

Observaciones de Fluorescencia Inducida por el Sol (SIF) para Evaluar Cambios en la Vegetación Relacionados con Inundaciones, Sequías e Impactos de Incendios

Sesión 2: Resumen de los Modos de Observación de OCO-2 y OCO-3 y las Observaciones de SIF

Erika Podest, Ph.D. (NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology), Jackie Ryan (NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology) & Dr. Nick Parazoo (NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology)

22 de octubre de 2025



Esquema de la Capacitación

Sesión 1

Mediciones de la
Fluorescencia
Inducida por el Sol
(SIF) desde el
Espacio

15 de octubre de 2025

3:00 pm - 05:00 pm EST
(1900-2100 UTC)

Sesión 2

Resumen de los
Modos de
Observación de
OCO-2 y OCO-3 y
las Observaciones
de SIF

22 de octubre de 2025

3:00 pm - 05:00 pm EST
(1900-2100 UTC)

Sesión 3

Datos de SIF
Completos (Gap-
Filled)

29 de octubre de 2025

3:00 pm - 05:00 pm
EST (1900-2100 UTC)

Tarea

Abre el 29 de octubre – Fecha de entrega: 12 de noviembre –
El enlace para la tarea se publicará en la pagina web de la capacitación

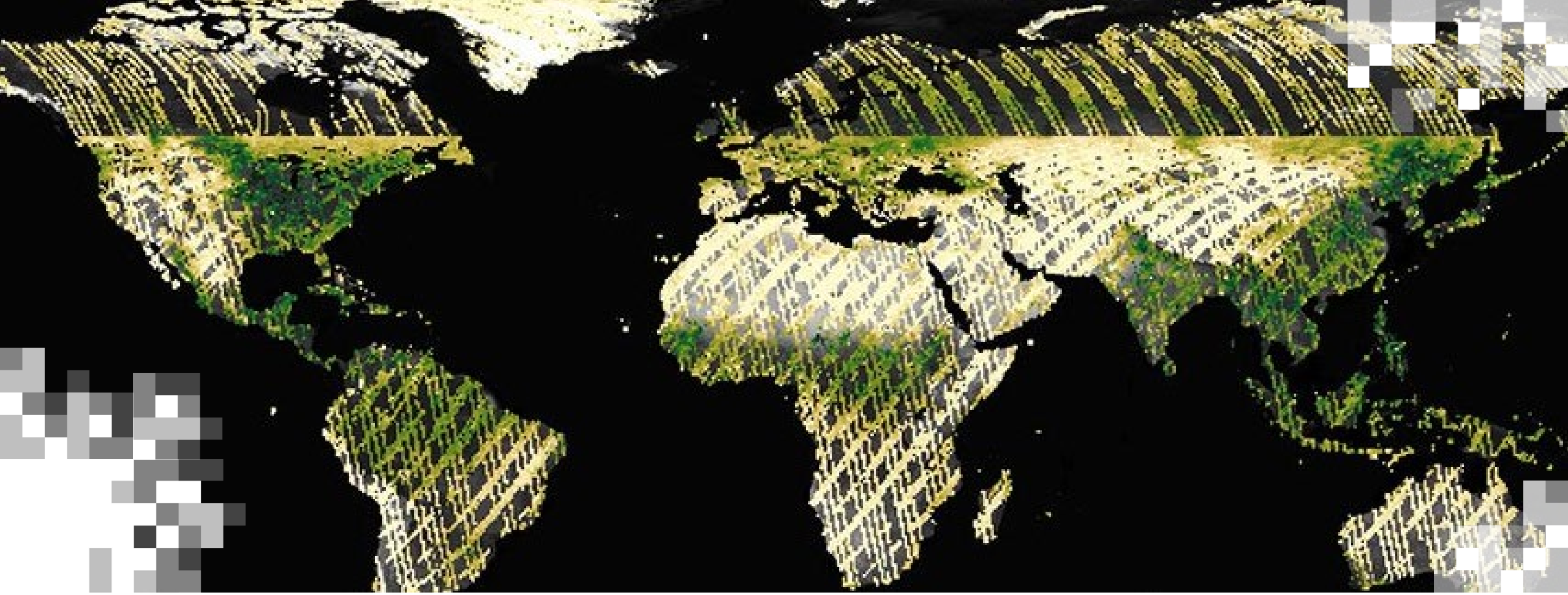
Se otorgará un certificado de finalización de curso a quienes asistan a las tres sesiones en vivo y completen la tarea a la fecha estipulada.



Prerrequisitos

- [Fundamentos de la Percepción Remota \(Teledetección\)](#)
- [El Uso de la Fluorescencia Inducida por el Sol y LIDAR para Evaluar los Cambios y la Vulnerabilidad de la Vegetación](#)





Sesión 2: Resumen de los Modos de Observación de OCO-2 y OCO-3 y las Observaciones de SIF

Sesión 2 – Instructores

Erika Podest

Científica e Instructora de ARSET
NASA Jet Propulsion Laboratory,
California Institute of Technology



Dr. Junjie Liu

Científica Principal
NASA Jet Propulsion Laboratory,
California Institute of Technology



Jackie Ryan

Desarrolladora de Visualización
de Datos
NASA Jet Propulsion Laboratory,
California Institute of Technology



Sesión 2: Objetivos

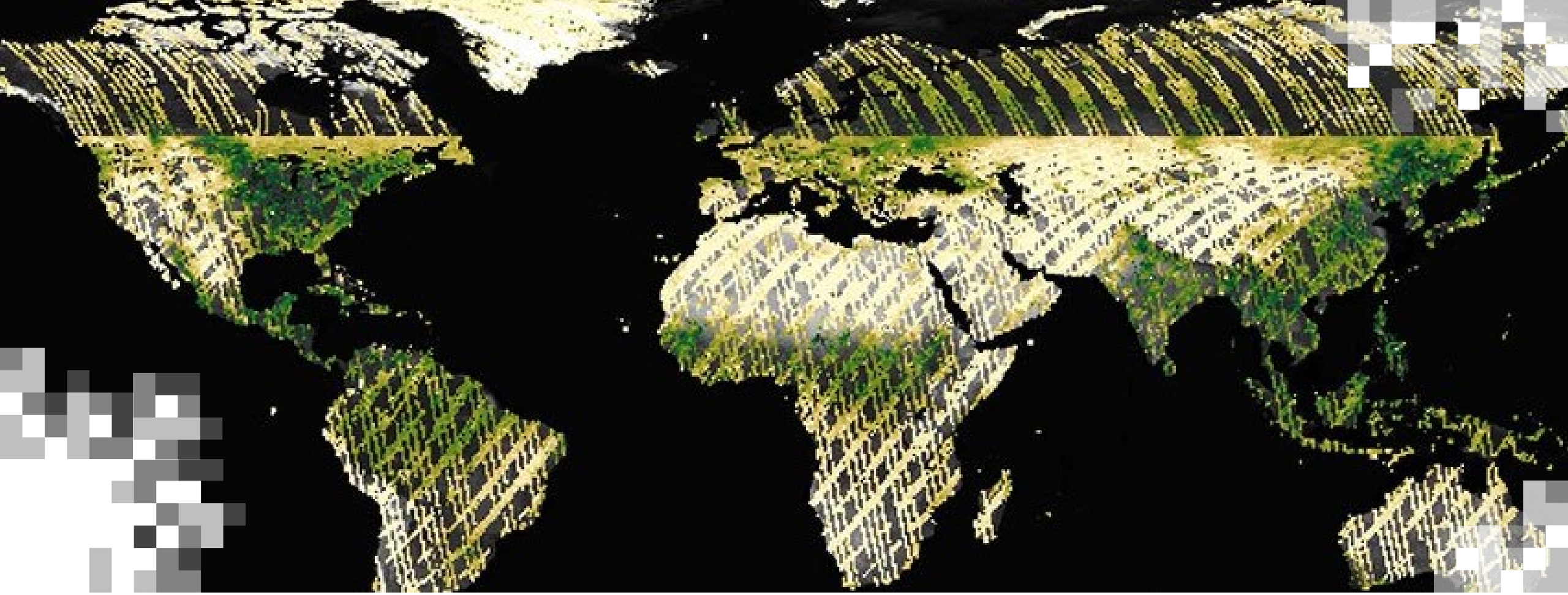
Al final de la sesión de hoy, los participantes podrán:

- Identificar las características y los modos de operación de OCO-2, OCO-3 y otros datos de SIF.
- Entender el uso sinérgico de SIF con otros datos.
- Identificar las aplicaciones de SIF.
- Entender cómo se puede visualizar los datos de modo Snapshot Area Map (SAM) de OCO-3 utilizando un Jupyter Notebook de código abierto como medio para evaluar los cambios en la vegetación debido a los impactos de un incendio.
- Ejecutar el entorno de Jupyter Notebook de la primera sesión y ejecutar el cuaderno de OCO-3 SAM para analizar y visualizar los cambios en la vegetación debido al incendio en las dos áreas de estudio.
- Cuantificar la relación SIF-GPP comparando datos de teledetección de OCO-3 con datos de torres de flujo de torbellino en los dos áreas de estudio.



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 durante la sesión de preguntas y respuestas.
- Las preguntas que no podamos responderlas responderemos en el documento de preguntas y respuestas, el cual será publicado en la página de esta capacitación en un par de días.

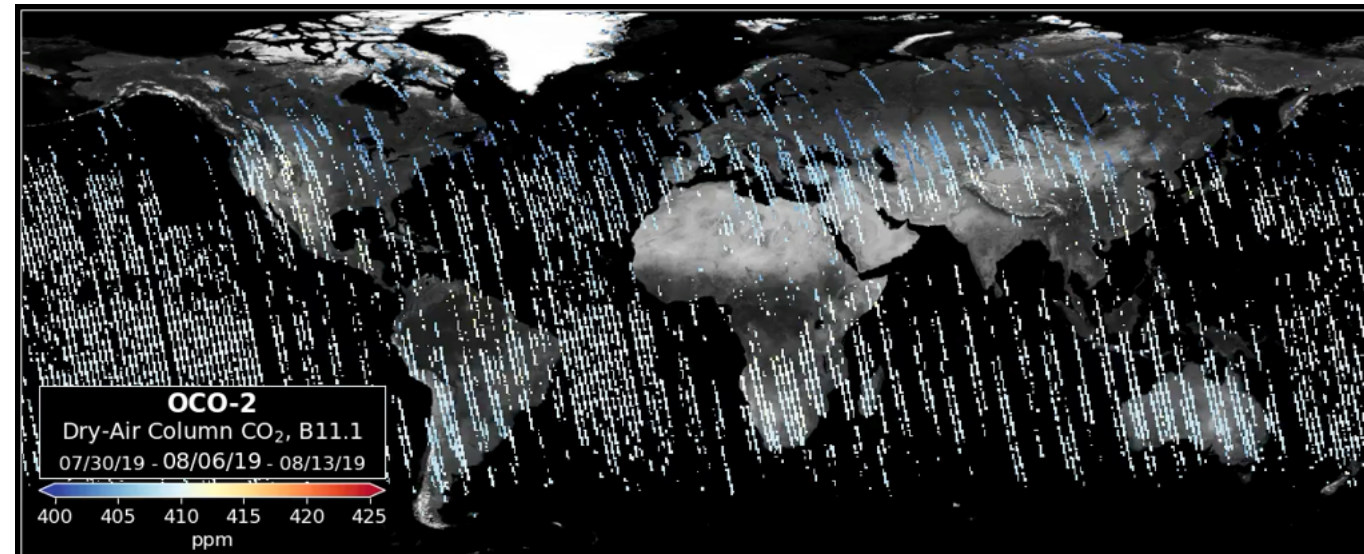


Resumen de los Modos de Observación del OCO-2 y OCO-3 y de las Observaciones de SIF

La Cobertura y Muestreo de OCO-2 y OCO-3 se Complementan

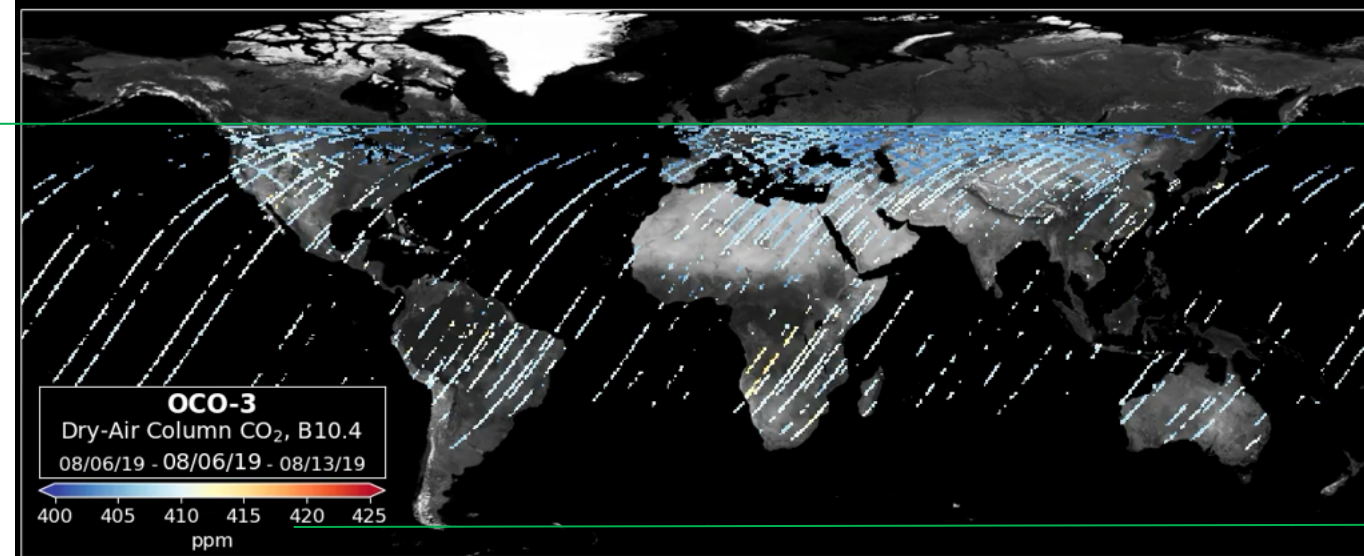
OCO-2

- Cobertura de "polo a polo" dependiendo de la temporada;
- Hora de sobrevuelo sobre la línea ecuatorial – 13h30 (y hora de sobrevuelo local) fija
- Lanzado en julio de 2014
- Huella: ~1.9km x 2.0km
- Trayectoria transversal de ocho huellas
- Ciclo de repetición de 16 días



OCO-3

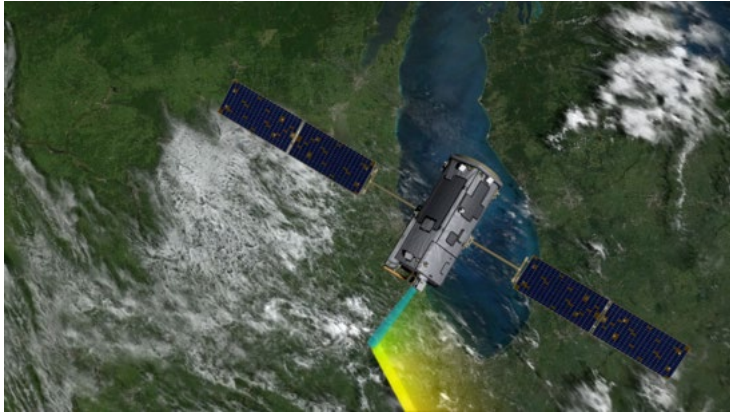
- Cobertura limitada a $\pm 52^\circ$ de latitud, cambiando según la temporada;
- Sus observaciones abarcan todas las horas del día
- Ciclo de repetición irregular
- Lanzado en mayo de 2019



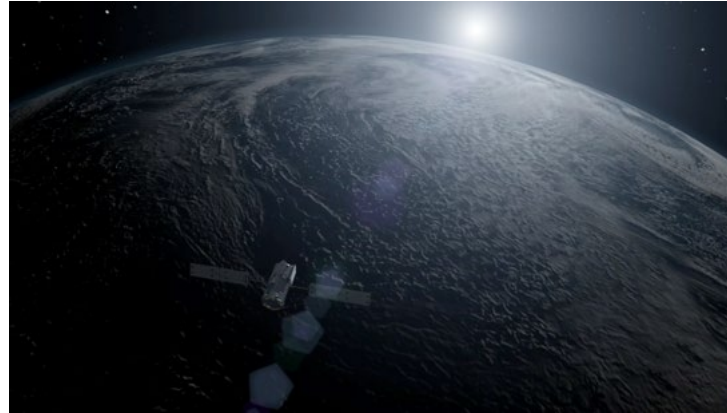


¿Cuáles son los Diferentes Modos de Observación?

Para mejorar la calidad y verificar la validez de los datos de la misión, OCO-2 recopila observaciones en los modos Nadir, Glint y Target (pase el cursor sobre la imagen para reproducir el video).



El modo Nadir, o mirada hacia abajo, proporciona la resolución espacial más alta de la superficie y adquiere sondeos más utilizables en regiones que están parcialmente nubladas o tienen una topografía superficial significativa. Es posible que las observaciones del nadir no proporcionen una relación señal-ruido adecuada sobre las superficies de oscuras del océano.



Modo Glint (destello), la nave espacial apunta el instrumento hacia el punto brillante de "Glint", donde la radiación solar se refleja desde la superficie. En latitudes altas sobre el océano, las observaciones del punto de destello proporcionan hasta 100 veces más señal que las mediciones recopiladas mientras se mira directamente hacia abajo a la superficie del océano. Por lo tanto, el uso de mediciones de Glint mejora significativamente la relación señal-ruido sobre el océano oscuro.



Modo Target (objetivo), el sensor fija su vista en una ubicación específica en la superficie y conserva esa vista mientras vuela por encima. La comparación de las mediciones desde el espacio y las que se realizan in situ proporciona un medio para identificar y corregir errores sistemáticos y aleatorios en los datos XCO₂ de OCO-2.



Distribución de Observaciones de SIF de OCO-3 de Modo de Mapeo de Área Instantánea (Snapshot Area Map o SAM)

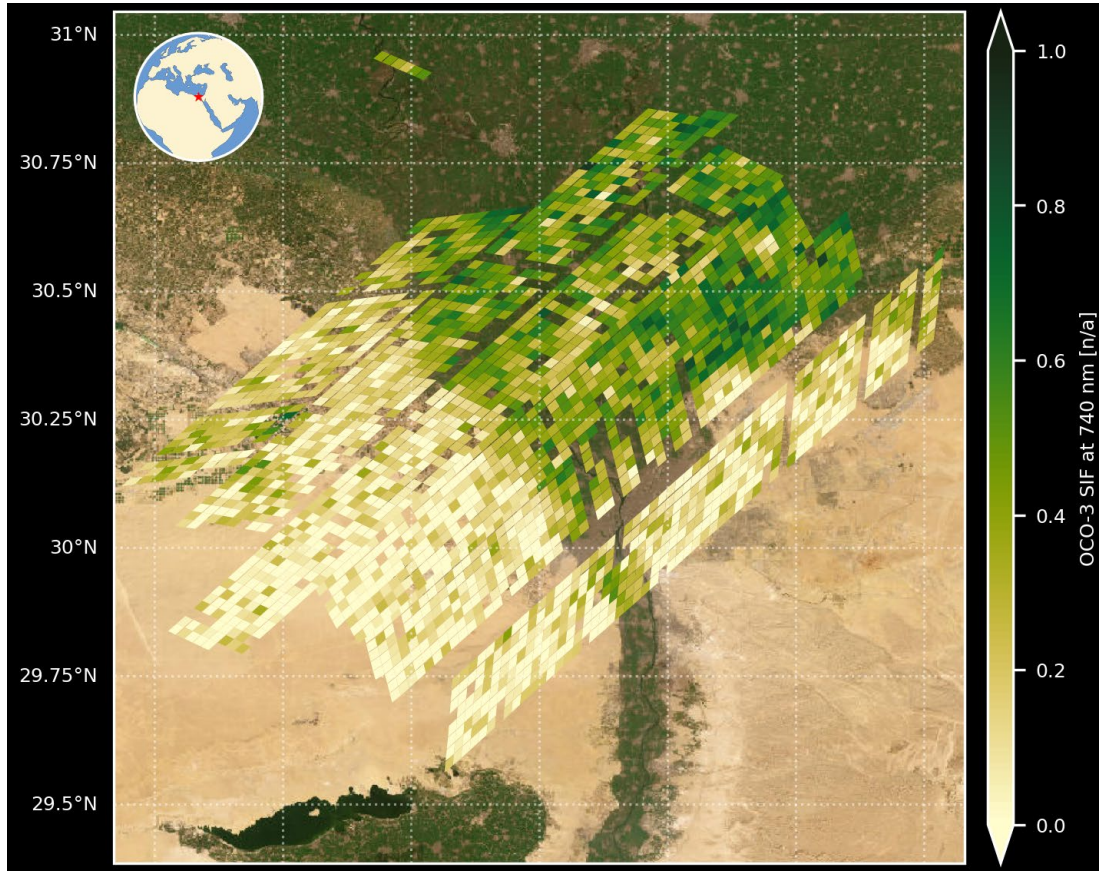
- Imagen Superior: Áreas con bajos valores de SIF
- Imagen Inferior: Áreas con altos valores de SIF
- Puede solicitar observaciones de SAM adicionales
- Página web: [OCO3-SAM](#)



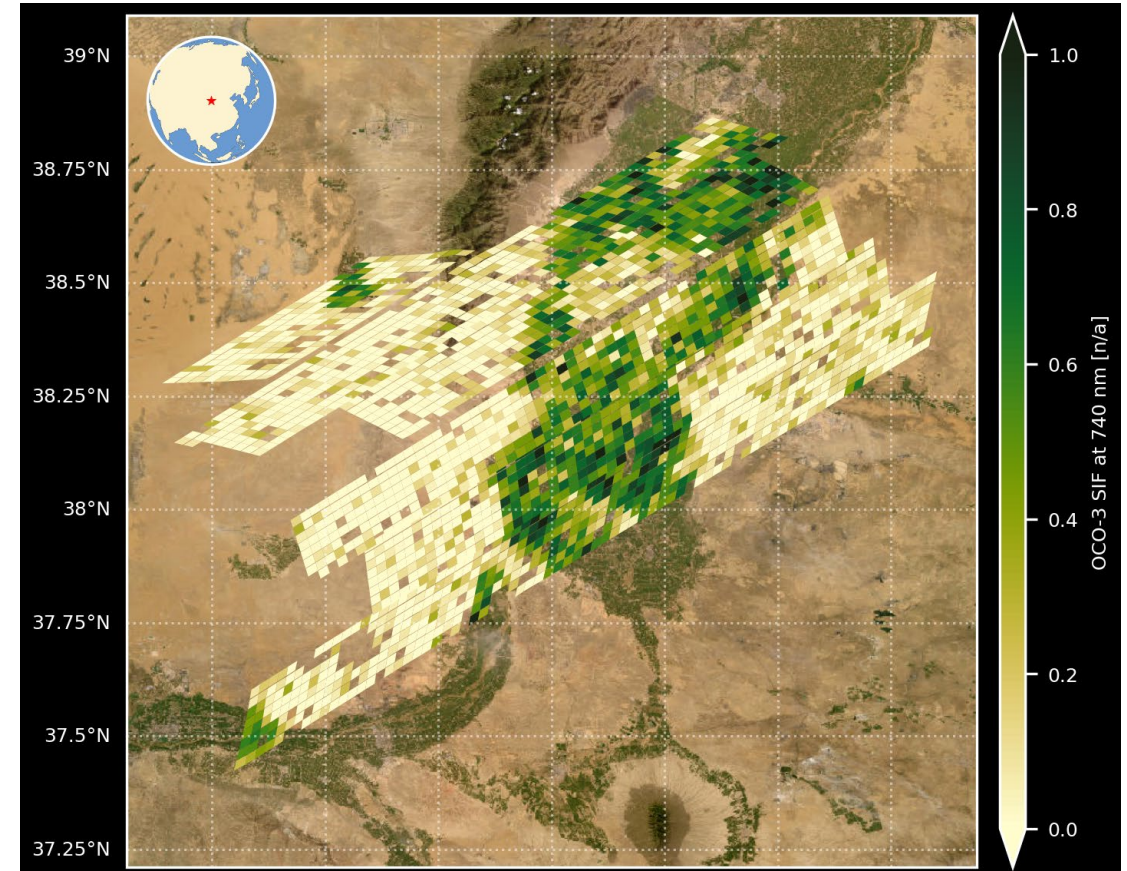
Filter the map below by type:



Ejemplos de Observaciones de SIF de SAM de OCO-3



El Cairo, Egipto (30 enero de 2021)



Yinchuan, China (13 Agosto de 2020)

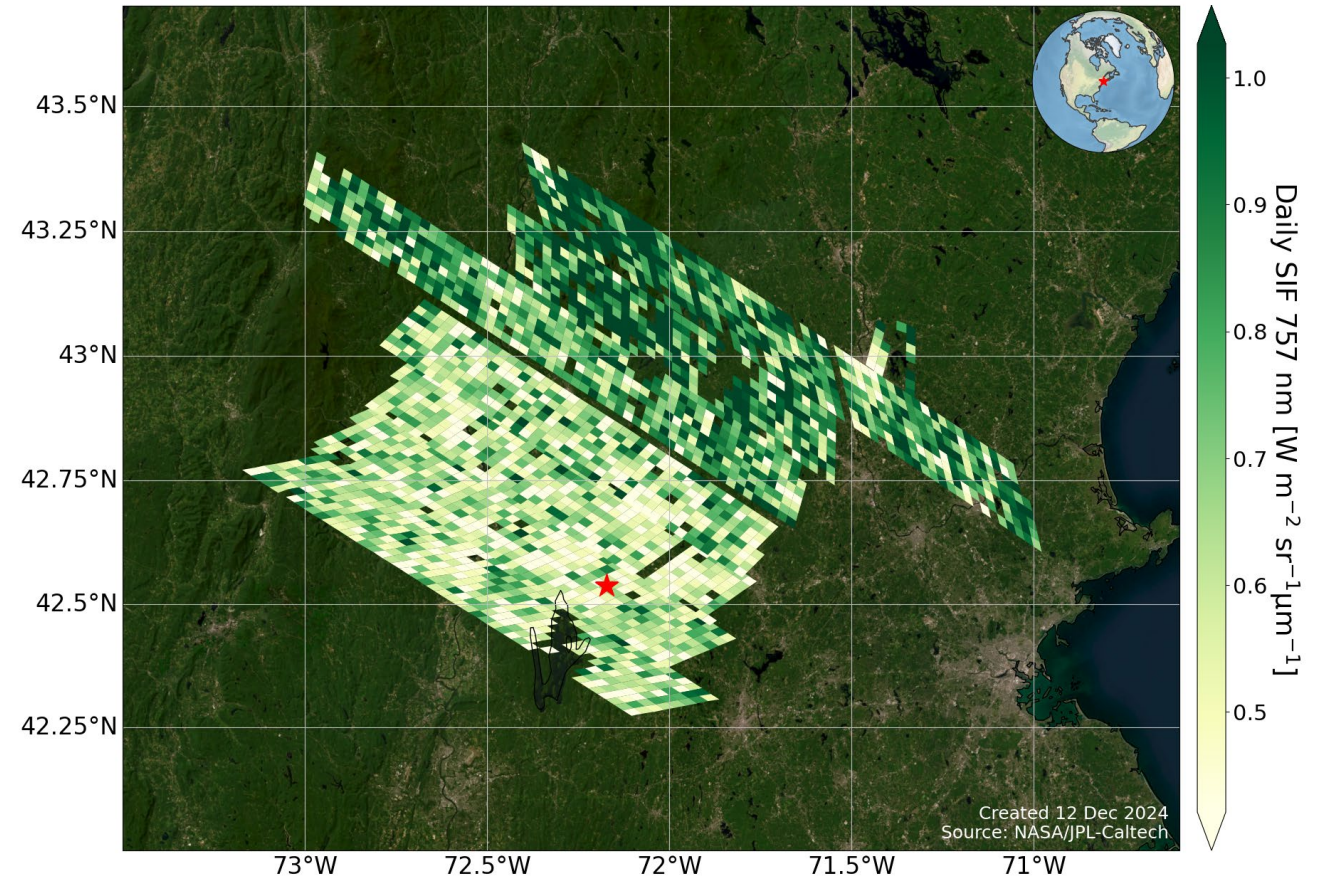


Observaciones de SIF de SAM de OCO-3

OCO-3 LtSIF 757 nm
SAM Mode (Unknown), sif_hrv, "sif_Harvard_Forest_USA"
Lite_B11074Ar_r02
16:26 UTC 21 Feb 2021, Orbit 10216



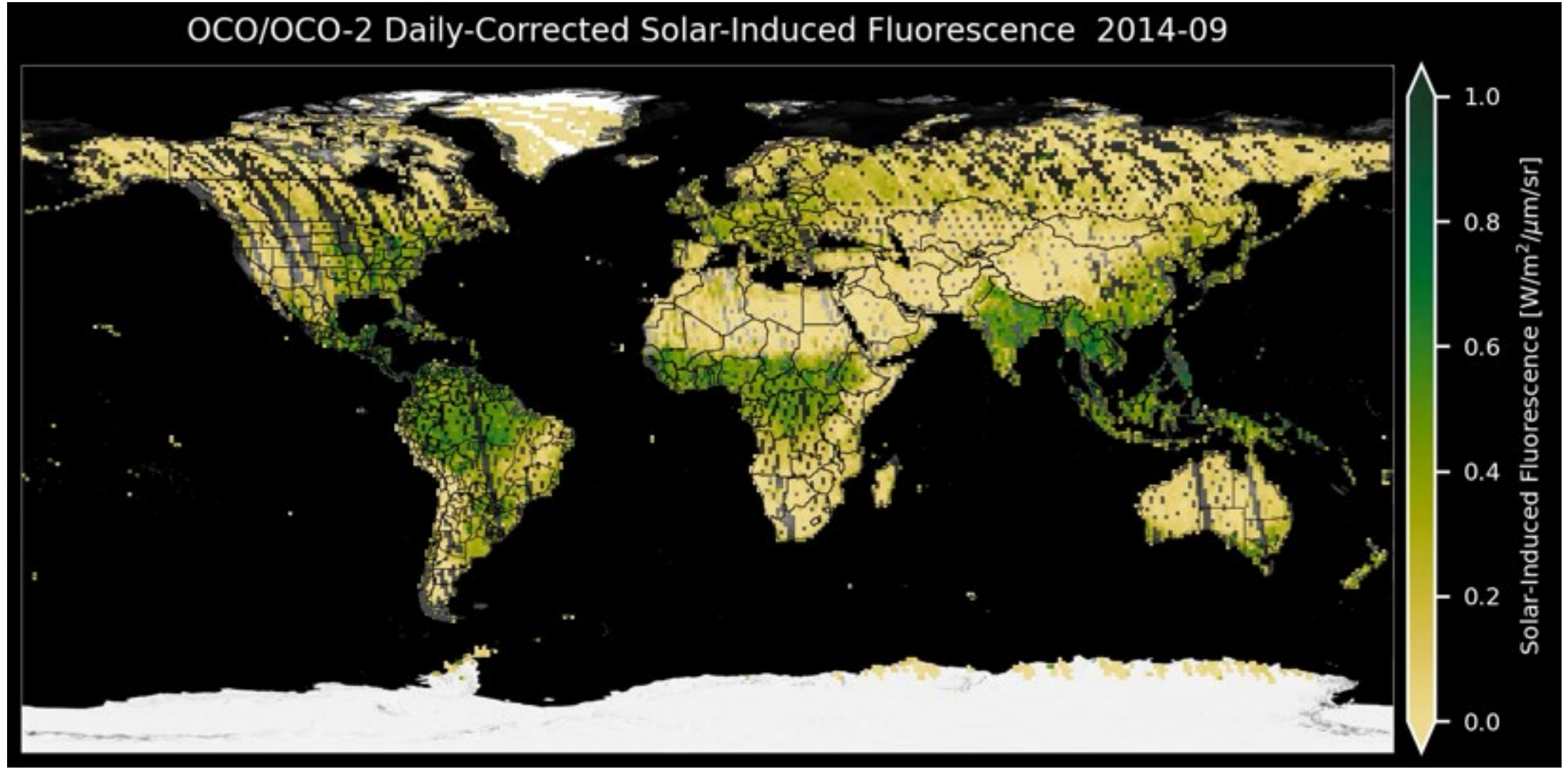
OCO-3 LtSIF 757 nm
SAM Mode (Unknown), sif_hrv, "sif_Harvard_Forest_USA"
Lite_B11074Ar_r02
14:10 UTC 28 Jun 2021, Orbit 12181



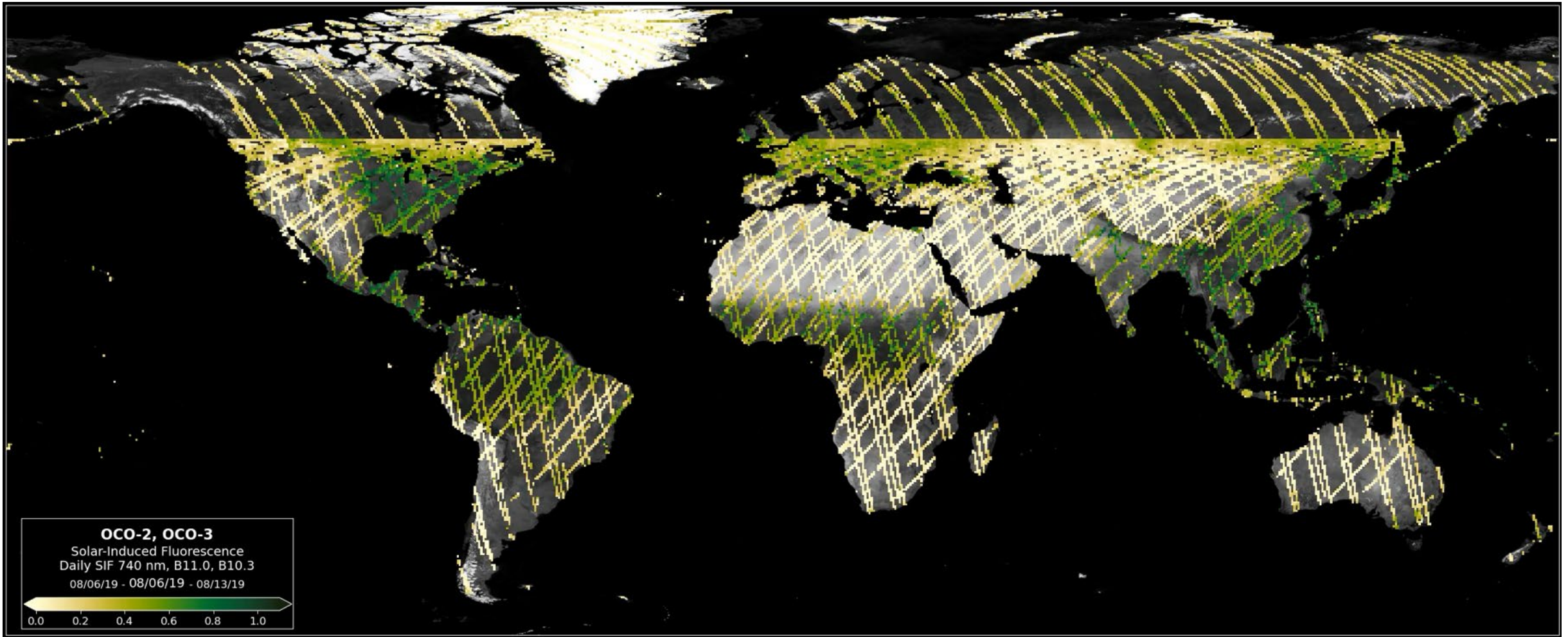
Vea más observaciones de SAM de OCO-3 aquí: [OCO3-SAM](#)



SIF de OCO-2

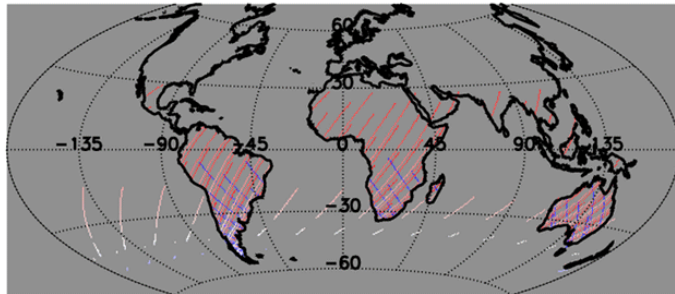
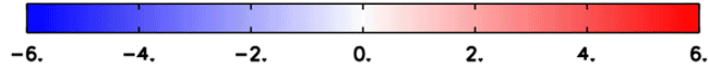


SIF de OCO-2/3



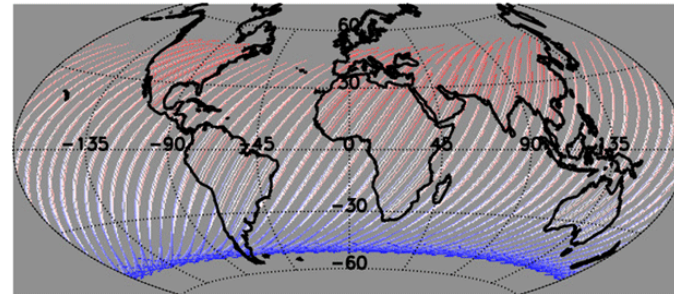
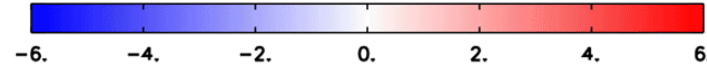
Observaciones de OCO-3 a Diferentes Horas del Día

Time from local solar noon (hours) :: days_60-69



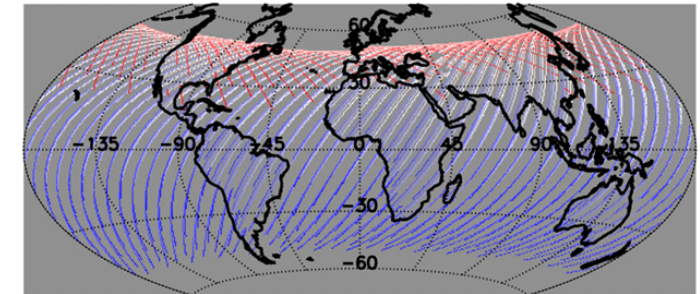
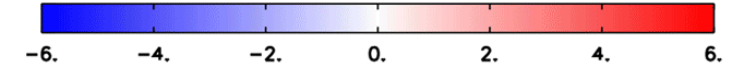
NumSound= 4214

Time from local solar noon (hours) :: days_70-79



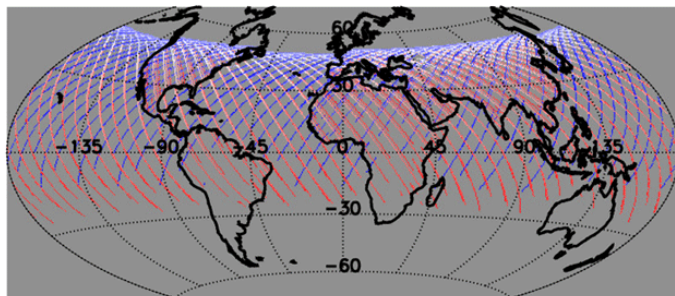
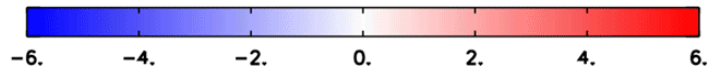
NumSound= 34235

Time from local solar noon (hours) :: days_80-89



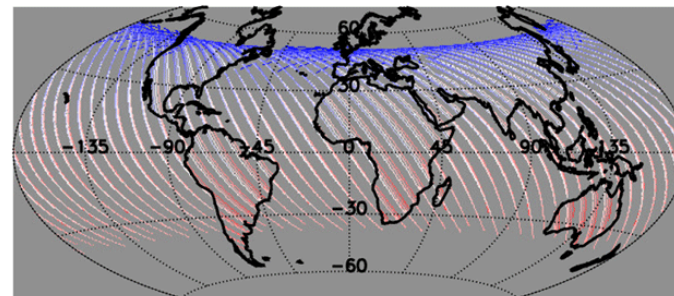
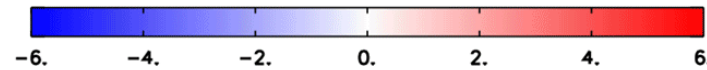
NumSound= 38944

Time from local solar noon (hours) :: days_90-99



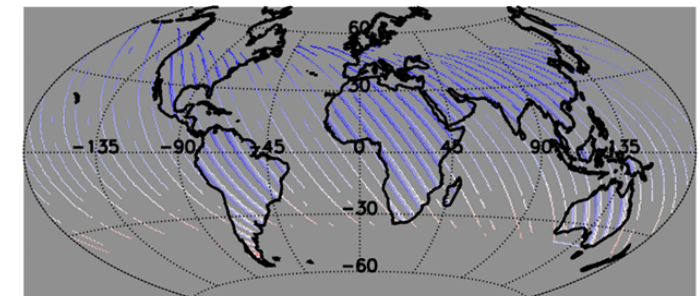
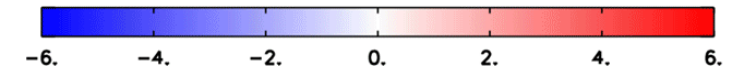
NumSound= 39627

Time from local solar noon (hours) :: days_100-109



NumSound= 34416

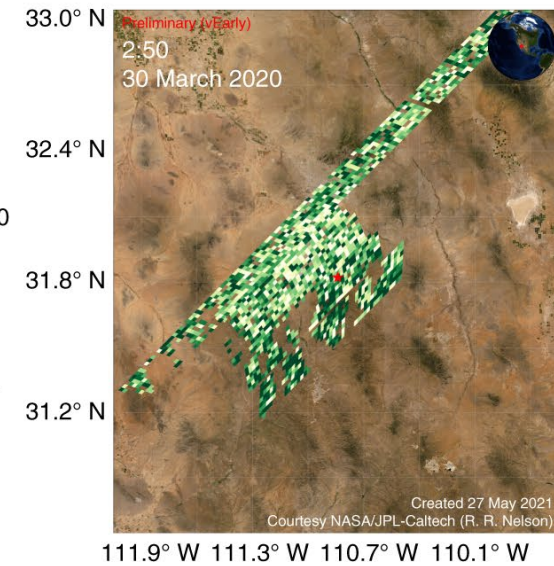
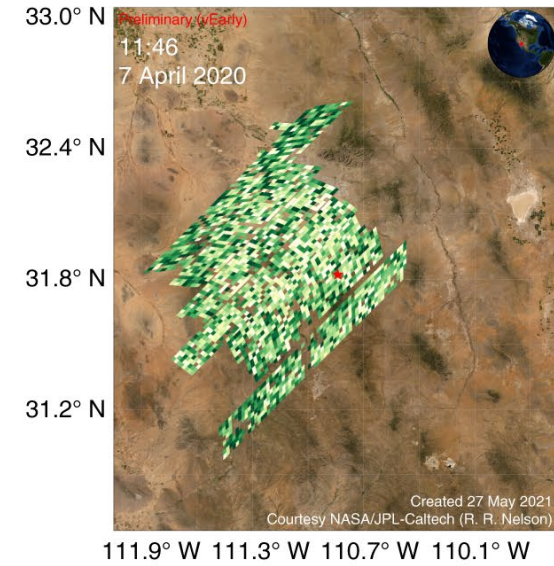
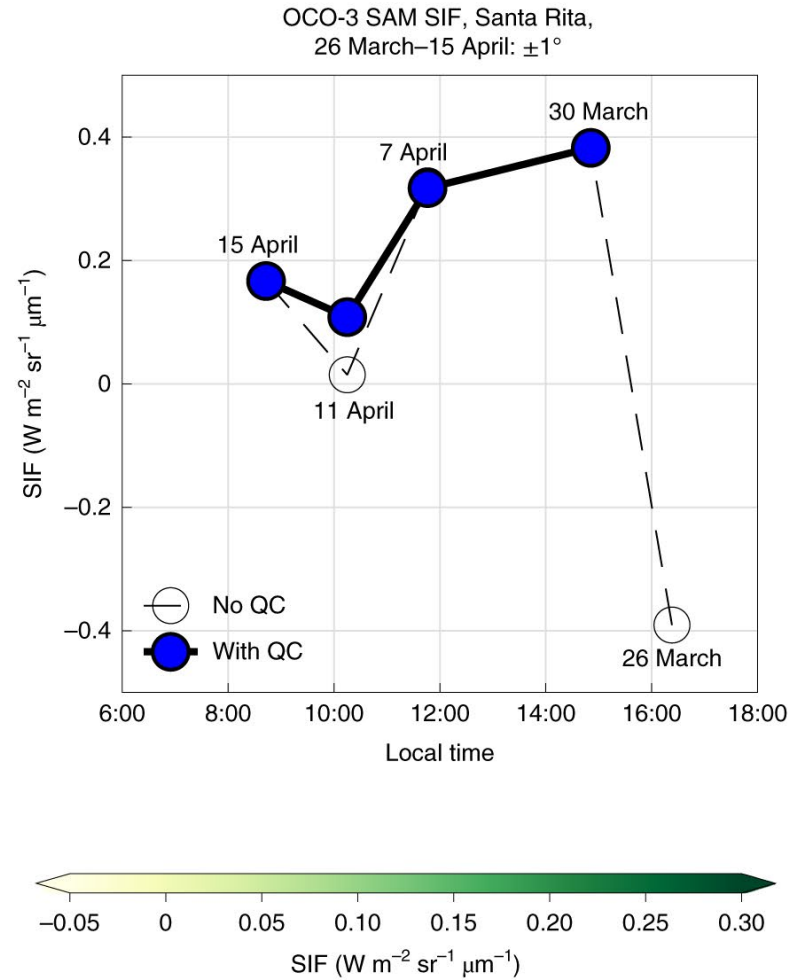
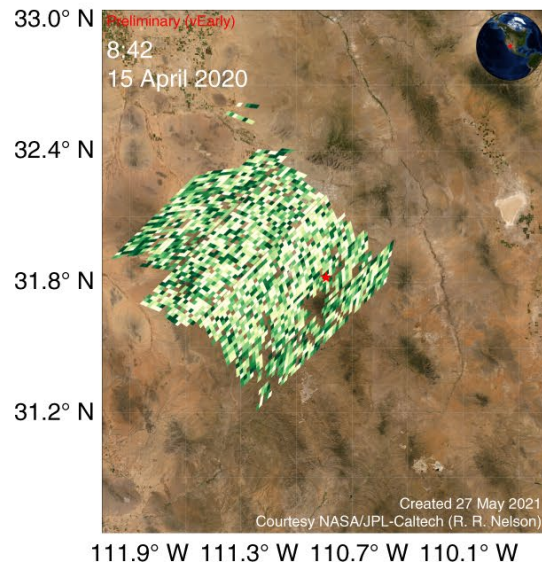
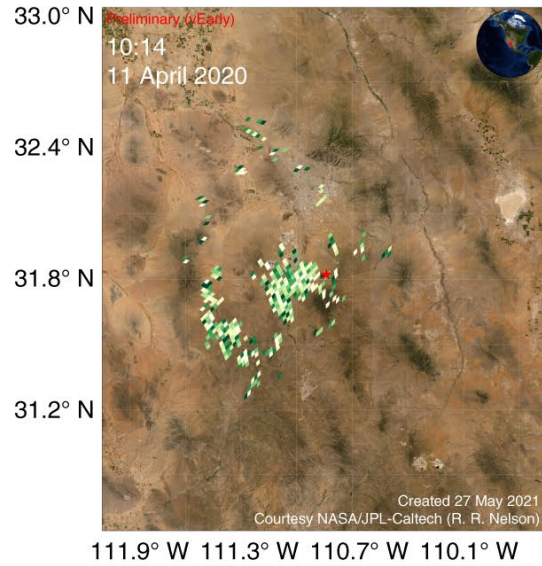
Time from local solar noon (hours) :: days_110-119



NumSound= 11945



Productividad Diurna Observada por OCO-3

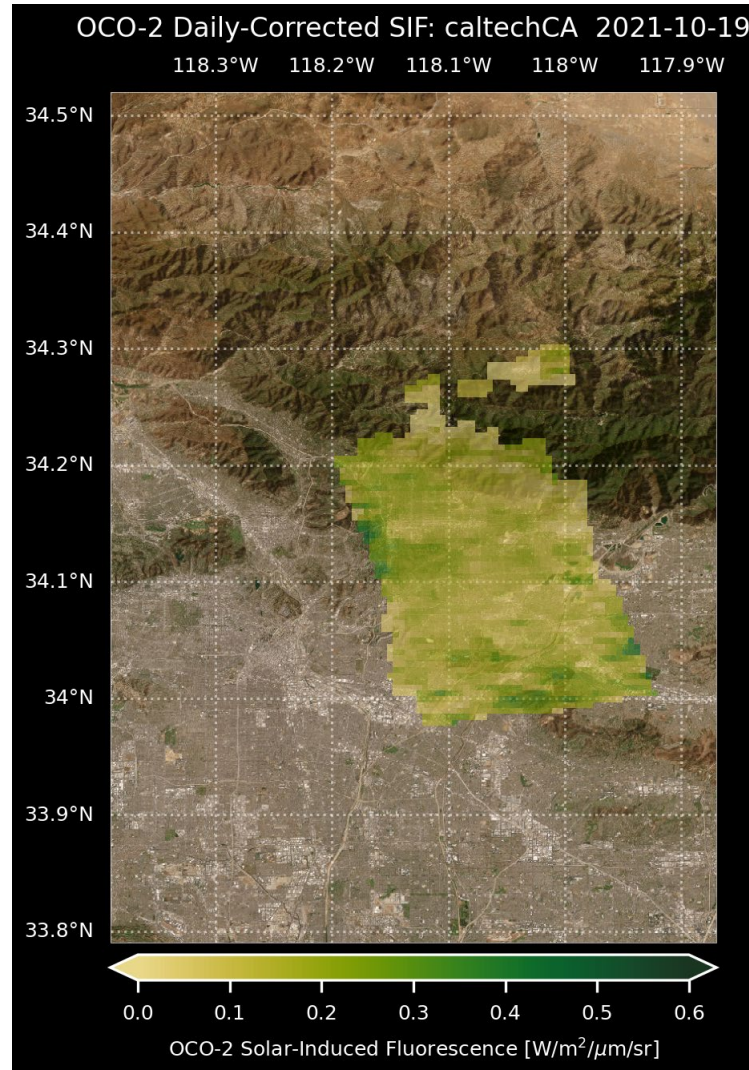


NASA ARSET – Observaciones de Fluorescencia Inducida por el Sol (SIF) para Evaluar Cambios en la Vegetación Relacionados con Inundaciones, Sequías e Impactos de Incendios

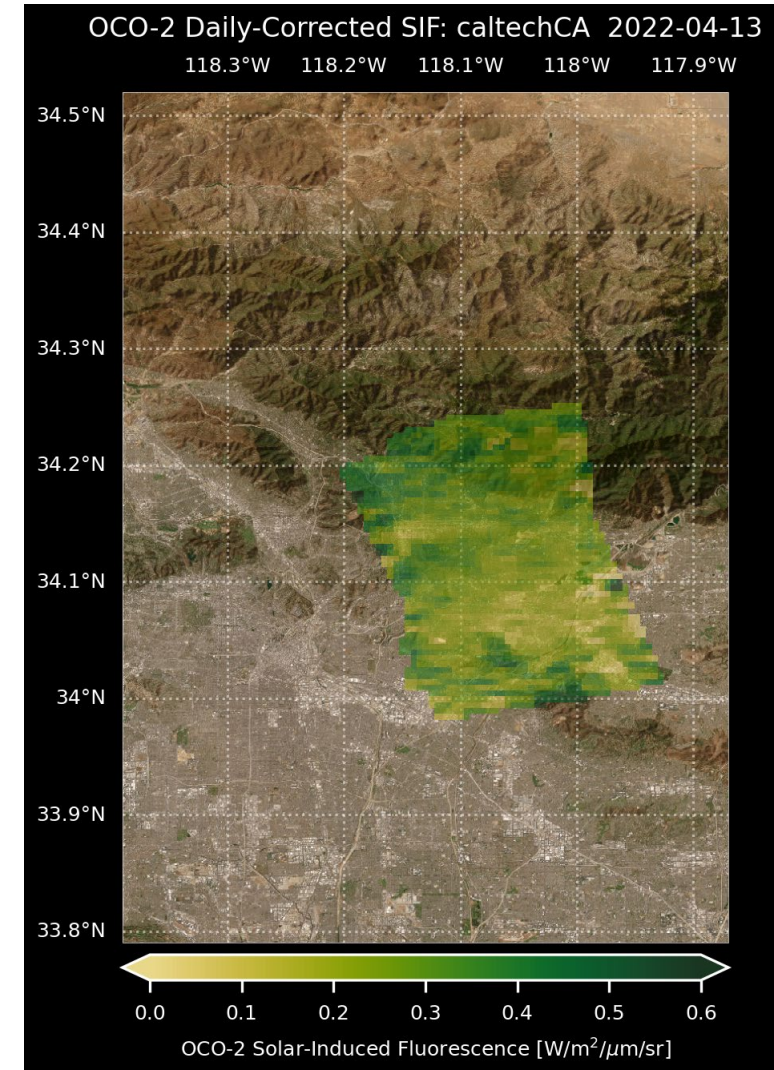


Ejemplo de Observaciones de SIF en Modo TARGET Recuadradas

- Sede del Instituto de Tecnología de California (Caltech) en Los Ángeles
- SIF el 19 de octubre de 2021 y el 13 de abril de 2022
- Mayor productividad durante la primavera que a principios del otoño



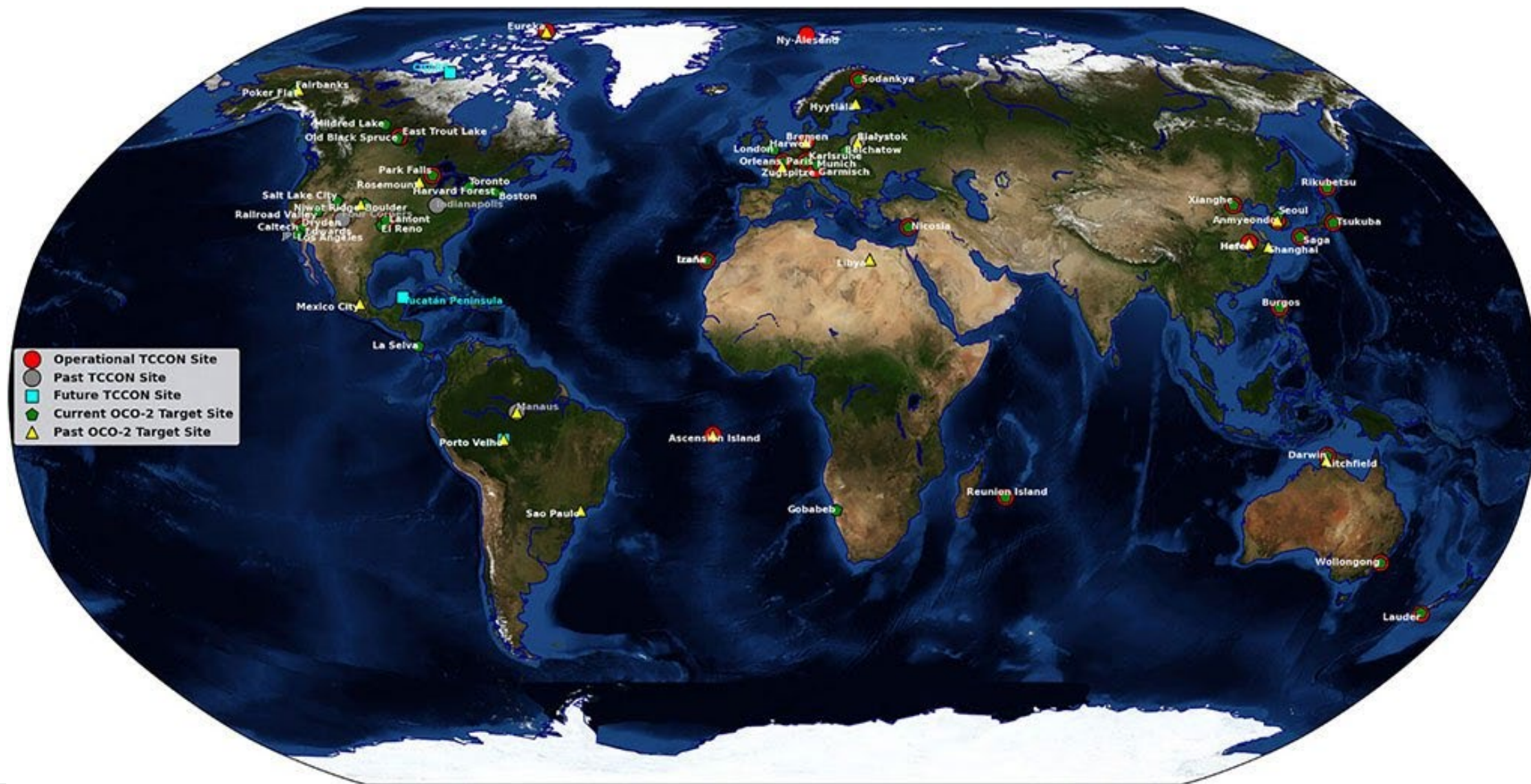
Resolución: 500m x 500m

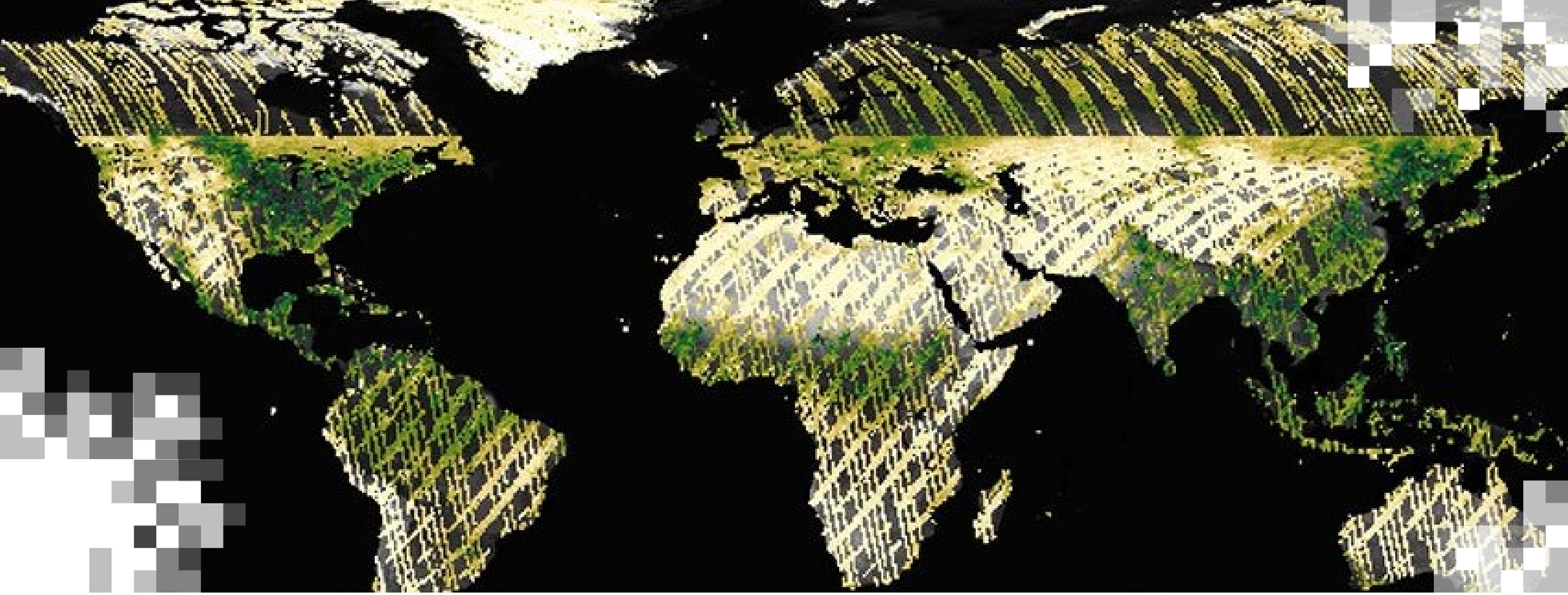


Fuente: T. Kurosu



Distribuciones de Sitios OCO-2 Target





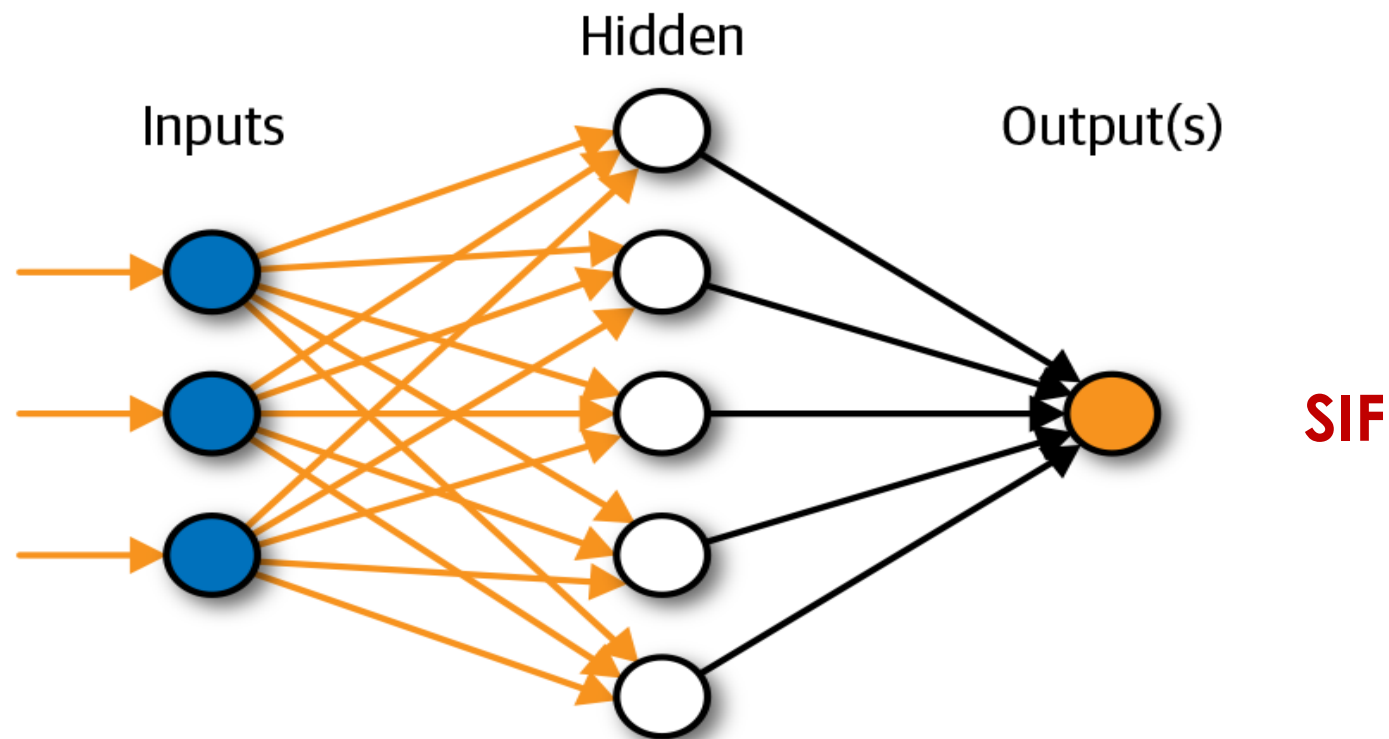
**Productos de SIF de 3^{er} Nivel Derivados de SIF de 2^{do} Nivel de
OCO-2 y OCO-3**

Proceso para Generar SIF L3 con Aprendizaje Automático

Modelo de aprendizaje automático

Mediciones satelitales de índices de vegetación (EVI, FPAR)

Variables meteorológicas (PAR, Tair, VPD, SM)



Productos de SIF L3 Basados en OCO-2

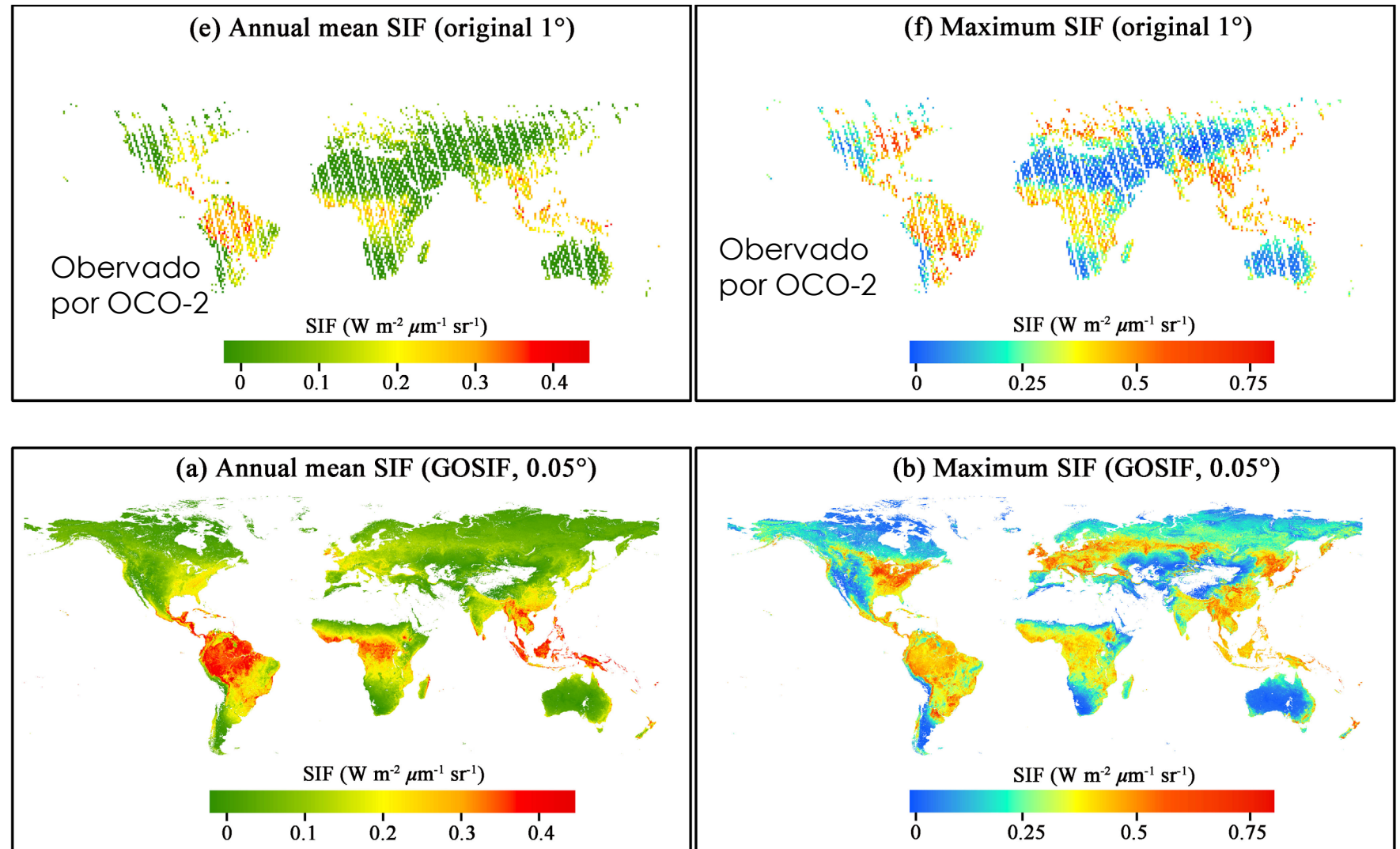
Productos principales incluyen:

- [GOSIF](#): (Li y Xiao et al., Remote Sensing, 2019), 8 días, mensual y anual en resolución de 0.05 x0.05 y los productos de GPP correspondientes (2000–actualidad)
- [CSIF](#): (Zhang et al., Biogeosciences, 2018b), 4 días, resolución de 0.05 x0.05 (2000–actualidad)
- [SIF \(OCO2-005\)](#): (Yu et al., Geophysical Research Letters, 2018), bisemanal, resolución de 0.05 x0.05 (2014–actualidad)



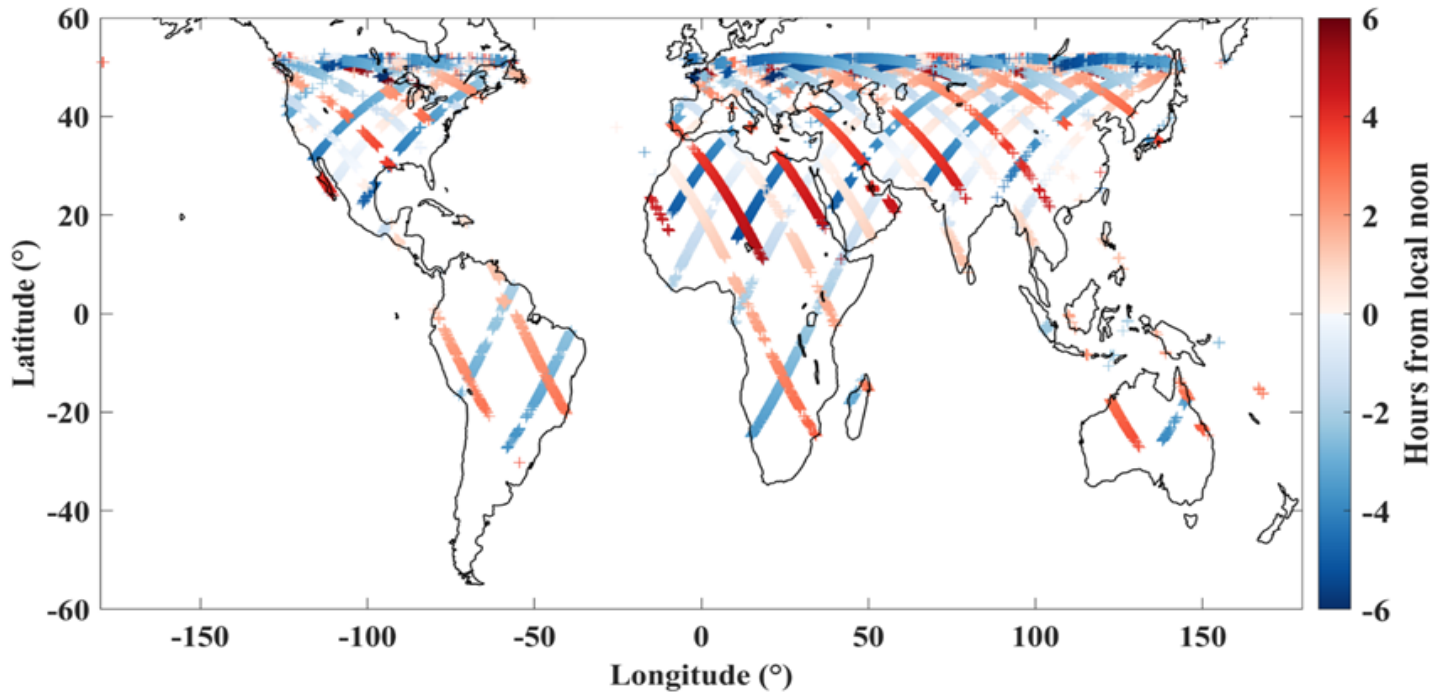
Productos de SIF L3 Basados en OCO-2

- El producto de SIF L3 reproduce los patrones espaciales y temporales originales de SIF de OCO-2.
- Llena las brechas espaciales y temporales aprovechando los índices derivados de satélites y las variables climáticas.
- SIF máximo observado en los datos originales de SIF de OCO-2 y L3.

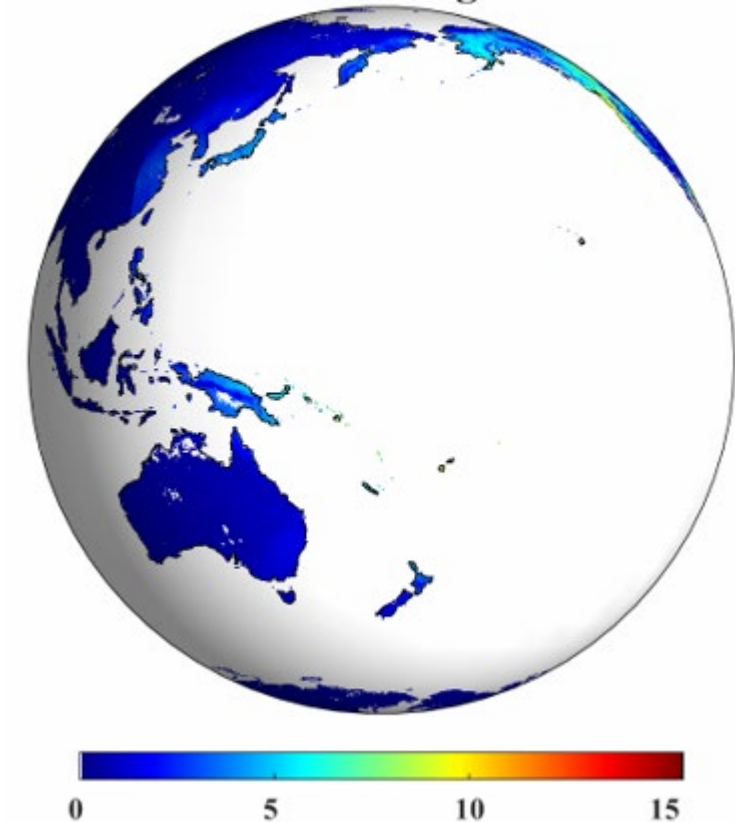


Productos de SIF L3 Diurnos Globales Basados en OCO-3

Horas desde el mediodía solar, 6, 16, 26 de junio de 2020



SIF Emission ($\text{mW}/\text{m}^2/\text{nm}$)
21:30 UTC in August 2020



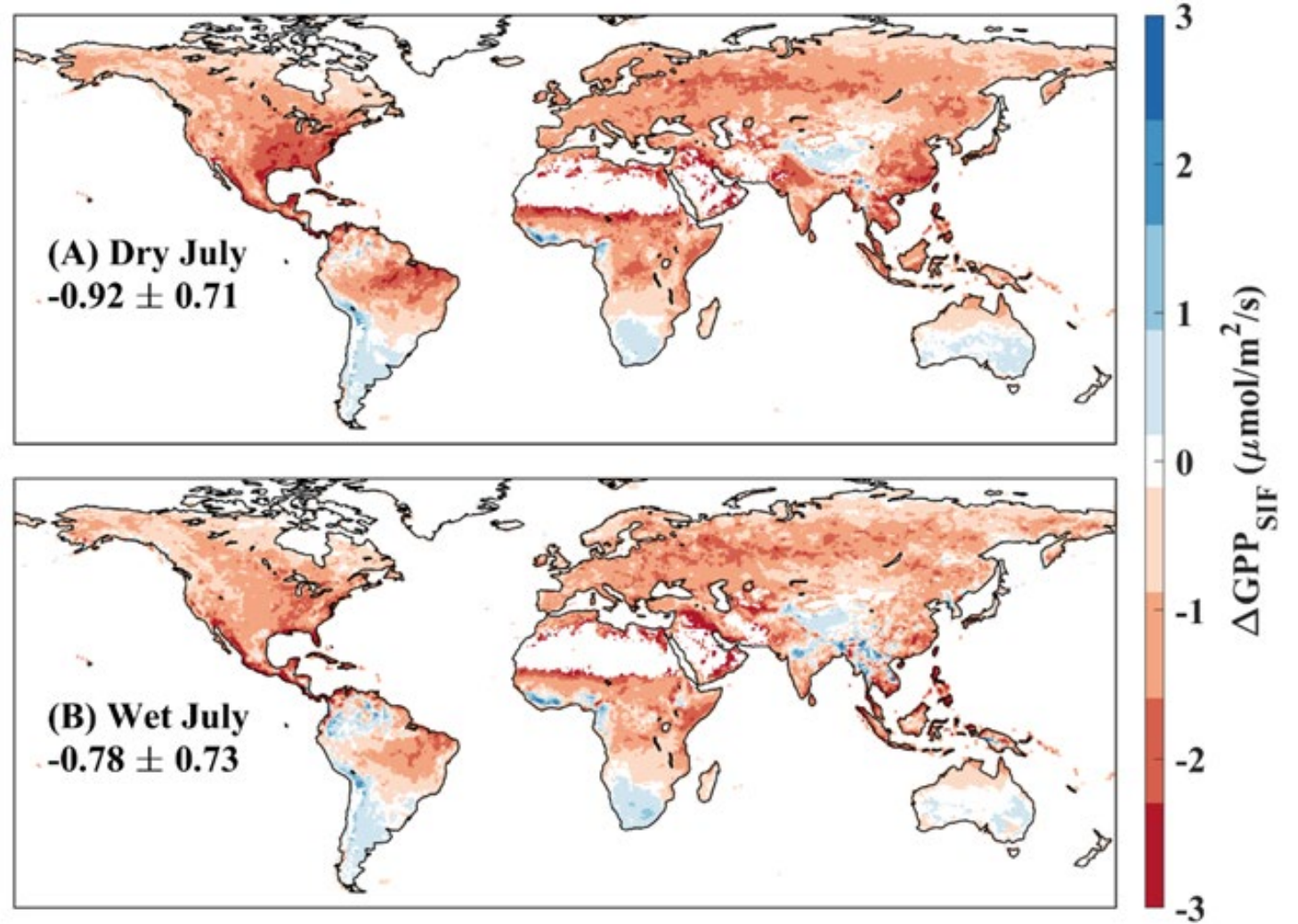
Fuente: Z. Zhang

- Datos disponibles cada hora: SIF y GPP (6:00am a 18:00pm en resolución de 0.5 x 0.5) <https://doi.org/10.5281/zenodo.15382965>
Zhang et al., RSE, 2023



Ejemplo: Ciclo Diurno de Productividad Primaria Bruta (GPP) Basado en el Producto de SIF L3 Derivado de OCO-3

- Tanto en años lluviosos como en años secos, la fotosíntesis disminuye por la tarde.
- La disminución es más obvia por la tarde en años secos en comparación con años lluviosos.



Zhang et al., RSE, 2023

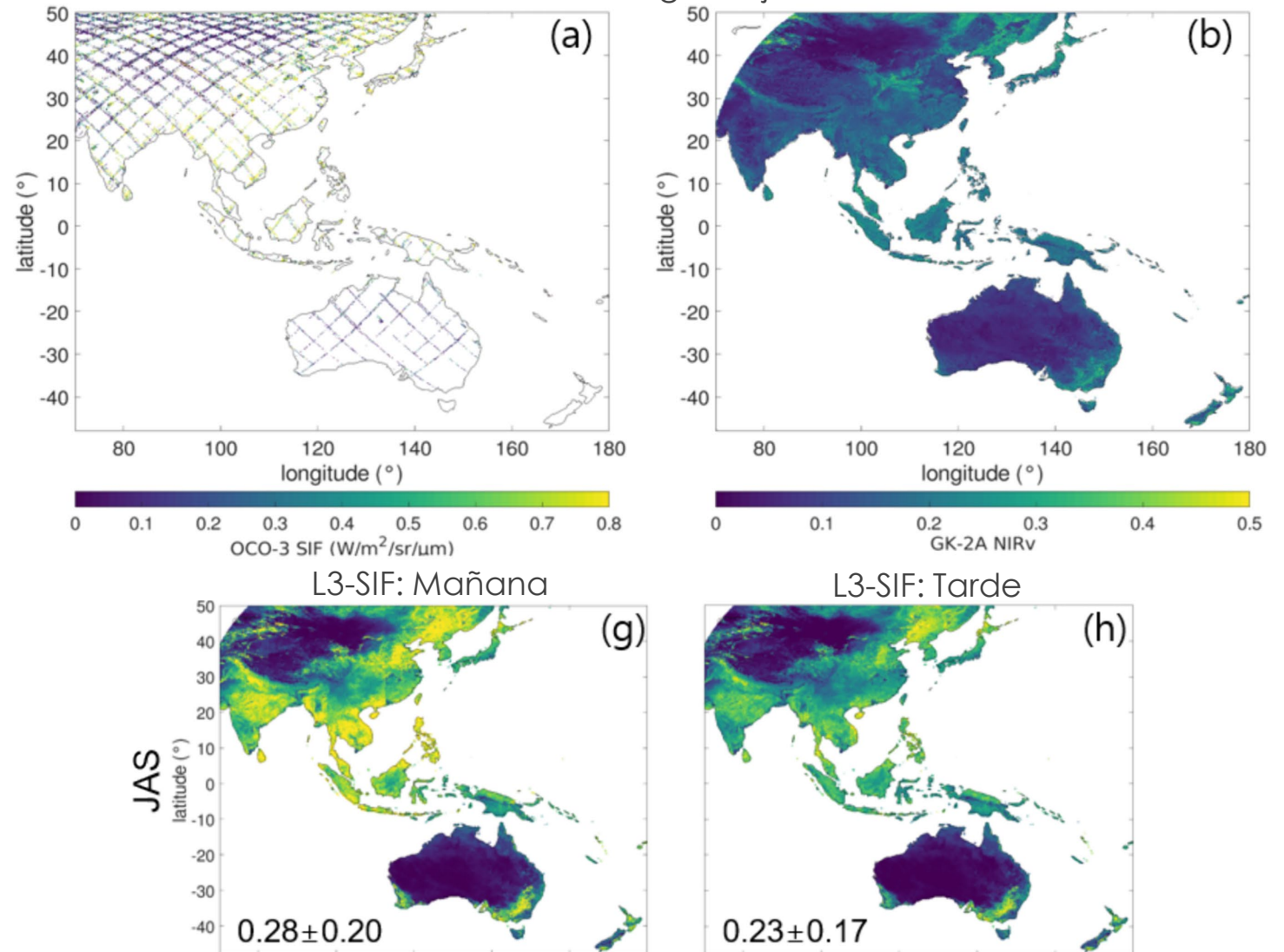


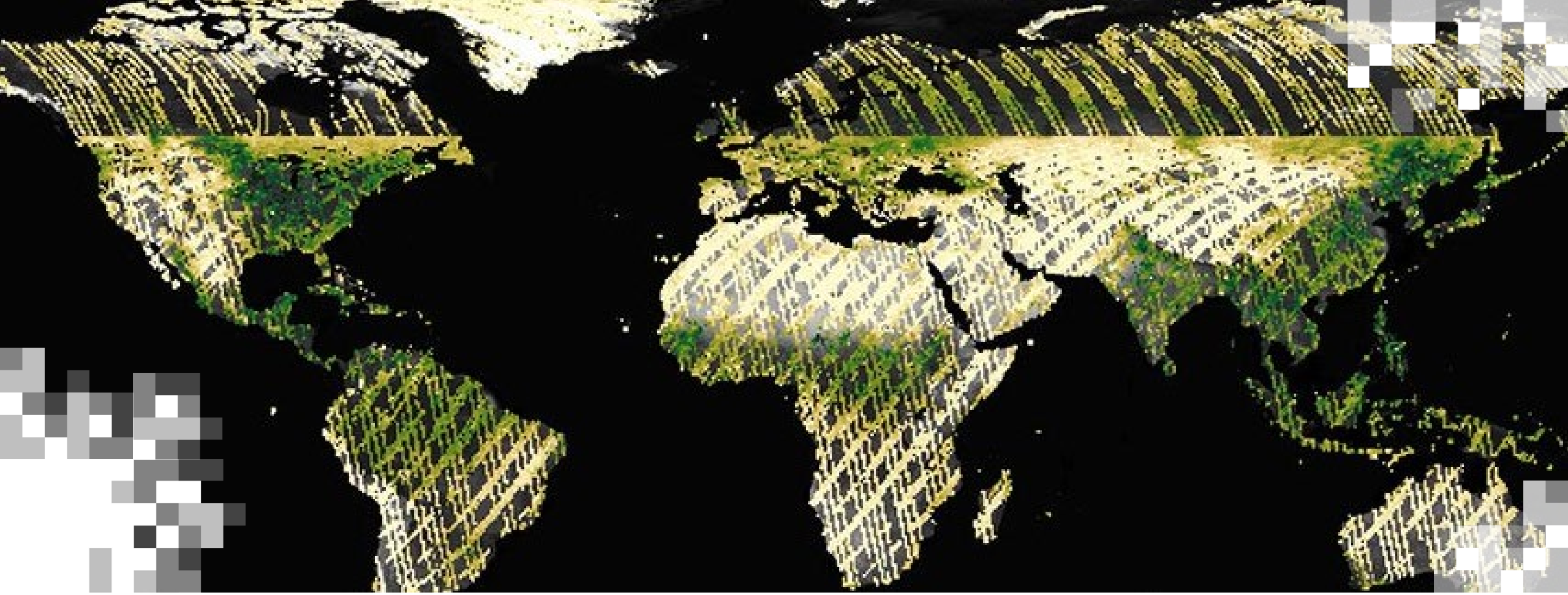
GEOSIF: Combinación de OCO-3 SIF y el Satélite Geoestacionario GK-2A sobre Asia Oriental y Oceanía

- GK-2A: Satélite geoestacionario sobre Asia oriental y Oceanía
- Reflectancia, radiación de onda corta y VPD derivada de GK2A
- SIF por hora a una resolución de 2 km
- GEOSIF captura la reducción de la productividad por la tarde, especialmente durante el verano.

Jeong et al., RSE, 2024

Promedio mensual a lo largo de junio de 2020

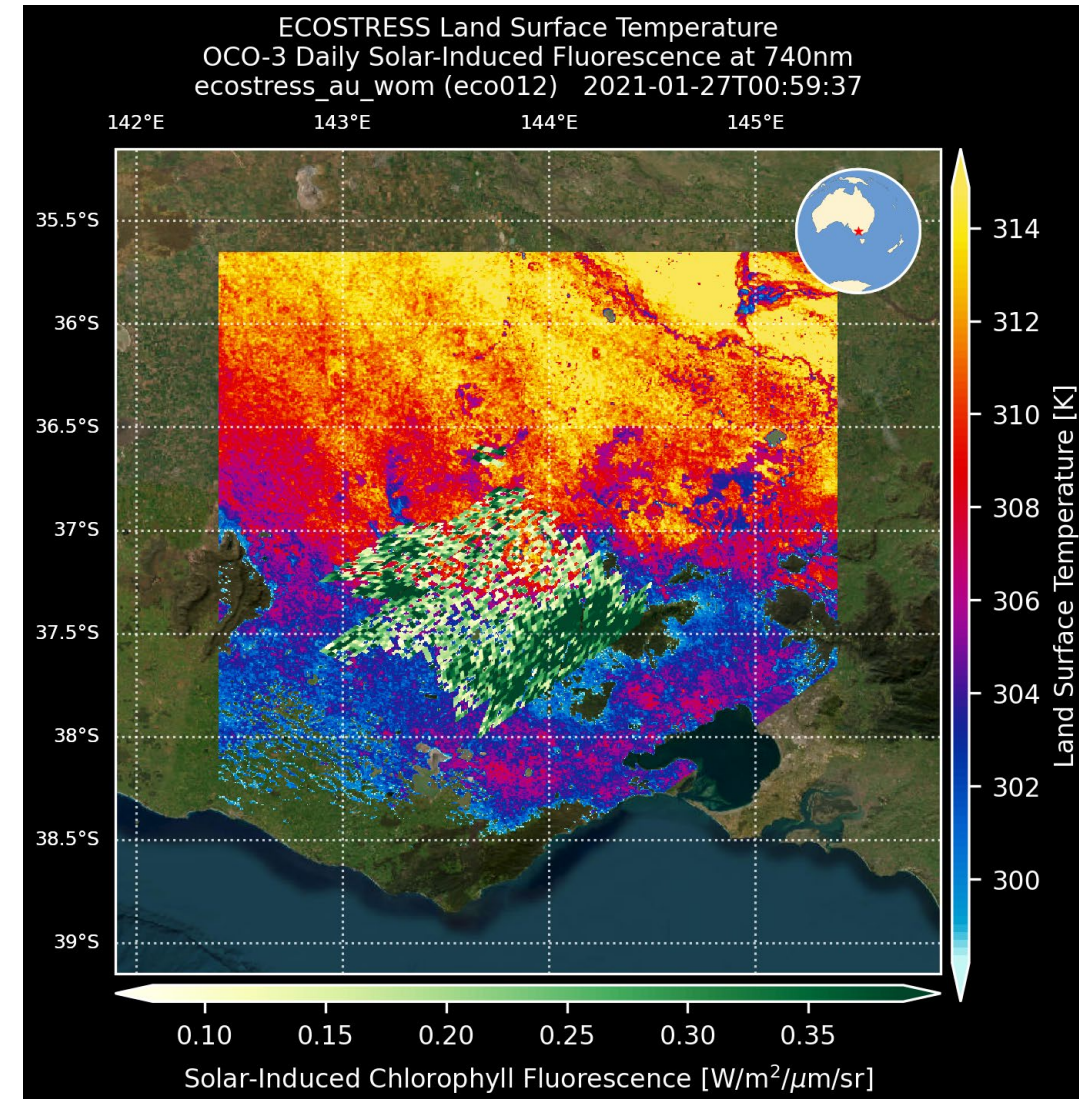




Uso Sinérgico de los Datos de SIF de OCO-3 y ECOSTRESS

Producto de OCO-3 y ECOSTRESS Colocalizado para Entender la Respuesta de un Ecosistema a la Disponibilidad de Agua

- Instrumento ECOSTRESS a bordo de la Estación Espacial Internacional
- Resolución espacial: ~ 70 m × 70 m
- Franja: 384km
- Una mayor temperatura de la superficie terrestre corresponde a una menor evapotranspiración (ET) y una menor productividad.
- Cuantificar la eficiencia en el uso del agua (WUE, siglas en inglés):
 - la relación entre la productividad (por ejemplo, SIF) y la evapotranspiración
 - La eficacia con la que el ecosistema convierte el agua en productividad
- [Producto de Datos de OCO-3 y ECOSTRESS Colocalizado](#)



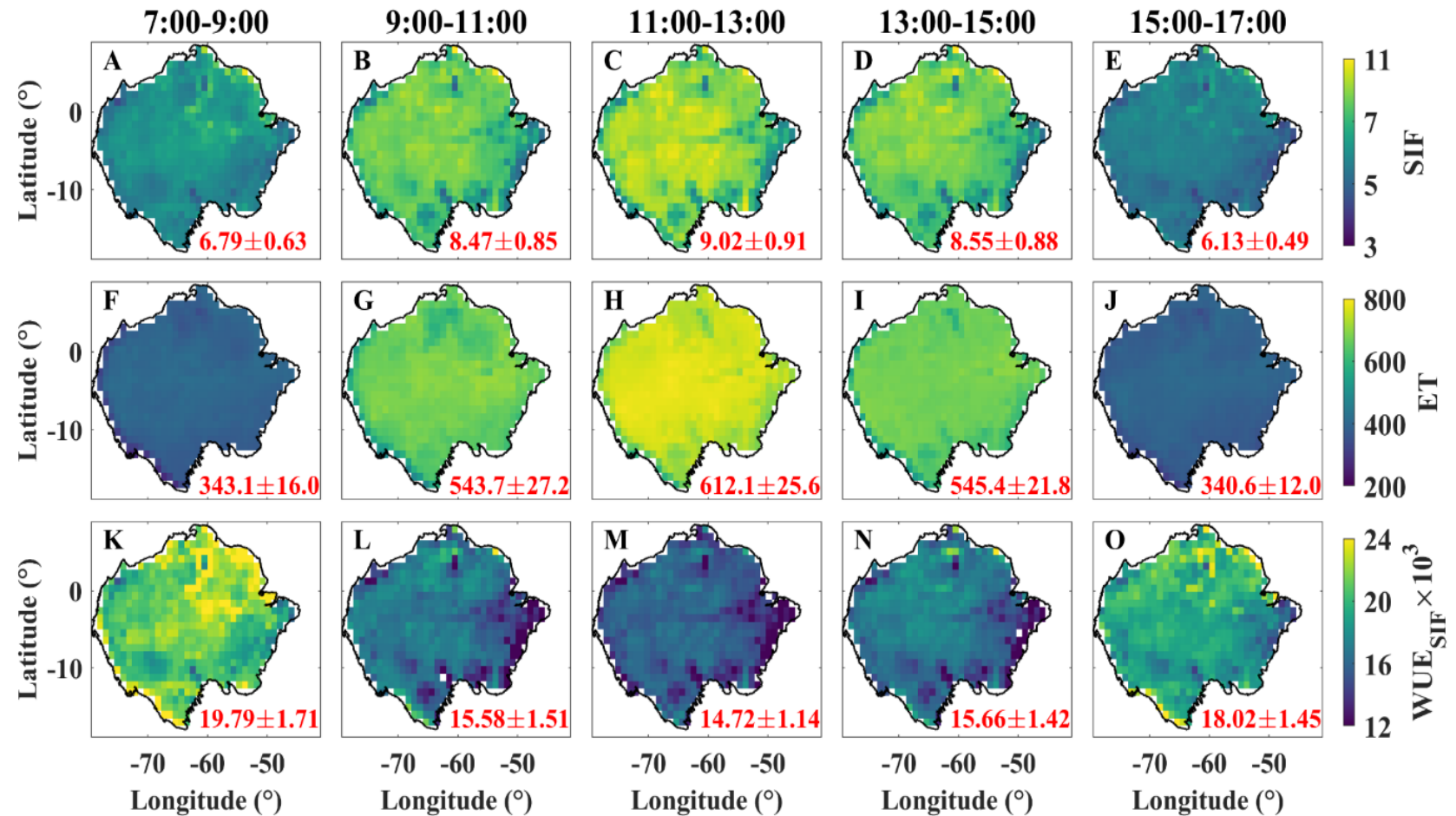
Z. Pierrat et al. (en prep.)



Ejemplo: Investigando los Patrones Diurnos de la Fotosíntesis y la Evapotranspiración de la Vegetación

Acople entre la productividad y el estrés en la Amazonía

- SIF L3 y ET derivados de SIF de OCO-3 y ECOSTRESS
- La productividad y la ET aumentan hacia el mediodía, pero la WUE disminuye.



Zhang et al., Science Advances, 2023



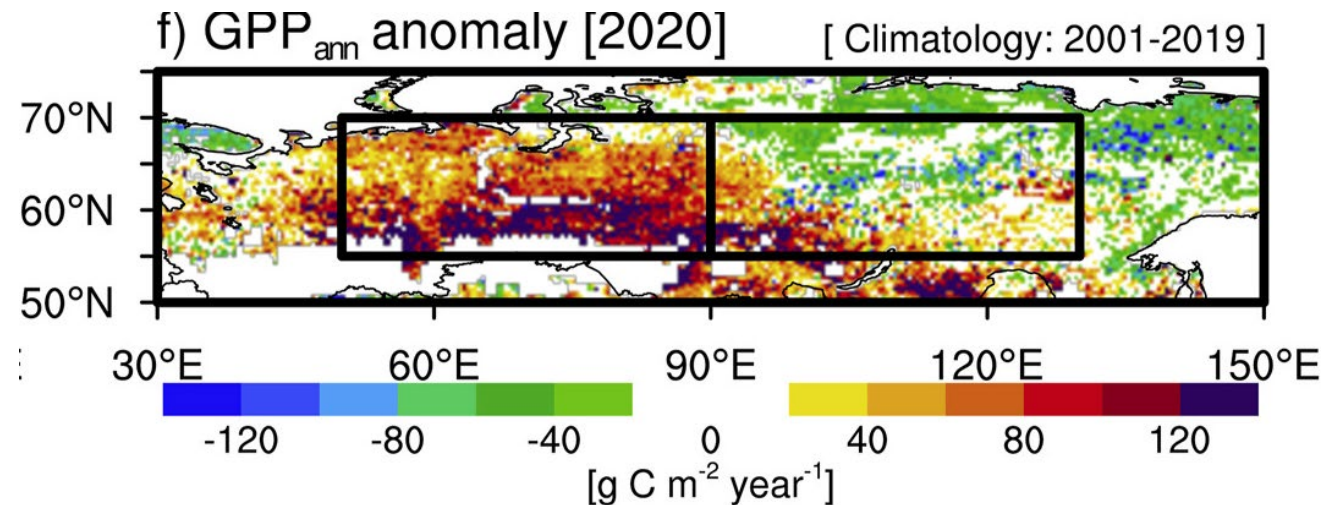
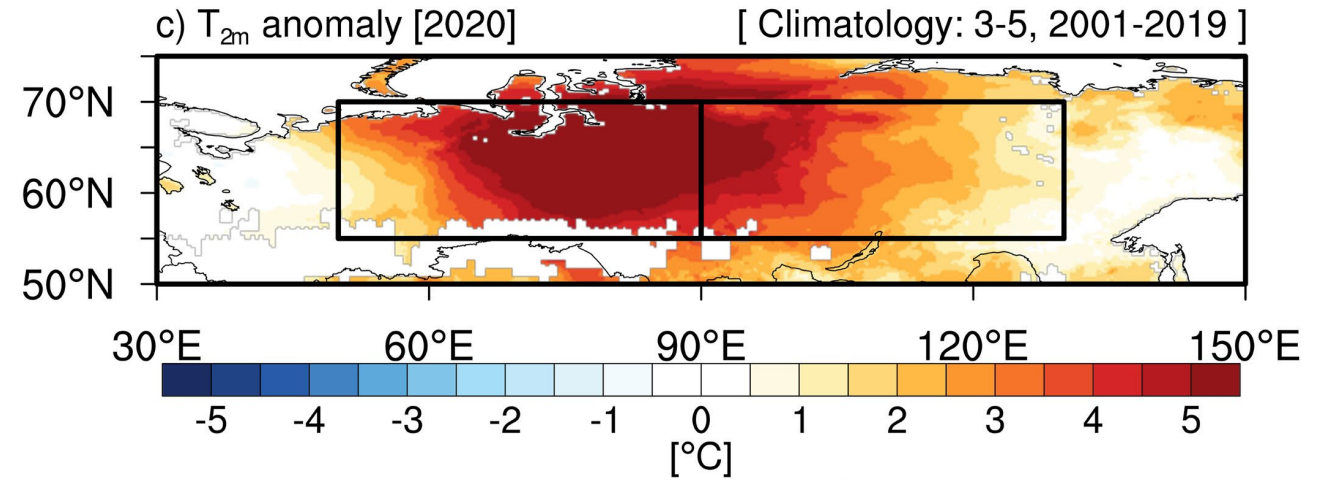


Aplicaciones de SIF

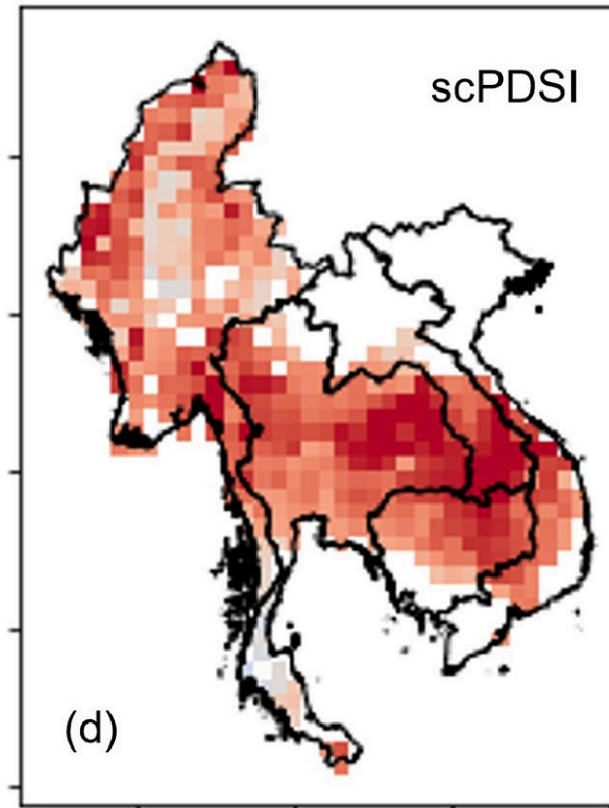
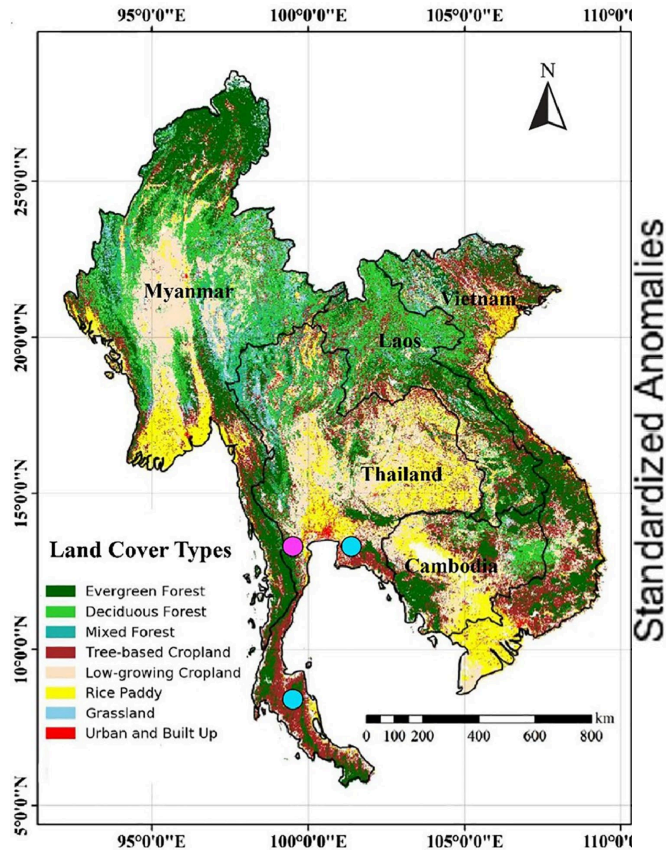
Respuesta a Anomalías Climáticas: Ola de Calor de 2020 en Siberia

- La temperatura más cálida en primavera y a principios de verano en latitudes altas promueve el crecimiento de las plantas.

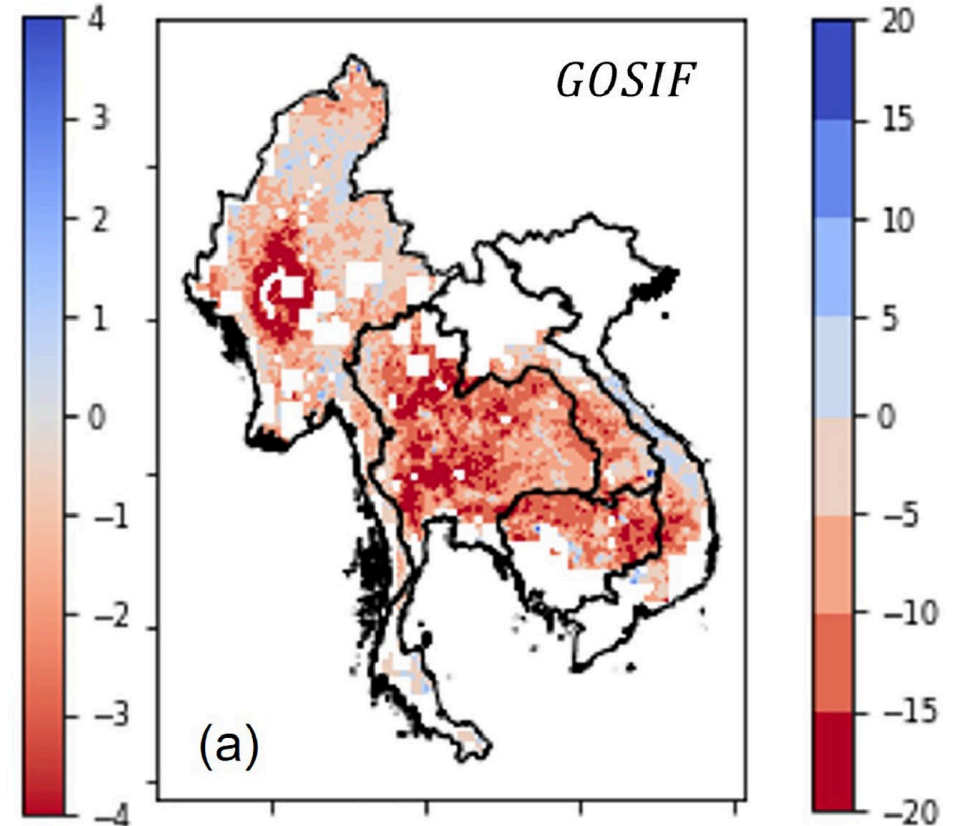
Anomalías de temperatura en marzo, abril y mayo



Respuesta a las Anomalías Climáticas: Impacto de una Sequía



Índice de Sequía (Sep 2014-Ago 2016)

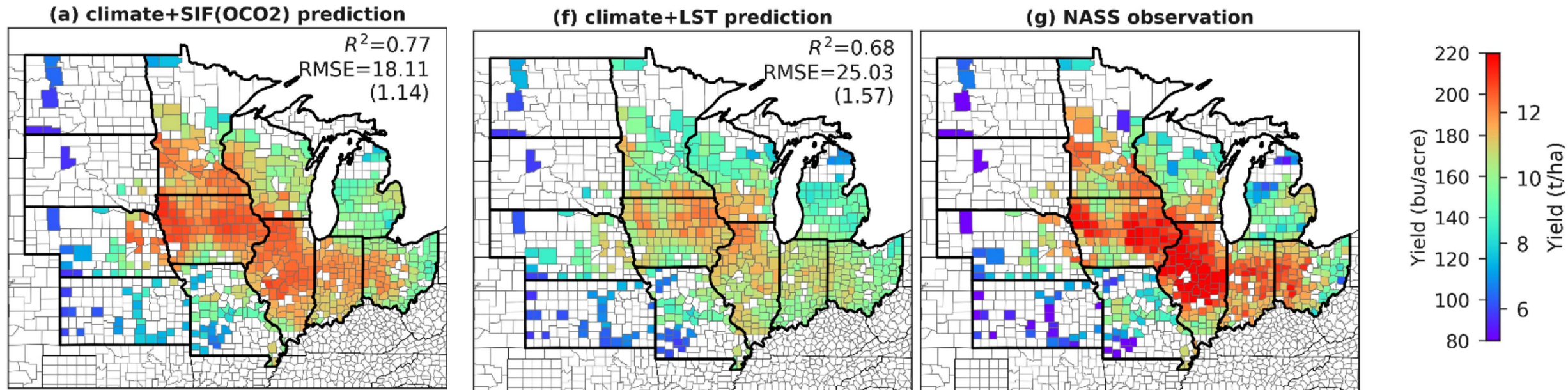


Patrones espaciales de cambio (%) sequía (sep. 2014 a ago. de 2016) en comparación con condiciones sin sequía (sep. 2016 a ago. de 2018)

Wang et al., 2023: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109591>



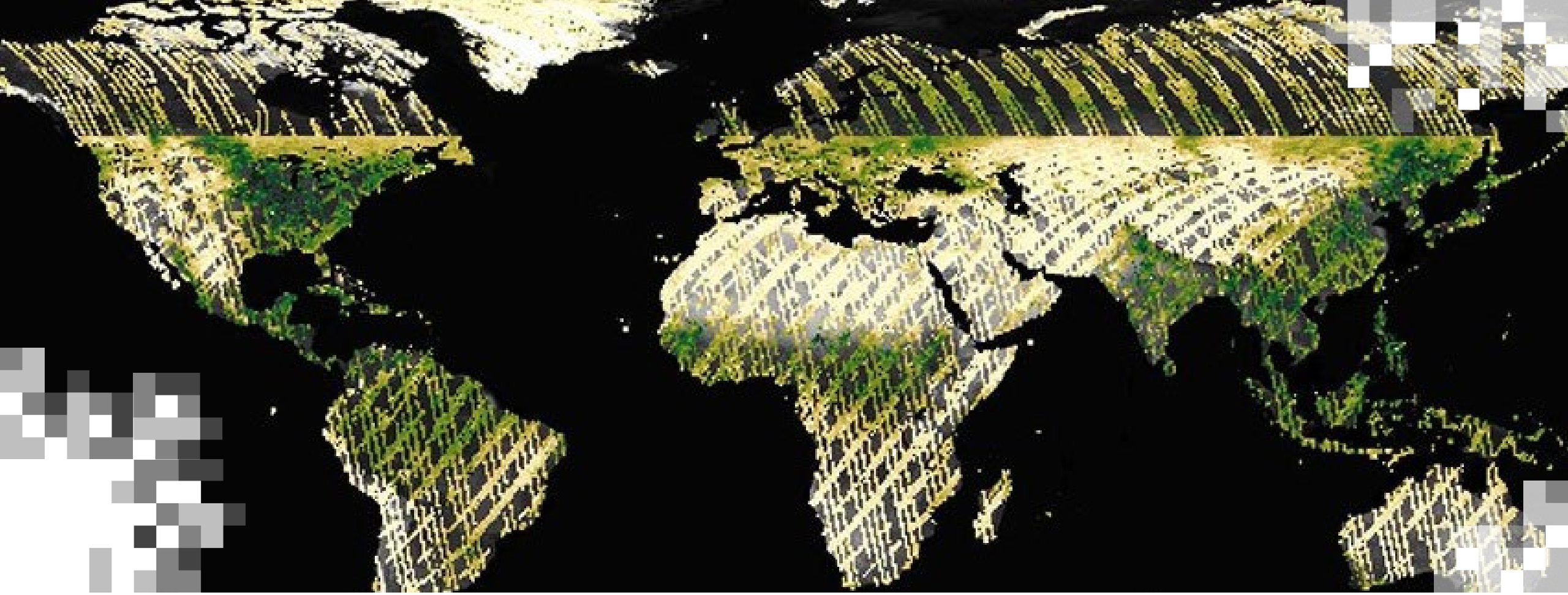
Aplicaciones: Predicciones de Rendimiento de Cultivos



- NASS: (USDA) National Agricultural Statistics Service (NASS)
- Predicción de maíz
- Las predicciones de rendimiento de cultivos basadas en el clima + SIF de OCO-2 capturan mejor las distribuciones espaciales de las observaciones de NASS que las predicciones basadas en el clima + LST (temperatura de la superficie).

Peng et al., 2020, <https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102126>





Demostración del Modo de Mapa de Área Instantánea (SAM) de OCO-3

Esquema de la Demostración

Sesión 1

- Configuración del entorno para trabajar con conjuntos de datos SIF
- Recuperación y rejilla espacial de datos SIF

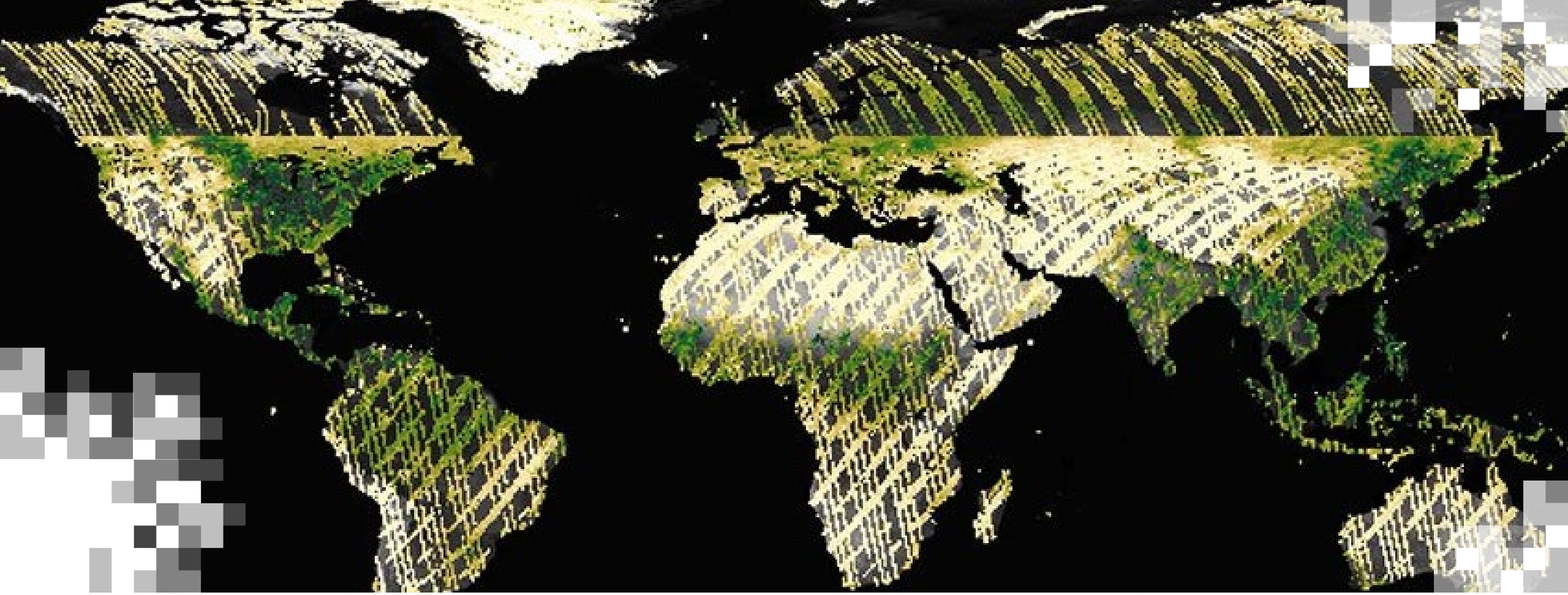
Sesión 2

- Modo de Mapa de Área Instantánea (SAM) de OCO-3
- Comparación con datos de torres de flujo
- Estudio de caso: condiciones de incendio y SIF en Oregón, 2020

Sesión 3

- Uso de productos de datos SIF con relleno de brechas
- Estudio de caso: inundaciones de 2019 en el medio oeste de EE. UU. y sus impactos en la agricultura





Sesión 2 Resumen

Resumen

- OCO-2 tiene cobertura global y OCO-3 tiene observaciones en diferentes momentos del día.
- Los datos de SIF L2 y L3 se pueden utilizar para:
- Comprender el impacto de los disturbios climáticos en la salud de la vegetación
 - Monitoreo de sequías
 - Predicción del rendimiento de los cultivos
 - Combinación de datos de ECOSTRESS con SIF para mejor entender la actividad diurna de la vegetación.



Recursos

- Página web: [OCO3-SAM](#)
- [Producto de OCO-3 y ECOSTRESS Colocalizado](#)
- Los principales productos L3-SIF incluyen:
 - SIF y GPP cada hora (6:00 a. m. a 18:00 p. m. a una resolución de 0.5 x 0.5) basado en OCO-3 <https://doi.org/10.5281/zenodo.15382965>.
 - [GOSIF](#): (Li y Xiao et al., Remote Sensing, 2019), , 8 días, mensual y anual en resolución de 0.05 x0.05 y los productos de GPP correspondientes (2000–actualidad)
 - [CSIF](#): (Zhang et al., Biogeosciences, 2018b), 4 días, resolución de 0.05 x0.05 (2000–actualidad)
 - [SIF \(OCO2-005\)](#): (Yu et al., Geophysical Research Letters, 2018), bisemanal, resolución de 0.05 x0.05 (2014–actualidad)



Contactos

Instructores:

- Junjie Liu
junjie.liu@jpl.nasa.gov
 - Jackie Ryan
jacqueline.ryan@jpl.nasa.gov
 - Karen Yuen
karen.yuen@jpl.nasa.gov
- [ARSET Website](#)
 - [ARSET YouTube](#)



La 3era Sesión

- Ejecutarán un cuaderno de Jupyter para comparar cómo los productos de SIF con interpolación de brechas, como GOSIF, pueden utilizarse para evaluar el impacto de inundaciones y sequías en tierras de cultivo mediante estudios de caso específicos en el Medio Oeste de EE. UU.
- Usarán los tutoriales del cuaderno para elegir otra región o período de tiempo de su preferencia y reproducir nuevos productos para un análisis adicional.
- Compararán productos de SIF agregados en espacio y tiempo utilizando herramientas de código abierto, y analizarán cómo pueden emplearse para estudiar el cambio en la vegetación en distintas regiones, en una variedad de casos científicos y aplicados.





Gracias!

