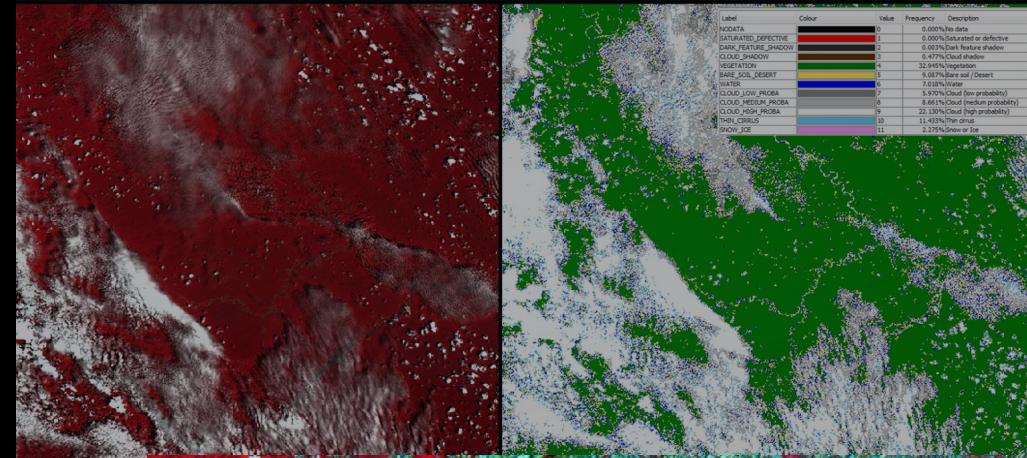
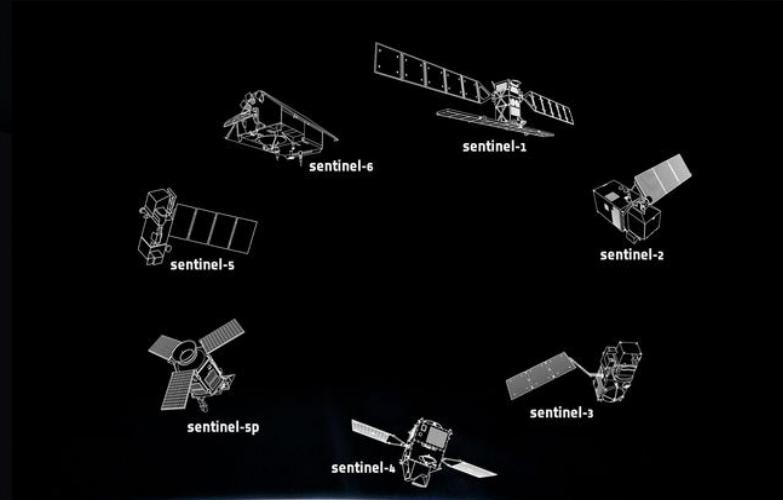


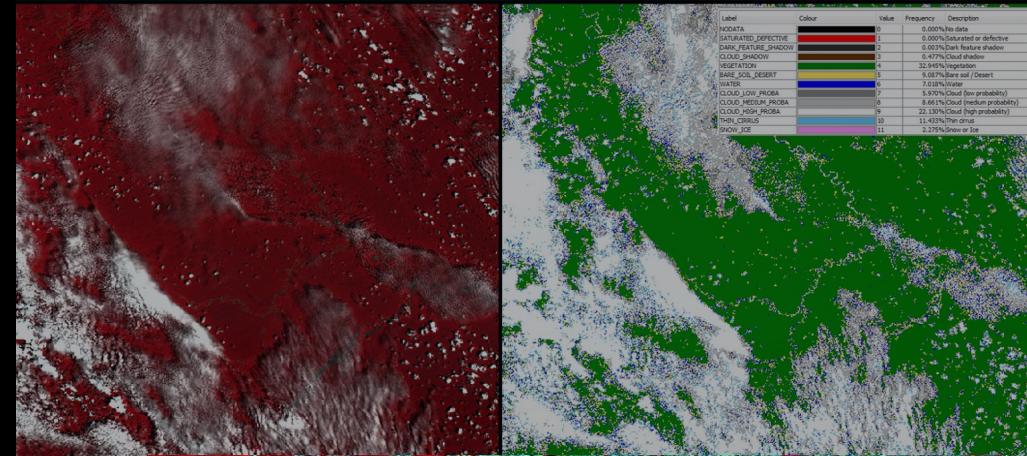
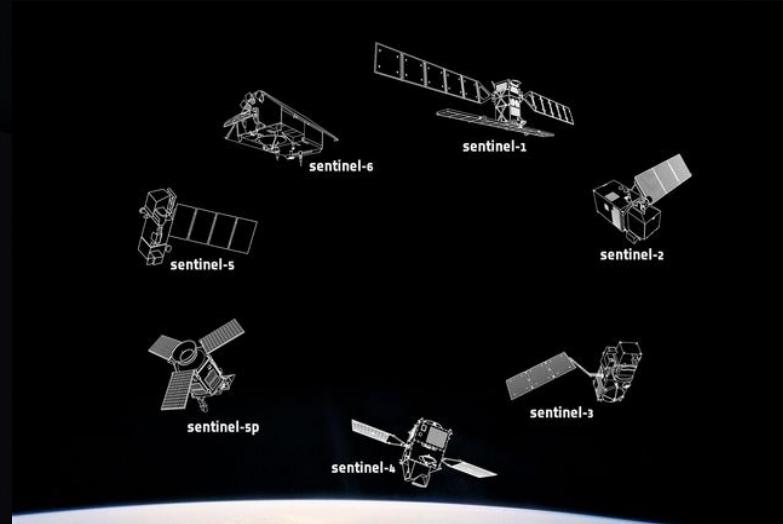
Procesamiento de imágenes georreferenciadas con GEE: Composición de imágenes y el cálculo de índices de vegetación. Práctica 6

A. Martín Ramírez Rabelo



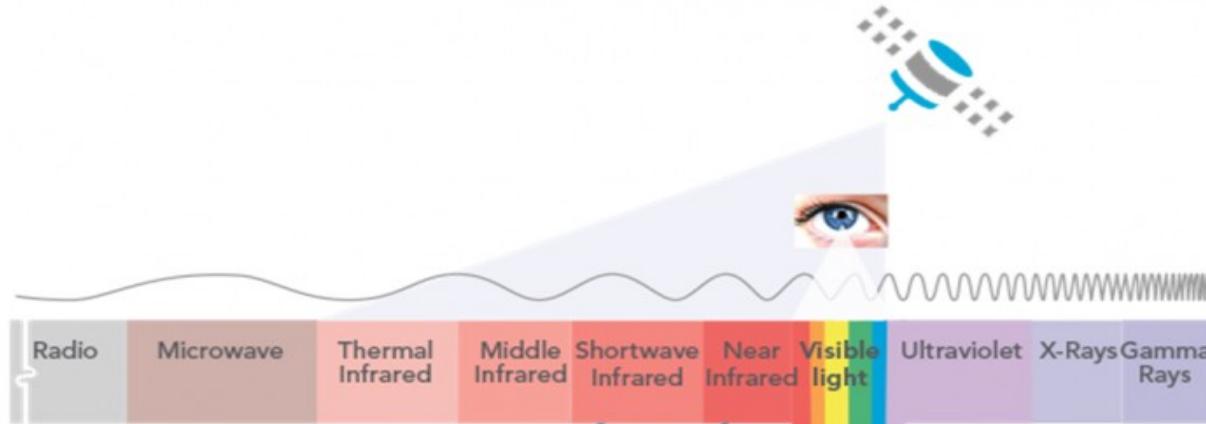
Procesamiento de imágenes georreferenciadas con GEE: Composición de imágenes y el cálculo de índices de vegetación. Práctica 6

A. Martín Ramírez Rabelo

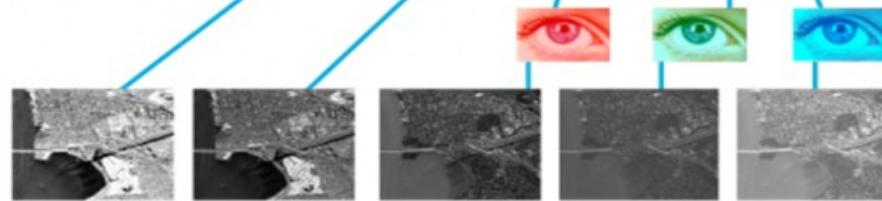


El Espectro Electromagnético y el Índice Espectral

- Existe una gran variedad de índices espetrales capaces de analizar diferentes factores como la vegetación, recursos hídricos, el suelo, histórico de calcinación de una zona, entre otros más.
- Un índice espectral, es una huella de radiación electromagnética calculada en función de la descomposición de una imagen satelital en múltiples bandas de longitud de onda. Es un modelo matemático que surge de realizar operaciones aritméticas entre dos imágenes que son tratadas como matrices.



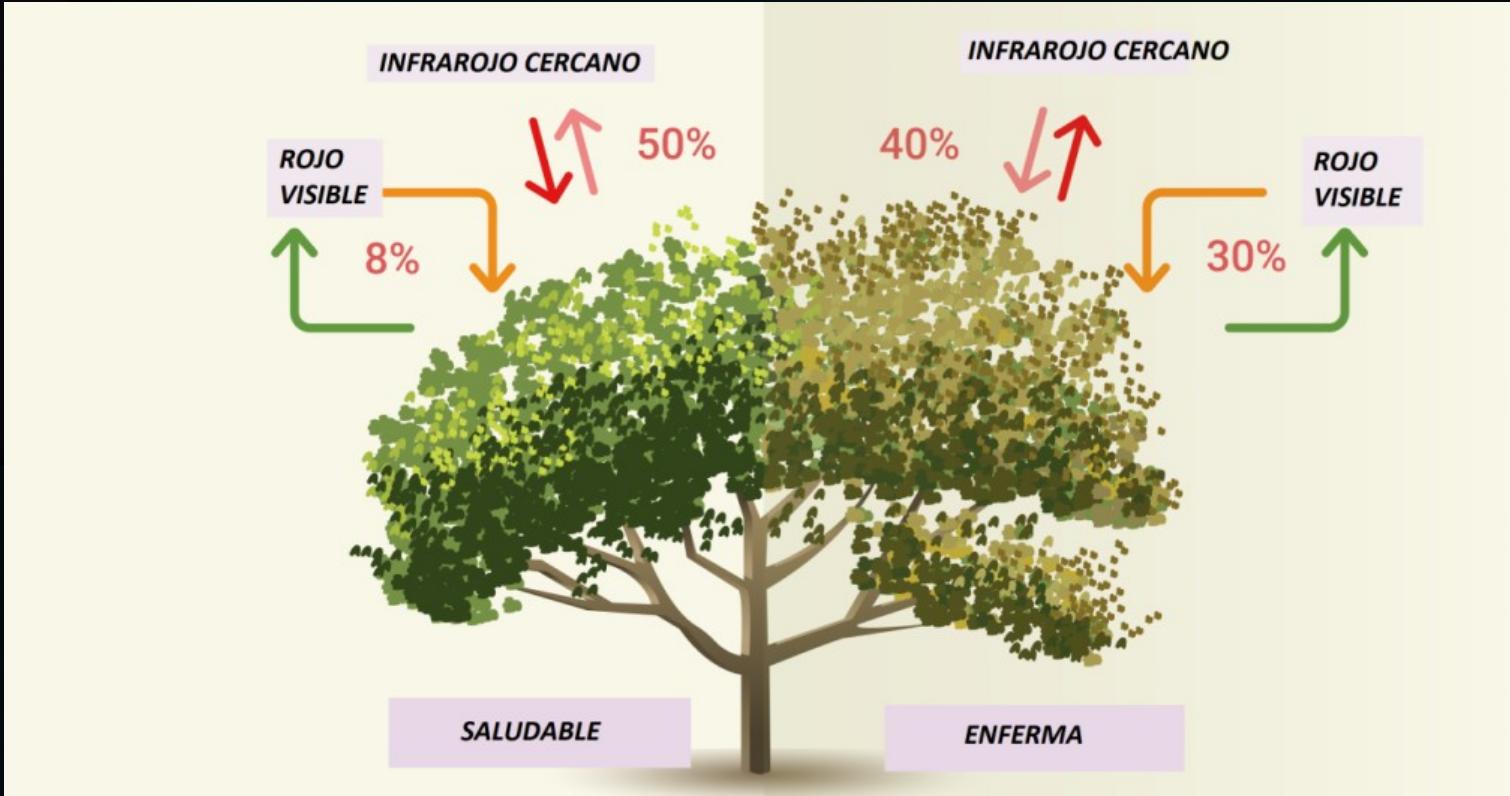
El espectro electromagnético



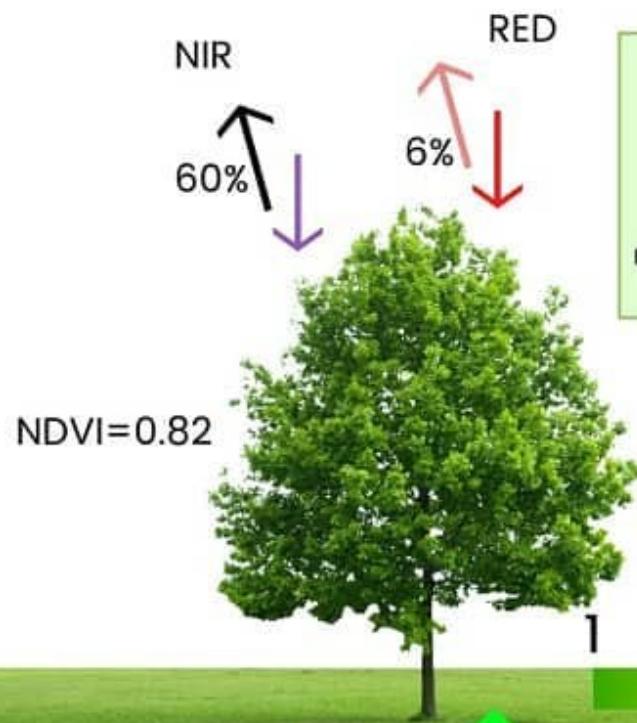
- El índice espectral de interés para esta práctica es el índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). Es un índice empleado para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación en función de sensores remotos instalados comúnmente desde una plataforma espacial como satélites. El principio de entendimiento de este índice es que la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético son emitidas o reflejadas por la vegetación, permitiendo así conocer algunas de sus propiedades. Este indicador numérico utiliza las bandas espectrales rojocercano infrarrojo

NDVI-Normalized Difference Vegetation Index

(Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada)



NDVI

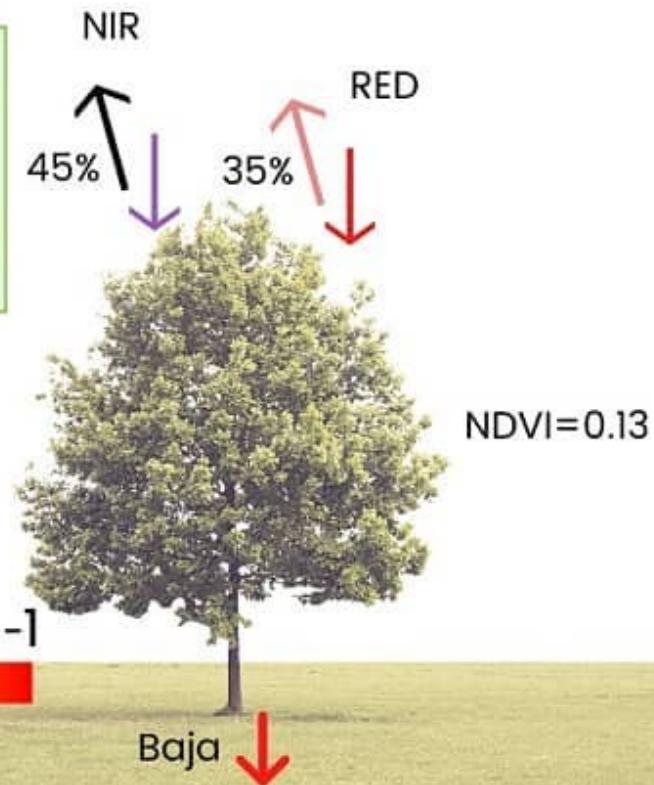


El índice de vegetación de diferencia normalizada, se utiliza para cuantificar el verdor de la vegetación y es útil para comprender la densidad de la misma y evaluar los cambios en la salud de las plantas.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Estado vegetativo

Actividad fotosintética

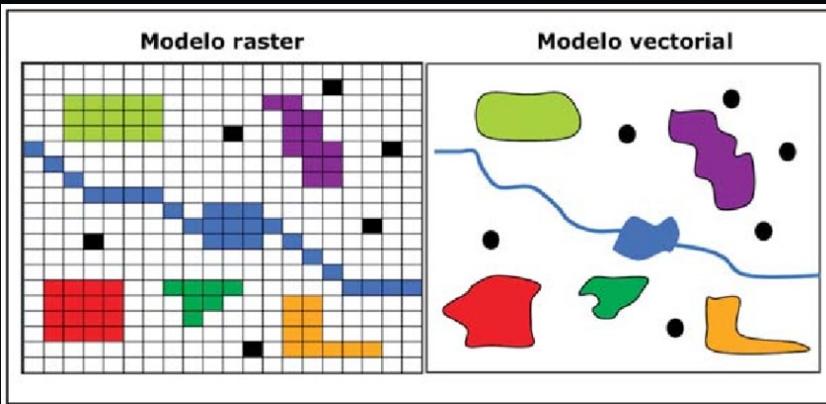


- En la imagen, tenemos 2 plantas, en la primera, los valores de reflectancia del infrarrojo cercano es del 60%, y del rojo visible de un 6%, por el contrario en la segunda, se presentan reflectancias de 45% y 35% respectivamente. La planta con menor reflectancia en la banda roja, sería porque está asimilando más luz, por esto, tendría una mayor actividad fotosintética.
- El valor del infrarrojo cercano se puede asociar con abundancia.
- Si aplicamos los valores a nuestra fórmula, se tendría un $NDVI=0,82$ en el primer caso y $NDVI=0,13$ en el segundo.
- Cuando este valor se encuentra cercano a 1, será porque la planta tiene mayor actividad fotosintética, y cuando se acerca a -1, menor actividad o que se encuentra ya sea seca o muerta.

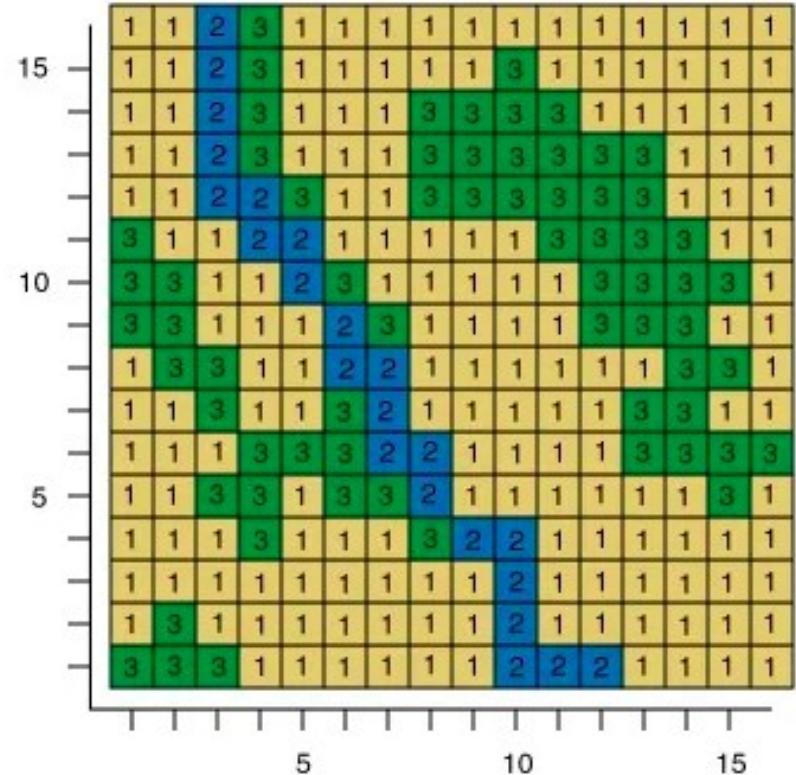
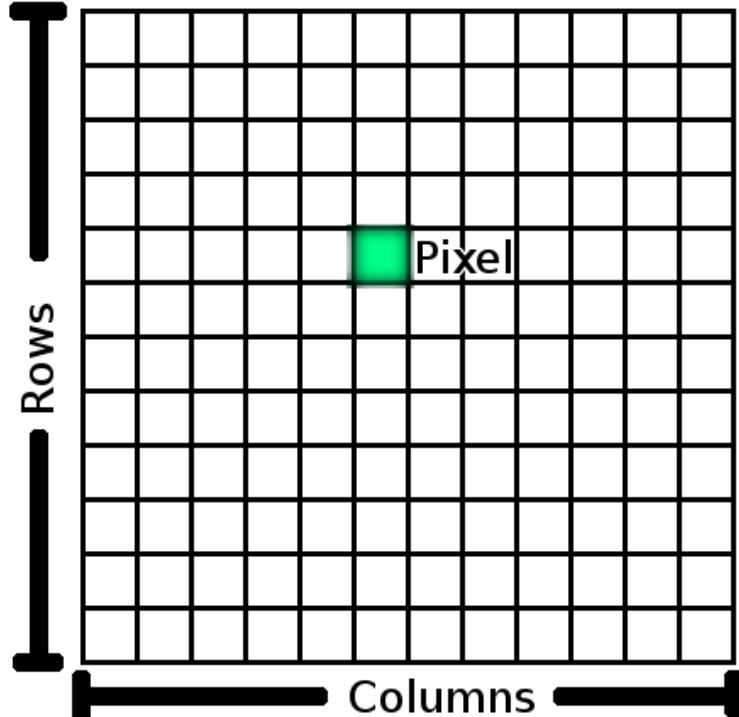


Modelo de datos Ráster

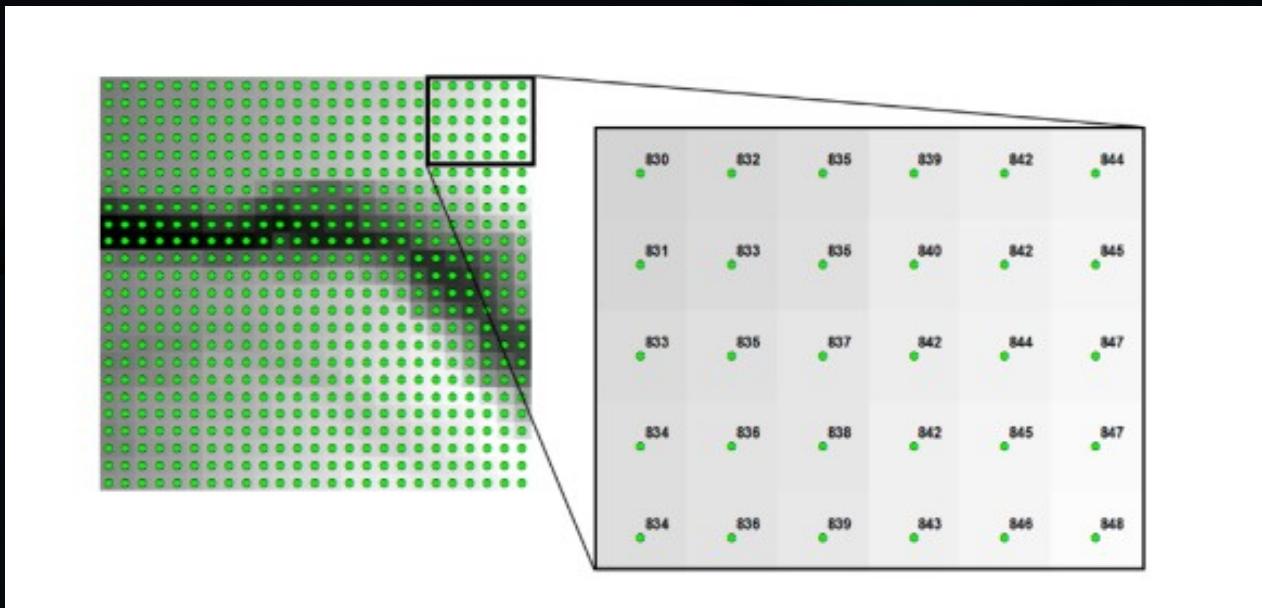
- Las imágenes procesadas para ésta práctica se encuentran en un formato de datos ráster que consiste en la división de una zona de estudio por medio de una matriz.
- Cada “espacio”, celda o elemento dentro de la matriz tiene un valor asociado único que representa la superficie territorial que abarca dicho elemento. A los ráster también se les conoce como mapa de bits.
- Los valores contenidos dentro de la matriz ráster pueden ser de 3 tipos: numéricos o cuantitativos, identificadores o cualitativos, e identificadores simbólicos numéricos para cada elemento representado dentro de la matriz.



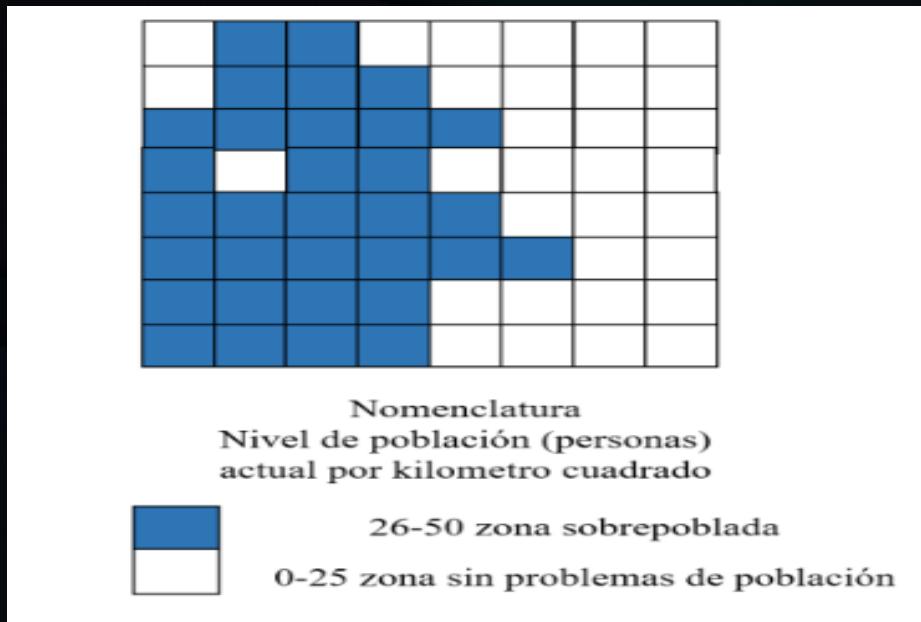
Raster



- Las variables cuantitativas otorgan como resultado un valor numérico, por ende, si lo asociamos con una imagen en donde cada celda de la matriz es un píxel de dicha imagen como se visualiza en la figura anterior, se puede decir que dicho valor numérico expresa el color que se asociará a cada píxel dada una tabla de colores relacionada con la imagen en cuestión, tal como se puede ver en la siguiente imagen



- Una variable cualitativa, como su nombre lo indica, precisa las cualidades o características que pueden medirse u observarse con relación a un objeto, en este caso, una imagen geográfica. El resultado de una variable cualitativa corresponde a un identificador numérico o etiqueta descriptiva que indica una característica en específico.



Datasets: Sentinel 2

- Los Sentinel son una nueva flota de satélites diseñada específicamente para proporcionar los abundantes datos e imágenes de que se nutre el programa Copernicus, de la Comisión Europea. Este programa único de vigilancia medioambiental, está cambiando drásticamente la forma en que es gestionado nuestro entorno, cómo se entiende y se abordan los efectos del cambio climático.
- Sentinel 2 llevan una innovadora cámara multi-espectral de alta resolución, con 13 bandas espectrales que aportan una nueva perspectiva de la superficie terrestre y la vegetación. La combinación de la alta resolución y las nuevas capacidades espectrales, así como un campo de visión que abarca 290 kilómetros de anchura y sobrevuelos frecuentes, proporciona vistas de la Tierra sin precedentes.
- La misión se basa en una constelación de dos satélites idénticos en la misma órbita, separados por 180 grados, para lograr una cobertura y una descarga de datos óptimos. Cada cinco días los satélites cubrirán todas las superficies terrestres, grandes islas y aguas costeras.

5 years protecting our planet: Happy Birthday Sentinel-2A!

Copernicus mission delivers oodles of valuable data for many applications.

Orbited Earth
more than
26,000 times

Travelled more than
1200 million km
in space

The mission

Helping crop yield prediction,
water pollution monitoring,
disaster mapping and
deforestation prevention.

Launched on
23 June 2015

2019 – delivery of
390 terabytes of
data per month

Swath width of
290 km

Fresh views of Earth's
land surface every 5 days

AIRBUS

sentinel 2

Scripts Docs Assets

Compl.

PLACES

RASTERS

- Sentinel-5P OFFL NO₂: Offline Nitrogen Dioxide
- Sentinel-5P NRTI NO₂: Near Real-Time Nitrogen Dioxide
- Sentinel-5P OFFL SO₂: Offline Sulphur Dioxide
- Sentinel-5P NRTI SO₂: Near Real-Time Sulphur Dioxide
- Harmonized Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-2A
- Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-2A
- Harmonized Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-1C
- Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-1C**
- more »

TABLES

B7	Red Edge 3	20 meters	782.5nm (S2A) / 779.7nm (S2B)	0.0001
B8	NIR	10 meters	835.1nm (S2A) / 833nm (S2B)	0.0001
B8A	Red Edge 4	20 meters	864.8nm (S2A) / 864nm (S2B)	0.0001
B9	Water vapor	60 meters	945nm (S2A) / 943.2nm (S2B)	0.0001
B10	Cirrus	60 meters	1373.5nm (S2A) / 1376.9nm (S2B)	0.0001
B11	SWIR 1	20 meters	1613.7nm (S2A) / 1610.4nm (S2B)	0.0001
B12	SWIR 2	20 meters	2202.4nm (S2A) / 2185.7nm (S2B)	0.0001

CLOS

Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-1C



Dataset Availability

2015-06-23T00:00:00 -

Dataset Provider

European Union/ESA/Copernicus

Collection Snippet ee.ImageCollection("COPERNICUS /S2")
See example

Tags

copernicus esa eu msi

DESCRIPTION BANDS IMAGE PROPERTIES TERMS OF USE

Bands Table

Name	Description	Resolution	Wavelength	Scale
B1	Aerosols	60 meters	443.9nm (S2A) / 442.3nm (S2B)	0.0001
B2	Blue	10 meters	496.6nm (S2A) / 492.1nm (S2B)	0.0001
B3	Green	10 meters	560nm (S2A) / 559nm (S2B)	0.0001
B4	Red	10 meters	664.5nm (S2A) / 665nm (S2B)	0.0001
B5	Red Edge 1	20 meters	703.9nm (S2A) / 703.8nm (S2B)	0.0001
B6	Red Edge 2	20 meters	740.2nm (S2A) / 739.1nm (S2B)	0.0001

CLOSE

IMPORT

Dataset

Combinación de bandas en imágenes de satélite Sentinel

- Una de las potencialidades de la Teledetección aplicadas al estudio del medio que nos rodea, es la capacidad de discriminar diferentes cubiertas vegetales, usos de suelo, masas de agua, o la detección de fenómenos naturales o provocados por la actividad humana. Esto puede analizarse gracias a la existencia de las diferentes bandas multiespectrales con las que cuentan los satélites de hoy día.
- Los datos captados por los satélites de Teledetección se registran en diferentes bandas del espectro electromagnético. Lo que genera una imagen monocroma que podemos visualizar en escala de grises con una paleta de 256 tonos. Por lo que cada pixel de la imagen puede contener un valor que oscila entre el negro (valor 0) y el blanco (valor 256).

GEE – Script (Composición de Imágenes)

ComplmagRGBInfra

```
1  /* Function to mask clouds using the Sentinel-2 QA band
2   * @param {ee.Image} image Sentinel-2 image
3   * @return {ee.Image} cloud masked Sentinel-2 image
4   */
5  function maskS2clouds(image) {
6    var qa = image.select('QA60');
7
8    // Bits 10 and 11 are clouds and cirrus, respectively,
9    var cloudBitMask = 1 << 10;
10   var cirrusBitMask = 1 << 11;
11
12   // Both flags should be set to zero, indicating clear conditions.
13   var mask = qa.bitwiseAnd(cloudBitMask).eq(0)
14     .and(qa.bitwiseAnd(cirrusBitMask).eq(0));
15
16   return image.updateMask(mask).divide(10000);
17 }
18
19 // Map the function over one year of data and take the median.
20 // Load Sentinel-2 TOA reflectance data.
21 var dataset = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2')
22   .filterDate('2015-01-01', '2021-01-01')
23   // Pre-filter to get less cloudy granules.
24   .filter(ee.Filter.lt('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', 20))
25   .map(maskS2clouds);
26
27 var AgroVis = {
28   min: 0.0,
29   max: 0.3,
30   bands: ['B11', 'B8A', 'B2'],
31 };
32 Map.setCenter(-87.905,18.592,8);
33 //Map.setCenter(-9.1695, 38.6917, 12);
34 Map.addLayer(dataset.median(), AgroVis, 'Agricola');
35
36 var IncenVis = {
37   min: 0.0,
38   max: 0.3,
```

Función para
eliminar
nubosidad de
nuestro
dataset de
imágenes

Dataset

RGB

ComplmagRGBInfra

```
28   min: 0.0,
29   max: 0.3,
30   bands: ['B11', 'B8A', 'B2'],
31 };
32 Map.setCenter(-87.905,18.592,8);
33 //Map.setCenter(-9.1695, 38.6917, 12);
34 Map.addLayer(dataset.median(), AgroVis, 'Agricola');
35
36 var IncenVis = {
37   min: 0.0,
38   max: 0.3,
39   bands: ['B12', 'B8A', 'B4'],
40 };
41 Map.setCenter(-87.905,18.592,8);
42 //Map.setCenter(-9.1695, 38.6917, 12);
43 Map.addLayer(dataset.median(), IncenVis, 'Incendios');
44 // modificar script para hacer otras combinaciones de color
45
46
47 var VegeVis = {
48   min: 0.0,
49   max: 0.3,
50   bands: ['B8A', 'B11', 'B2'],
51 };
52 Map.setCenter(-87.905,18.592,8);
53 //Map.setCenter(-9.1695, 38.6917, 12);
54 Map.addLayer(dataset.median(), VegeVis, 'Vegetacion');
55 // modificar script para hacer otras combinaciones de color
56
57 var UrbanVis = {
58   min: 0.0,
59   max: 0.3,
60   bands: ['B12', 'B11', 'B4'],
61 };
62 Map.setCenter(-87.905,18.592,8);
63 //Map.setCenter(-9.1695, 38.6917, 12);
64 Map.addLayer(dataset.median(), UrbanVis, 'ZonasUrbanas');
65 // modificar script para hacer otras combinaciones de color
```

- Para generar un compuesto en color verdadero, ponemos cada banda en su canal correspondiente, por ejemplo banda roja en canal rojo y así sucesivamente. Notar en el script cómo se especifica el arreglo de bandas y ajustarlo para hacer los compuestos que se deseen obtener.

Scripts Docs Assets

ComplImagRGBInfra

Get Link Save Run Reset Apps

Inspector Console Tasks

Use print(....) to write to this console.

Filter scr NEW

Owner (2)

users/cbi21928024... ClasImagLandsat

2 * Function to mask clouds using the Sentinel-2 QA band
3 * @param {ee.Image} image Sentinel-2 image
4 * @return {ee.Image} cloud masked Sentinel-2 image
5 */
6 function maskS2clouds(image) {
7 var qa = image.select('QA60');

Seybaplaya Champotón Isl Balancán Tenosic Pino S Google

Layers

Combinaciones de teclas Datos del mapa ©2022 Google, INEGI 20 km

Cálculo del NDVI

- Se calcula con la siguiente expresión: $NDVI = (NIR-Red) / (NIR + Red)$, donde *NIR* es luz infrarroja cercana y *Red* es luz roja visible.
- Funciona comparando matemáticamente la cantidad de luz roja visible absorbida y la luz infrarroja cercana reflejada. Esto sucede ya que el pigmento de clorofila en una planta sana absorbe la mayor parte de la luz roja visible, mientras que la estructura celular de una planta refleja la mayor parte de la luz infrarroja cercana.
- Esto significa que una alta actividad fotosintética, comúnmente asociada con vegetación densa, tendrá menos reflectancia en la banda roja y mayor reflectancia en el infrarrojo cercano. Al observar cómo estos valores se comparan entre sí, puede detectar y analizar de manera confiable la cubierta vegetal por separado de otros tipos de cobertura natural del suelo.

Interpretación de resultados

- Los resultados del cálculo del NDVI varían de -1 a 1. Los valores negativos corresponden a áreas con superficies de agua, estructuras artificiales, rocas, nubes, nieve; el suelo desnudo generalmente cae dentro del rango de 0.1 a 0.2; y las plantas siempre tendrán valores positivos entre 0.2 y 1.
- El dosel de vegetación sano y denso debería estar por encima de 0.5, y la vegetación dispersa probablemente caerá dentro de 0.2 a 0.5. Sin embargo, es solo una regla general y siempre debe tener en cuenta la temporada, el tipo de planta y las peculiaridades regionales para saber exactamente qué significan los valores de NDVI.

-1 - 0

*PLANTA MUERTA U
OBJETO INANIMADO*

0 - 0.33

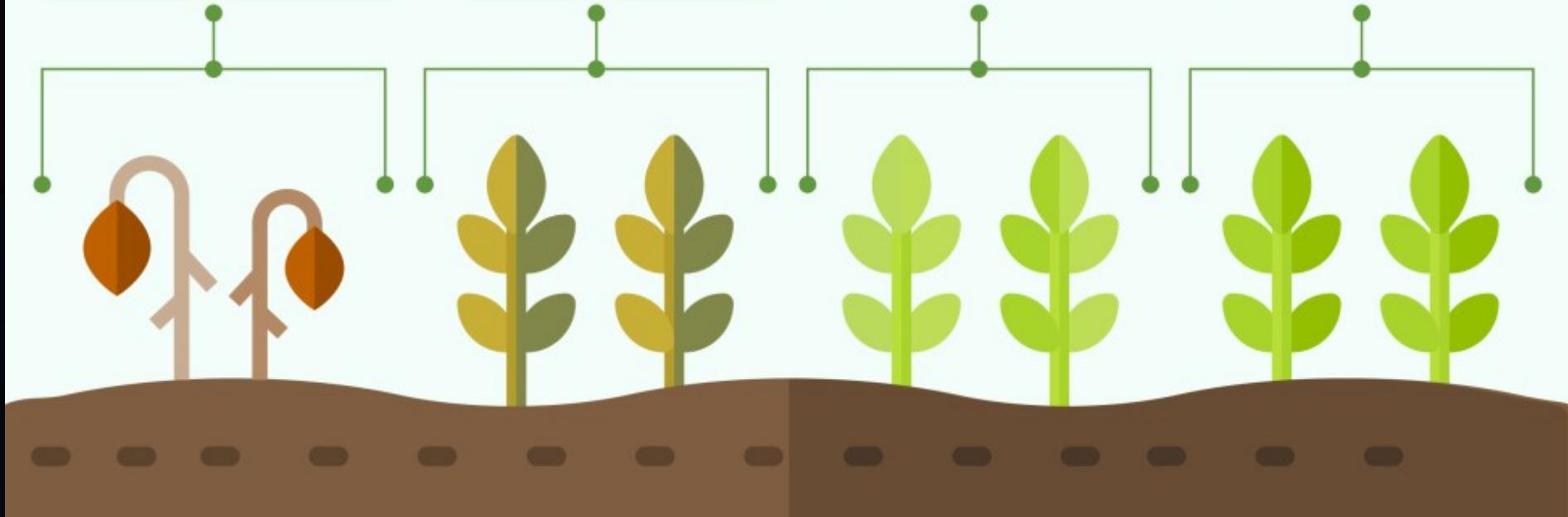
PLANTA ENFERMA

0.33 -0.66

*PLANTA MEDIANAMENTE
SANA*

0.66 - 1

PLANTA MUY SANA



¿Cómo interpretar imágenes NDVI?

- Los resultados de NDVI se presentan como un mapa de colores, donde cada color corresponde a un cierto rango de valores.
- No hay una paleta de colores estándar, pero usualmente se usa el «rojo-verde», lo que significa que los tintes rojo-naranja-amarillo indican suelo desnudo o vegetación muerta / escasa, y todos los tonos de verde son un signo de cubierta de vegetación normal a densa.

Script

Get Link Save Run Reset

```
Imports (1 entry) 
var geometry: GeometryCollection

var sentinel2 = ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2")
.filterDate("2018-01-01", "2021-01-01") //Filtro por fecha
.filterBounds(geometry) //filtro por geometría
.filterMetadata("CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE", "Less_Than", 10)

//Imprimimos propiedades del dataset filtrado en la consola
print(sentinel2)

//Seleccionar la imagen con menor cobertura de nubes
var senti2 = sentinel2.sort("CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE").first()

//Cortamos imagen de acuerdo con el área de estudio
var senti2_c = senti2.clip(geometry);

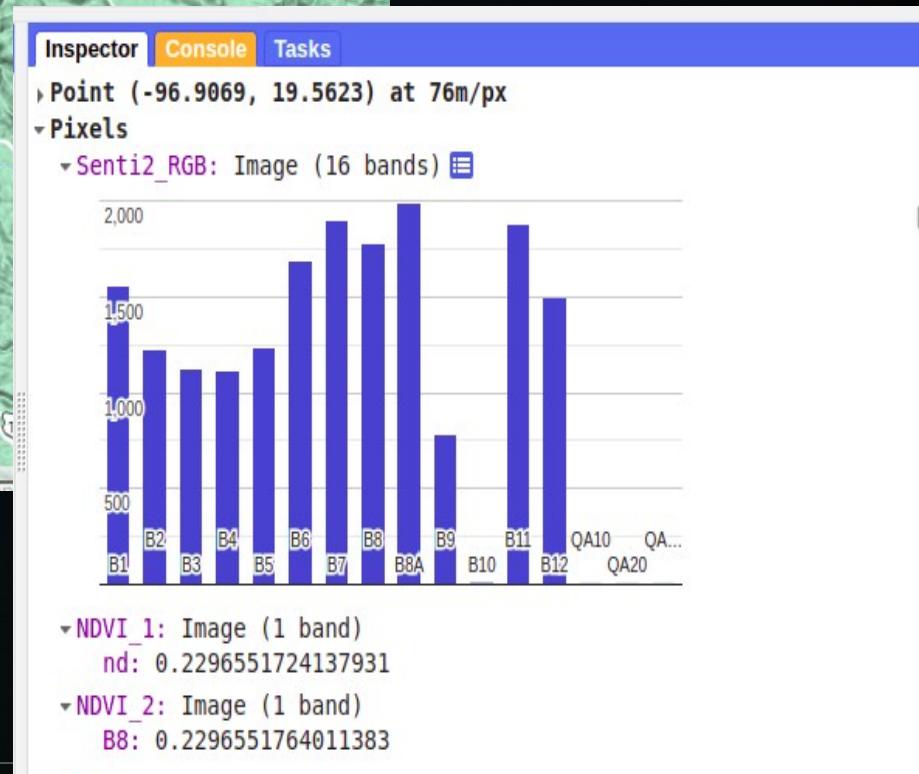
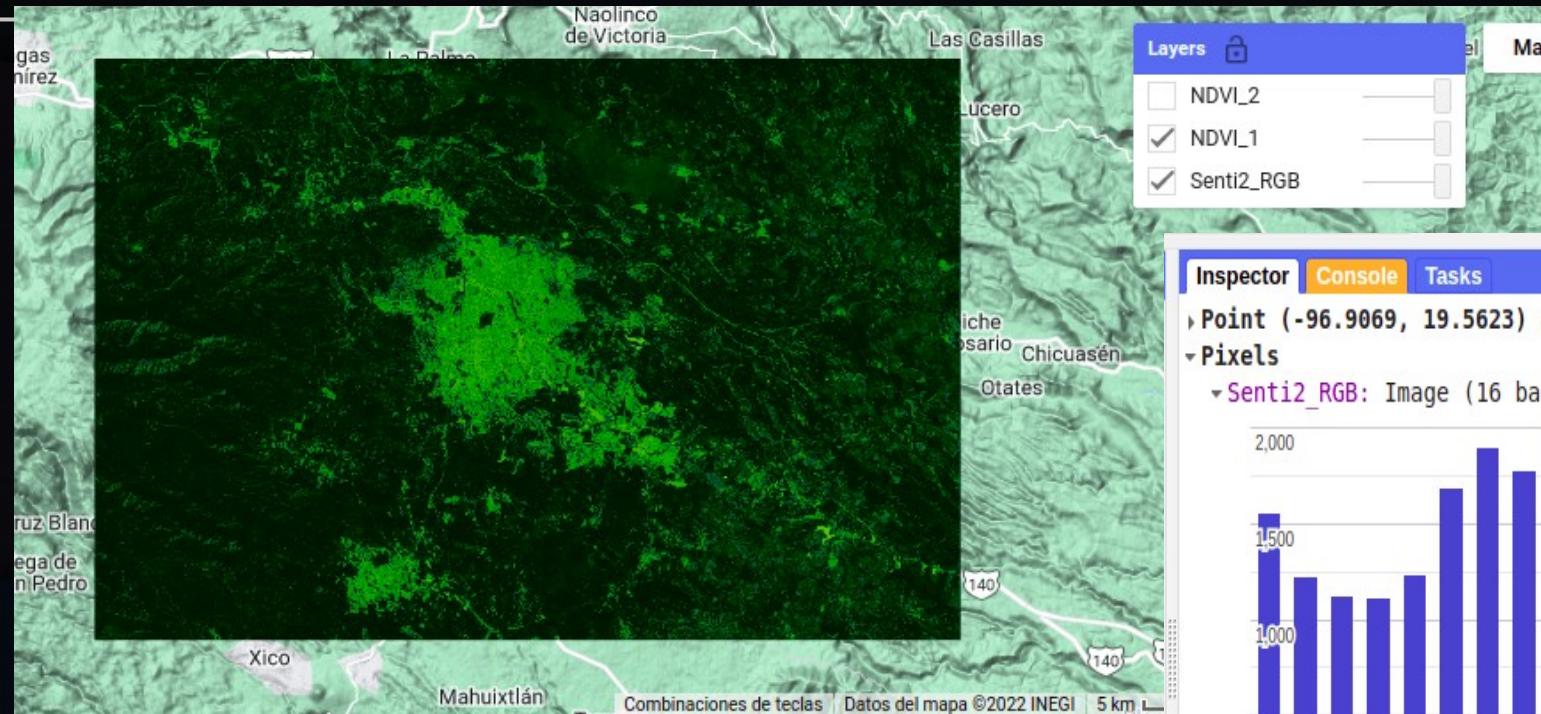
var rgvis = {
  max: 4165,
  min: 0,
  gamma: 1.0,
  bands: ["B4", "B3", "B2"]
};

//Agregamos capa
//Map.setCenter(-96.91, 19.51, 11);
Map.centerObject(geometry);
Map.addLayer(senti2_c, rgvis, 'Senti2_RGB');

//-----Cálculo NDVI-----

//Opción 1
var ndvil = senti2_c.normalizedDifference(["B8", "B4"]);
```

```
28 //-----Cálculo NDVI-----
29 //Opción 1
30 var ndvil = senti2_c.normalizedDifference(["B8", "B4"]);
31 var ndvi_vis = {
32   max: 0.7,
33   min: -0.5,
34   palette: [
35     'FFFFFF', 'CE7E45', 'DF923D', 'F1B555', 'FCD163', '99B718',
36     '74A901', '66A000', '529400', '3E8601', '207401', '056201', '004C44',
37     '023B01', '012E01', '011D01', '011301'
38   ];
39 };
40
41 //Agregar Capa
42 Map.addLayer(ndvil,ndvi_vis,"NDVI_1")
43
44
45 //Opción 2
46 var ndvi2 = senti2_c.expression("(nir-red)/(nir+red)",{
47   "nir": senti2_c.select("B8"),
48   "red": senti2_c.select("B4")
49 });
50
51
52
53
54 //Agregar Capa
55 Map.addLayer(ndvi2,ndvi_vis,"NDVI_2")
56
```



Fórmulas para otros índices espetrales.

- **SAVI** (Análisis de vegetación ajustado al suelo; zonas áridas)

$$\text{Float}(((\text{NIR}-\text{RED})/(\text{NIR}+\text{RED}+\text{L}))*(1+\text{L}))$$

- **NDWI** (Análisis de estrés hídrico)

$$(\text{NIR}-\text{SWIR})/(\text{NIR}+\text{SWIR})$$

Actividad

- Repita el análisis con imágenes de satélite Lansat 8.

Links de interés.

- <https://mappinggis.com/2020/07/los-6-indices-de-vegetacion-para-completar-el-ndvi/>
- <https://paletadecolores.online/>
- <https://googleearthengine.wordpress.com/2020/04/27/funcion-para-calcular-el-ndvi/>