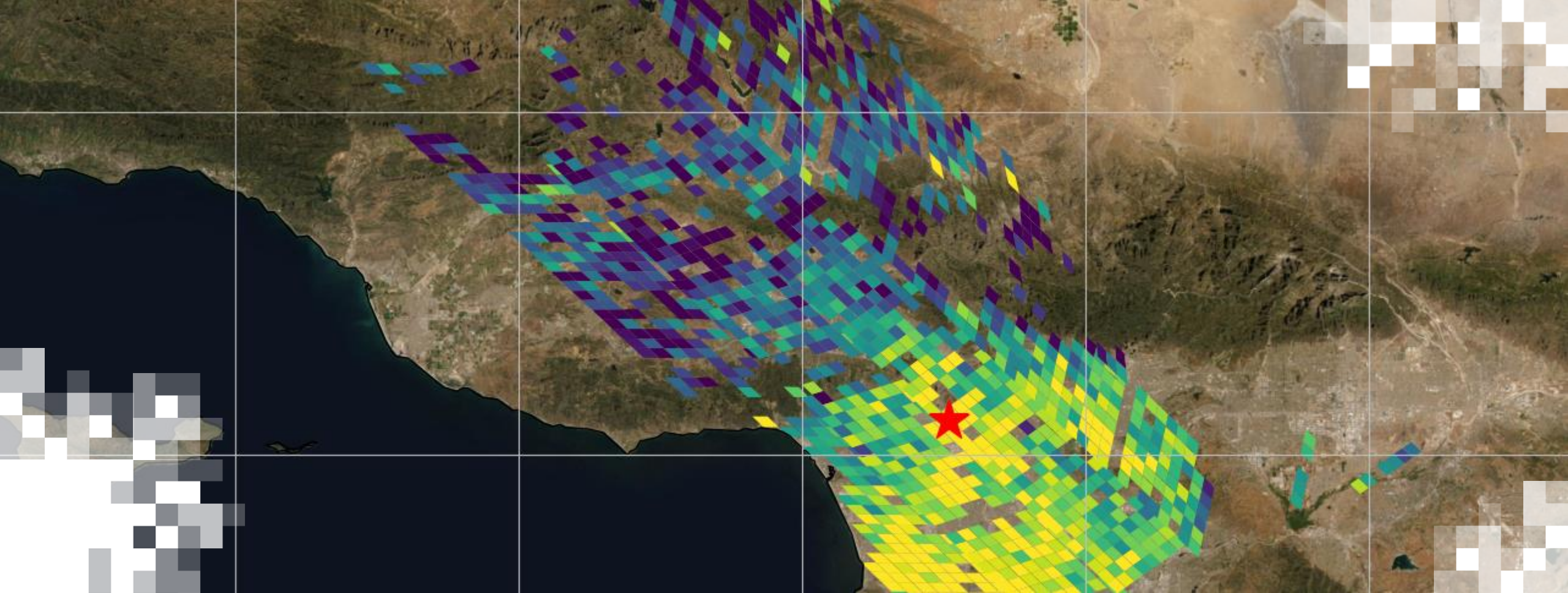
```
Last login: Mon May 9 21:29:44 on ttys001
(base) kyuen@MT-200995 ~ % jupyter notebook
[I 2022-05-12 19:39:01.808 LabApp] JupyterLab extension loaded from /Users/kyuen/anaconda3/lib/python3.9/site-packages/jupyterlab
[I 2022-05-12 19:39:01.808 LabApp] JupyterLab application directory is /Users/kyuen/anaconda3/share/jupyter/lab
[I 19:39:01.813 NotebookApp] The port 8888 is already in use, trying another port.
[I 19:39:01.813 NotebookApp] The port 8889 is already in use, trying another port.
[I 19:39:01.814 NotebookApp] Serving notebooks from local directory: /Users/kyuen
[I 19:39:01.814 NotebookApp] Jupyter Notebook 6.4.5 is running at:
[I 19:39:01.814 NotebookApp] http://localhost:8890/?token=8d904a1bab00dd06d19f4c44d22cae9bd1cc91121be9e98b
[I 19:39:01.814 NotebookApp] or http://127.0.0.1:8890/?token=8d904a1bab00dd06d19f4c44d22cae9bd1cc91121be9e98b
[I 19:39:01.814 NotebookApp] Use Control-C to stop this server and shut down all kernels (twice to skip confirmation).
[C 19:39:01.818 NotebookApp]
```

To access the notebook, open this file in a browser:
file:///Users/kyuen/Library/Jupyter/runtime/nbserver-29346-open.html





Demostración con Jupyter Notebook



Part 2:
Resumen

Resumen

- Interpretar las distribuciones espaciales y temporales de CO₂ en la columna.
- Los factores que contribuyen al cambio en la concentración de CO₂ atmosférico local y global
- Las unidades de concentración de CO₂ atmosférico y flujos de carbono en la superficie
- La relación entre los flujos de carbono en la superficie y la concentración de CO₂ atmosférico
- Proceso de inversión del flujo de CO₂ atmosférico
- Interpretar las distribuciones espaciales y temporales de los flujos de carbono en la superficie
- Interpretar las señales de sequía tanto en la concentración de CO₂ de OCO-2 como en los flujos inferidos
- **Fuentes de Datos:**
 - Concentración de CO₂:
 - [OCO-2 V11](#)
 - Flujos de Carbono:
 - [CMS-Flux Posterior NBE](#)
 - [CMS-Flux Posterior Air-Sea Fluxes](#)'''
 - [Fossil Fuel Emissions](#)
 - [CMS-Flux NBE Prior Fluxes](#)
 - Otras Fuentes de Datos:
 - [OCO-2 MIP Fluxes](#)
 - [US GHG Center Country Carbon Stock Change](#)



Referencias

- <https://carbon2018.globalchange.gov/chapter/1/>
- Liu *et al.* Contrasting carbon cycle responses of the tropical continents to the 2015–2016 El Niño. *Science* **358**, eaam5690(2017). DOI: [10.1126/science.aam5690](https://doi.org/10.1126/science.aam5690)
- Parazoo, N., et al. (2024). Antecedent conditions mitigate carbon loss during flash drought events. *Geophysical Research Letters*, 51, e2024GL108310. <https://doi.org/10.1029/2024GL108310>
- Jiang, X., Li, K.-F., Liang, M.-C., & Yung, Y. L. (2021). Impact of Amazonian fires on atmospheric CO₂. *Geophysical Research Letters*, 48, e2020GL091875. <https://doi.org/10.1029/2020GL091875>
- Crisp, D., et al. 10, 59–81, <https://doi.org/10.5194/amt-10-59-2017>, 2017.
- Liu, J. et al 2017 Contrasting carbon cycle responses of the tropical continents to the 2015–2016 El Niño *Science* **358** eaam5690
- Liu, J., et al. Carbon Monitoring System Flux Net Biosphere Exchange 2020 (CMS-Flux NBE 2020), *Earth Syst. Sci. Data*, 13, 299–330, <https://doi.org/10.5194/essd-13-299-2021>, 2021.
- A. Chatterjee *et al.* Influence of El Niño on atmospheric CO₂ over the tropical Pacific Ocean: Findings from NASA's OCO-2 mission. *Science* **358**, eaam5776(2017). DOI: [10.1126/science.aam5776](https://doi.org/10.1126/science.aam5776)



Contacto

- Instructores Invitados:
 - Junjie Liu: junjie.liu@jpl.nasa.gov
 - Karen Yuen: karen.yuen@jpl.nasa.gov
 - David Moroni: david.f.moroni@jpl.nasa.gov
- Instructora de ARSET:
 - Erika Podest: erika.podest@jpl.nasa.gov
- Enlace de la Capacitación:
 - <https://appliedsciences.nasa.gov/get-involved/training/english/arset-aplicaciones-de-mediciones-de-dioxido-de-carbono-para-estudios>
- Enlace de ARSET:
 - <https://appliedsciences.nasa.gov/arset>
- Twitter: [@NASAARSET](https://twitter.com/NASAARSET)



3^{ra} Sesión

Mediciones del CO₂ Sobre un Área Urbana Extensa

- Reconocer la importancia y los retos en la medición del dióxido de carbono sobre áreas metropolitanas.
- Identificar aspectos importantes de las mediciones de CO₂ desde el espacio sobre áreas urbanas.
- Visualizar los datos de OCO-3 SAM sobre zonas urbanas y realizar un análisis interpretativo y comparativo.
- Acceder, crear subconjuntos y descargar datos multianuales de OCO-3 SAM usando un cuaderno de Jupyter que se les proporcionará.





¡Gracias!

