



El Uso de la Fluorescencia Inducida por el Sol y LIDAR para Evaluar los Cambios y la Vulnerabilidad de la Vegetación

El 16 - 25 de marzo 2021

Parte 3: Sesión de Preguntas y Respuestas

Por favor escriba sus preguntas en la caja de preguntas.

Erika Podest (erika.podest@jpl.nasa.gov)

Pregunta 1: ¿Podría indicar algún paper donde leer sobre lo expuesto en esta sesión?

[Could you indicate a paper to read about what was exposed in this session?](#)

Respuesta 1: Las diapositivas 45-51 de la presentación contienen referencias a diferentes publicaciones sobre SIF.

Pregunta 2: ¿Qué ocurre con coberturas vegetales que por estación de otoño no tienen clorofila en las hojas? ¡Muchas gracias!

[What happens with plant cover that does not have chlorophyll in the leaves due to the autumn season?](#)

Respuesta 2: Se observará una disminución dramática en la fluorescencia ya que esta emana de la clorofila. Si no hay hojas, no hay clorofila. La fluorescencia se produce de las moléculas de clorofila.

Pregunta 3: ¿Se podría usar SIF para detectar los cambios de clorofila en embalses?

[Could SIF be used to detect chlorophyll changes in reservoirs?](#)

In principle yes but it depends on the size of the reservoir. Currently techniques are for kilometers and above in scale. For the OCO sensors we cannot do fluorescence over the oceans. It is only feasible with the TROPOMI satellite with resolutions around 5-10km, which can detect fluorescence over larger lakes, land lakes and near coastal areas. Regardless, we can only tackle large spatial scales.

Respuesta 3: En principio si se puede hacer pero depende del tamaño del embalse. Las técnicas que se utilizan son de escalas de kilómetros en extensión. OCO-2 tiene escalas muy bajas para medir la fluorescencia en los océanos. TROPOMI es el único sensor con el cual es factible ya que por tener resoluciones de 5-10km puede detectar fluorescencia en lagos grandes y en áreas cerca de la costa. Independientemente, sólo podemos abordar grandes escalas espaciales.



Pregunta 4: ¿Cómo se relacionan SIF y NDVI? ¿En qué se diferencian? A nivel de aplicación, ¿qué ventajas supone SIF respecto al uso de índices como NDVI para el estudio de la vegetación?

How are SIF and NDVI related? How are they different? At what level of application? What advantages does SIF offer with respect to indices like NDVI for the study of vegetation?

In principle NDVI is most closely related to the fraction of absorbed light by the canopy. Typically under normal conditions the absolute fluorescence measured is roughly proportional to the greenness indices multiplied by the amount of incoming light. However, there is still nonlinearity. For example, in the case of an evergreen forest such as in Niwot Ridge, there is no correlation between NDVI and fluorescence because in the winter time NDVI remains stable but the fluorescence yield goes down dramatically. In that case fluorescence tracks the GPP seasonality well whereas NDVI in an evergreen forest as in Niwot Ridge does not capture these changes in photosynthesis yields.

SIF only represents processes in the light reactions of photosynthesis, so it can't capture the magnitude of any respiratory processes (in the leaf, etc). Using CO₂ flux measurements at the same time would be the only method that would help. However, SIF is more than just NDVI, as it captures true green APAR (only light absorbed by chlorophyll) as well as some yield effects.

Respuesta 4: En principio, NDVI está más estrechamente relacionado con la fracción de luz absorbida por la vegetación. Usualmente en condiciones normales, la fluorescencia absoluta medida es aproximadamente proporcional a los índices de verdor multiplicados por la cantidad de luz entrante. Sin embargo, todavía existe no linealidad. Por ejemplo, en el caso de un bosque siempre verde como en Niwot Ridge, no hay correlación entre NDVI y la fluorescencia porque en el invierno el NDVI permanece estable pero el rendimiento de la fluorescencia disminuye drásticamente. En ese caso, la fluorescencia sigue la estacionalidad del GPP, mientras que el NDVI en un bosque siempre verde como en Niwot Ridge no captura estos cambios en los rendimientos de fotosíntesis.

SIF solo representa procesos en las reacciones de luz de la fotosíntesis, por lo que no puede capturar la magnitud de ningún proceso respiratorio (en la hoja, etc.). La utilización de mediciones de flujo de CO₂ al mismo tiempo es el único método que ayudaría. Sin embargo, SIF es más que solo NDVI, ya que captura el verdadero APAR verde (solo la luz absorbida por la clorofila) así como algunos efectos de rendimiento.



El Uso de la Fluorescencia Inducida por el Sol y LIDAR para Evaluar los Cambios y la Vulnerabilidad de la Vegetación

El 16 - 25 de marzo 2021

Pregunta 5: ¿Cuál es la resolución espacial y la cobertura de TROPOMI?

What is the spatial resolution and coverage of TROPOMI?

Respuesta 5: Originally it was 7 km×3.5 km (along and across track) with almost daily global coverage. The swath is more than 2000 km wide. However, they reduced the integration time so it is now around 5x3.5 km on a single measurement basis. Even though there is almost global coverage, you have to average in space and time to get the noise reduced.

Respuesta 5: Originalmente era 7 km × 3.5 km (a lo largo y ancho de la pista) con una cobertura global casi diaria. La franja tiene más de 2000 km de ancho. Sin embargo, redujeron el tiempo de integración, por lo que ahora la resolución espacial es de alrededor de 5x3.5 km en una sola medición. A pesar de que tiene una cobertura casi global, hay que promediar en cobertura y tiempo para reducir el ruido.

Pregunta 6: ¿Hay espectrómetros, como los que se usan en las torres, que se puedan montar en drones? Gracias.

Are there spectrometers like the ones mounted on the tower that can be mounted on a drone?

In principle yes. The one mounted on the tower cannot be placed entirely on a drone but there are some groups, one in Spain that is putting these spectrometers on drones.

Respuesta 6: En principio sí. El que estaba montado en la torre no se puede colocar completamente en un dron pero hay algunos grupos, uno en España que está colocando estos espectrómetros en drones. La siguiente publicación es relevante:

<https://ieeexplore.ieee.org/document/8517474>

Pregunta 7: ¿Se han intentado combinaciones de las señales SIF con otras misiones como ECOSTRESS, para conocer cómo se complementan ambos (evapotranspiración con fluorescencia)?

Have you tried combining the SIF signal with other missions such as ECOSTRESS, to know how the two complement each other (evapotranspiration with fluorescence)?

We are currently working on that but we have not yet published anything. In principle ET is often quite proportional to CO₂ uptake, especially if you rescale it with the vapor pressure difference across the leaf and this is something we are currently working on.

Respuesta 7: Actualmente están trabajando en eso, pero aún no lo han publicado. En principio, la evapotranspiración suele ser proporcional a la absorción de CO₂, especialmente comparado con la diferencia de presión de vapor en la hoja y esto es algo en que están trabajando actualmente.



Pregunta 8: ¿Podrían recomendar otros productos satelitales que usen fluorescencia para determinar floraciones algales en el agua? En la presentación se habló de TROPOMI pero entiendo que puede haber otros productos.

Could you recommend other satellite products that use fluorescence to determine algal blooms in the water? In the presentation they talked about TROPOMI but I understand that there may be other products.

One caveat is that ocean fluorescence products can only be retrieved in the red spectral range that runs 680nm so we cannot do this from OCO-2 or GOSAT. Using the techniques that we have right now we can only do it from GOME, GOME-2 or TROPOMI. MODIS has an established retrieval that is different but less robust and accounts for atmospheric scattering and other ocean color parts. MODIS has a fluorescence product over the ocean using the Fraunhofer line height retrieval. At the moment we can do these retrievals with TROPOMI. FLEX will also be able to do ocean retrievals.

Respuesta 8: Algo por tener en cuenta es que la fluorescencia sobre el océano sólo se puede medir en el rango espectral rojo (680 nm), por lo que no podemos hacer esto desde OCO-2 o GOSAT. Utilizando las técnicas que tenemos ahora mismo solo podemos hacerlo desde GOME, GOME-2 o TROPOMI. MODIS tiene un algoritmo que es diferente pero menos robusto el cual toma en cuenta la dispersión atmosférica y otras partes del color del océano. MODIS tiene un producto de fluorescencia sobre el océano utilizando la altura de las líneas de Fraunhofer. Por el momento podemos hacer estas mediciones con TROPOMI. FLEX también podrá realizar mediciones de fluorescencia sobre el océano.

Pregunta 9: ¿Es posible detectar plagas y enfermedades en bosques?

Is it possible to detect pests and diseases in forests?

In principle yes because pests will reduce chlorophyll and thereby the amount of absorbed light. It is more likely to detect this if the disease occurs at large spatial scales. However, if it is a small scale event then it might be easier to detect those with high resolution images such as Landsat, Sentinel-2 or Planet imagery, which have meter scale resolution.

Respuesta 9: En principio, sí, porque las plagas reducirán la clorofila y, por lo tanto, la cantidad de luz absorbida. Es más probable detectar esto si la enfermedad se presenta a grandes escalas espaciales. Sin embargo, si se trata de un evento a pequeña escala, entonces podría ser más fácil detectarlo con imágenes de alta resolución como imágenes de Landsat, Sentinel-2 o Planet, que tienen una resolución de escala de metros.



Pregunta 10: Cuáles serían las aplicaciones más importantes donde se ha utilizado o puede utilizarse información sobre SIF?

[What would be some important applications where SIF information has been or can be used?](#)

Fluorescence is an excellent proxy for GPP. GPP is also useful for looking at seasonal cycles, which can be detected earlier and for looking at areas hard to detect like evergreen forests. We hope to be able to detect stress earlier using fluorescence. There are many regions on the earth that don't have great coverage, such as the cloudy conditions of the Amazon rainforest. We will provide more detail.

- 1) SIF is a near perfect proxy for true APAR (by chlorophyll only, also doesn't require a good PAR datasets as true PAR is "baked into" the SIF product.
- 2) In addition, SIF yields can also vary with light use efficiency, best example being sustained non-photochemical quenching, e.g. in Evergreen needleleaf forests

Respuesta 10: La fluorescencia es un excelente proxy de la productividad primaria bruta (GPP) ya que lo que la fluorescencia mide es la cantidad de luz absorbida utilizada por la clorofila. GPP también es útil para observar los ciclos estacionales, que se pueden detectar más temprano y para estudiar áreas difíciles de detectar, como los bosques siempre verdes. Esperamos poder detectar el estrés en la vegetación mucho más temprano con fluorescencia que con NDVI. Hay muchas regiones en la Tierra que no tienen buena cobertura, como las condiciones nubladas de la selva Amazónica.

1. *SIF es un proxy casi perfecto para el verdadero APAR (sólo por clorofila, tampoco requiere un buen conjunto de datos de PAR, ya que el verdadero PAR está integrado en el producto SIF).*
2. *Además, los rendimientos de SIF también pueden variar con la eficiencia del uso de la luz, siendo el mejor ejemplo la extinción sostenida no fotoquímica, por ejemplo, en los bosques de hoja perenne.*

Pregunta 11: ¿Se hacen mediciones en los cambios de clorofila en briófitos?

[Are measurements made on chlorophyll changes in bryophytes?](#)

We have not looked into this from space because the spatial extent is not large enough to see it or it is mostly in the understory. There might be groups that do it locally with handheld instruments.

Respuesta 11: Todavía no se ha hecho desde el espacio porque la extensión espacial no es lo suficientemente grande para verlo o los briofitos se encuentran debajo del dosel. Puede que haya grupos haciendo estas mediciones con espectrómetros de campo.



El Uso de la Fluorescencia Inducida por el Sol y LIDAR para Evaluar los Cambios y la Vulnerabilidad de la Vegetación

El 16 - 25 de marzo 2021

Pregunta 12: Buenas tardes, ¿a qué altura está la torre de medición de SIF del bosque?

How high is the SIF measuring tower?

Respuesta 12: Entre 25 y 30 metros de altura.

Pregunta 13: ¿Se puede relacionar datos de fluorescencia con mediciones de carbono (CO₂) y de agua de torres que se conocen como torres de eddy covariance?

Can fluorescence data be related to carbon (CO₂) and water measurements from Eddy covariance towers?

That is exactly what was done at the Niwot Ridge flux tower site and we are also doing this at a couple of other flux tower sites. In principle if you deploy these fluorescence measurements at a tower where you are also measuring eddy covariance fluxes directly you will have an ideal test site.

Respuesta 13: Eso es exactamente lo que se hizo dónde está la torre de flujo en Niwot Ridge y también lo estamos haciendo en un par de otros sitios donde hay torres de flujo. En principio, si se implementan estas mediciones de fluorescencia en una torre donde también está midiendo directamente los flujos de covarianza de remolinos (eddy covariance), tendrá un conjunto de datos ideal.

Pregunta 14: ¿Hay alguna relación entre SIF y el calor sensible y latente de un ecosistema? No se si entendí bien, pero el calor disipado en la ecuación de SIF (perdon...iba más rápido de lo que puedo asimilar) es el calor sensible?

Is there a relationship between SIF and the sensible and latent heat of an ecosystem? I don't know if I understood correctly, but the heat dissipated in the SIF equation (sorry ... it was faster than I could assimilate) is the sensible heat?

No. The SIF that is being dissipated has nothing to do with the sensible heat flux directly. In fact the energy going into SIF is very small, much smaller than the sensible or latent heat fluxes. SIF itself is not really an efficient quencher of the absorbed energy. SIF is a very small energetic flux. It does not really change the leaf temperature.

Respuesta 14: No. El SIF que se disipa no tiene nada que ver directamente con el flujo de calor sensible. De hecho, la energía que produce SIF es muy pequeña, mucho más pequeña que los flujos de calor latente o sensible. El SIF en sí mismo no es realmente un disipador eficaz de la energía absorbida. SIF es un flujo energético muy pequeño y no cambia la temperatura de la hoja.



El Uso de la Fluorescencia Inducida por el Sol y LIDAR para Evaluar los Cambios y la Vulnerabilidad de la Vegetación

El 16 - 25 de marzo 2021

Pregunta 15: En la diapositiva 5 se mostró una gráfica acerca del flujo de CO₂, cuál es la razón de valores próximos a cero de flujo de Co₂ en SUELO muy cerca de los años 1990 y 2000?

The graph on slide 5 indicated CO₂ fluxes. What is the reason there were CO₂ flux values close to zero in the years 1990 and 2000?

During these years the biosphere has not been taking up some part of the emitted anthropogenic CO₂ as it does in other years. Typically this has to do with El Niño or la Nina patterns that can reduce the terrestrial vegetation biospheric sink during specific years.

Respuesta 15: Durante estos años la biosfera no ha absorbido parte del CO₂ antropogénico emitido como lo ha hecho en otros años. Por lo general, esto tiene que ver con los patrones de El Niño o la Niña que pueden reducir el sumidero biosférico de la vegetación terrestre durante años específicos.

Pregunta 16: ¿Hay alguna experiencia de fluorescencia aplicada a cultivos?

Has there been work done applying fluorescence to crops?

Yes, we did some work where we installed some of the flux towers plus fluorescence spectrometers in agricultural crops both in soybeans, which is a C₃ plant and corn, which is a C₄ plant. There we saw a much better representation of SIF to GPP for C₄ crops showing a much more linear relationship. Also the respiration is largely subdued and it works much better in C₄ plants than in C₃ plants. There are some studies using fluorescence in agricultural research. However, we are specifically looking at the global carbon cycle at large scale fields.

Respuesta 16: Sí, hicimos un estudio donde instalamos torres de flujo y espectrómetros de fluorescencia en cultivos agrícolas tanto en soja, que es una planta C₃ como en maíz, que es una planta C₄. Allí vimos una representación mucho mejor de SIF a GPP para cultivos C₄ mostrando una relación mucho más lineal. Además, la respiración es en gran medida moderada y funciona mucho mejor en plantas C₄ que en plantas C₃. Hay algunos estudios que utilizan la fluorescencia en la investigación agrícola. Sin embargo, nosotros estamos analizando específicamente el ciclo global del carbono en áreas de extensas escalas.

Las siguientes publicaciones son relevantes a SIF hacia la agricultura:

<https://doi.org/10.1029/2020GL087474>

<https://doi.org/10.1029/2019AV000140>



El Uso de la Fluorescencia Inducida por el Sol y LIDAR para Evaluar los Cambios y la Vulnerabilidad de la Vegetación

El 16 - 25 de marzo 2021

Pregunta 17: Existe mucha vegetación epífita en los bosques andinos, por ejemplo, la presencia de epífitos y epífitos puede generar variaciones en las mediciones?

There are a lot of epiphytic vegetation in Andean forests, for example, can the presence of epiphytes and epiphytes generate variations in measurements?

When epiphytes are photosynthetically active, they contribute to the SIF signal. If you were to measure GPP with flux towers, they would also contribute to your measurement. However, it is impossible to distinguish SIF emitted by epiphytes from SIF emitted by the host plants.

Respuesta 17: Cuando las epífitas son fotosintéticamente activas, contribuyen a la señal SIF. Si GPP se midiera con torres de flujo, también contribuirían a su medición. Sin embargo, es imposible distinguir SIF emitido por las epífitas de SIF emitido por las plantas principales.