

Seguimiento de la Fenología de la Vegetación mediante la Teledetección

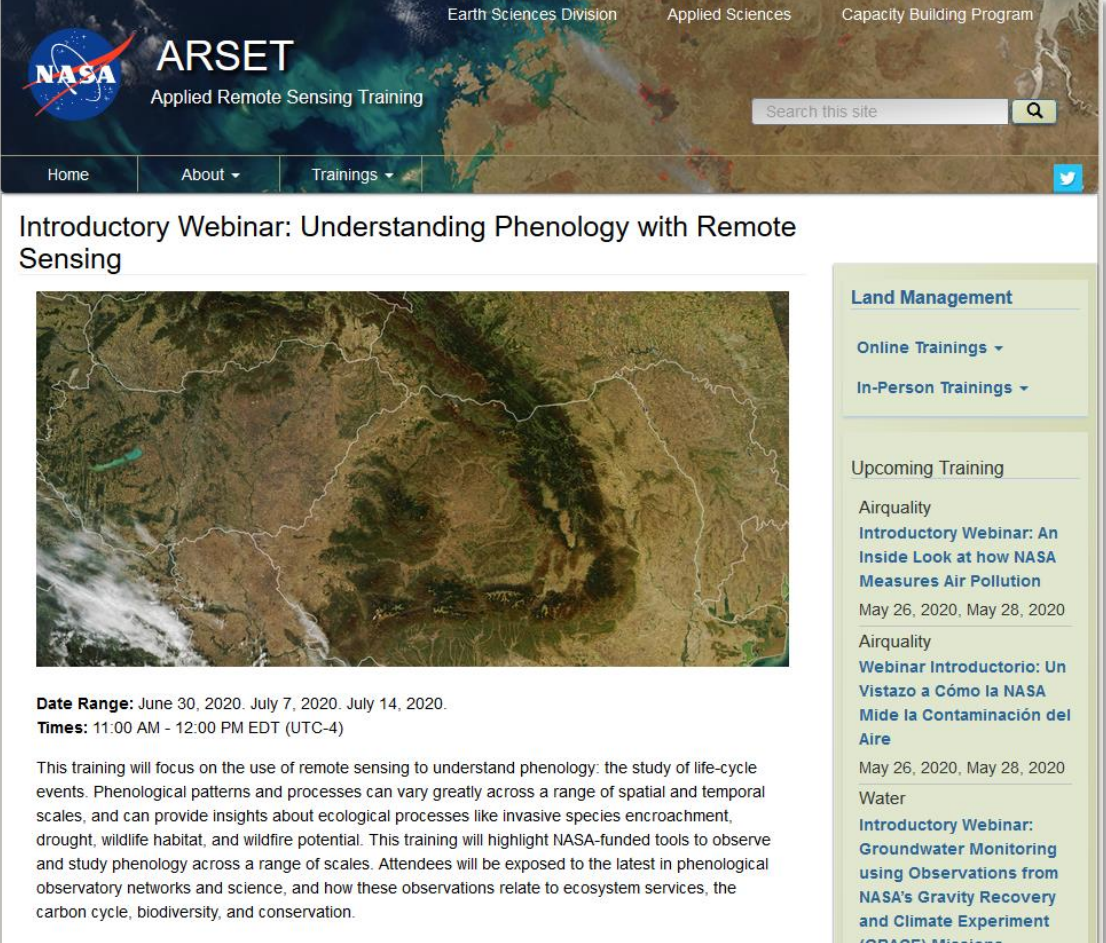
Amber McCullum y Juan Torres-Pérez

30 de junio 30 – 14 de julio de 2020



Estructura y Material del Curso

- Tres sesiones de una hora el **30 de junio, 7 de julio y 14 de julio**
- Las grabaciones, diapositivas y tareas asignadas se podrán encontrar después de cada sesión en la siguiente página:
 - <https://arset.gsfc.nasa.gov/land/webinars/phenology>
- Prerrequisitos:
 - [Fundamentos de la Teledetección](#)
- Preguntas y Respuestas: Después de cada presentación y/o por correo electrónico a:
 - amberjean.mccullum@nasa.gov
 - juan.l.torresperez@nasa.gov



The screenshot shows the ARSET (Applied Remote Sensing Training) website. The header includes the NASA logo, the text 'ARSET Applied Remote Sensing Training', and navigation links for 'Earth Sciences Division', 'Applied Sciences', and 'Capacity Building Program'. A search bar is present. The main content area features a satellite image of a landscape with a green line indicating a path or boundary. Below the image, the text reads: 'Introductory Webinar: Understanding Phenology with Remote Sensing'. The 'Date Range' is listed as June 30, 2020, July 7, 2020, and July 14, 2020. The 'Times' are 11:00 AM - 12:00 PM EDT (UTC-4). A paragraph describes the training's focus on remote sensing for phenology. On the right side, there is a sidebar with 'Land Management' and 'Upcoming Training' sections, listing other webinars like 'Introductory Webinar: An Inside Look at how NASA Measures Air Pollution' and 'Webinar Introductorio: Un Vistazo a Cómo la NASA Mide la Contaminación del Aire'.



Tarea y Certificados

- **Tarea:**
 - Habrá una tarea asignada
 - Debe enviar sus respuestas vía Google Forms
- **Certificado de Terminación de Curso:**
 - Asista a las tres sesiones en vivo
 - Complete la tarea asignada hasta el día **jueves 28 de julio** (acceso desde la página web de ARSET)
 - Recibirán sus certificados aproximadamente dos meses después de la conclusión del curso de: marines.martins@ssaihq.com



Homework: Understanding Phenology with Remote Sensing

This homework includes questions from the lectures from all sessions of this webinar.

To receive a certificate of completion, you must have attended all live webinar parts and complete this homework by July 28, 2020. Once you submit the homework, you will receive an email with a copy of your responses.

Once you click submit, you may click "View Your Accuracy" to see how you did.

* Required

Email address *

Your email



Esquema del Curso

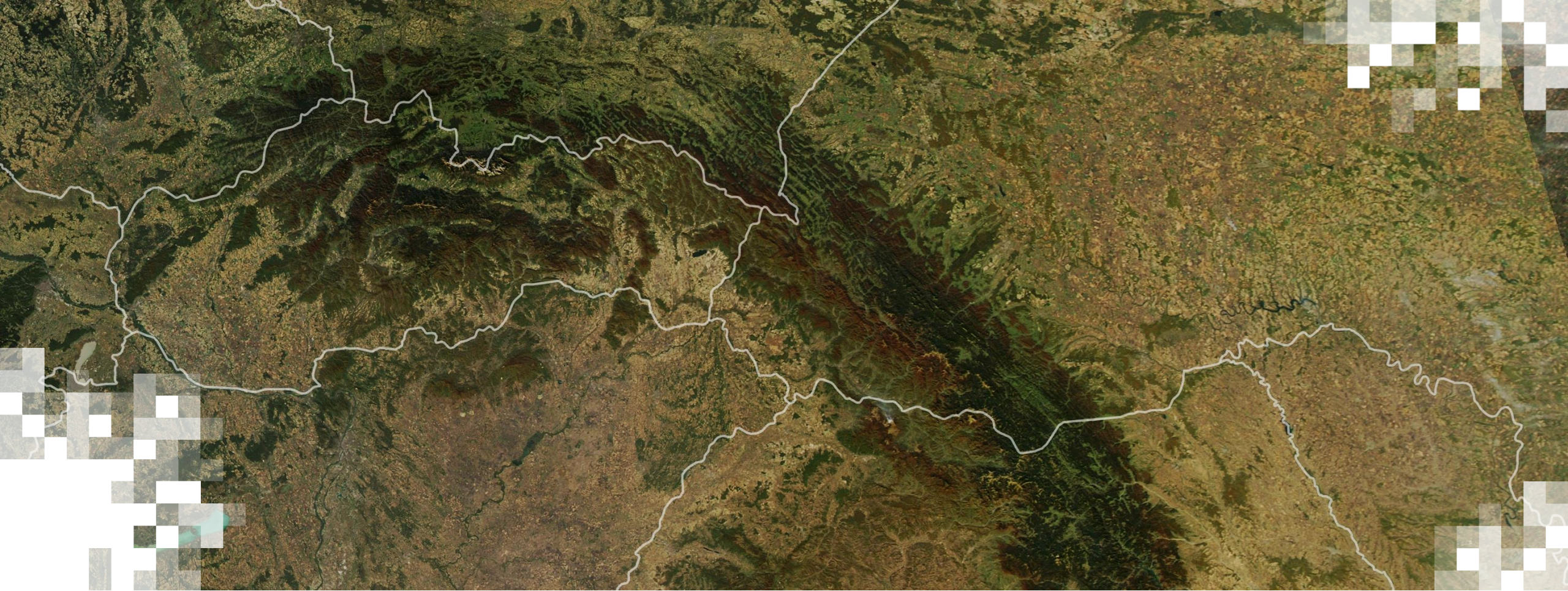


Objetivos de Aprendizaje

Al final de esta presentación, usted podrá:

- Identificar cómo se puede utilizar la teledetección para estudiar la fenología
- Nombrar los satélites y sensores que sirven para estimar parámetros de la superficie terrestre
- Identificar varios productos de la NASA para la fenología
- Acceder a datos de teledetección vía portales y herramientas en línea





Sinopsis de la Fenología

Fenología

- El estudio de los ciclos de vida de plantas y animales respecto a las estaciones.
 - La ciencia de la apariencia
- La cronología de eventos biológicos específicos
 - Sensible a las condiciones ambientales
- Los cambios estacionales incluyen variaciones en el largo del día, temperatura y precipitación.
 - ¿Cómo responden las plantas y los animales?

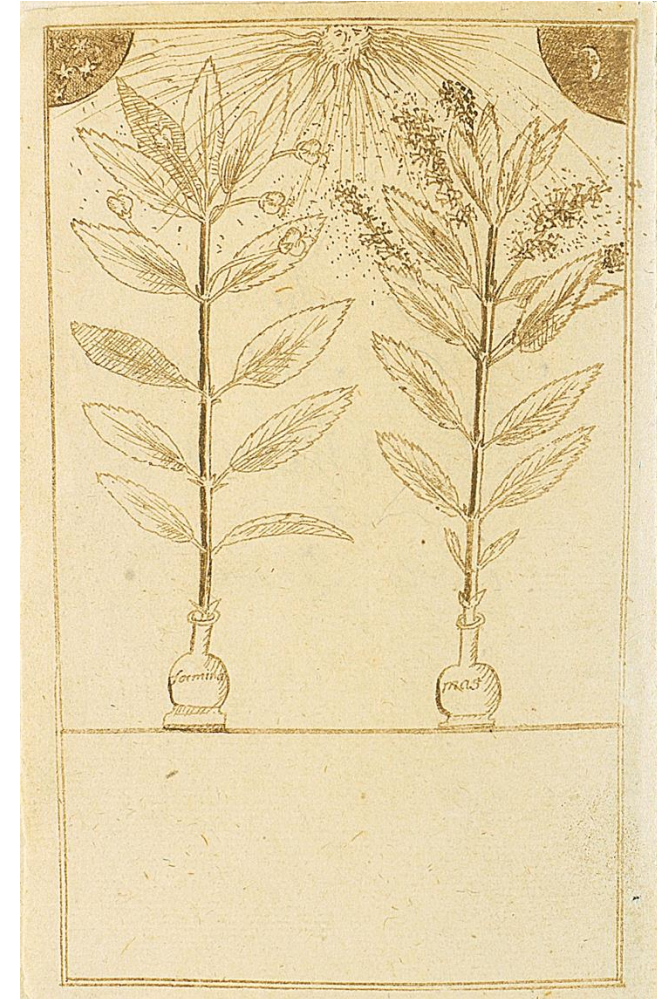


Ciclo estacional de un árbol, Crédito para la Imagen: USGS/NPN)



Fenología: Una Breve Historia

- Es una de las ramas más antiguas de la ciencia ambiental
- Tiene su origen en la palabra griega *phaino* – mostrar y sacar a la luz
- Existen muchas referencias culturales a los cambios de estación
- El botánico sueco, Cárolus Linnaeus, sistemáticamente registró el momento de la floración de diferentes plantas y las condiciones climáticas asociadas.
- El terrateniente inglés, Robert Marsham, mantuvo registros fenológicos en su propiedad.
 - Floración, brotación de yemas, aparición de insectos



Tesis de Linnaeus, Polinización representada en *Praeludia Sponsaliorum Plantarum* (1729). Crédito para la Imagen: Digital Commons



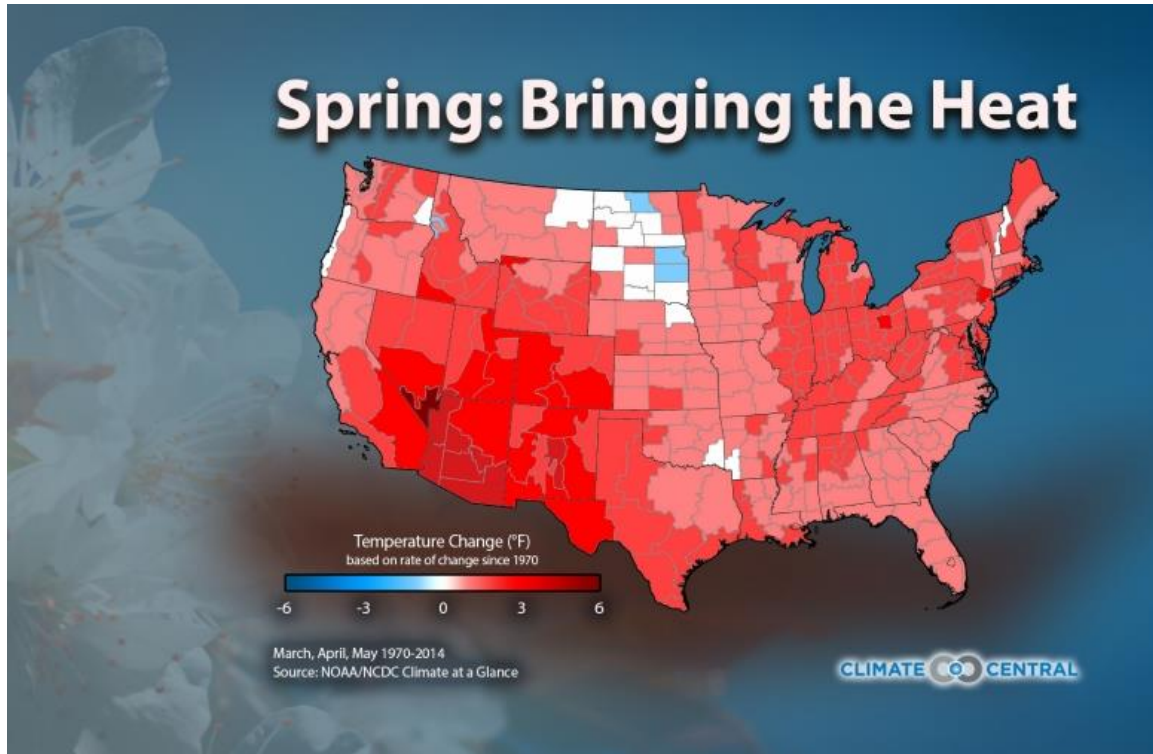
Fenología: Importancia Ecológica

- Los eventos fenológicos cambian cada año.
- La cronología de los eventos (fenofases) como floración, foliación, migración y la aparición de insectos puede afectar cómo las plantas y los animales pueden desarrollarse en su entorno.
- Influye en la abundancia y distribución de organismos, servicios de ecosistemas y ciclos globales de agua y carbono.

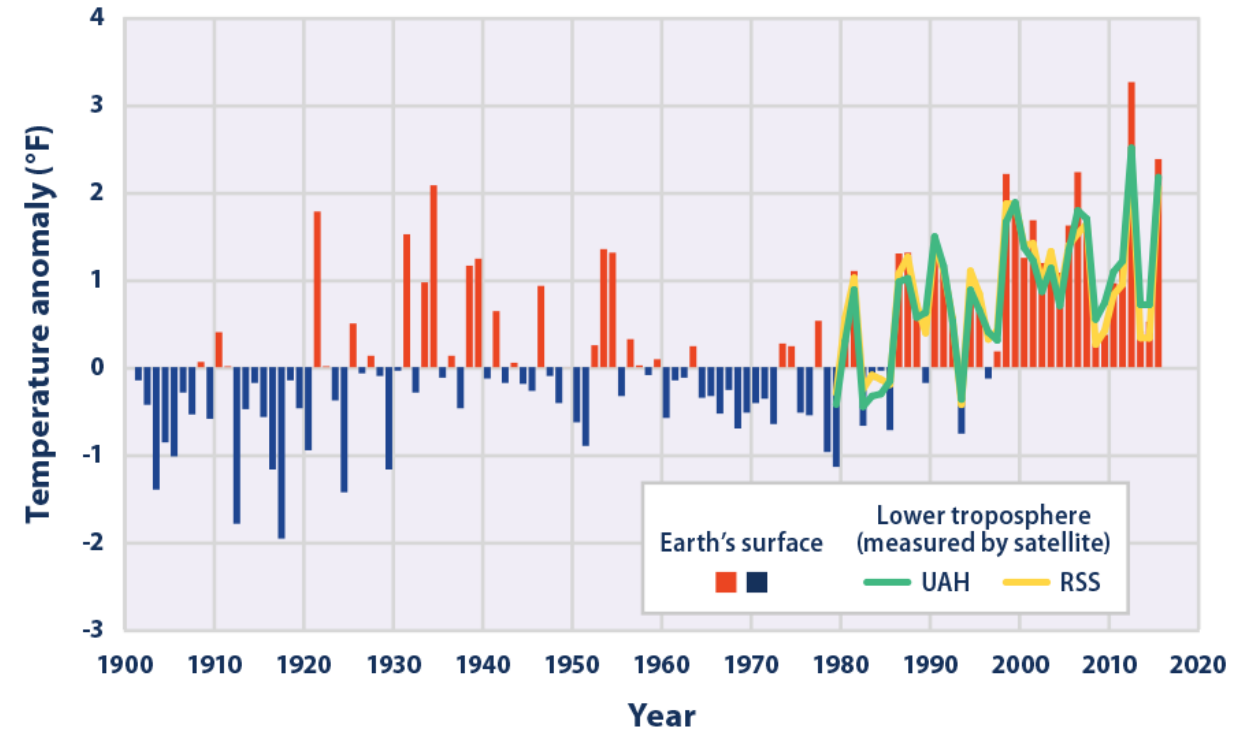


Impulsores de la Fenología

Temperatura



Cambios en la temperatura primaveral de 1970 a 2014, basado en una tasa de cambio de 1970. Crédito para la Imagen: [Climate Central](https://www.climatecentral.org/).

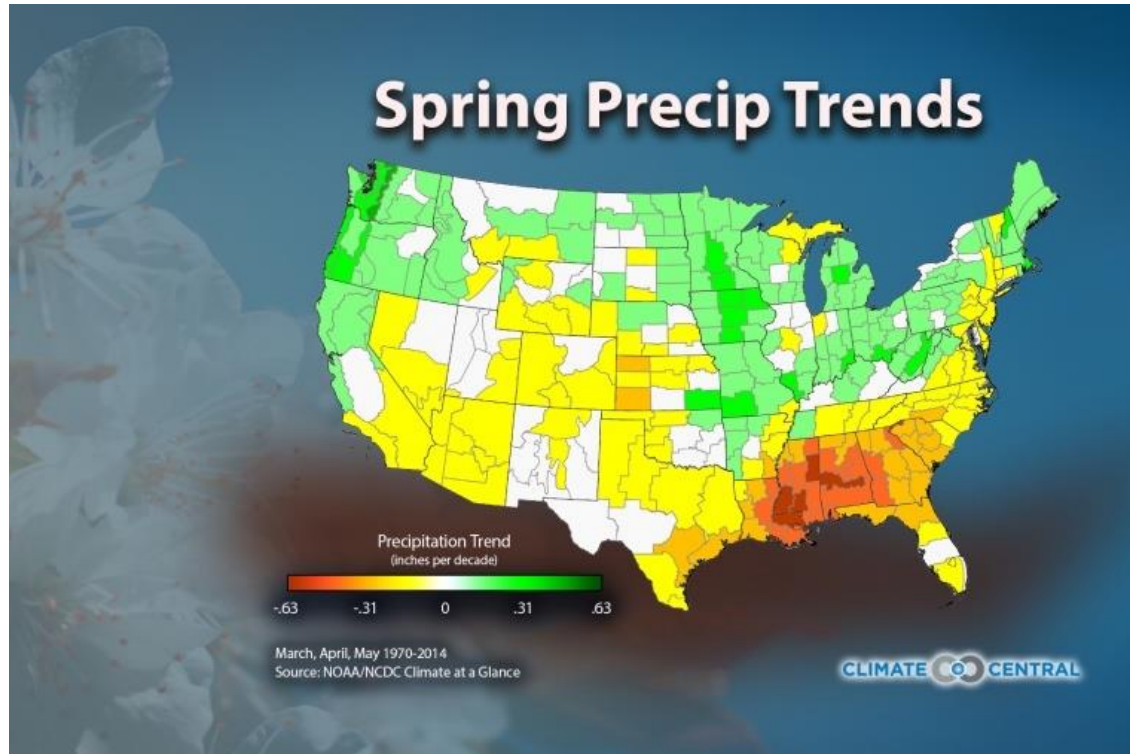


Temperaturas promedio anuales en los 48 estados contiguos de 1901 a 2016. Crédito para la Imagen: [NOAA, 2016](https://www.noaa.gov/).

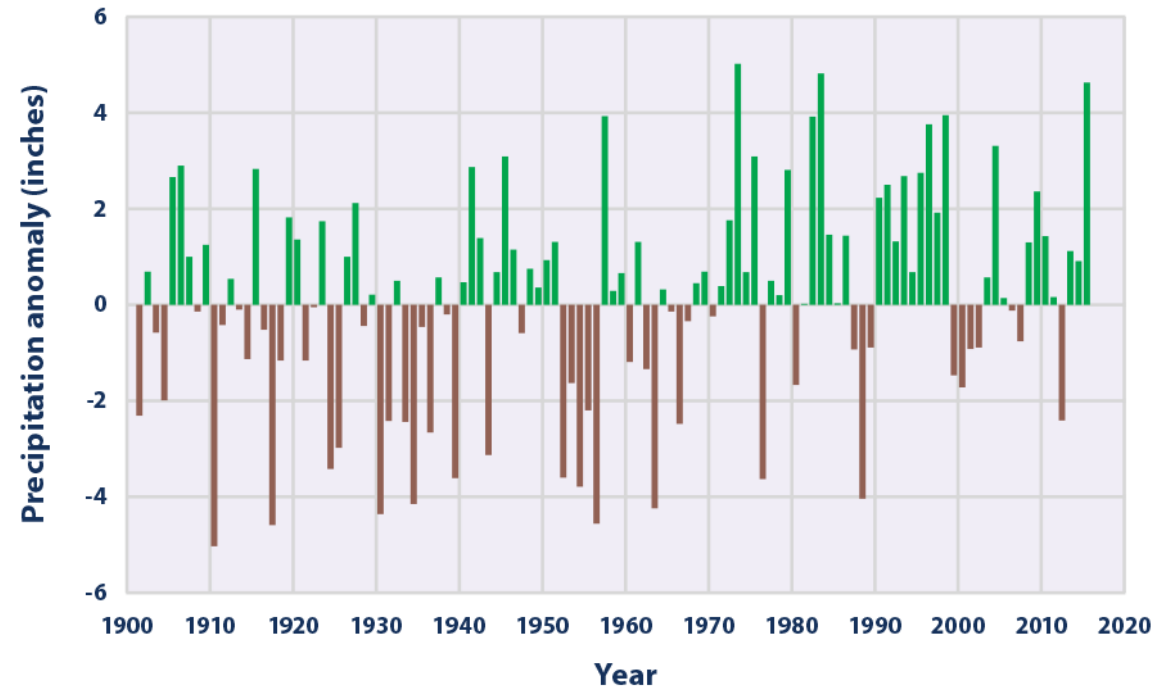


Impulsores de la Fenología

Disponibilidad del Agua



Tendencia de las precipitaciones en pulgadas por década de 1970 a 2014. Crédito para la Imagen: [Climate Central](#).



Anomalía de precipitación anual total en los 48 estados contiguos desde 1901. Crédito para Imagen: [NOAA, 2016](#).



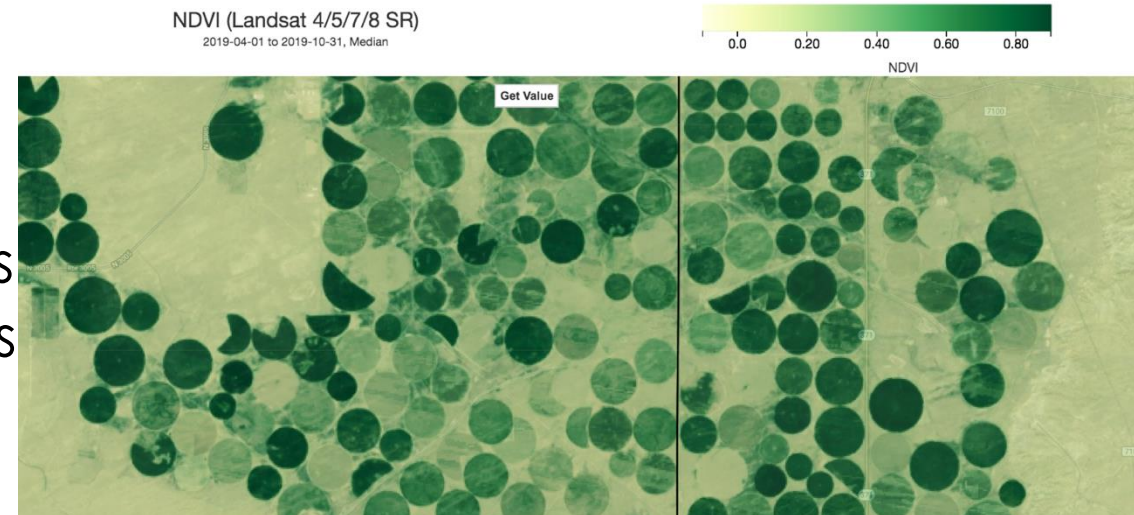
Fenología: Aplicaciones

- Gestión de especies invasoras
- Pronósticos de eventos relacionados con la salud humana: alergias o enfermedades infecciosas
- Gestión de cultivos
- Entendimiento del ciclo de carbono
- Vulnerabilidad al cambio climático



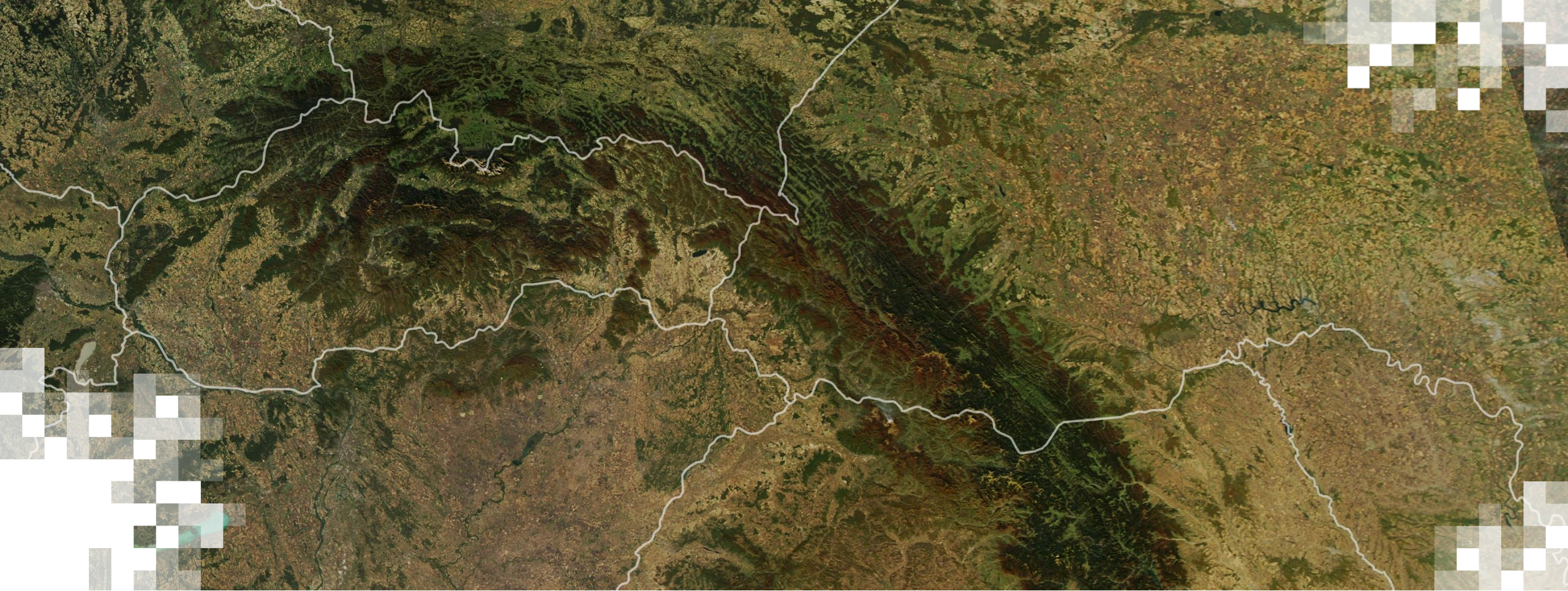
Teledetección de la Fenología

- El uso de satélites y sensores para realizar un seguimiento de los patrones estacionales de la variación en las superficies con vegetación
- **Fenología de la Superficie Terrestre (Land Surface Phenology o LSP)**
 - Monitoreo regular de toda la superficie terrestre a nivel mundial
 - Se recopila información sobre ecosistemas enteros: tendencias a gran escala
- Es más útil cuando se vincula con redes de observación a nivel del suelo
- Usos incluyen:
 - Evaluación de la salud de cultivos
 - Severidad de sequía
 - Peligro de incendios forestales
 - Monitoreo de especies invasoras y plagas
 - Mapeo del riesgo de enfermedades infecciosas



Irigación de pivote central con NDVI visualizado. Crédito de la Imagen: NASA/DRI [DSET](#).

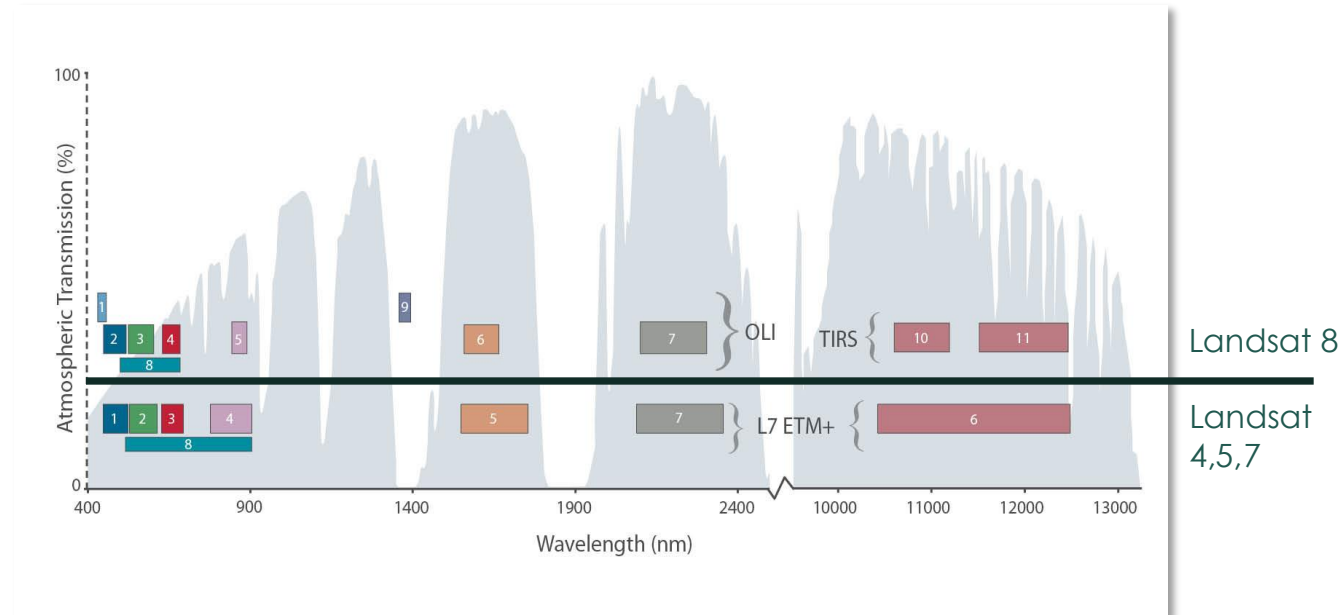
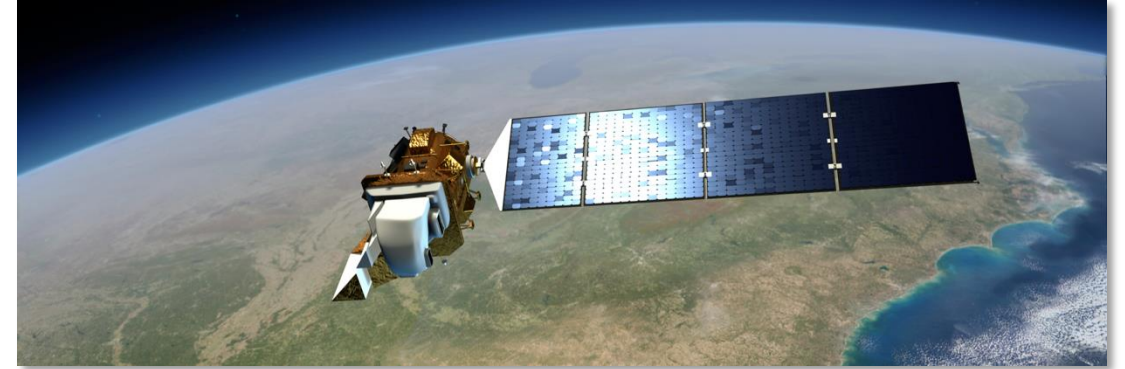




Satélites y Sensores para la Fenología

Landsat

- El primer Landsat se lanzó en 1972
- Landsat 8 fue lanzado en 2013
- Fueron creados y lanzados por la NASA
 - USGS* mantiene los datos
- Sensor pasivo – Obtiene valores de la reflectancia de la superficie de la Tierra
- Píxeles de 30 metros, banda pancromática de 15 metros
- Produce una imagen del planeta entero cada 16 días



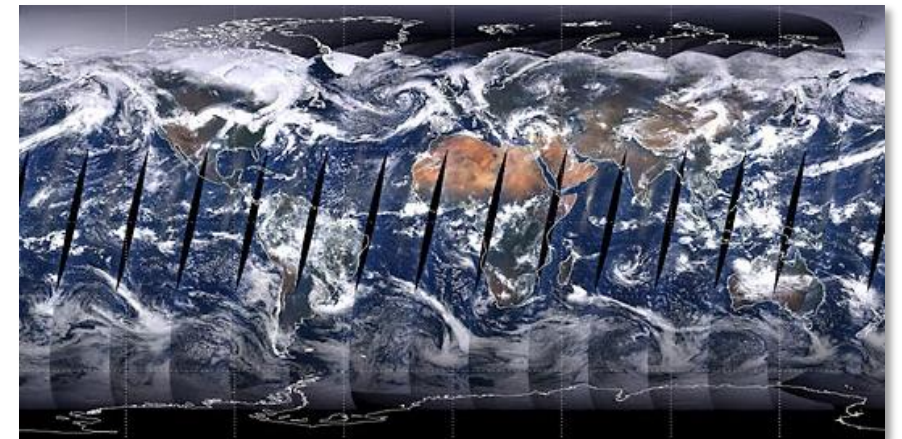
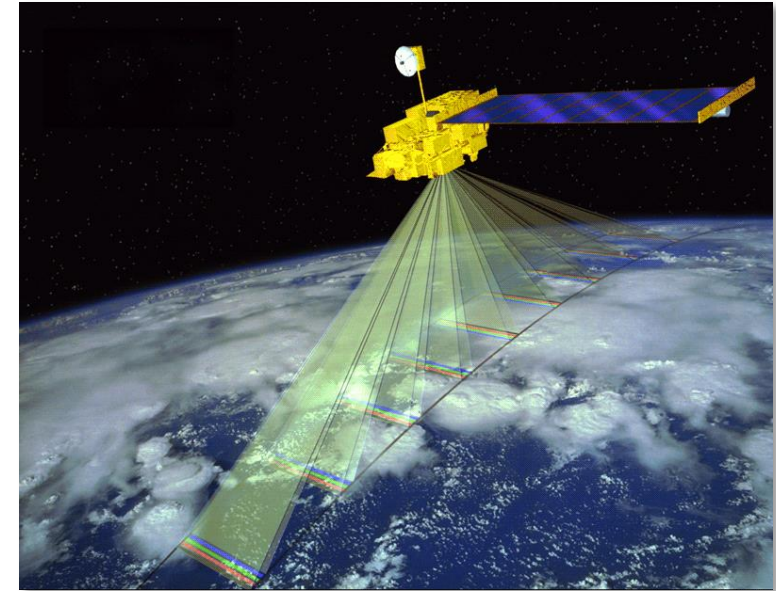
*USGS- United States Geological Survey- Servicio Geológico de Estados Unidos



Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)

Espectrorradiómetro de Imágenes de Resolución Mediana

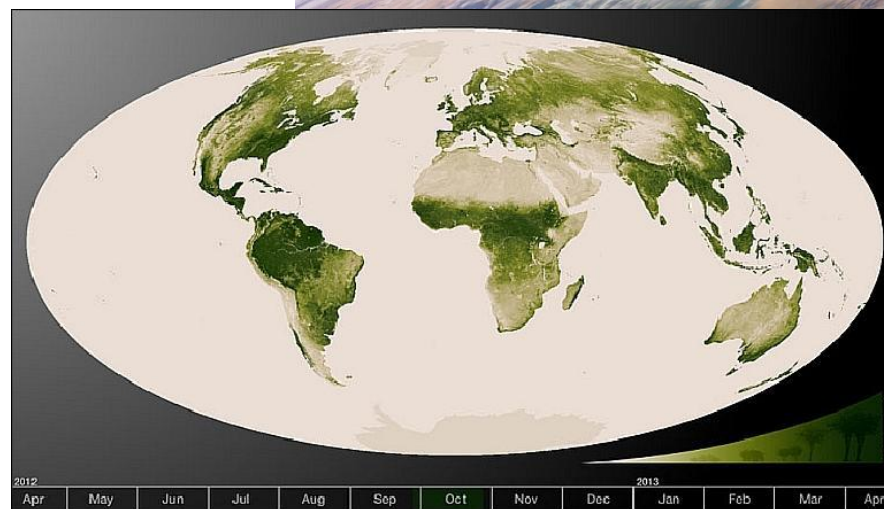
- Resolución Espacial:
 - 250 m, 500 m, 1 km
- Resolución Temporal:
 - Diaria, 8 días, 16 días, mensual, trimestral, anual
 - 2000–hoy
- Formato de Datos:
 - Hierarchical data format – Earth Observing System Format (HDF–EO8)
- Cobertura Espectral:
 - 36 bandas (bandas principales incluyen azul, verde, roja, IR, IR cercana, IR media)
 - Bandas 1-2: 250 m
 - Bandas 3-7: 500 m
 - Bandas 8-36: 1000 m



Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)

Suite de Radiómetro de Imágenes Visibles e Infrarrojas

- Un sensor a bordo del satélite Suomi National Polar-Orbiting Partnership (NPP)
- Datos mundiales desde enero 2012 hasta hoy
- Tiempo de Revisita: 1 día
- Resolución Espacial: 375m y 750m
- Similar a MODIS (con algunas diferencias)
- Canales visibles e infrarrojo cercano (reflectancia)
- Infrarroja onda corta y onda larga (temperatura de luminosidad)
- Productos:
 - Reflectancia Superficial
 - Índices de Vegetación
 - Anomalías Térmicas



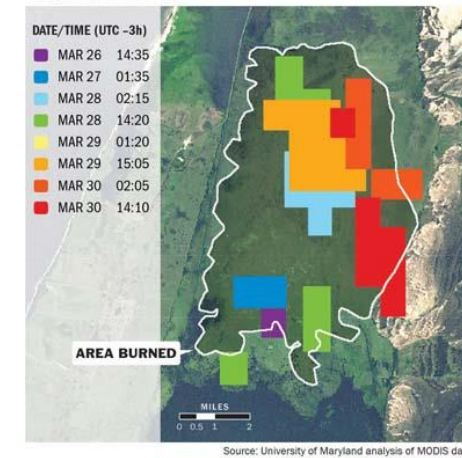
El satélite NPP (superior); Mapa de la Vegetación Mundial (izq.). Crédito para la Imagen: NASA/NOAA



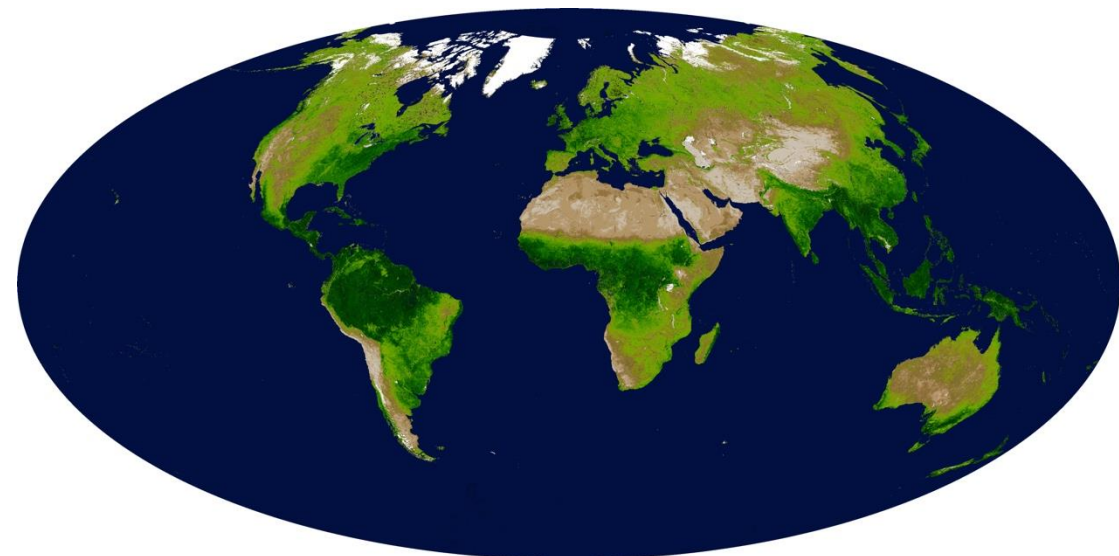
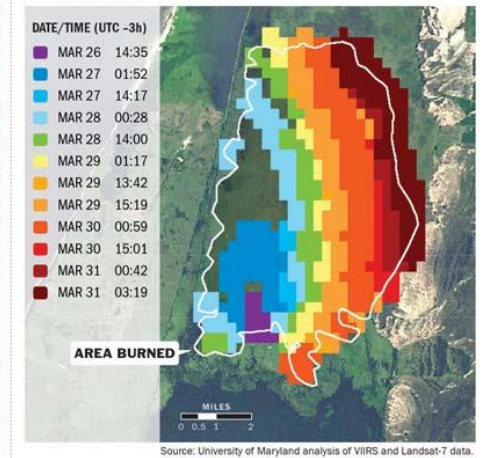
La Transición de MODIS a VIIRS

- Resolución espacial mejorada -
 - De 500 m y 1000 m a 375 m y 750 m
- Cobertura espectral un poco menor -
 - De 0,412 – 14 micrones a 0,412 -- 12 micrones
- Menos bandas
 - De 36 a 22
- Órbita más alta – Cobertura global completa absoluta en un día
- Calidad radiométrica y espectral comparable -
 - Datos 12-bit
 - Calibradores a bordo similares

AQUA/MODIS



S-NPP/VIIRS



Área quemada-
MODIS vs. VIIRS,
área quemada
en el Brasil en
2013 (super.),
Crédito para
la Imagen:
[Universidad de
Maryland](#);

EVI de MODIS
(izq.), Crédito
para la
Imagen: [NASA](#)

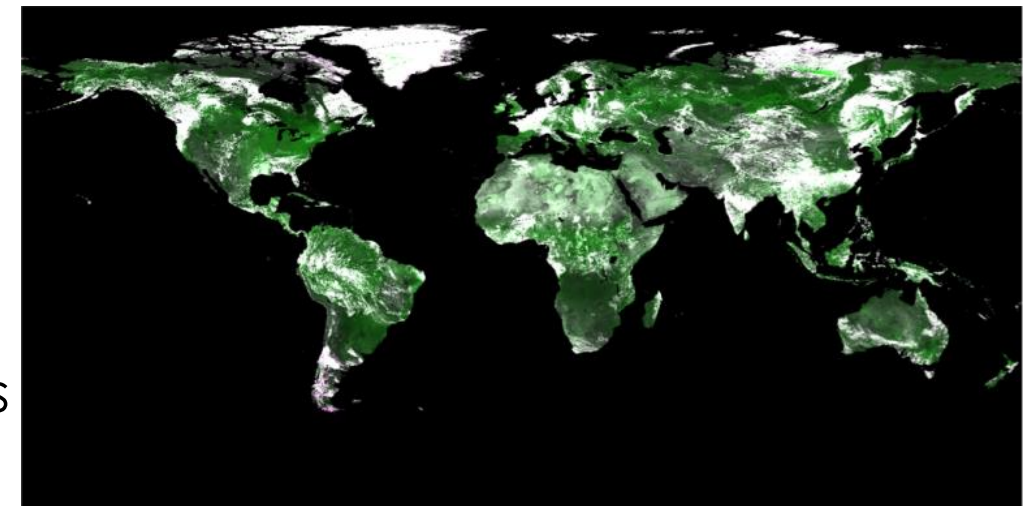


Advanced Very High-Resolution Radiometer (AVHRR)

Radiómetro de Muy Alta Resolución Avanzado

- Producido y operado por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de EE.UU. (NOAA)
- A bordo de varios satélites de la NOAA llamados Polar Orbiting Environmental Satellites (POES)
 - Datos disponibles de 1978 hasta hoy
- Resolución Espacial: 1 km
- Resolución Temporal: Cobertura global disponible dos veces al día (mañana y tarde)
- Resolución Espectral: 4-6 bandas, multiespectral, visible, infrarroja cercana y térmica
- Ofrece productos de la cobertura terrestre e índices de vegetación

El instrumento N de la NOAA, con el sensor AVHRR incluido.
Crédito para la Imagen: [NOAA](#)



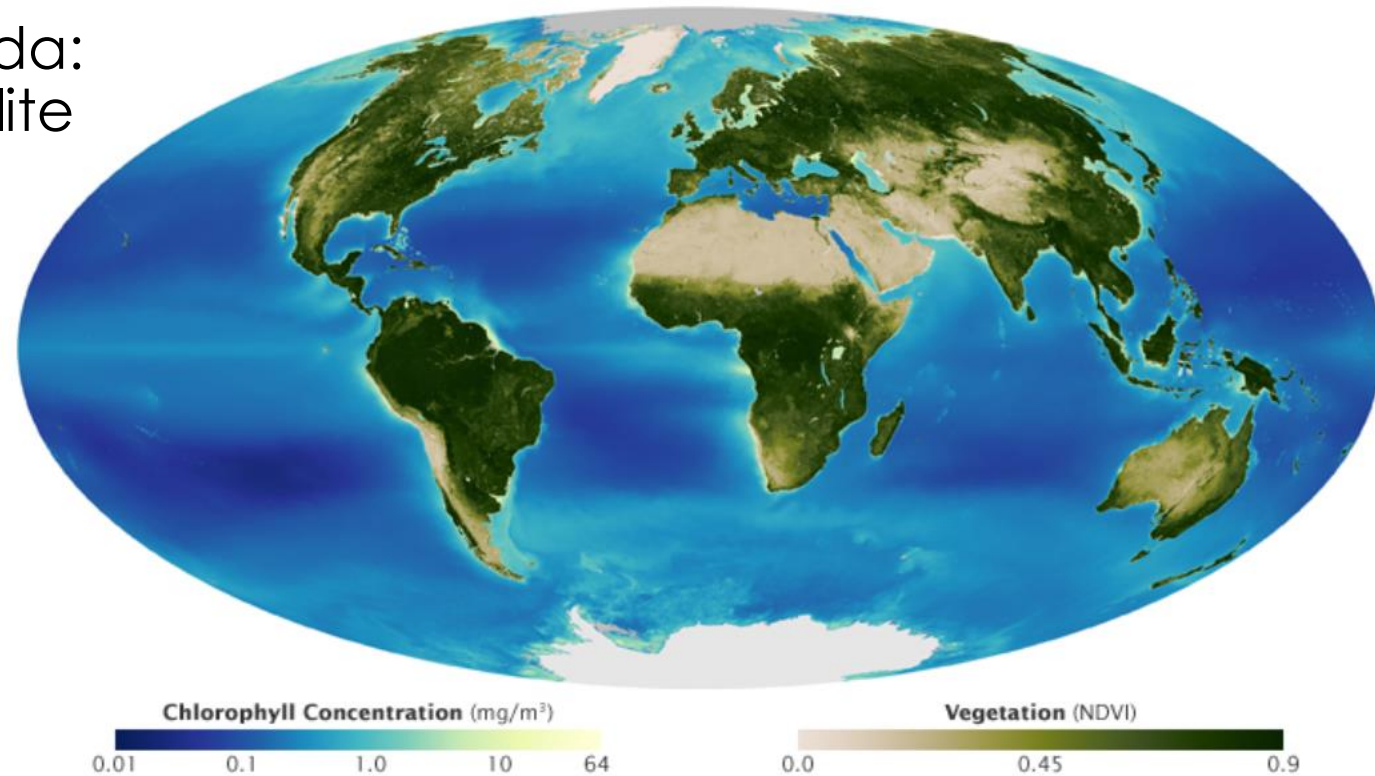
Reflectancia superficial de AVHRR (global, 1 km). Crédito para la Imagen: [NOAA](#)



Sea-viewing Wide Field-of-view-Sensor (SeaWiFS)

Sensor de Campo Visual Ancho para la Observación del Mar

- Fue diseñado para medir la clorofila en el océano pero también sirve para aplicaciones del suelo
 - Fabricado por una empresa privada: Orbital Sciences, a bordo del satélite OrbView-2
- Fechas: 1998- 2010
- 8 bandas
- Resolución Espacial: 4 km
- Cobertura global cada 16 días
- Aplicaciones:
 - Color Oceánico
 - Salud de la Vegetación (NDVI)



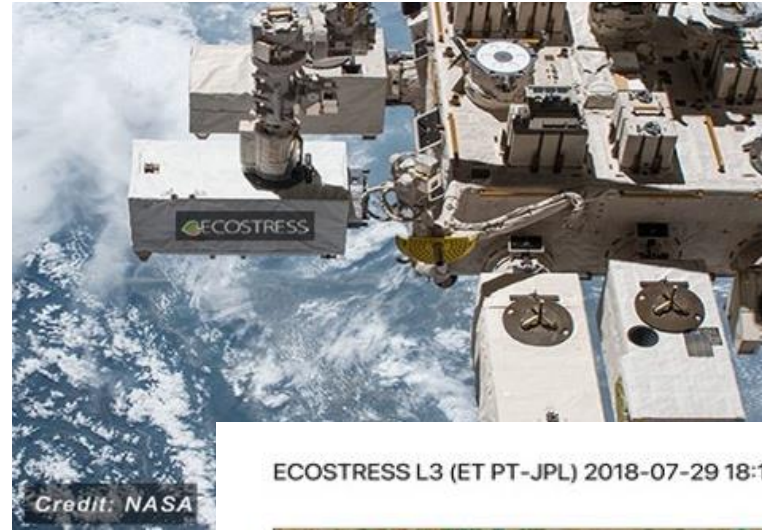
Clorofila en el océano y NDVI de 1998-2010 vía SeaWiFS. Crédito para la Imagen: [NASA](https://www.nasa.gov)



The ECOSystem Spaceborne Thermal Radiometer Experiment on Space Station (ECOSTRESS)

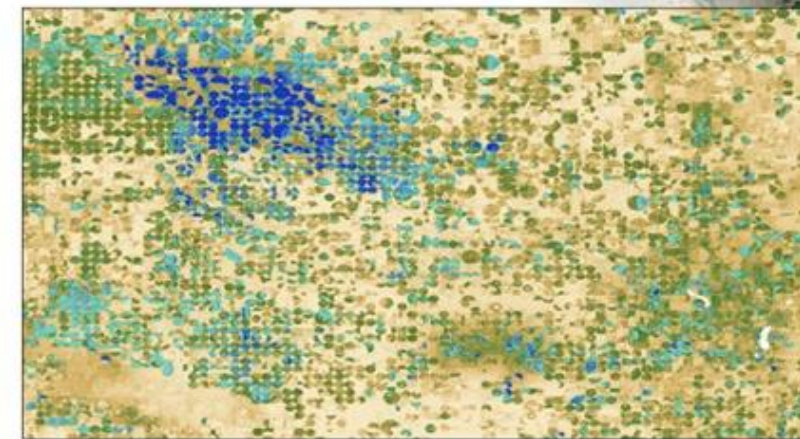
Experimento de Radiómetro Térmico Espacial de Ecosistemas en la Estación Espacial

- Se usa principalmente para medir la Evapotranspiración (ET)
- A bordo de la Estación Espacial Internacional (International Space Station o ISS)
- Cobertura Informática: 12 zonas climáticas clave y sitios Fluxnet
- Resolución Espacial: 400 km
- Tiempo de Repetición: Cada hora en esas ubicaciones
- Datos disponibles en LP DAAC, Earthdata, AppEEARS, y USGS Earth Explorer



ECOSTRESS a bordo de la Estación Espacial Internacional (izq.) y ET de tierras de cultivo (inferior). Crédito para la Imágenes: [NASA/Dr. Joshua Fisher](#)

ECOSTRESS L3 (ET PT-JPL) 2018-07-29 18:19 CDT



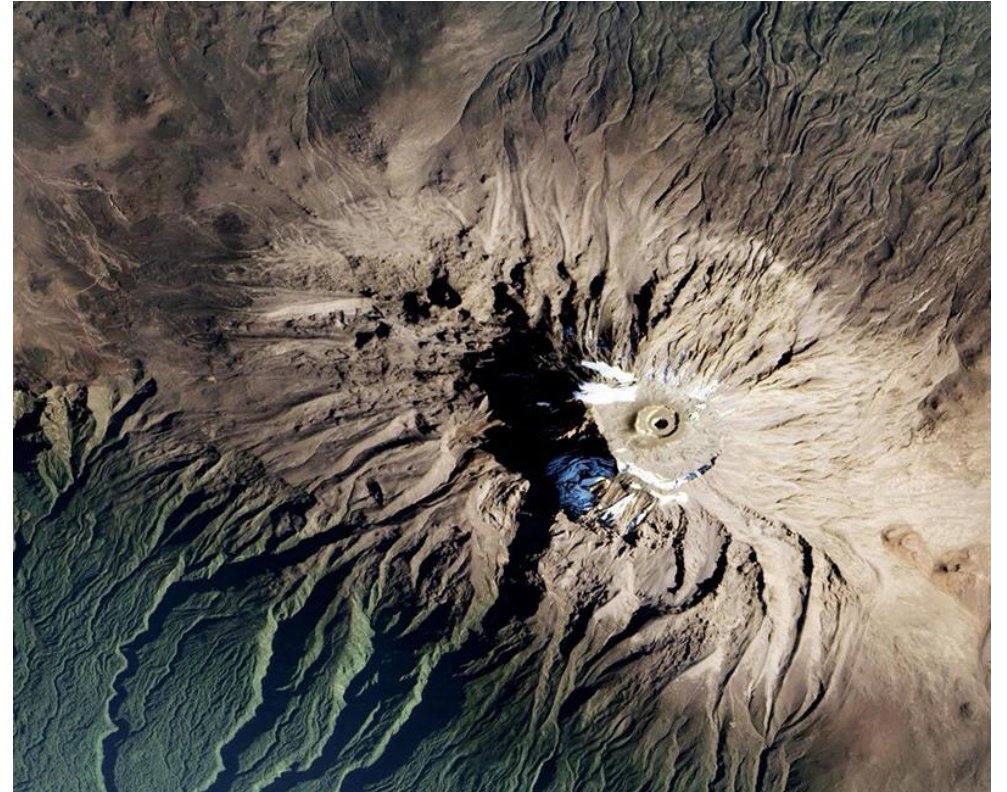
0.02 g H₂O s⁻¹ m⁻² 0.16 g H₂O s⁻¹ m⁻²

<https://ecostress.jpl.nasa.gov/>



Misión “Surface Biology and Geology” (SBG)

- Nuevo instrumento en desarrollo: Orientación de la [Encuesta Decadal 2018](#)
- Datos hiperespectrales y térmicos bajo consideración
- Aplicaciones podrían incluir:
 - El ciclo hidrológico e impactos antropogénicos
 - Biodiversidad
 - Flujos de carbono
 - Interacciones superficie terrestre/atmósfera
 - Volcanes
 - Cambios en el paisaje
- El **Applications Working Group** está coordinando e integrando las necesidades de aplicaciones.
 - Lista de correo para noticias: sbg@jpl.nasa.gov
- Para más información: <https://sbg.jpl.nasa.gov/>



El monte Kilimanjaro, Crédito para la Imagen: [JPL SBG](#)



Satélites y Sensores de la ESA para la Fenología

- **Sentinel-2**

- Lanzado en el año 2015
- 13 bandas espectrales
- Resolución Espacial:
 - Rojo, Verde, Azul (RGB) a 10 metros
 - Infrarrojo cercano e infrarrojo onda corta a 20 y 60 metros
- Tiempo de Revisita: ~5 días
- A menudo se combina con Landsat para dar continuidad
 - Harmonized Sentinel-2 and Landsat productos de reflectancia superficial disponibles

- **SPOT (múltiples satélites)**

- El Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES), la agencia espacial del gobierno francés
- Spot 6 (2012), 7 (2014)
- 4 bandas multiespectrales
- Resolución espacial de 6 metros
- Tiempo de Revisita: ~2-3 días

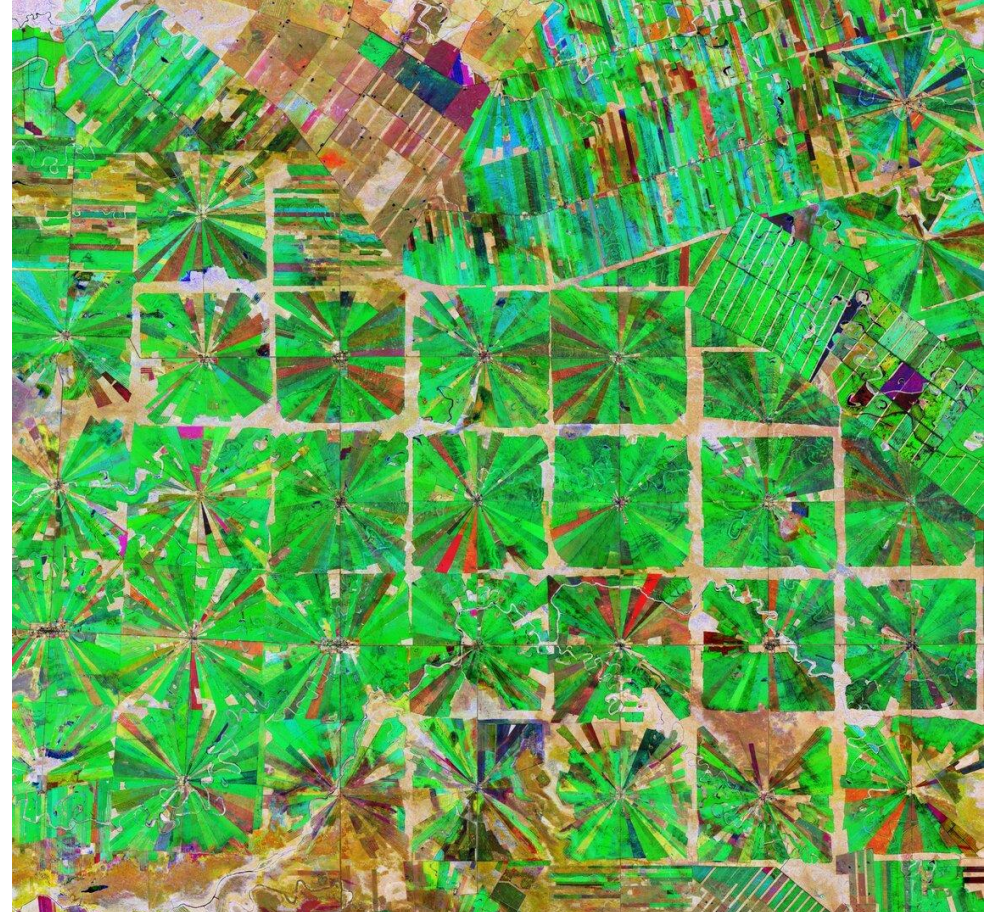


Imagen Sentinel-2 compuesta de bosques convertidos en tierras agrícolas en el Brasil, 2019. Crédito para la Imagen: [ESA](#)



Satélites y Sensores de la ESA para la Fenología

- **Medium Resolution Imaging Spectrometer (MERIS)**

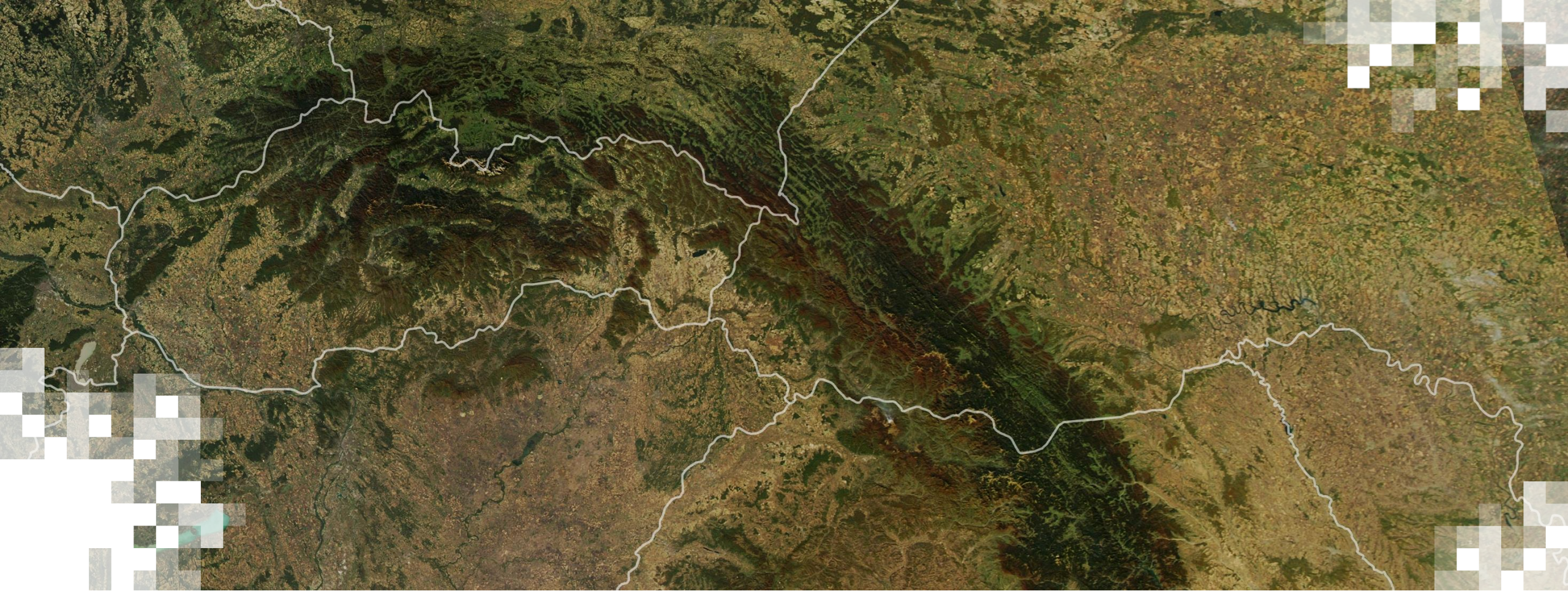
- Sensor de la ESA a bordo del satélite Envisat
 - Lanzado en el 2002, funcionó hasta 2012
 - 15 bandas (visible e IR cercana)
 - Datos de Resolución Reducida: 1.2 km globalmente disponibles
 - Datos de Resolución Completa: Resolución espacial de 300 m para adquisiciones regionales
 - Resolución radiométrica de 16-bits
 - Cobertura global cada 3 días
- Aplicaciones al mapeo de la cobertura terrestre, salud de la vegetación, sequías
- MERIS Global Vegetation Index (MGVI), el cual corresponde a la fracción de radiación fotosintéticamente activa absorbida (FAPAR)



© 2006 ESA/EC-JRC

FAPAR sobre Europa de 2006. Crédito para la Imagen: [ESA](http://esa.es)





Parámetros de la Superficie Terrestre

Índices de Vegetación y Parámetros Biofísicos



Índices de Vegetación/Verdor

- NDVI - Normalized Difference Vegetation Index (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada)
- EVI - Enhanced Vegetation Index (Índice de Vegetación Mejorada)
- SAVI - Soil-Adjusted Vegetation Index (Índice de Vegetación Ajustado al Suelo)
- MSAVI - Modified Soil-Adjusted Vegetation Index (Índice de Vegetación Ajustado al Suelo Modificado)
- SATVI - Soil-Adjusted Total Vegetation Index (Índice de Vegetación Total Ajustado al Suelo)
- Normalized Burn Ratio (NBR)- Tasa de Quema Normalizada

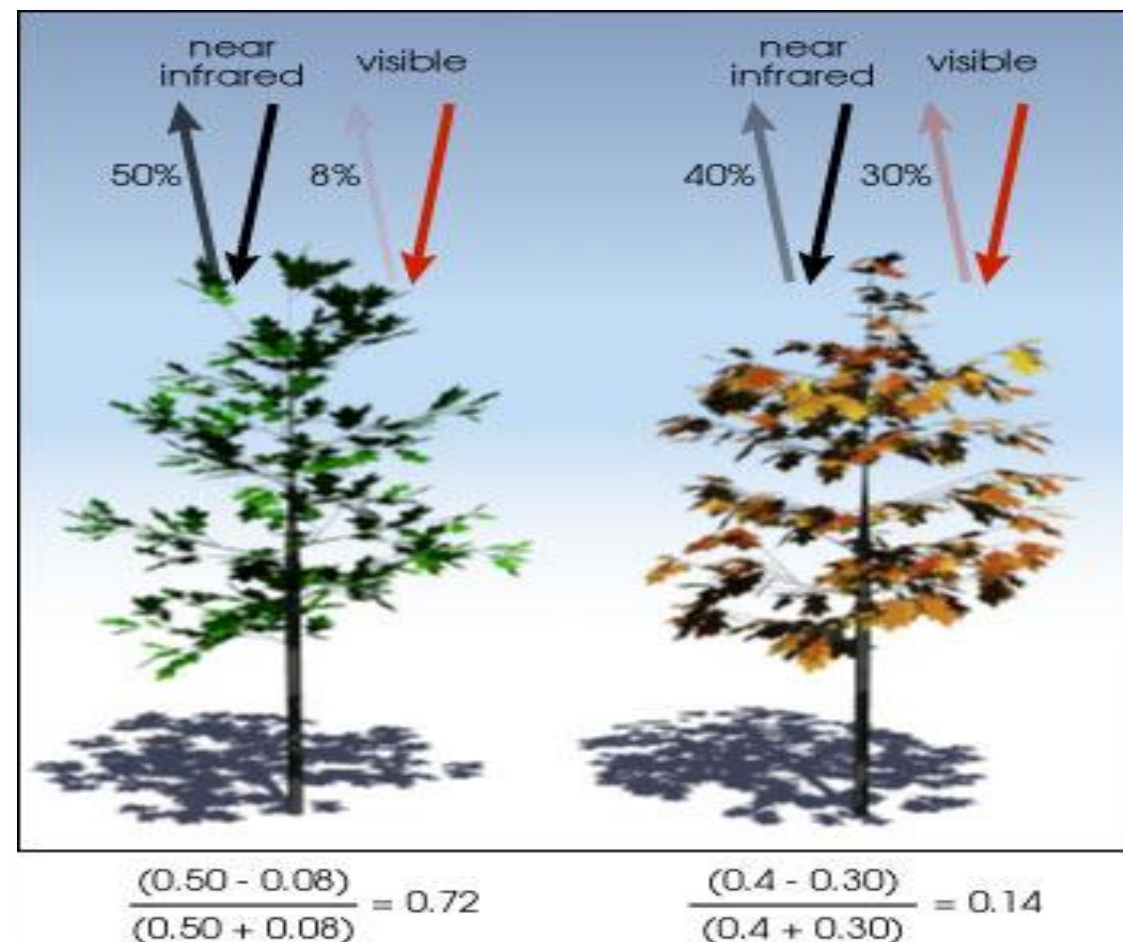
Estimaciones de Parámetros Biofísicos

- fPAR - Fraction of Photosynthetically Active Radiation (Fracción de Radiación Fotosintéticamente Activa)
- Fractional Cover (Cobertura Fraccional)
- GPP and NPP - Gross and Net Primary Productivity or Biomass (Productividad Primaria Bruta y Neta o Biomasa)
- LAI - Leaf Area Index (Índice de Área Foliar)



NDVI: Repaso

- Formula del NDVI:
Infrarrojo Cercano – Rojo
Infrarrojo + Rojo
- Valores varían del -1,0 al 1,0
 - Valores negativos hasta 0 significan que no hay hojas verdes.
 - Valores cerca de 1 indican la mayor densidad posible de hojas verdes.

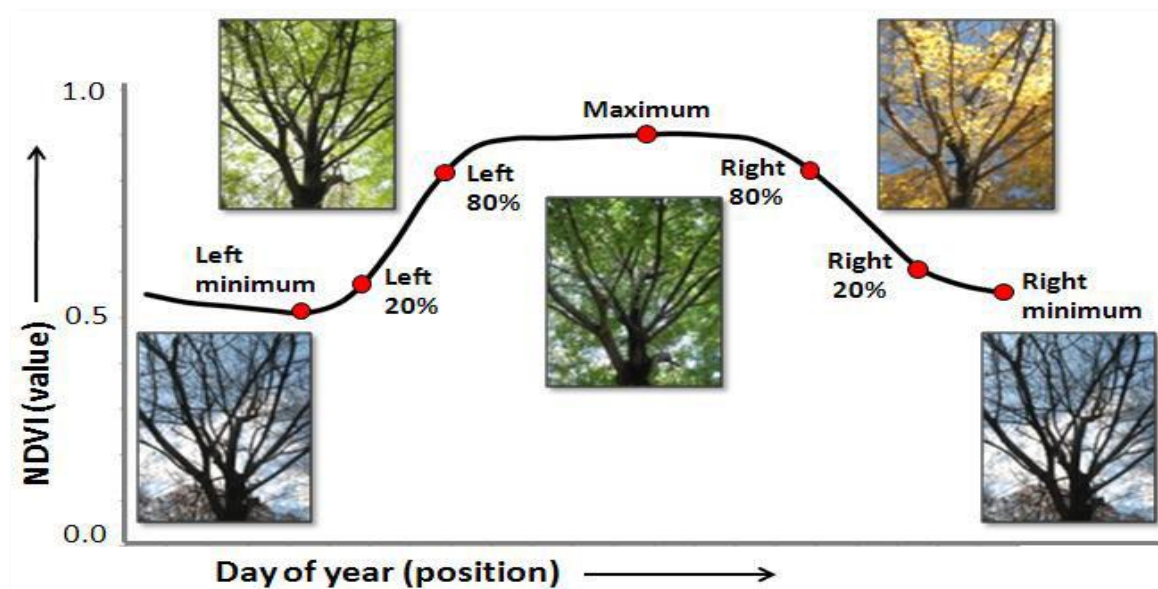


Crédito para la Imagen: Robert Simon



NDVI y Estacionalidad

- Se utiliza la teledetección para monitorear los cambios estacionales en la vegetación.
- Las imágenes del NDVI mensual de MODIS o Landsat se pueden utilizar para monitorear la fenología.



Imágenes del NDVI de Norteamérica en Invierno y Verano

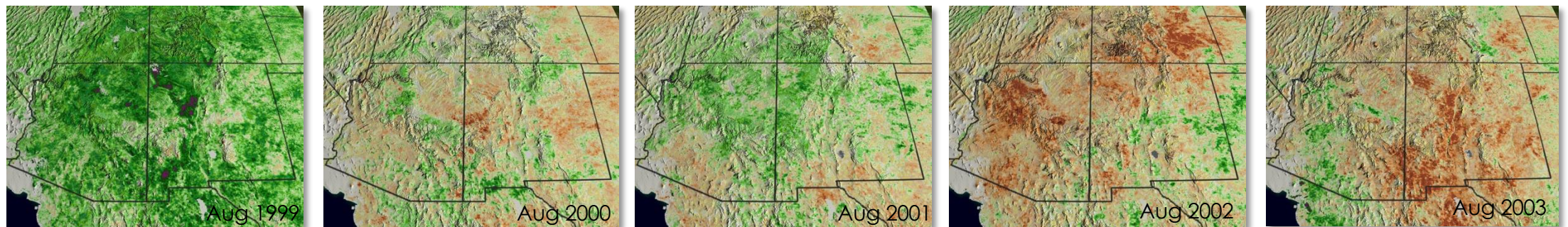
Crédito: spacegrant.montana.edu



NDVI: Anomalías

- Desviación del NDVI del promedio a largo plazo, normalizada por la variabilidad a largo plazo
- Se genera restando la media a largo plazo al valor actual para ese mes del año para cada celda en la cuadrícula
- Indican si el verdor de la vegetación en un punto determinado es típico para ese período o si la vegetación está más verde o menos verde

Anomalías del NDVI en el Sudoeste de Estados Unidos



Enhanced Vegetation Index (EVI)

Índice de Vegetación Mejorado

$$EVI = G * \left(\frac{(NIR - R)}{(NIR + C1 * R - C2 * B + L)} \right)$$

Constants

$G = 2.5$

$C1 = 6$

$C2 = 7.5$

$L = 1$

- No se satura sobre regiones altas en biomasa
- L= Ajuste por el dosel a fondo
- C= Ajuste atmosférico
- Uso de la banda azul

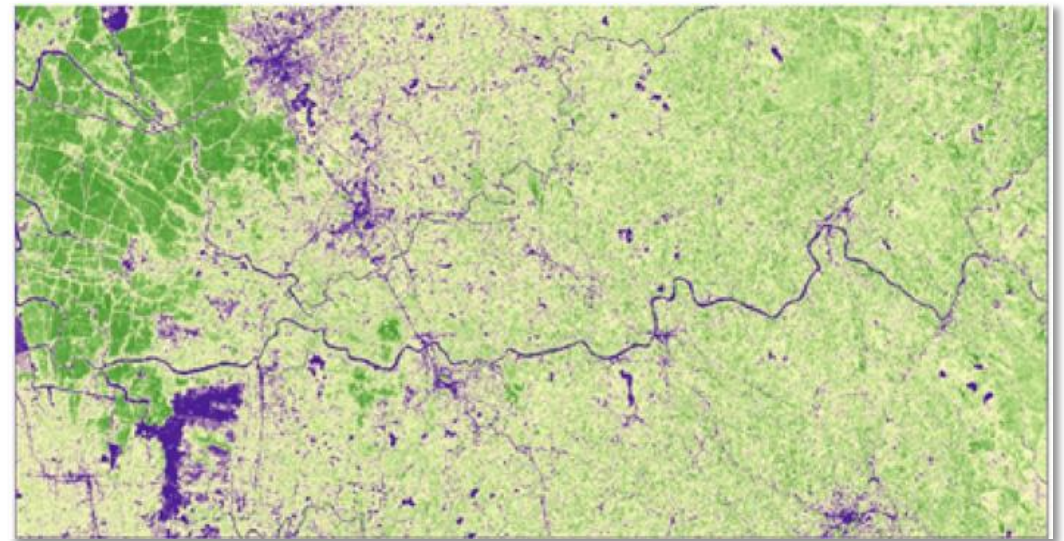


Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)

Índice de Vegetación Ajustada al Suelo

- Minimiza la influencia del brillo del suelo
- Es útil en áreas con mayor cobertura en el suelo
 - Contiene un factor de corrección de brillo del suelo (L)
 - 0,5 se usa normalmente
 - Menos para áreas con mayor cobertura de dosel
 - Más para áreas con menos cobertura de dosel

$$SAVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R + L)} (1 + L)$$



SAVI: Crédito para la Imagen: Grind GIS

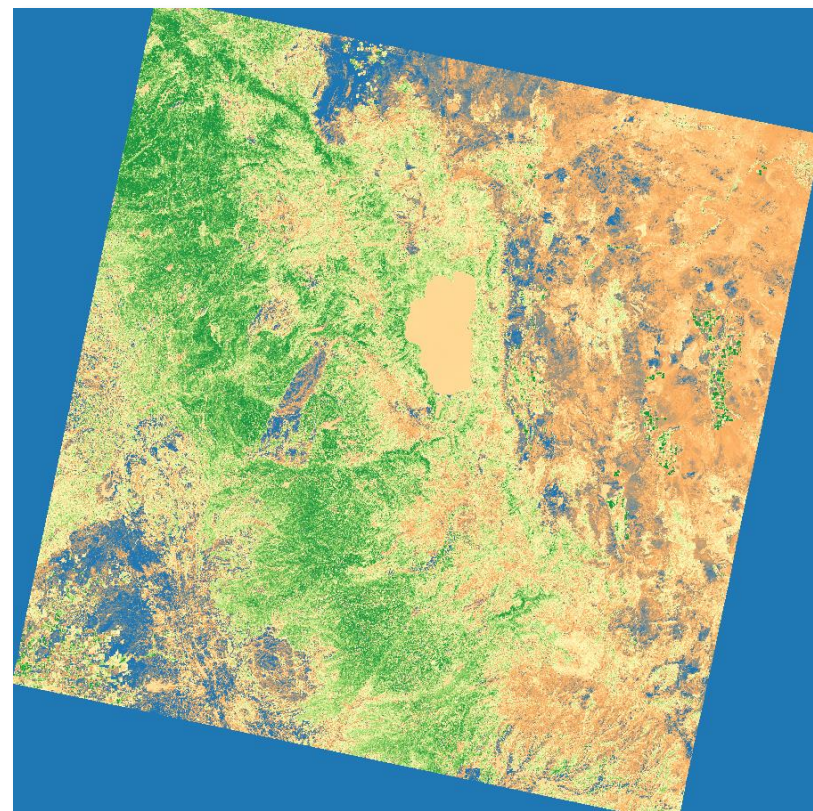


Normalized Difference Moisture Index (NDMI)

Índice de Humedad de Diferencia Normalizada

- Es una medida de la humedad de la vegetación
- Se usa con frecuencia en el monitoreo de sequías
 - Detecta cambios más sutiles en la humedad de la vegetación
- Se utiliza en la potencialidad de incendios forestales

$$NDMI = \frac{(NIR - SWIR)}{NIR + SWIR}$$



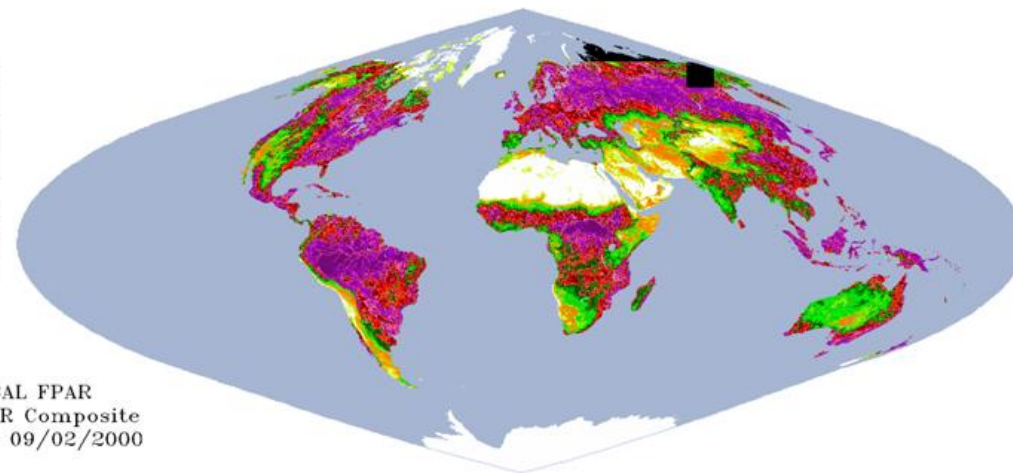
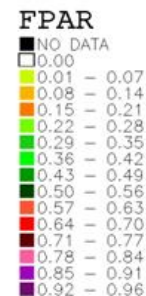
Ejemplo del NDMI usando una imagen Landsat de California



Fraction of Photosynthetically Active Radiation (fPAR)

Fracción de Radiación Fotosintéticamente Activa Absorbida

- La radiación fotosintéticamente activa (PAR por sus siglas en inglés) es el rango espectral entre 400 y 700nm que utilizan las plantas en la fotosíntesis.
 - La fracción de PAR (fPAR) significa la porción de la PAR utilizada por las plantas.
- En la teledetección, FPAR es la fracción de la radiación incidente fotosintéticamente activa (400-700 nm) absorbida por los elementos verdes del dosel de vegetación.
- Precipitación y temperatura son los impulsores principales de fPAR.
- fPAR es importante para estimar la producción de biomasa.



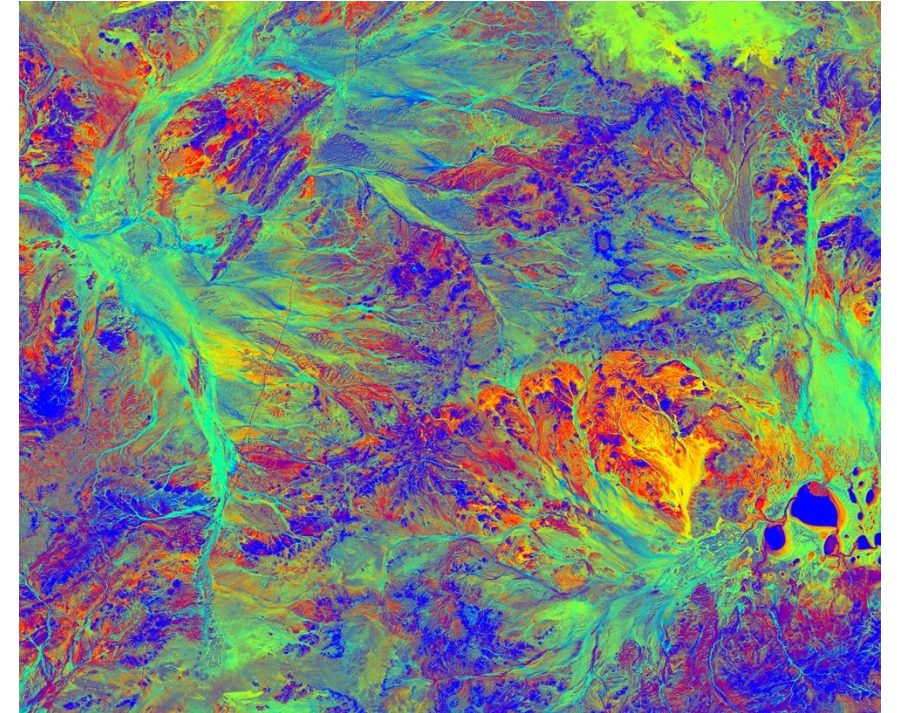
fPAR global de MODIS en 2000. Crédito para la imagen: [Running, S.W. and NTSG, 2002](#)



Fractional Cover (FC)

Cobertura Fraccional

- Estimación de la proporción de un área que está cubierta por cada miembro de un conjunto predefinido de tipos de vegetación o cobertura del suelo
- Requiere realizar una clasificación de la cobertura terrestre
- Limitaciones para estimaciones de la FC con la teledetección
 - Resolución Espacial (un valor por pixel o requiere técnicas de desmezclado espectral)
 - Errores en la clasificación se propagarán en las estimaciones de la FC.
 - Requiere datos hiperespectrales para distinguir entre especies de vegetación



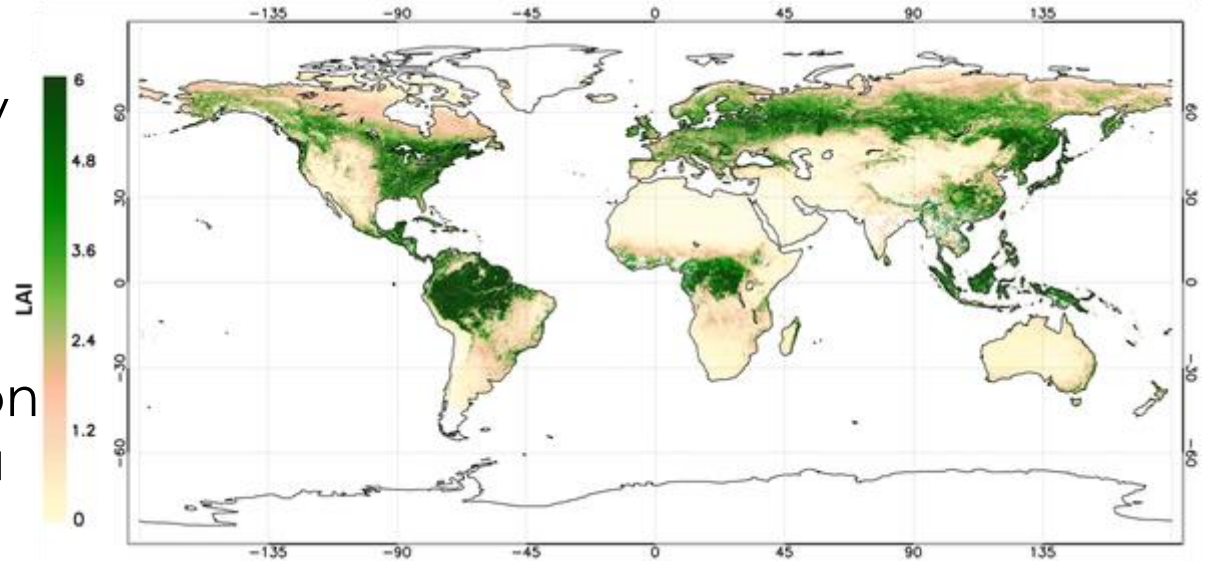
Cobertura Fraccional (FC) de Australia: Verde (hojas, hierba y cultivos en crecimiento), café (ramas, hierba seca o heno y hojarasca) y suelo desnudo (suelo o roca) Crédito para la Imagen: [Digital Earth Australia](#)



Leaf Area Index (LAI)

Índice de Área Foliar

- Relación entre el área foliar y la superficie del suelo por unidad
 - Está relacionada con la fotosíntesis, evapotranspiración, intercepción de lluvia
- Se puede calcular en base a una regresión y la relación espacial entre NDVI, EVI y otros índices de vegetación
 - Landsat, MODIS etc.
- Las relaciones entre los índices de vegetación y el LAI no siempre serán lineales debido a la saturación y la estructura complicada del dosel forestal.
 - Es mejor aplicar las relaciones de regresión regionalmente
 - Para lugares y tiempos específicos



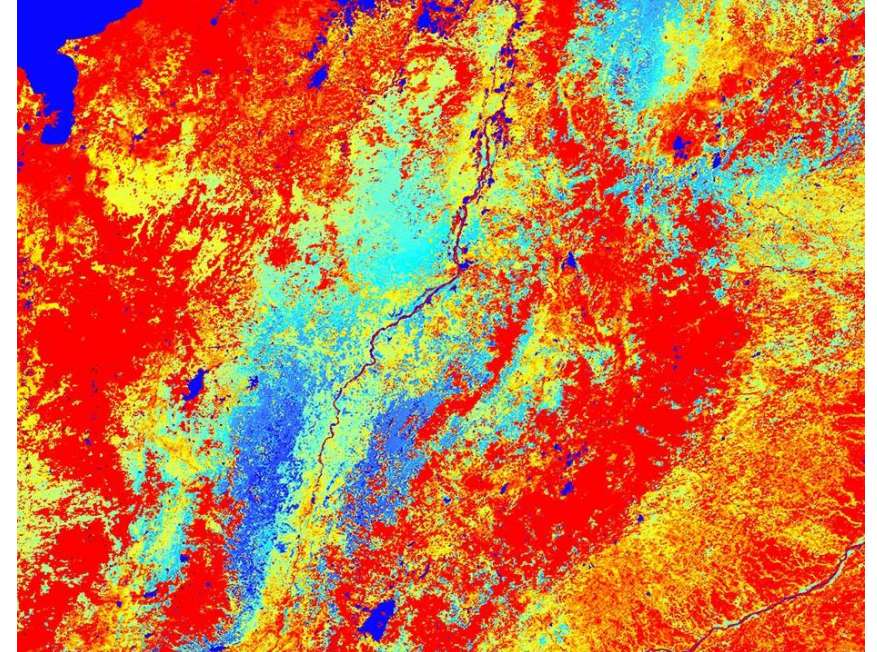
LAI global de 2017. Crédito para la Imagen: [ESA](https://www.esa.int)



Gross and Net Primary Productivity (GPP y NPP)

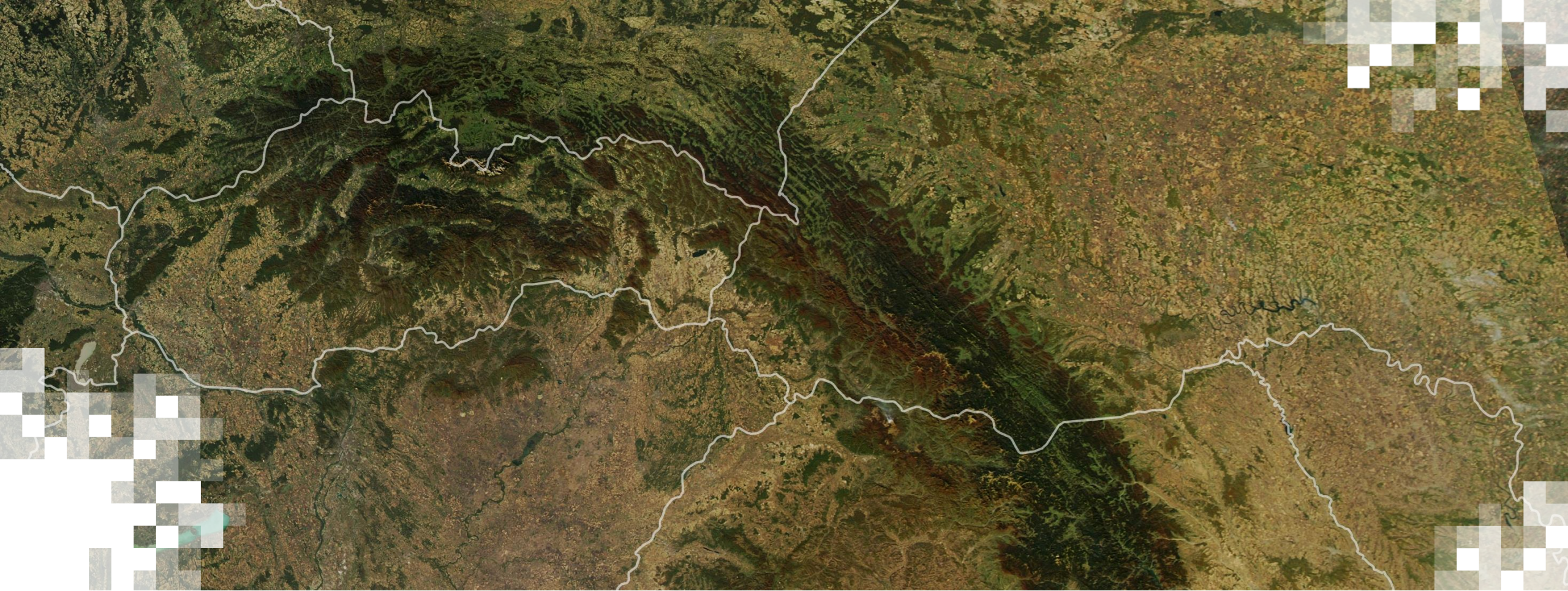
Productividad Primaria Bruta y Neta

- **GPP:** La tasa general de producción de biomasa por parte de los productores.
- **NPP:** Carbono neto fijado por la vegetación a través de la fotosíntesis.
 - GPP – Respiración
 - El carbono necesario para el mantenimiento de la estructura de un ecosistema
- Se puede calcular como el producto de la fPAR y la eficiencia del uso de la luz (o radiación)
 - Modelación Lineal: Correlacionan mediciones en el cambio de la cobertura fraccional con el NDVI
 - Modelos Físicos: Incorporan parámetros relacionados con la fotosíntesis, evapotranspiración, estrés y descomposición del material vegetal
- También se utilizan comúnmente para monitorear la clorofila en el océano



Productividad Primaria Bruta (GPP) del producto MYD17A2H sobre el centro de Sudamérica del 29 de agosto al 5 de septiembre de 2018. Crédito para la Imagen: [USGS/NASA](https://www.usgs.gov/)





Productos de Datos de Fenología

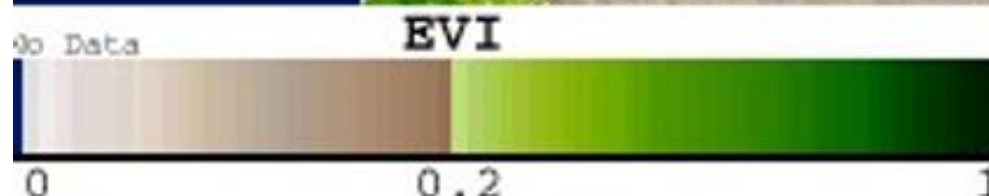
Productos del NDVI y EVI de MODIS

- Compuestos de 16 días
- Resoluciones de 250 m, 500 m y 1 km
- Se recuperan de la reflectancia superficial bidireccional con corrección atmosférica
- Nombres de Colecciones: MOD13 (Terra) and MYD13 (Aqua)
 - Múltiples subconjuntos basados en resolución espacial
- Productos disponibles a través de las herramientas del Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC):
 - AppEEARS
 - Data Pool
 - Earthdata search
 - OPeNDAP



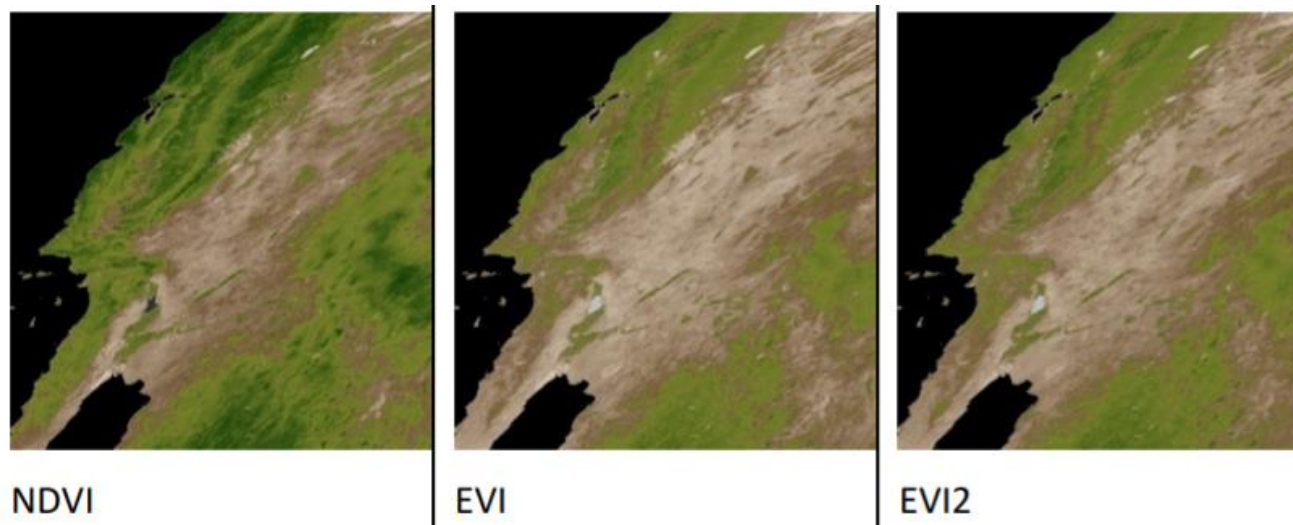
EVI de MODIS de abril de 2020 de la costa occidental de África. Crédito para la Imagen:

[USGS/NASA](https://www.usgs.gov/nasa)



Productos del NDVI y EVI de VIIRS

- Compuestos de 16 días del NDVI, EVI y EVI2
- Resoluciones de 500 m, 1 km y 0,05 grados
- Un algoritmo elije el mejor pixel disponible en una ventana de 16 días
- Nombre de colección: VNP13
 - Varios subconjuntos en base a resolución espacial
- Producto disponible a través de las herramientas del Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC) :
 - AppEEARS
 - Data Pool
 - Earthdata search
 - OPeNDAP

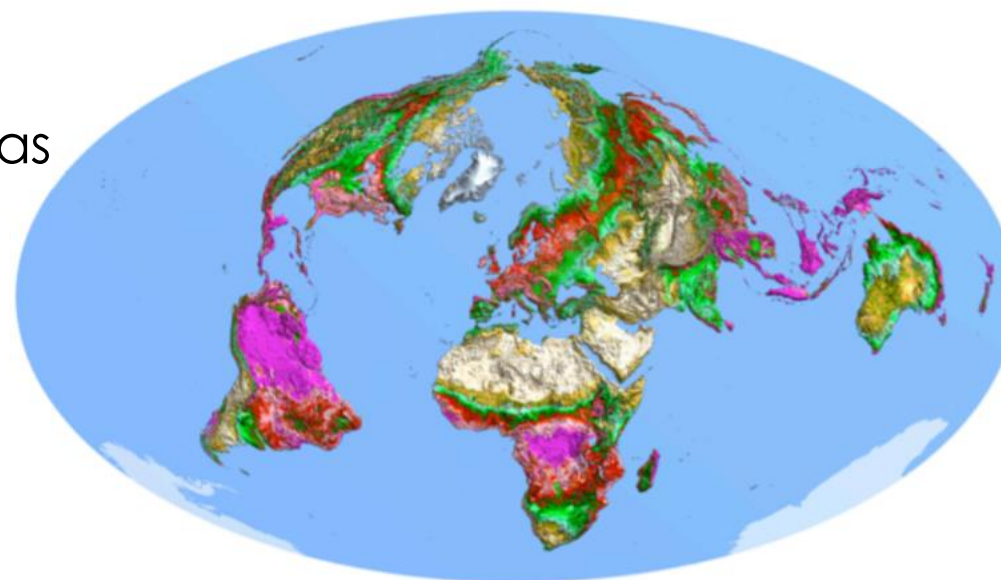
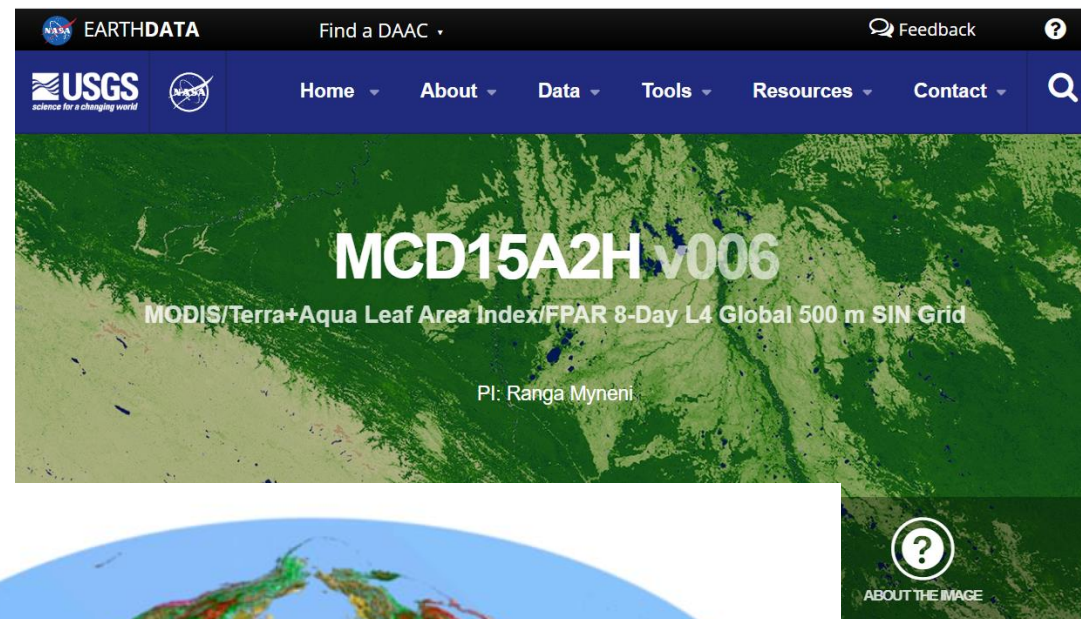


NDVI, EVI y EVI2 de VIIRS sobre Norteamérica occidental Crédito para la Imagen: [USGS/NASA](https://www.usgs.gov/)



Productos del LAI y fPAR de MODIS

- Compuestos de 4 y 8 días
- Resolución Espacial: 500 m
- Nombres de Colecciones: MCD15A2H (8 días), MCD15A3H (4 días)
- El algoritmo elige el mejor pixel disponible de los sensores de MODIS ubicados en los satélites NASA Terra y Aqua dentro del período de 8 días.
- Producto disponible vía las herramientas del Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC) :
 - AppEEARS
 - Data Pool
 - Earthdata search
 - OPeNDAP

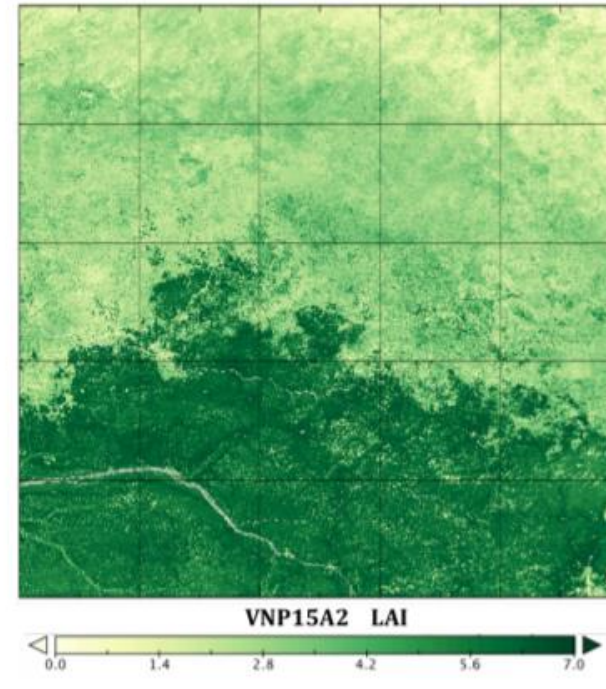


Página de documentación de productos (super.); LAI promedio global anual 2001-2010. Crédito para la Imagen: [USGS/NASA](https://www.usgs.gov/)

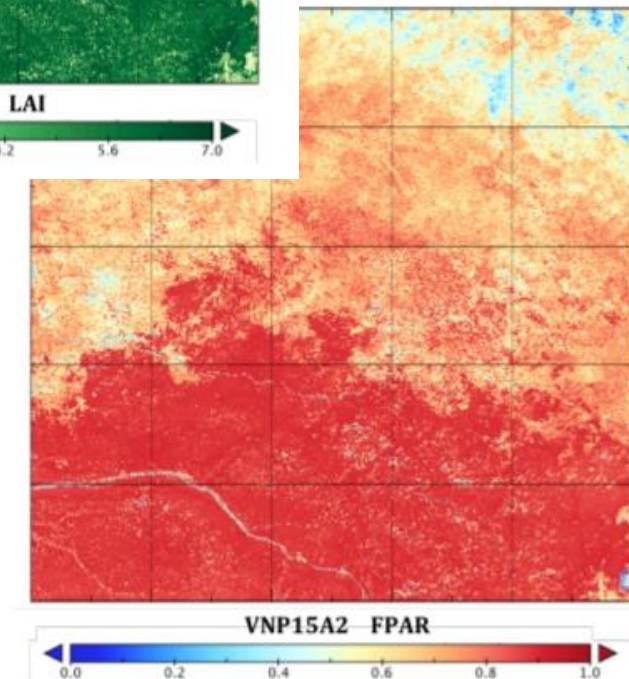


Productos del LAI y fPAR de VIIRS

- Compuestos de 8 días
- Resolución de 500 m
- Nombre de Colección: VNP15
- El algoritmo elige el mejor pixel disponible de VIIRS dentro del período de 8 días.
- Producto disponible mediante las herramientas del Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC) :
 - AppEEARS
 - Data Pool
 - Earthdata search
 - OPeNDAP



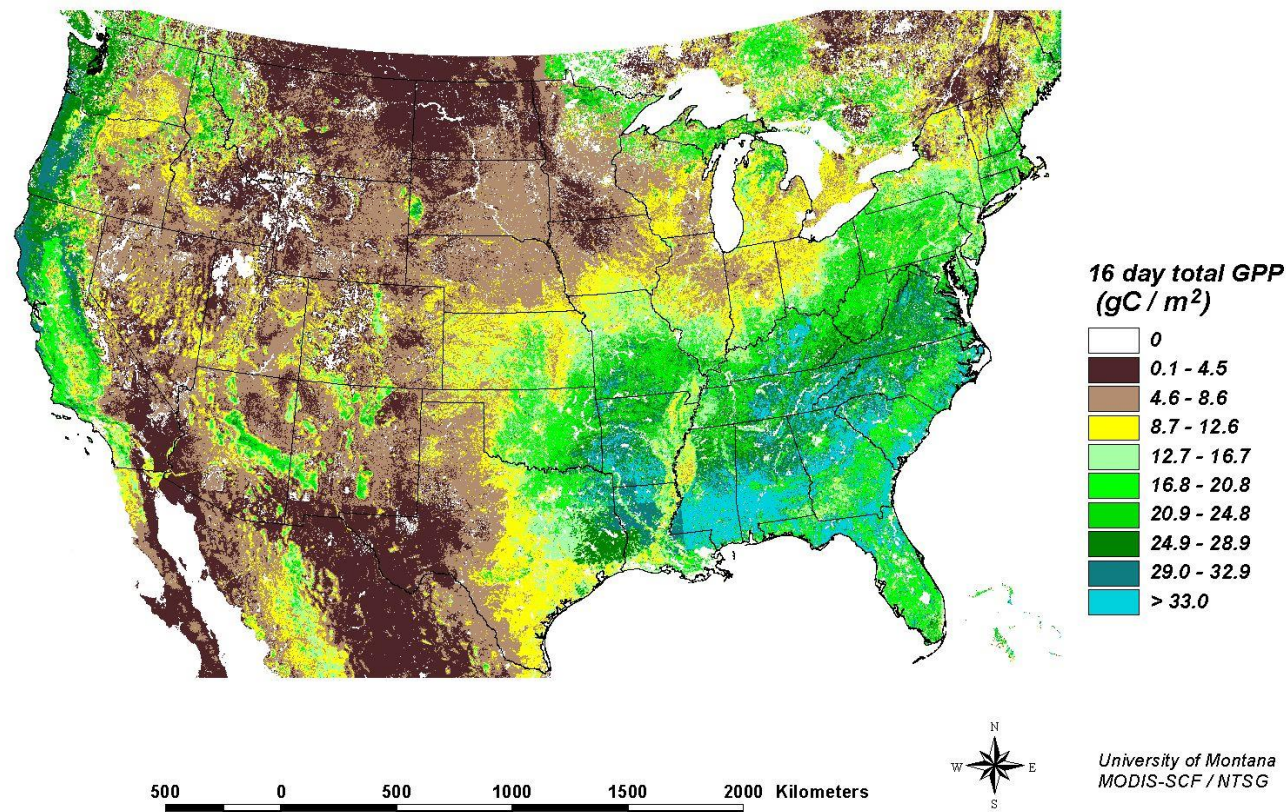
Ejemplos de imágenes de una teja del producto VIIRS V1 VNP15A2H: LAI (izq.) y FPAR (infer.). Los datos mostrados aquí se obtuvieron en julio de 2015 y son para una teja de H20V08 cubriendo el norte-centro de África. Crédito para la imagen: [USGS/NASA](#)



Producto de la GPP de MODIS

- Compuesto de 8 días
- Resolución Espacial: 500 m
- Nombre de colección: MCD17A2H
- EL algoritmo elige la mejor pixel disponible de los sensores MODIS en los satélites NASA Terra y Aqua del período de 8 días.
- EL producto está disponible a través de las herramientas del Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC):
 - AppEEARS
 - Data Pool
 - Earthdata search
 - OPeNDAP

United States
MODIS Land Gross Primary Production
16 day total, March 26 - April 10, 2000

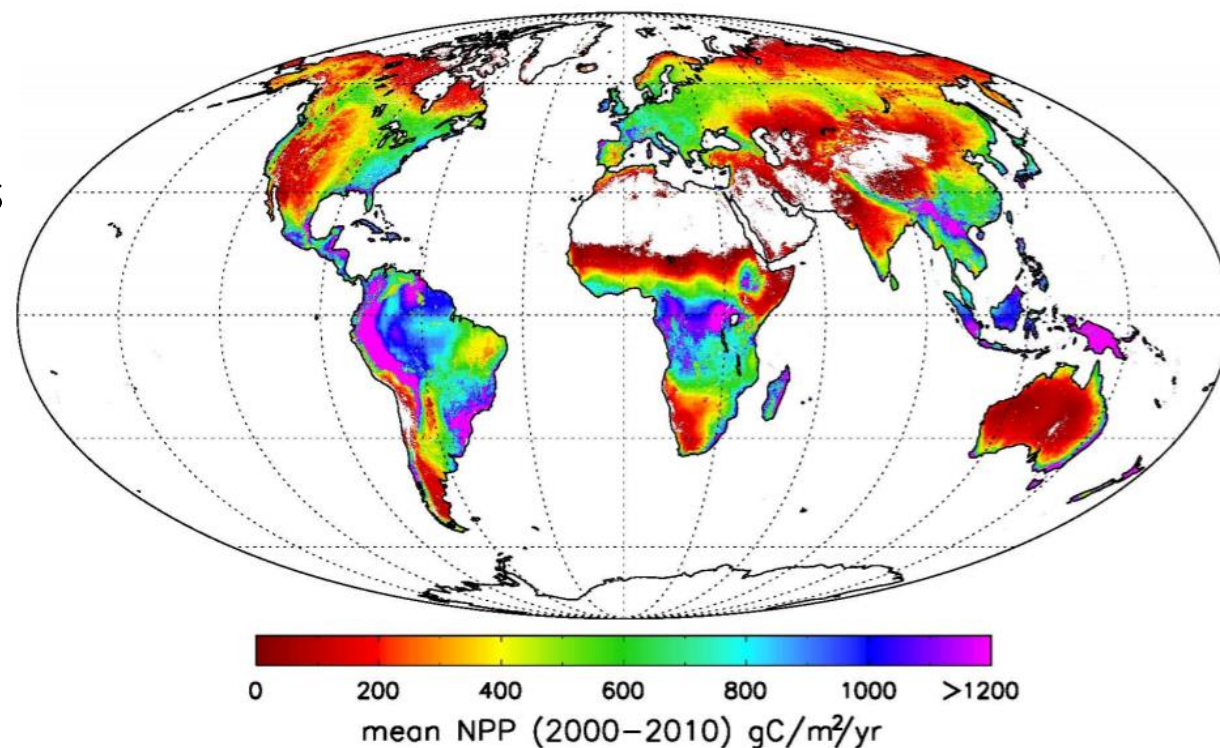


GPP de MODIS de 2010. Crédito para la Imagen: [NASA](#)



Producto de la NPP MODIS

- Anual
- Resolución Espacial: 500 m
- Nombre de Colección: MCD173HGF
 - Nueva versión 6 con las brechas llenadas
- Derivado de la suma de todo el producto de la Fotosíntesis Neta (PSN) de 8 días ([MOD17A2H](#)) del año estipulado. El valor de la PSN es la diferencia de la Productividad Primaria Bruta (GPP) y la Respiración para el Mantenimiento (MR).
- Producto disponible a través de las herramientas del Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC) :
 - AppEEARS
 - Data Pool
 - Earthdata search
 - OPeNDAP

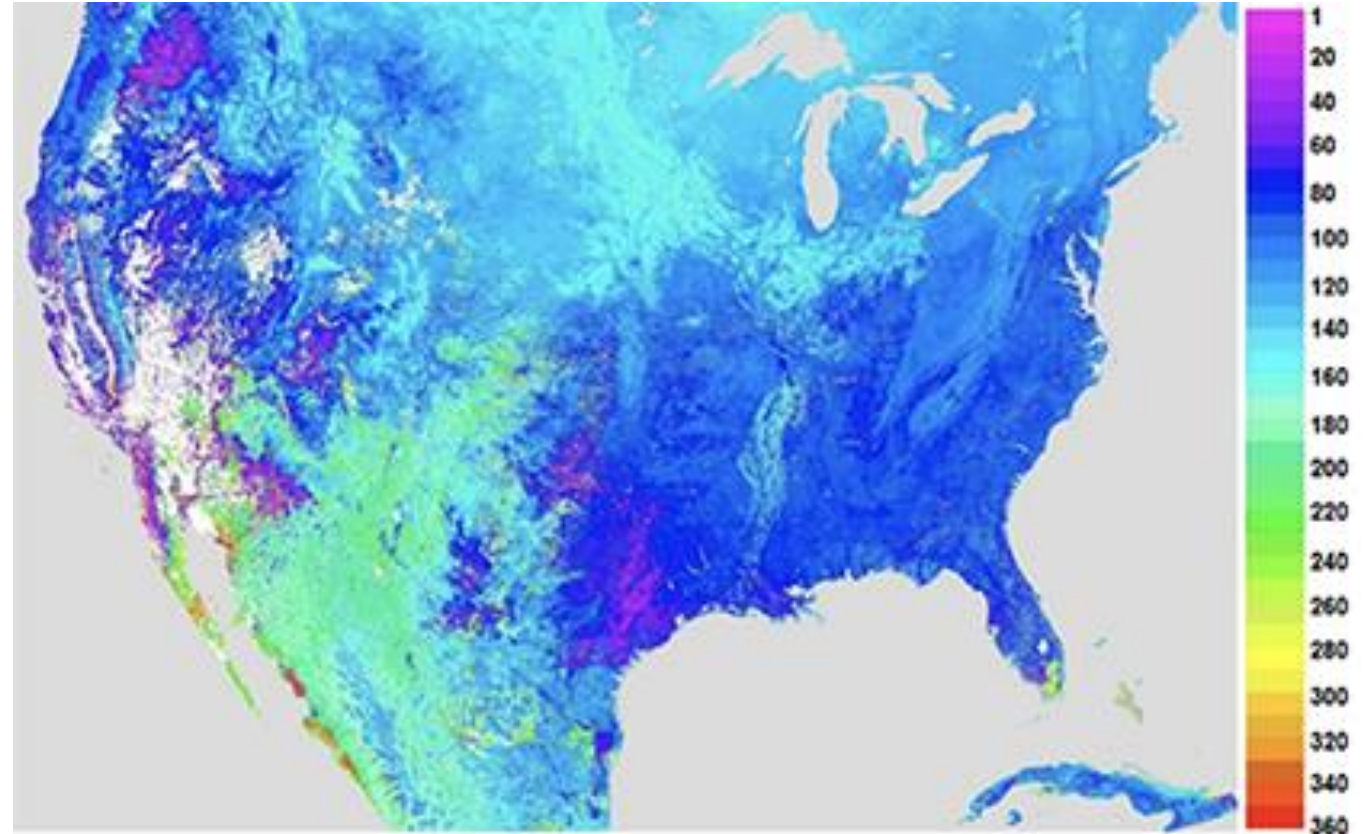


NPP promedio global de 2000-2010. Crédito para la Imagen: [USGS/NASA](#)



LSP de VIIRS

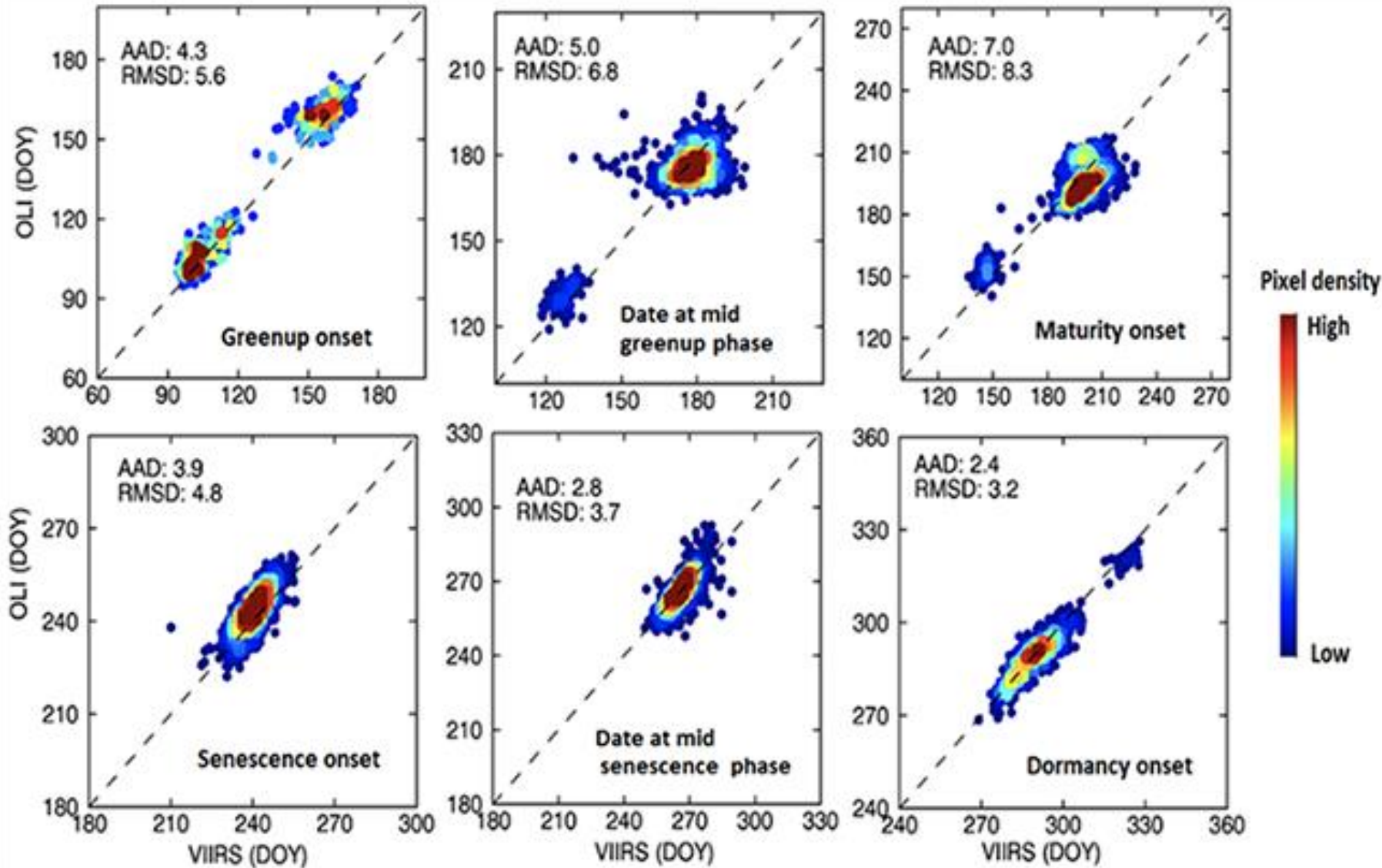
- Tiempo de Repetición de 10 días
- Resolución Espacial: 500 m
- Nombre de colección: MCD17VNP22
- 12 mediciones fenológicas
 - Fechas y magnitudes
- Entradas diarias como datos de BRDF (función de distribución de reflectancia bidireccional)- Reflectancia Ajustada (NBAR) en combinación con temperatura de la superficie terrestre, cobertura de nieve y tipo de cobertura terrestre para cada pixel.
- Comparable a datos de Landsat y observaciones por PhenoCam



Producto de fenología de VIIRS mostrando el inicio del enverdecimiento, día del año. Crédito para la Imagen: [NASA](#)



LSP de VIIRS

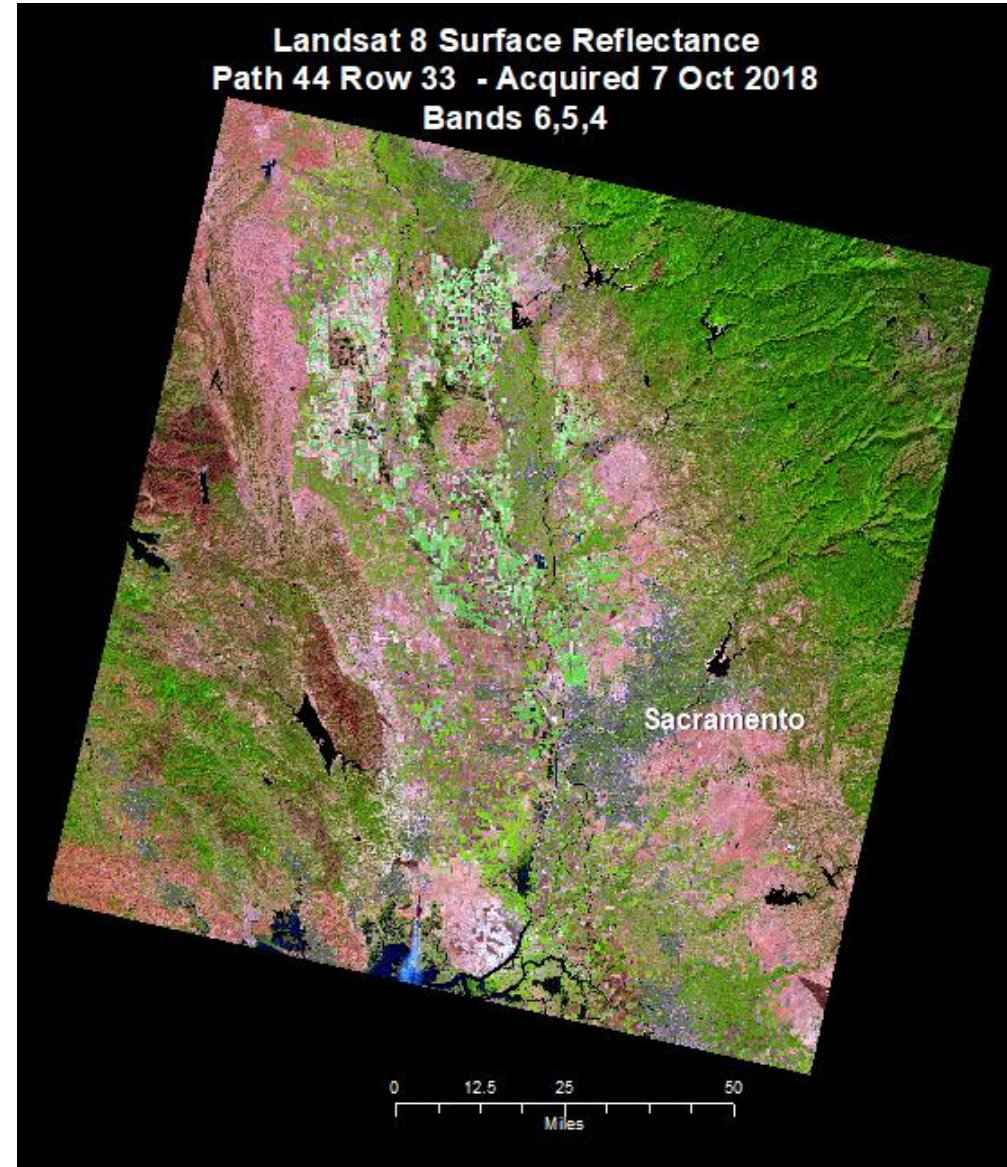


Evaluación del GLSP de VIIRS (500m) usando detecciones de MODIS-Landsat OLI combinadas (30m) en 2013 en EE.UU central. AAD significa “diferencia promedio absoluta” y RMSD es raíz del error cuadrático medio (ambas unidades son días). Crédito para la Imagen: [NASA](https://www.nasa.gov)



Productos de Landsat

- Resolución Temporal: 16 días
- Resolución Espacial: 30 m
- Varios productos disponibles: NDVI, EVI, SAVI, NDMI, NBR
- Disponibles a pedido del: [USGS Earth Resources Observation and Science \(EROS\) Center Science Processing Architecture \(ESPA\) On Demand Interface](#)



Animación de múltiples índices de vegetación de Landsat disponible. Crédito para la Imagen: [USGS/NASA](#)



El Programa “Making Earth System Data Records for Use in Research Environments” (MEaSUREs)

Haciendo Registros de Datos de Sistemas Terrestres para el Uso en Ambientes de Investigación

- Los proyectos de MEaSUREs se centran en la generación de productos, la disponibilidad y utilidad de Registros de Datos de Sistemas Terrestres (Earth System Data Records o ESDRs).
- MEaSUREs le da la oportunidad a la comunidad de investigadores de participar en el desarrollo y la generación de productos informáticos que complementen y aumenten la ciencia terrestre ya disponible para la comunidad de investigadores.

Productos Relevantes:

- Vegetation Continuous Fields (VCF)
 - Derivado del AVHRR
- Vegetation Index and Phenology (VIP)
 - Múltiples satélites



Productos AVHRR

- Vegetation Continuous Fields (VCF) (Campos de Vegetación Continuos)
 - La relación del área de la proyección vertical de la vegetación verde aérea y la superficie total, capturando la distribución horizontal y la densidad de la vegetación en la superficie terrestre.
 - Resolución de 0,05 grados (5.600 m)
 - Anual de 1982 a 2016
 - Acceso a Datos:
 - Data Pool (Datos Recopilados)
 - Búsqueda en Earthdata
 - EarthExplorer
 - Programa de Making Earth System Data Records for Use in Research Environments ([MEaSUREs](#))



VCF de la cobertura arbórea de la cuenca amazónica del proyecto MEaSUREs VCF ESDR en 2010. Crédito para la Imagen: [NASA](#)



Productos Satelitales Combinados: NDVI y EVI

- Vegetation Index and Phenology (VIP)
- Diarios, semanales, mensuales y anuales
- Resolución de 0,05 grados (5.600 m)
- NDVI, EVI, EVI2
- 34 años de un registro consistente, global de índices de vegetación y de fenología del paisaje.
- Basados en entradas de MODIS, AVHRR, y Satellite Pour l'Observation de la Terre (SPOT)
- Programa de Making Earth System Data Records for Use in Research Environments ([MEaSUREs](#))



NDVI AVHRR compuesto para el 17 al 30 de septiembre de 2013. Crédito para la Imagen: [USGS/NASA](#)

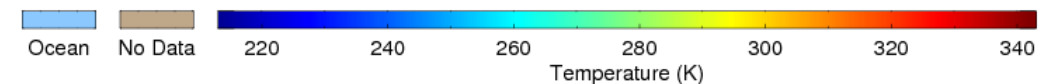
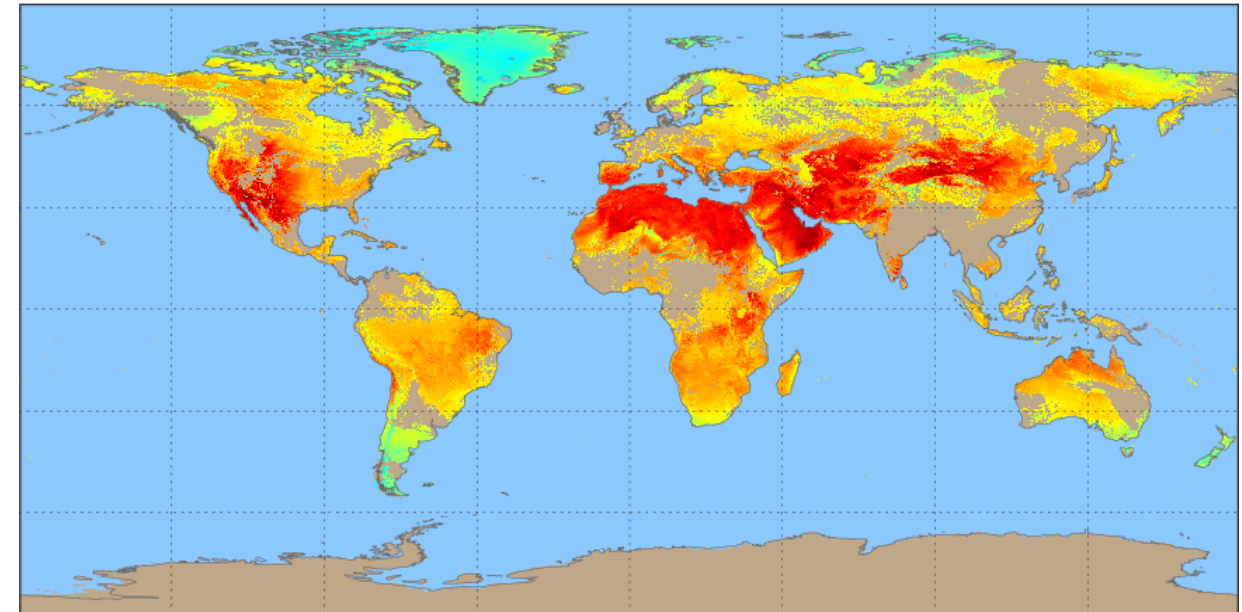


Productos Informáticos Adicionales

- Datos Climáticos:
 - Temperatura
 - [MODIS Land Surface Temperature](#)
 - [VIIRS Land Surface Temperature](#)
 - [Landsat Land Surface Temperature](#)
 - Precipitación
 - [Global Precipitation Mission](#)
 - [Tropical Rainfall Measuring Mission](#)
 - [Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM \(IMERG\)](#)
 - Webinars ARSET: Recursos Hídricos
 - <https://arset.gsfc.nasa.gov/water>

Suomi NPP VIIRS Global Land Surface Temperature - Daytime - IDPS

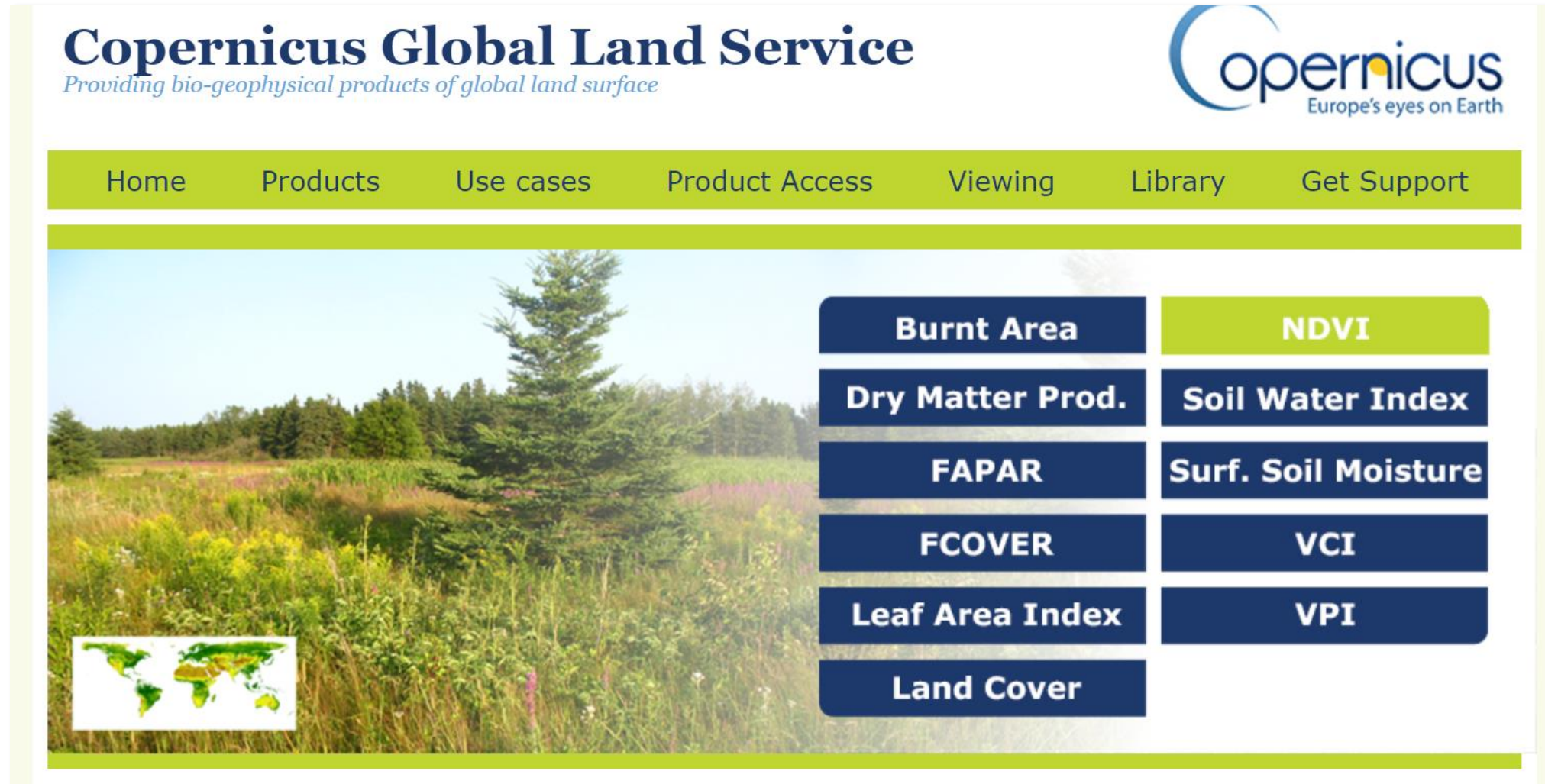
10 Jul 2017



Crédito para la Imagen: [NASA/NOAA](#)



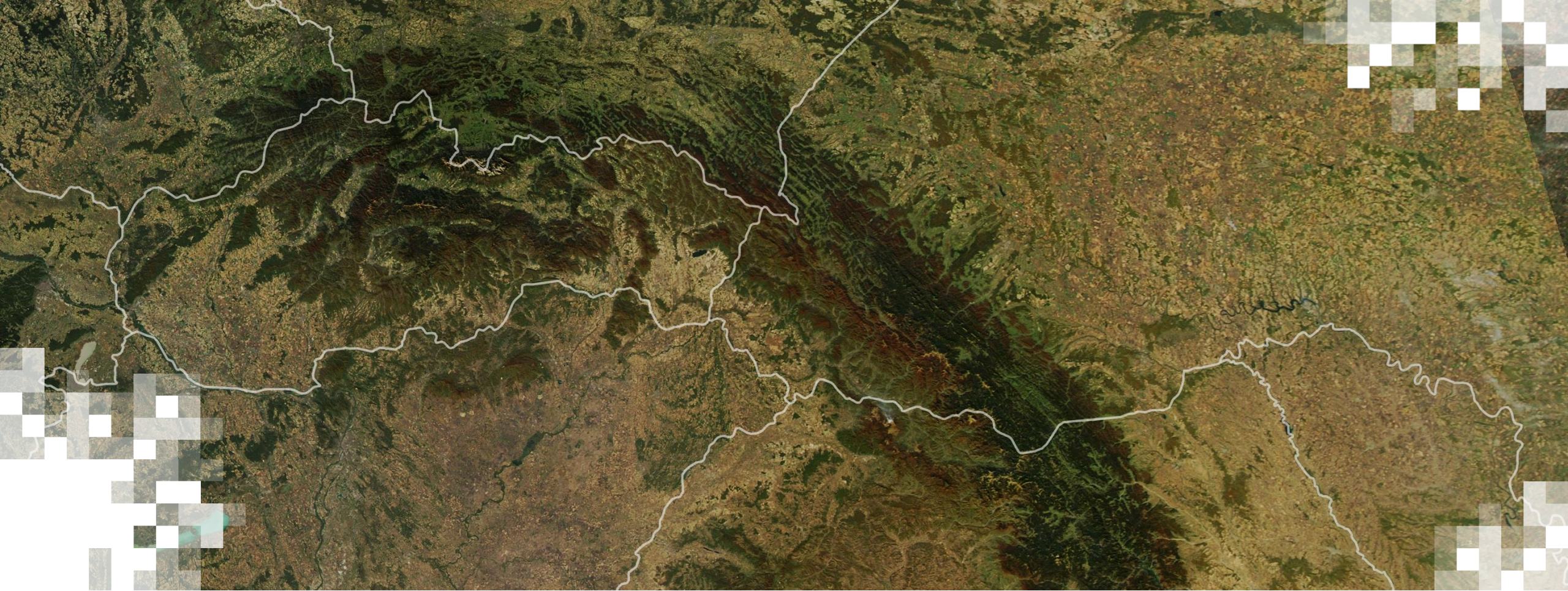
Productos Informáticos de la ESA



The screenshot shows the Copernicus Global Land Service website. At the top left is the title "Copernicus Global Land Service" with the tagline "Providing bio-geophysical products of global land surface". To the right is the Copernicus logo with the tagline "Europe's eyes on Earth". Below the header is a navigation bar with links: Home, Products, Use cases, Product Access, Viewing, Library, and Get Support. The main content area features a large background image of a field with a tree. On the right side of this area is a vertical list of product categories in dark blue boxes: Burnt Area, Dry Matter Prod., FAPAR, FCOVER, Leaf Area Index, Land Cover, NDVI (highlighted in green), Soil Water Index, Surf. Soil Moisture, VCI, and VPI. In the bottom left corner of the main content area, there is a small inset map of the world showing land cover data.

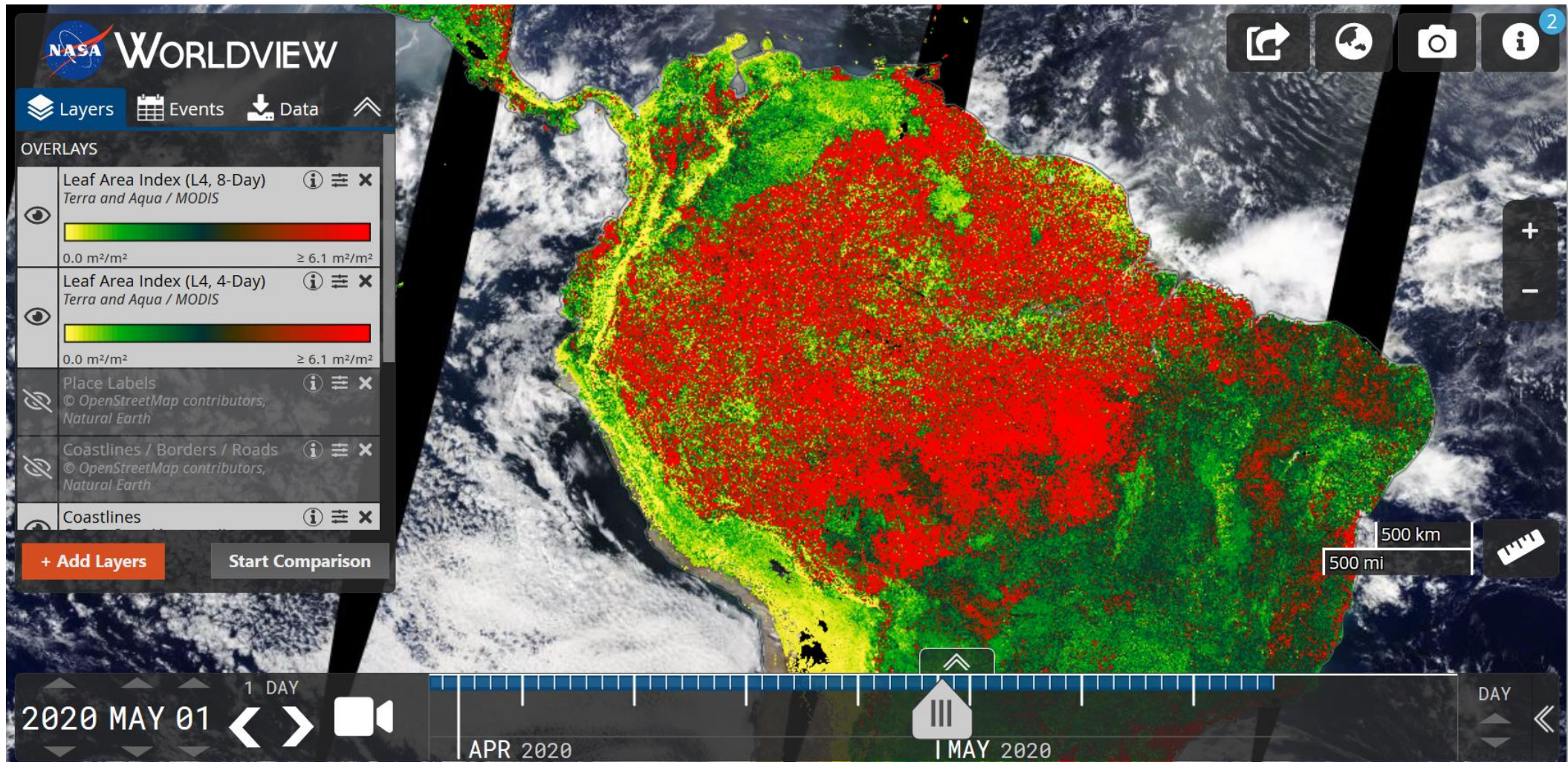
<https://land.copernicus.eu/global/index.html>





Acceso y Análisis de Datos de la LSP

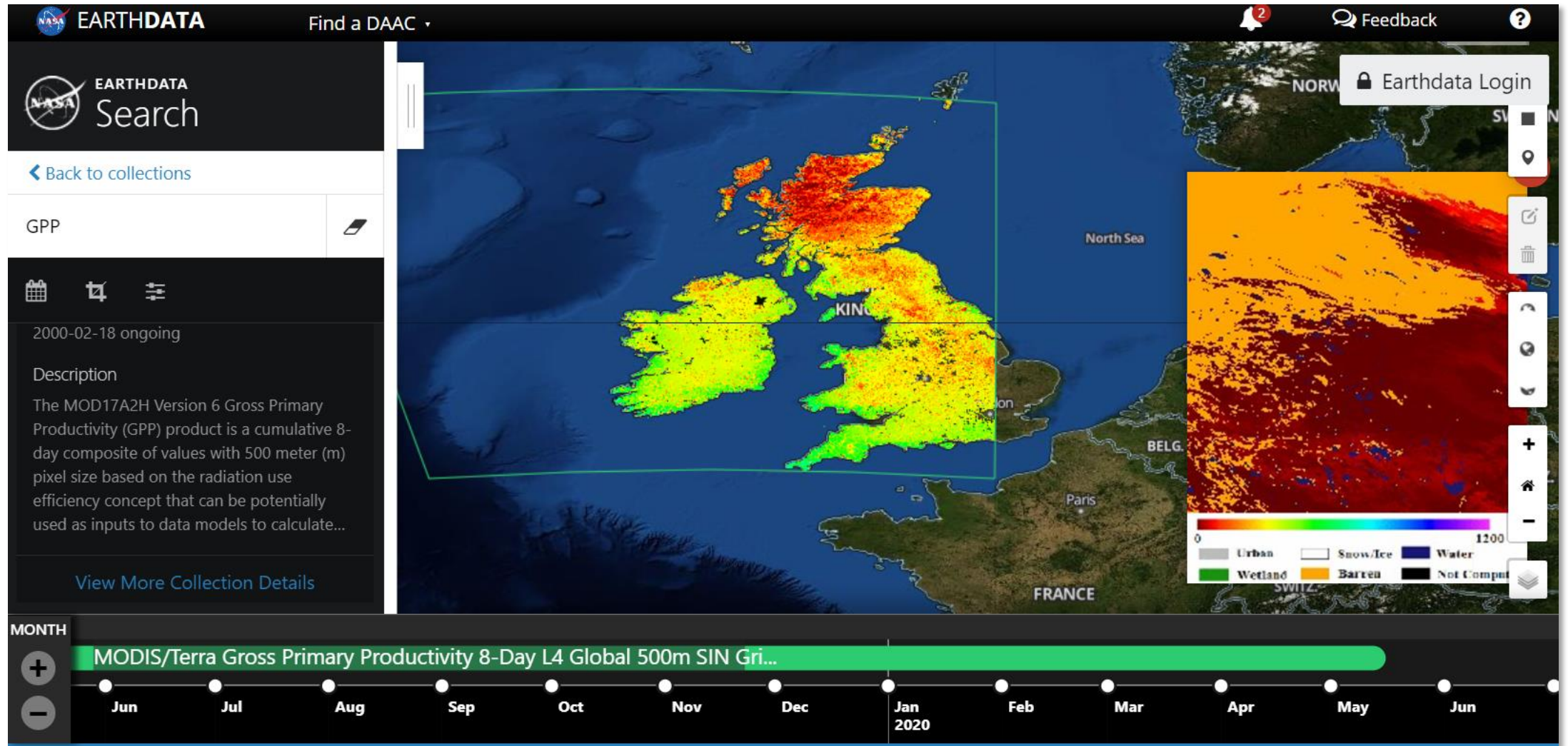
WorldView



<https://worldview.earthdata.nasa.gov/>



Earthdata Search



<https://search.earthdata.nasa.gov/>



Application for Extracting and Exploring Analysis Ready Samples (AppEARS) Aplicación para Extraer y Explorar Muestras Listas para el Análisis

- Computación basada en la nube usando MODIS y VIIRS
- Análisis de series temporales de puntos o áreas especificados por el usuario
- Salidas incluyen datos de series temporales en formato.csv para un análisis fácil
- Ejemplo: Monitoreo de cambios en los niveles de los reservorios en la Ciudad del Cabo, Sudáfrica



<https://lpdaac.usgs.gov/tools/appears/>



Google Earth Engine

The screenshot displays the Google Earth Engine web interface. At the top, the Google Earth Engine logo is on the left, and a search bar with the text "Search places and datasets..." is in the center. To the right of the search bar are icons for help, notifications, and a user profile. Below the search bar, there are tabs for "Scripts", "Docs", and "Assets". The "Scripts" tab is active, showing a list of scripts on the left and a script editor on the right. The script editor is titled "SAR2_SAR_Optical_classification" and contains the following code:

```
Imports (13 entries)
  var roi: LinearRing, 5 vertices
  var imageCollection: ImageCollection "Sentinel-1 SAR GRD: C-band Synthe..."
  var imageCollection2: ImageCollection "USGS Landsat 8 Surface Reflectan..."
  var open_water: FeatureCollection (3 elements)
  var bare_fields: FeatureCollection (4 elements)
  var vegetation1: FeatureCollection (4 elements)
  var vegetation2: FeatureCollection (1 element)
  var vegetation3: FeatureCollection (2 elements)
  var vegetation4: FeatureCollection (2 elements)
  var forest: FeatureCollection (3 elements)
```

Below the script editor is a map view showing a satellite image of a region. The map is overlaid with a color-coded classification. A toolbar on the left includes icons for pan, location, history, and layers. A "Geometry Imports" dialog is open. On the right, there are buttons for "Layers", "Map", and "Satellite". The map shows a river and various land cover types. The Google logo is visible in the bottom left corner of the map area.

<https://code.earthengine.google.com>



Climate Engine

The screenshot displays the Climate Engine web application interface. On the left, there are three configuration panels: 'Variable', 'Processing', and 'Time Period'. The 'Variable' panel is set to 'Remote Sensing' Type, 'Landsat 4/5/7/8 Surface Reflectance' Dataset, and 'NDVI (Vegetation Index)' Variable, with a 30 m Computation Resolution. The 'Processing' panel is set to 'Median' Statistic and 'Values' Calculation. The 'Time Period' panel shows a 'Last Year' Season and dates from 2019-05-08 to 2020-05-07. A 'GET MAP LAYER' button is present below each panel. The main map area shows an NDVI map titled 'NDVI (Landsat 4/5/7/8 SR)' for the period '2019-05-08 to 2020-05-07, Median'. A color scale legend for NDVI ranges from 0.0 to 0.80. A red location pin is placed on the map, with a tooltip showing coordinates: Lat: -12.1658 N, Lon: -52.2436 E, and Value: 0.8651. The interface includes navigation controls like 'MENU', 'Map', 'Colors', 'Map', 'Layers', 'Masking', 'Download', 'Link', and 'Reset'. The footer contains 'Powered by Google Earth Engine', 'License by [CC BY]', and navigation links for 'Get Help', 'Get Info', 'Sponsors', 'Contact', 'Website', and 'Home'.

<http://app.climateengine.org/>



Y Muchos Otros...

- Hay muchas otras redes y portales de datos para buscar datos de teledetección aérea y obtenidos cerca de la superficie, monitoreo a nivel del suelo y capas de datos integrados que combinan estos tipos de datos.
- Manténgase en sintonía para saber más sobre
 - National Phenology Network (NPN)
 - National Ecological Observatory Network (NEON)
 - PhenoCam
 - Y más...



Resumen

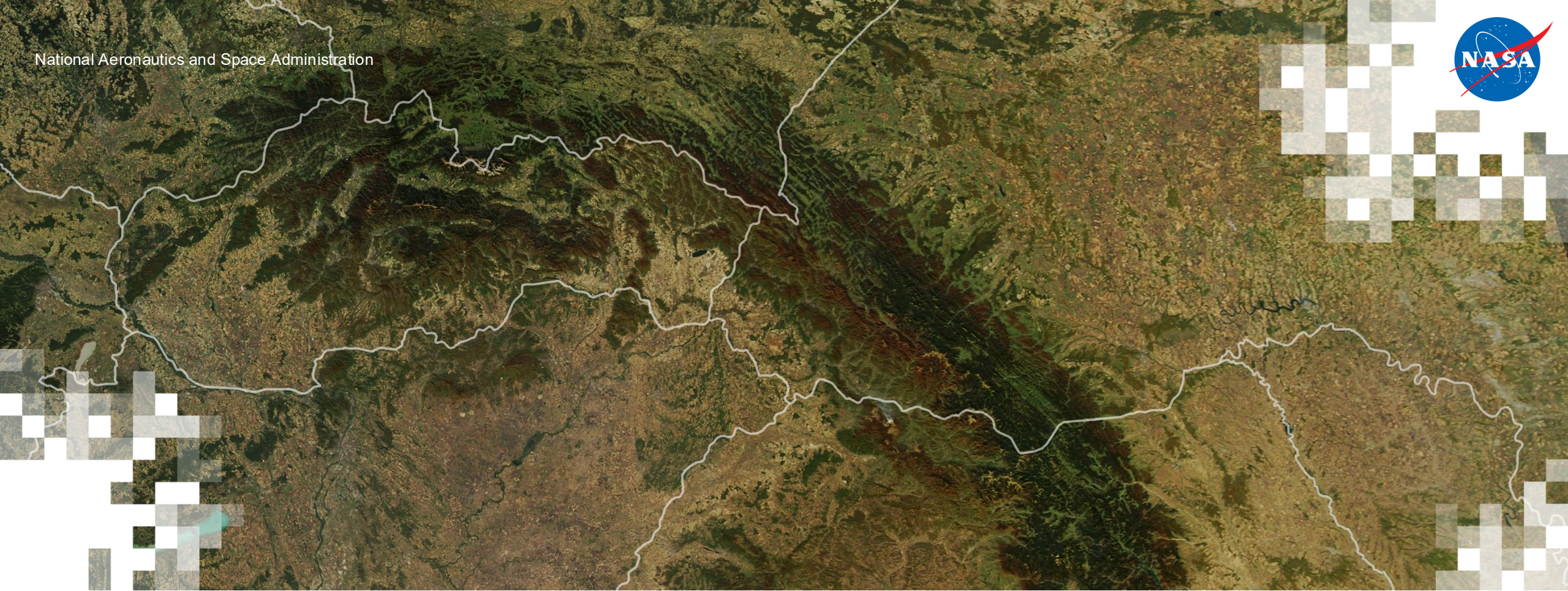
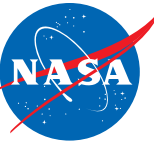
- Fenología: El estudio de los ciclos de vida de plantas y animales respecto a las estaciones.
- Fenología de la Superficie Terrestre (Land Surface Phenology o LSP):
Monitoreo regular de la superficie terrestre global entera.
 - Recopilar información sobre ecosistemas enteros: tendencias a gran escala
- Varios índices de vegetación/verdor para LSP
 - NDVI, EVI, SAVI, NDMI, etc.
- Parámetros biofísicos
 - fPAR, LAI, NPP etc.
- Productos informáticos y portales de datos



Contactos

- Contactos de ARSET para el tema de hoy
 - Amber McCullum: AmberJean.Mccullum@nasa.gov
 - Juan Torres-Pérez: juan.l.torresperez@nasa.gov
- Preguntas generales sobre ARSET
 - Ana Prados: aprados@umbc.edu
- Página web de ARSET:
 - <http://arset.gsfc.nasa.gov>





Próxima Sesión: Escalas de Fenología y Redes Nacionales

7 de julio de 2020

Questions

- Por favor escriba sus preguntas en la casilla de preguntas y respuestas.
- Publicaremos las preguntas y las respuestas a la página web de la capacitación después de la conclusión del curso.





¡Gracias!

