

CURSO de GRADO – TC124
Programa académico 2024

UdelAR / FING / IA
Departamento de Geomática

Prof. Asist. Grdo. 2, Geógrafo Eduardo Vasquez

Captura de Datos por Percepción Remota

MÓDULO V

Extracción y obtención de información temática.

5.1 - Aplicación de la Teledetección. Extracción de información temática. Variables continuas. Modelos empíricos. Modelos teóricos. Cocientes e índices. NDVI, NDWI. Parámetros Biofísicos.

5.1 Extracción de información temática.

Aplicación de la Teledetección.

Extracción de información temática. Variables continuas. Modelos empíricos. Modelos teóricos. Cocientes e índices. NDVI, NDWI.

OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN TEMÁTICA

El objetivo en un Proyecto de Teledetección, es tratar de obtener y aplicar una metodología destinada a la obtención de información, por ej. a partir del uso de imágenes satelitales. Con ello, podremos generar de mapas de usos del suelo, simulaciones hidráulicas en un área de estudio, monitoreo en el uso del suelo, predicción de enfermedades fito-sanitarias en las plantas, etc.

Bajo que lineamientos podemos hacer los estudios ?:

- Procesamiento de imágenes satelitales.
- Clasificación de la información existente.
- Almacenamiento de los resultados de la clasificación.
- Representación de los resultados obtenidos a través de mapas temáticos.
- Vinculación de la información obtenida en la propia temática del proyecto, en el área de estudio.

EXTRACCIÓN DE INFORMACIÓN TEMÁTICA HASTA AHORA QUE HICIMOS ?

VER TRATAMIENTOS ESPECIALES A LAS IMÁGENES
EN QUE BUSCAMOS PODER DISPONER DE ÉSTAS DE LA MEJOR MANERA
PARA EXTRAER INFORMACIÓN TEMÁTICA QUE NOS INTERESA

DEBEMOS FIJAR EL OBJETIVO DEL ANÁLISIS A REALIZAR

*Obtención de **VARIABLES CONTINUAS***

*Categorización de las imágenes para generar **CLASES TEMÁTICAS***

*Detección con **ANÁLISIS DE CAMBIOS***

***MEDICIÓN** de la estructura espacial del territorio*

**para qué utilizar la
información que nos
proporcionan las
imágenes satelitales**

VARIABLES CONTINUAS

A PARTIR DE LA TELEDETECCIÓN OBTENEMOS

VARIABLES MEDIDAS EN FORMA DIRECTA

FUNCIÓN DE LOS DATOS ADQUIRIDOS POR EL SENSOR

REFLECTIVIDAD, TEMPERATURA, ALTITUD, DISTANCIAS, TOPOGRAFÍA MARINA

VARIABLES INDIRECTAS

FACTORES QUE SE PUEDEN DERIVAR DE LOS DATOS ANTERIORES

CONTENIDO CLOROFILA, ÁREA FOLIAR, HUMEDAD DE SUELO Y HOJAS, TURBIDEZ DEL AGUA, EVAPOTRANSPIRACIÓN, PRODUCTIVIDAD VEGETAL

Figura – <http://ieu-inteligencias.blogspot.com.uy/>



modelos inductivos o empíricos
modelos teóricos o deductivos

MODELOS EMPÍRICOS

BUSCAN UNA RELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS A ESTIMAR Y LOS VALORES RECABADOS POR EL SENSOR, A PARTIR DE OBSERVACIONES EN EL LUGAR

FUNCIONES DE AJUSTE, QUE RELACIONAN EL PARÁMETRO EN ESTUDIO Y LOS VALORES DEL SENSOR

AJUSTE POR REGRESIÓN
AJUSTE POR REDES NEURONALES

PROCEDIMIENTOS SENCILLOS Y CON ESTIMACIÓN DE PRECISIONES



ESCASA CAPACIDAD DE GENERALIZACIÓN



MODELOS TEÓRICOS

BUSCAN RELACIONES DE VALIDEZ, INDEPENDIENTES LO MÁS POSIBLE DE CONDICIONES PARTICULARES DE OBSERVACIÓN

DEMUESTRAN LA RELACIÓN FÍSICA ENTRE EL PARÁMETRO A ESTIMAR Y LA INFORMACIÓN ESPECTRAL EN LA IMAGEN

SE VERIFICA LA RELACIÓN CON EJEMPLOS EMPÍRICOS

SE INVIERTE EL MODELO, PARA ESTIMAR EL PARÁMETRO DESDE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN LA IMAGEN

MÁS POSIBILIDADES PARA ESTIMAR VARIABLES BIOFÍSICAS



PROCEDIMIENTO DE AJUSTE COMPLICADO Y NO SIEMPRE PRECISOS



COCIENTES E ÍNDICES

cubierta vegetal

NDVI

obtener más información de los sensores de NDVI



<http://blogesp.cimmyt.org/2014/01/page/2/>

<http://www.lab-ferrer.com/sensores/instrumentacion-y-sensores/teledeteccion-y-espectroradiometria/sensor-srs.html>

**índice diferencial de
vegetación normalizado**

EL NDVI, CON QUE LO RELACIONAMOS

Propiedades estructurales de la cubierta vegetal.

Área foliar.

Acumulación de biomasa.

LOS VALORES ESTARÁN RELACIONADOS CON LA ENERGÍA ABSORBIDA O REFLEJADA DE LAS PLANTAS.

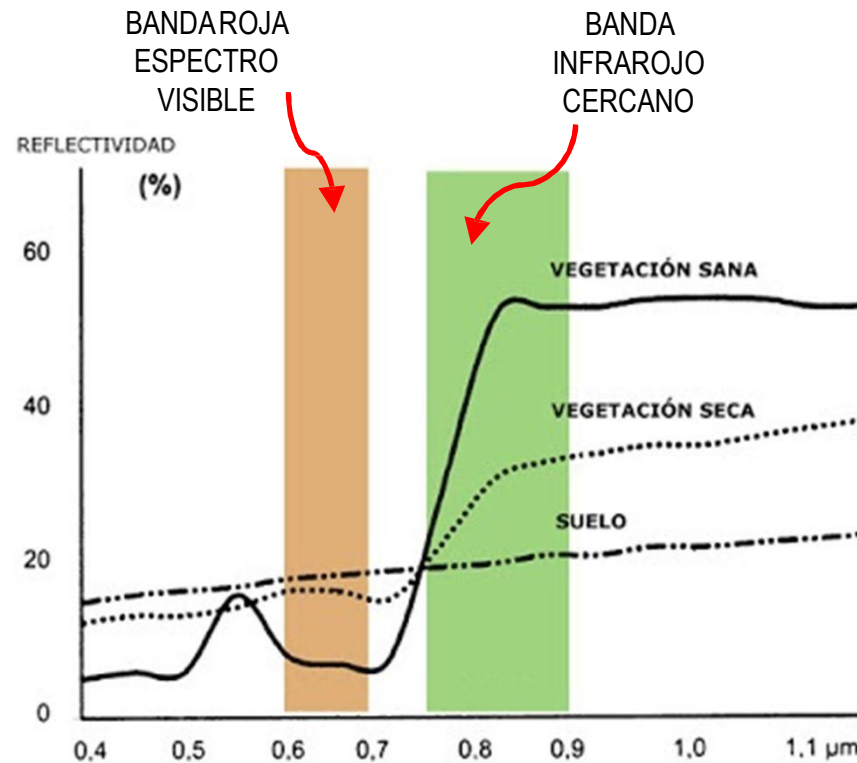
LA SALUD DE UNA VEGETACIÓN O EL ESTRÉS HÍDRICO DE LA PLANTA, MUESTRAN UNA CLARA RESPUESTA EN EL ESPECTRO VISIBLE Y EN EL INFRAROJO CERCANO.

**se basa en las curvas de
respuesta de
reflectancia ya vistas**

COCIENTES E ÍNDICES DE VEGETACIÓN

técnicas de cocientes, pixel a pixel, entre los valores de ND almacenados entre dos o varias bandas de una misma imagen

MEJORAR LA DISCRIMINACIÓN ENTRE CUBIERTAS TERRESTRES CON REFLECTIVIDADES DIFERENTES EN LAS BANDAS EN ESTUDIO



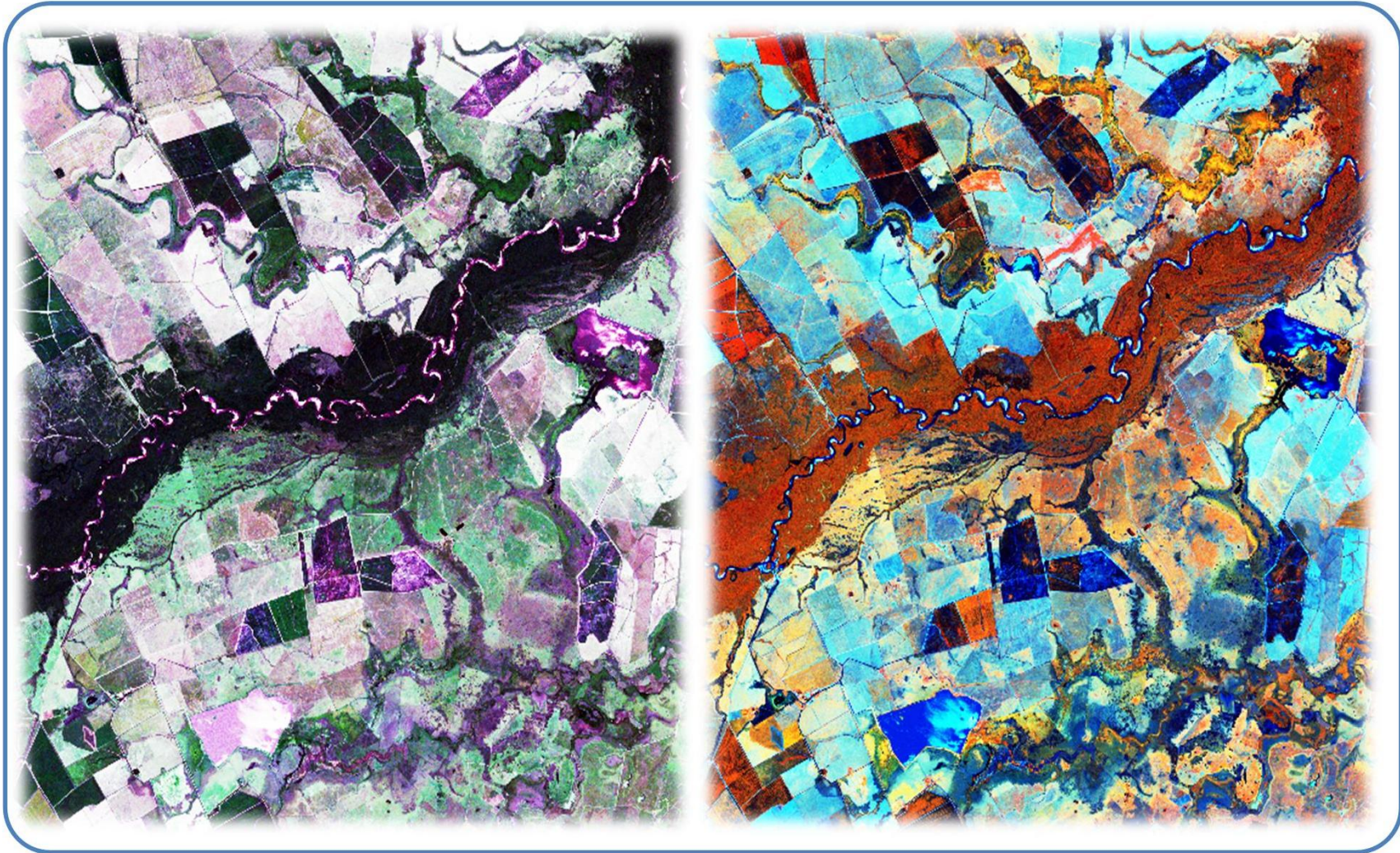
AYUDA A REDUCIR EL EFECTO DE RELIEVE, PERO SOLO PARCIAL, PUES NO CONSIDERA LOS EFECTOS ATMOSFÉRICOS

técnicas de cocientes, pixel a pixel, entre los valores de ND

Figura - <http://estambhidgeom.blogspot.com.uy/2012/01/indices-de-vegetacion.html>

INFORMACIÓN TEMÁTICA

MÓDULO V – ANÁLISIS DE LAS IMAGENES



2123626_2016-01-09_RE5_3A_342730.B321 – sensor RapidEYE

2123626_2016-01-09_RE5_3A_342730.B432 – sensor RapidEYE

Prof. Asistente Gdo. 2. Eduardo Vásquez.

INFORMACIÓN TEMÁTICA

NDVI ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA

normalized differential vegetation index

Índice Ratio

Basado en pendiente

$$\text{RATIO} = \text{banda IR} / \text{banda R}$$

*problemas de iluminación lo minimizan
susceptible a la división por cero
distribución no es normal*

Índices definidos para reflectividades,
pero es posible su utilización a partir
de ND

NDVI para ND Landsat TM

$$\text{NDVI} = (\text{IR} - 0.801\text{R}) / (\text{IR} + 0.801\text{R})$$

NDVI para ND Spot HRV

$$\text{NDVI} = (\text{IR} - 0.663\text{R}) / (\text{IR} + 0.663\text{R})$$

**modelo teórico de Guyot
y Gu (1994), tratan de
corregir subestimación**

Índice de Vegetación Normalizado

Basado en pendiente

$$\text{NDVI} = (\text{banda IR} - \text{banda R}) / (\text{banda IR} + \text{banda R})$$

*problemas de iluminación lo minimizan
división por cero se reduce
Escala fluctúa entre -1 y +1*

NDVI, SIGNIFICADO DEL ÍNDICE

Se calcula a partir del porcentaje de reflectancia en las regiones del rojo (630 nm) y del infrarrojo cercano (800nm) del EEM.

El porcentaje de reflectancia es la relación entre la radiación ascendente (que procede de la cubierta) y la descendente (procede del sol).

La banda roja se relaciona con el contenido de clorofila (elevada absorción), y el NIR se relaciona con la estructura foliar (elevada reflectividad).

**en resumen
cual es el significado
del índice**

INFORMACIÓN TEMÁTICA

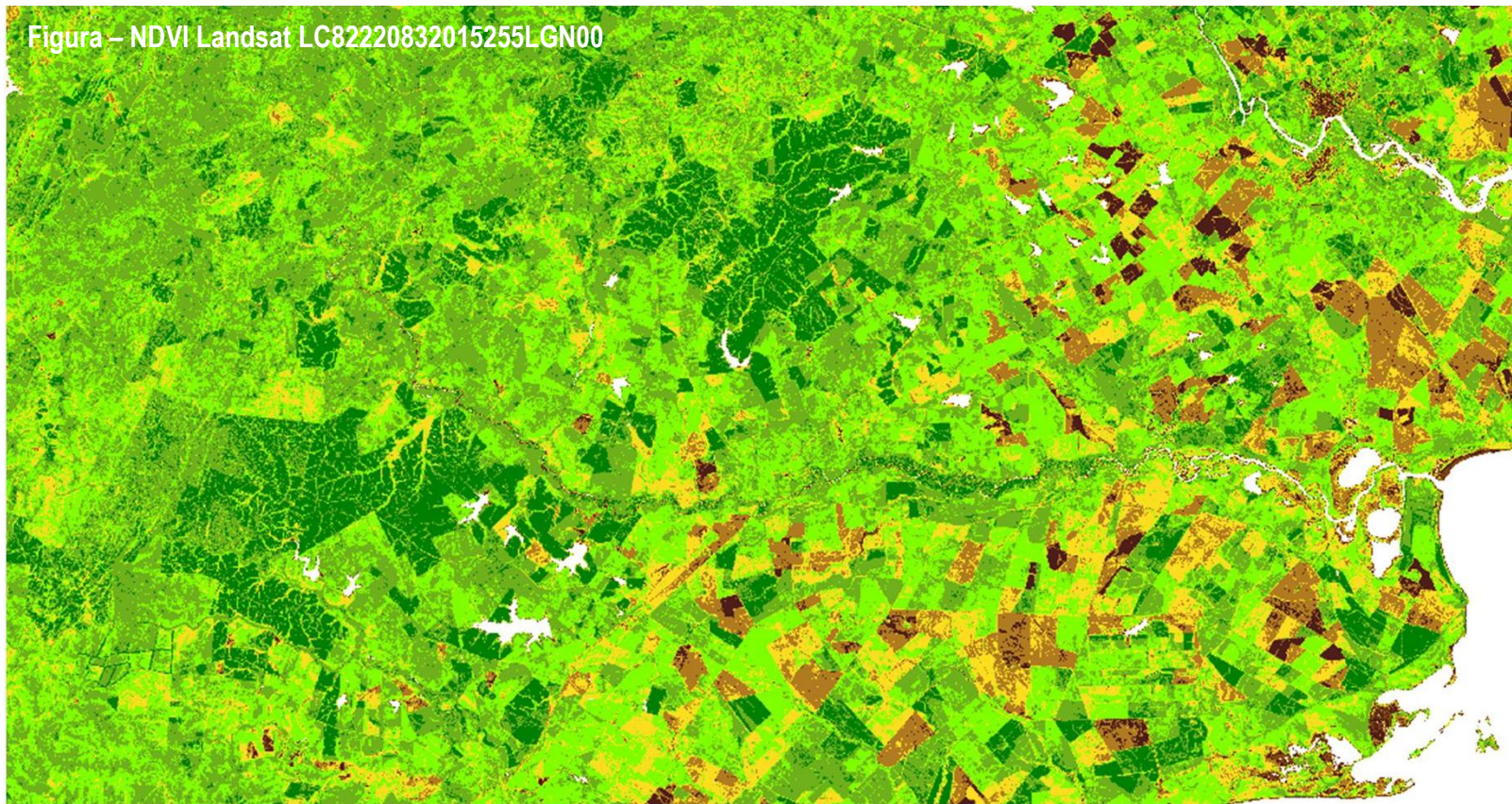
ASPECTO

MÓDULO V – ANÁLISIS DE LAS IMAGENES

aspecto de interés del NDVI, varía entre márgenes conocidos -1 y +1
Umbral crítico para cubiertas vegetales + 0,1
Vegetación densa, entre + 0,5 y + 0,7

Holben, 1986

Figura – NDVI Landsat LC82220832015255LGN00



Prof. Asistente Gdo. 2. Eduardo Vásquez.

INFORMACIÓN TEMÁTICA

MÓDULO V – ANÁLISIS DE LAS IMAGENES

INTERPRETACIÓN DE LOS VALORES



Valores inferiores a 0,1
Suelos desnudos
Arenales
Rocas



Valores entre 0,2 y 0,3
Arbustos
Praderas



Valores entre 0,6 y 0,8
Bosques
Vegetación frondosa



**como todo índice
normalizado
sus valores varían entre
-1 y +1**

INFORMACIÓN TEMÁTICA

MÓDULO V – ANÁLISIS DE LAS IMAGENES

SENSORES QUE ME PERMITEN OBTENER NDVI

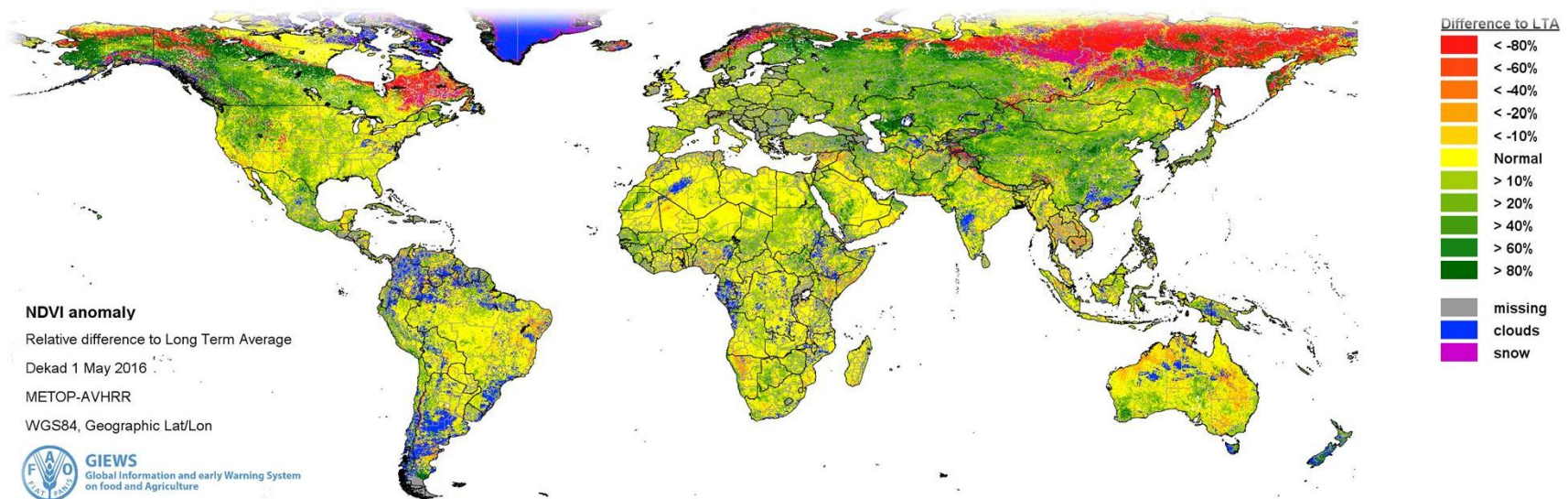


**terrestres, aéreos,
espaciales
espaciales**

UDELAR – FING – IA - CAPTURA DE DATOS POR PERCEPCIÓN REMOTA / TC124

INFORMACIÓN TEMÁTICA

NDVI GLOBAL



http://www.fao.org/gIEWS/earthobservation/asis/index_2.jsp?lang=es

FAO
programa de
observación de la
tierra

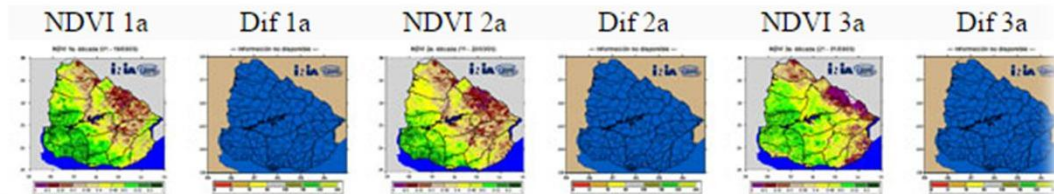
INFORMACIÓN TEMÁTICA

NDVI LOCAL

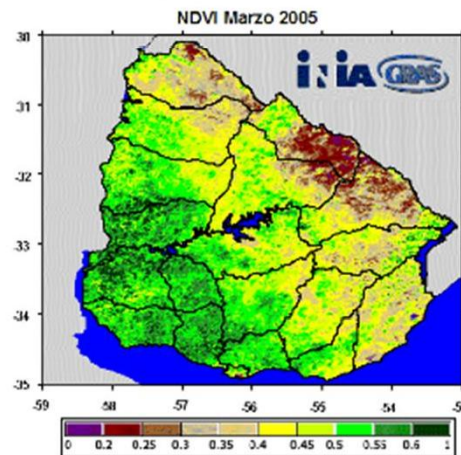
_LOCAL

NDVI y desvío mensual con respecto a media histórica
se presentan también los decadios del mes y diferencia respecto a decadio anterior

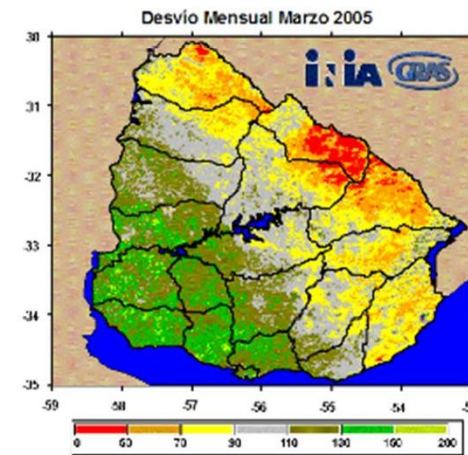
<< < Año < Mes **Marzo 2005** Mes > Año > >>



Indice de Vegetación Normalizado(NDVI)



Desvío Mensual (Media= 100%)



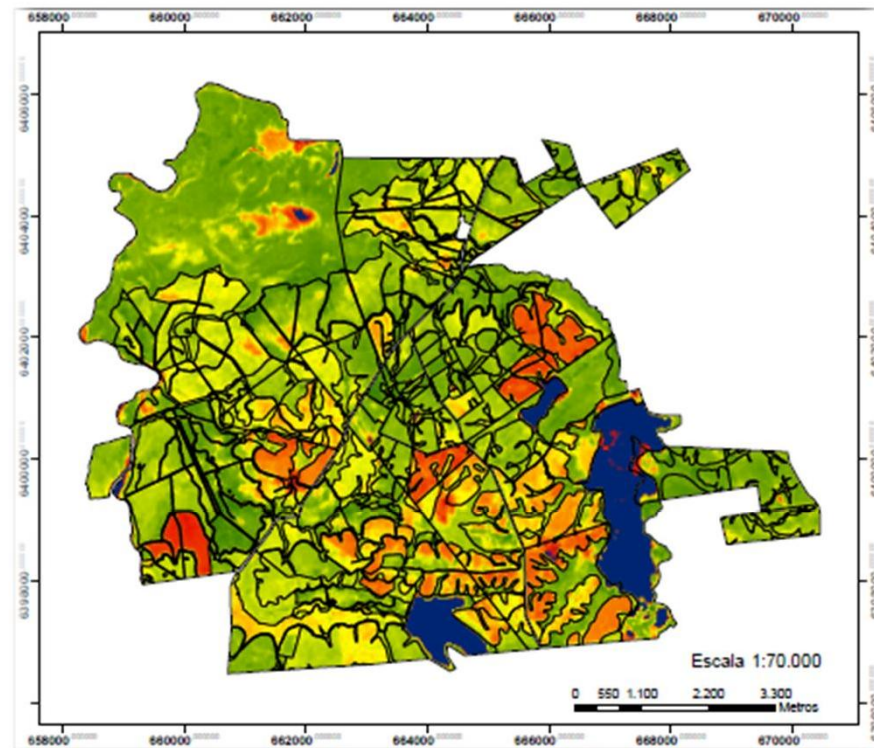
Se utiliza como "media" al promedio de los valores MAXIMOS de NDVI de cada mes para el periodo base de 1996-2001

INIA
programa de monitoreo
ambiental

<http://www.inia.uy/gras/Monitoreo-Ambiental/Monitoreo-de-la-vegetaci%C3%B3n>

NDVI INDIVIDUAL

NDVI 9 de enero 2016



Elipsoide.....WGS84
Proyección.....UTM 21S
Cuadrícula cada 2.000 mts.

Referencias

▭ Lotes

Value



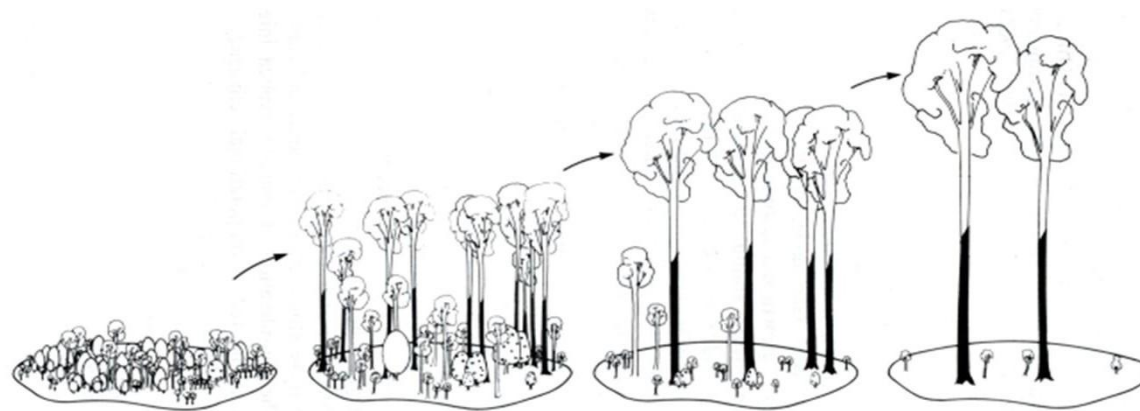
Características Técnicas: NDVI (Índice verde normalizado) elaborado a partir de imágenes landsat8 con las bandas Rojo (R) e Infrarrojo cercano (IR), ambas fueron procesadas para tener la radiancia en el techo de la atmósfera. La resolución de las imágenes es de un tamaño de pixel de 30m, y la distribución espectral de las bandas son las siguientes:
R.....640-670nm
IR.....850-880nm
NDVI = (IR-R)/(IR+R) Rouse et al. (1974) y Tucker (1979)
El método para la rampa de colores es un Desvío Standart con n=2.5

**estudios y
seguimientos en
predios particulares**

INFORMACIÓN TEMÁTICA

NDVI INDIVIDUAL

variación espacio - temporal



crecimiento anual

cuando cambiamos la
escala de trabajo

<http://www.gerrymarten.com/ecologia-humana/capitulo06.html>

LIMITACIONES EN EL USO DEL ÍNDICE

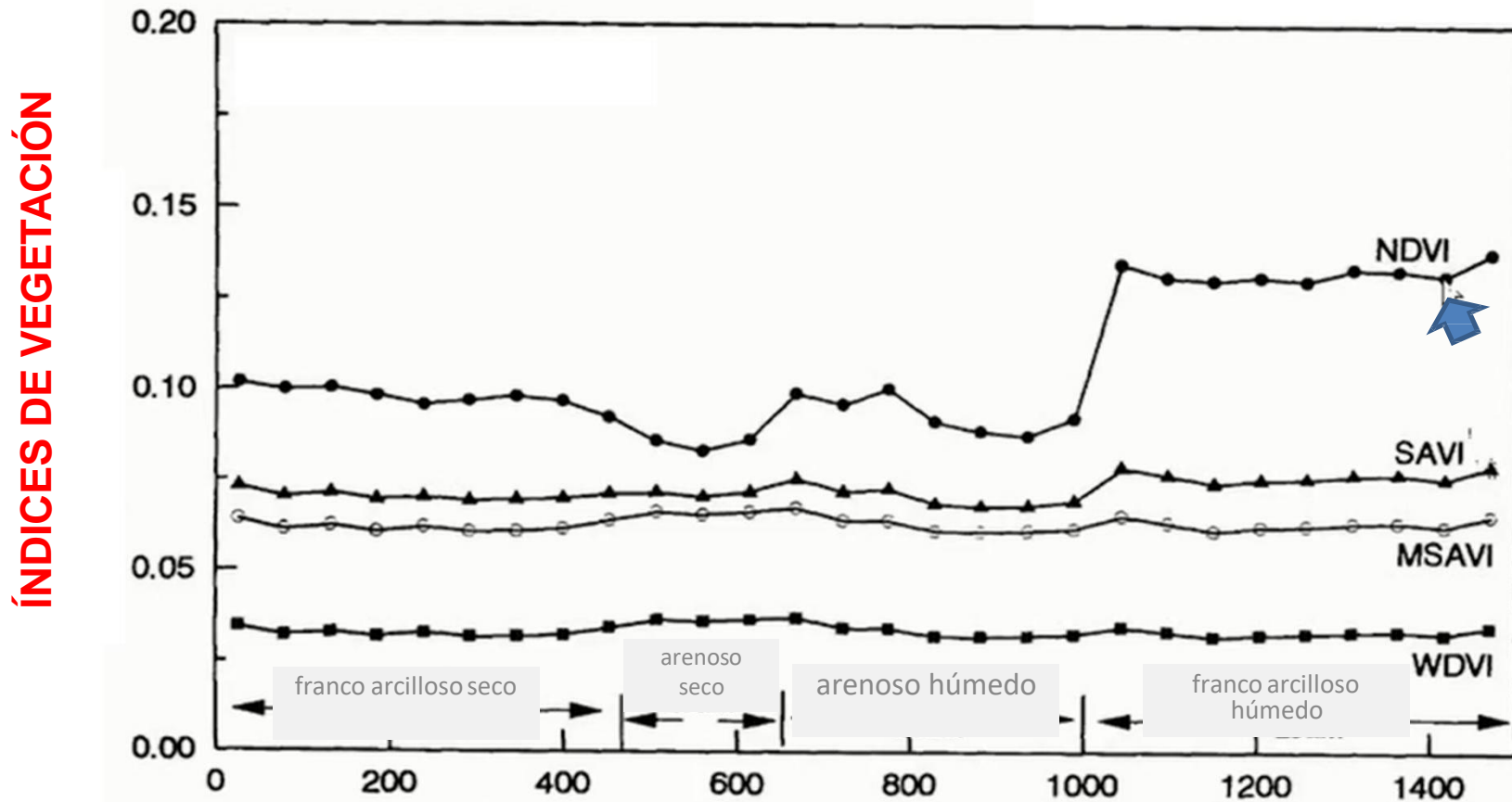
Sensibilidad al suelo, cuando la vegetación es pobre

Falta de sensibilidad con valores elevados de índice foliar

Trabaja solo con dos bandas, Rojo y NIR

que podemos hacer ?

CREACIÓN DE NUEVOS ÍNDICES



como incide el suelo en el cálculo de los índices

TRANSECTA ESPACIAL

COCIENTES E ÍNDICES DE VEGETACIÓN - SAVI

Índice de Vegetación ajustado al suelo *Soil Adjusted Vegetation Index*

$$\text{SAVI} = (\text{banda IR} - \text{banda R}) / (\text{banda IR} + \text{banda R} + L) * (1 + L)$$

L = 0,5 para densidades intermedias y es el habitual en emplear

L = 0 cuando la cobertura vegetal es 100%

L = 1 cuando la cobertura vegetal es 0%

Huete (1988) Rem. Sens. Env.

otros nuevos ajustes

INFORMACIÓN TEMÁTICA

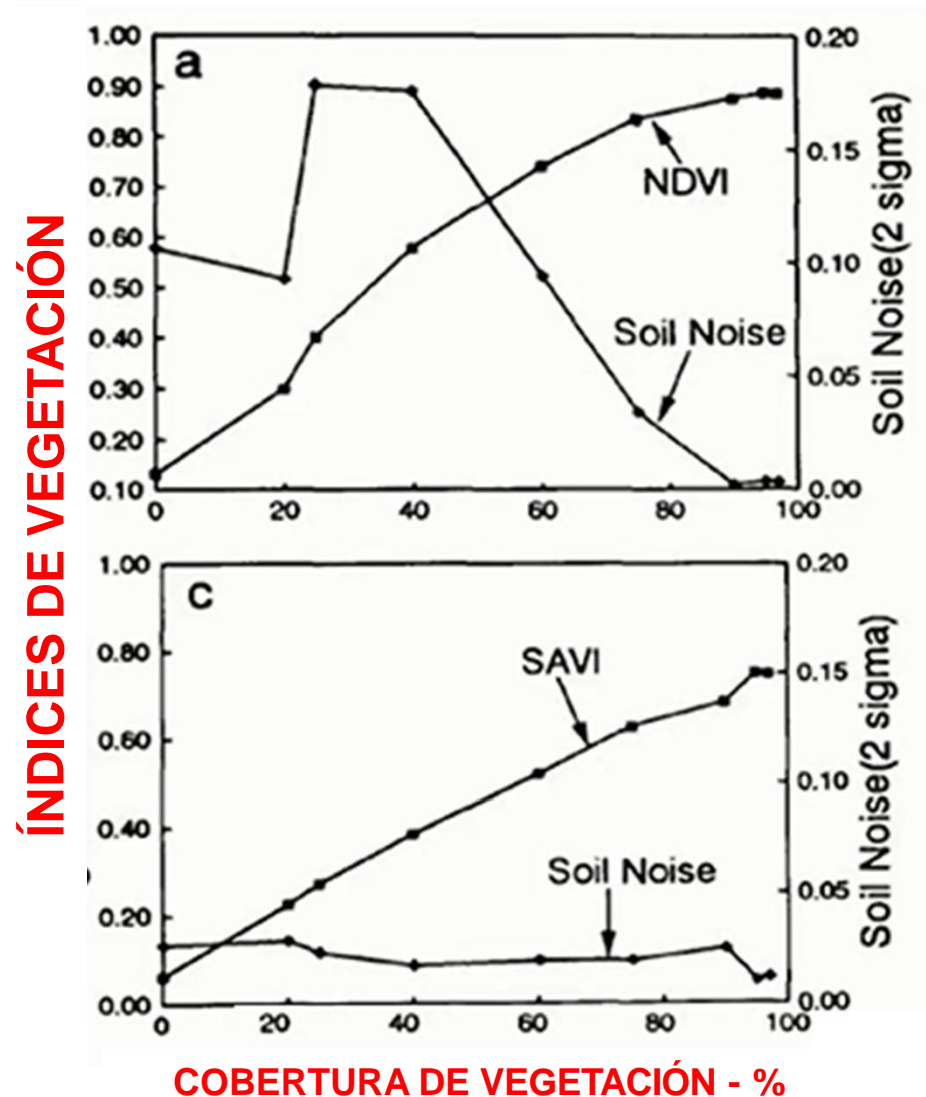
NDVI VS. SAVI

La sensibilidad del NDVI con referencia a la reflectividad del suelo es alta, si la cobertura de vegetación no es del 100 %

El índice SAVI con referencia a la interferencia del suelo no es tanta, y no varía con respecto a la variación de la cobertura del suelo

Qi et al. (1994) Rem. Sens. Env.

comportamiento



COCIENTES E ÍNDICES DE VEGETACIÓN - MSAVI

Qi et al. (1994) Rem. Sens. Env.

Índice de Vegetación ajustado al suelo modificado
Modified SAVI

$$\text{MSAVI} = \frac{2 * \text{banda IR} + 1 - \sqrt{(2 * \text{banda IR} + 1)^2 - 8 * (\text{banda IR} - \text{banda R})}}{2}$$

Con la aplicación de éste índice MSAVI

Se evita el tener que estimar o medir la constante L del índice SAVI

Johnson et al, 2012 remote sensing

otros nuevos ajustes

INFORMACIÓN TEMÁTICA

NDVI VS. SAVI VS. MSAVI

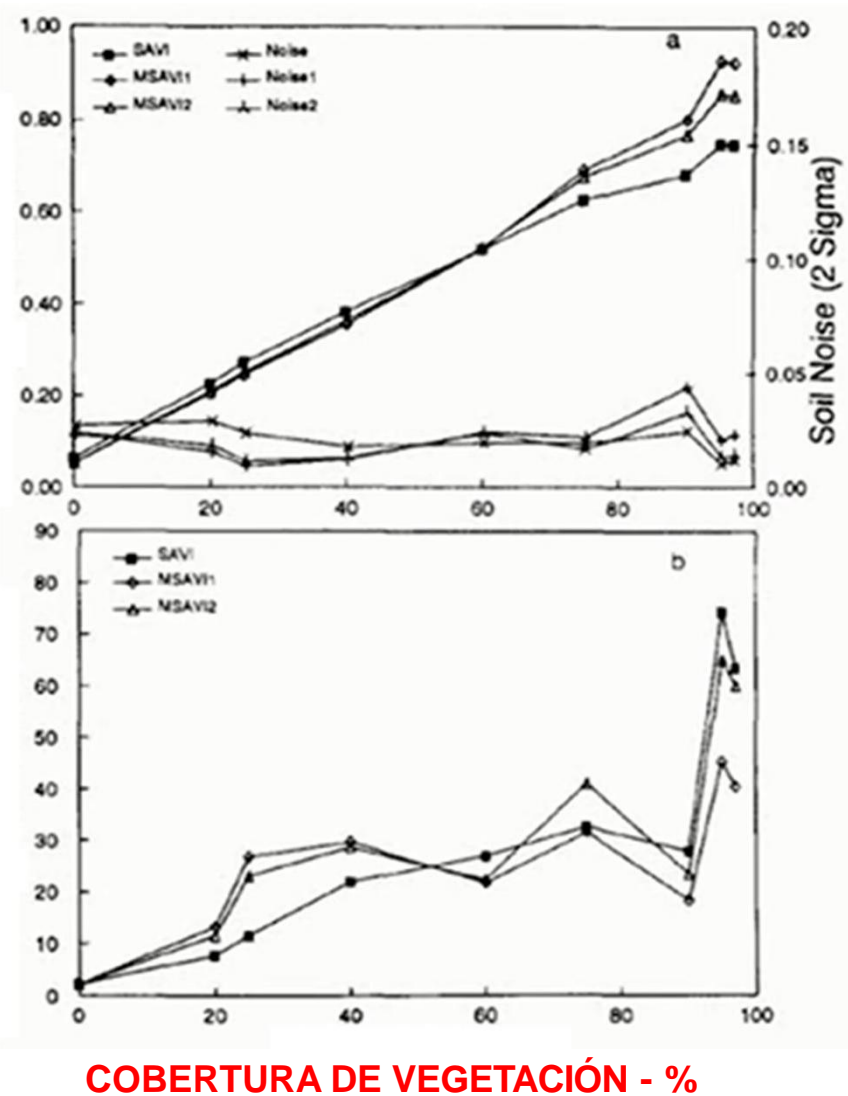
El rango y los niveles de ruido en el MSAVI, son comparables con el índice SAVI

No hay necesidad de calcular el coeficiente L que interviene en el cálculo de SAVI

Qi et al. (1994) Rem. Sens. Env.

comportamiento

ÍNDICES DE VEGETACIÓN

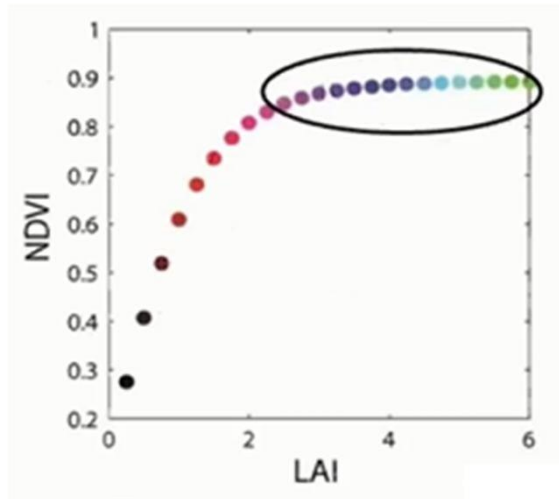


INFORMACIÓN TEMÁTICA

Index of leaf area
Índice de área foliar

LAI ELEVADO

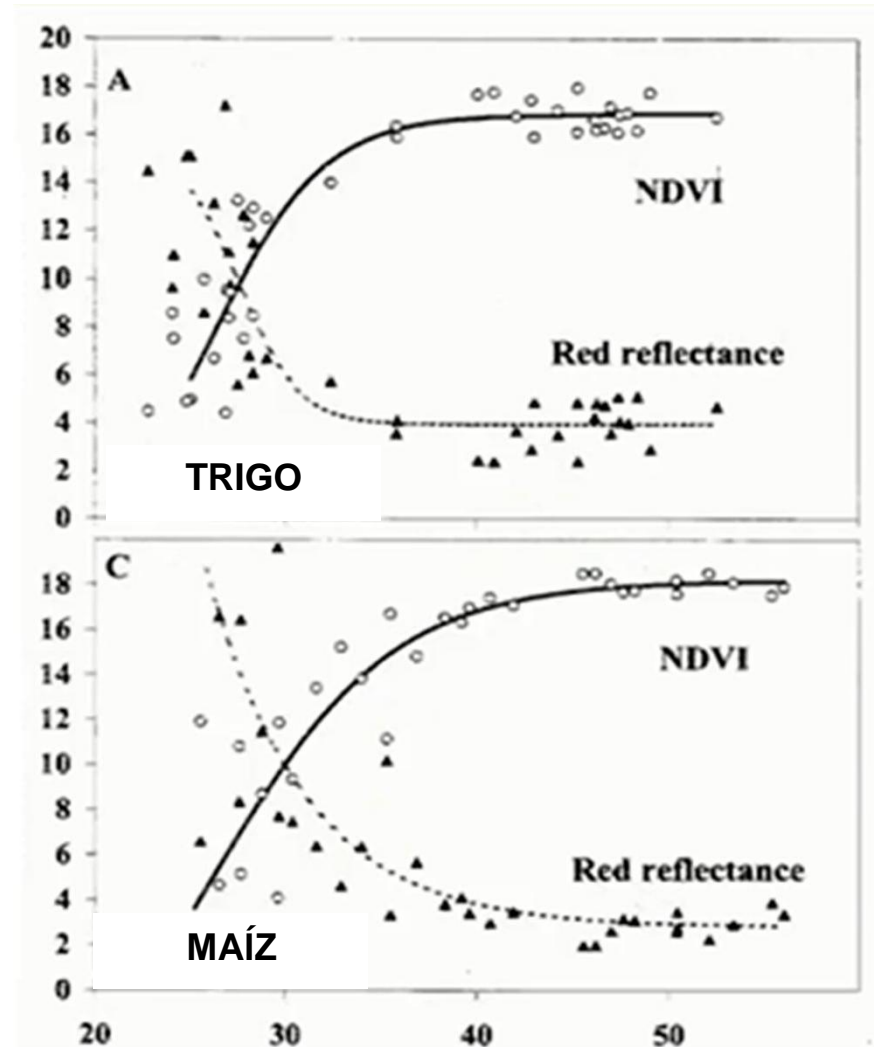
Si tomamos como referencia los valores de LAI (índice de área foliar), podemos afirmar que para valores mayores a 4, el índice NDVI se satura



Gitelson (2004) *J. Plant Phys.*

limitaciones por un exceso de cobertura vegetal

REFLECTANCIA DEL ROJO



REFLECTANCIA DEL INFRARROJO

Prof. Asistente Gdo. 2. Eduardo Vásquez.

COCIENTES E ÍNDICES DE VEGETACIÓN - WDRVI

Qi et al. (1994) Rem. Sens. Env.

Índice de Vegetación de amplio alcance
Wide Dynamic Range Vegetation Index

$$\text{WDRVI} = \frac{(a * \text{banda IR} - \text{banda R})}{(a * \text{banda IR} + \text{banda R})}$$

a es un coeficiente que trata de minimizar las diferencias de reflectividades

Es un valor que varía entre el 0 y el 1

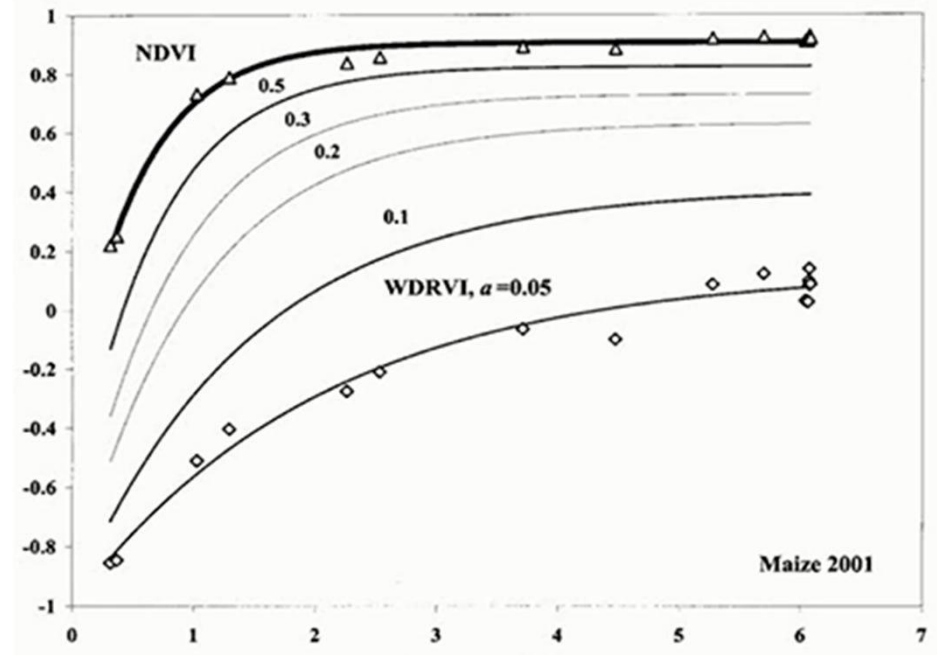
Dempewolf et al 2014. Remote Sensing

otros nuevos ajustes

WDRVI, INTERPRETACIÓN DE LA CONSTANTE a

El valor a a tomar de a , es un tanto subjetivo y lo que tratamos de hacer es que se mantengan las diferencias de reflectividades entre la banda del infrarrojo IR, y la banda del rojo R, para que desaparezca la saturación en esta última banda.

ÍNDICES DE VEGETACIÓN



LAI – índice de área foliar

Gitelson (2004) *J. Plant Phys.*

comportamiento

COCIENTES E ÍNDICES DE VEGETACIÓN - EVI

Índice de Vegetación Mejorado

Enhanced Vegetation Index

Basado en pendiente

$$EVI = G^* \frac{(banda\ IR - banda\ R)}{(banda\ IR + C1 * banda\ R - C2 * banda\ A + L)}$$

G se llama factor de ganancia

G = 2,5

C1 = 6 coeficientes de corrección por el efecto del aerosol en la banda del rojo

C2 = 7,5 coeficientes de corrección por el efecto del aerosol en la banda del azul

L es la corrección al efecto del fondo del follaje, incidencia del suelo

L = 0 a 1

otros nuevos ajustes

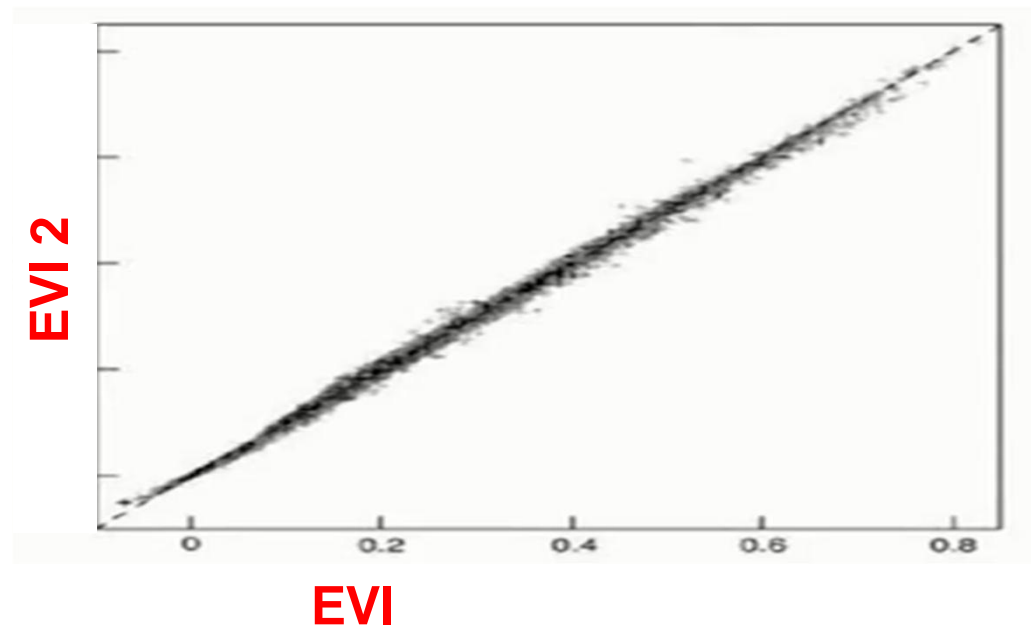
COCIENTES E ÍNDICES DE VEGETACIÓN - EVI 2

Índice de Vegetación Mejorado 2 bandas

Enhanced Vegetation Index 2

$$EVI\ 2 = 2.5^* \frac{(banda\ IR - banda\ R)}{(banda\ IR + 2.4 * banda\ R + 1)}$$

Jiang *et al.* (2008) *Rem. Sens. Env.*



otros nuevos ajustes

USO Y APLICACIÓN DEL NDVI

Es un **buen instrumento** para obtener conocimiento y poder realizar y cuantificar, las variaciones en el espacio y en el tiempo, de la cubierta vegetal. Lo que lo hace aplicable al seguimiento de cultivos.

Debemos utilizarlo en forma cuidadosa, pues en los **casos extremos** de cobertura vegetal, suele no comportarse bien.

Es calculado en función de las bandas del infrarrojo **NIR** y del rojo **R**, las que se pueden utilizar para calcular nuevos índices que en muchos casos, suelen tener mejor comportamiento y reducir las limitaciones del propio NDVI.

conclusiones

Hoy, debemos también considerar el uso de la banda **red-edge**

COCIENTES E ÍNDICES CONSIDERANDO OTRAS VARIABLES O COMPONENTES

**cubierta con
contenido de agua**

COCIENTES E ÍNDICE NDWI

índice diferencial de agua normalizado o NDWI

Normalized Difference Water Index

Es utilizado como una medida de la cantidad de agua que posee la vegetación, o lo que otros denominan el nivel de saturación de humedad del suelo

Su utilización por ejemplo:

*MODELOS DE BALANCE HÍDRICOS
PREDICCIÓN CLIMÁTICA*

**índice que involucra
el contenido de
humedad en el suelo**

ESTRÉS HÍDRICO - MSI

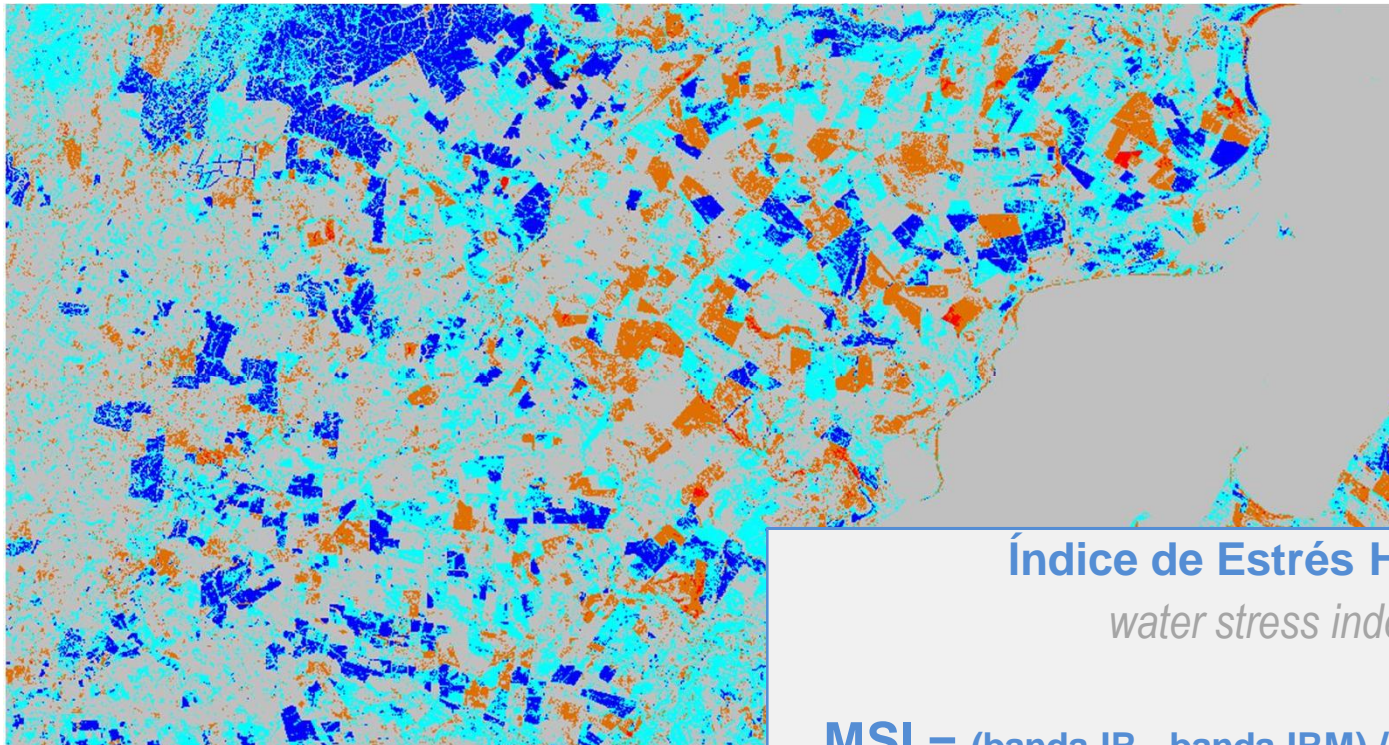


Figura – MSI Landsat LC82220832015255LGN00

Índice de Estrés Hídrico
water stress index

$$\text{MSI} = (\text{banda IR} - \text{banda IRM}) / (\text{banda IR} + \text{banda IRM})$$

*Basado en la determinación de la tasa de transpiración
Medición de la temperatura y el déficit de presión de vapor*

**cociente e índice de
estrés hídrico**

PARÁMETROS DE LA CUBIERTA VEGETAL



Ejemplos de parámetros relacionados positivamente con el NDVI

Contenido de clorofila en la hoja. El NDVI presenta correlaciones altas y linealmente positivas

Curran, 1989; Westman, 1994; Zarco-Tejada et al., 2001.

Contenido de agua en la hoja. El NDVI presenta correlaciones negativas y lineales

Hardy y Burgan, 1999; Westman y Price, 1988.

Índice del área foliar, LAI. Presenta una asociación positiva, especialmente cuando la vegetación no cubre totalmente el suelo

Baret 1995; Sellers, 1989.

Evapotranspiración potencial. Es inversamente relacionada con los índices de vegetación a través del vigor de la hoja y el estrés hídrico.

Cihlar et. Al., 1991; Sánchez y Chuvieco, 2000.

**relacionamiento con
el NDVI**

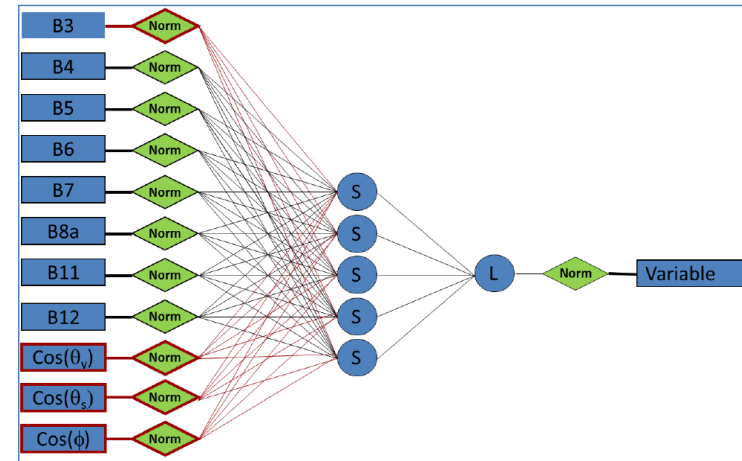
INFORMACIÓN TEMÁTICA

Nombre	Significado	Valor	Objetivo
fCover (Fracción de recubrimiento de vegetación verde)	% de superficie de suelo cubierto por las plantas, visto desde arriba	de 0 hasta 1, Siendo 1 la situación en la que el suelo esta totalmente cubierto por la vegetación	Asociados con otros indicadores, que permite evaluar la biomasa
FAPAR (Fracción de Radiación Activa absorbida foto-sinteticamente)	% de luz solar absorbida por la planta para su proceso de fotosíntesis	de 0 hasta 1, Siendo 1 la situación en la que la fotosíntesis esta plenamente activa	Directamente relacionados con la actividad de la fotosíntesis y asociada a otros indicadores, permite evaluar la biomasa y productividad
LAI (Índice de Área Foliar)	Cantidad de metros cuadrados de hojas presente por cada metro cuadrado de suelo.	Hasta 5 u 8, para la mayoría de los cultivos, (el suelo está totalmente cubierto con valor de 3-4)	Asociada a otros indicadores, permite la evaluación de la biomasa
Contenido de Clorofila del Dosel (CAB)	Contenido de clorofila A y B en dosel obtenido al multiplicar el contenido de clorofila en la hoja por el Índice de Área Foliar	varia entre 0 a 600 g / cm²	Asociada a la biomasa, permite para evaluar la concentración de nitrógeno y evaluar la recomendación de aportaciones de nitrógeno.
Contenido de Agua del Dosel (CAB)	Contenido de Agua por unidad de área del terreno (g/cm ²)	Varia entre 0 hasta 0,55 g / cm²	El agua representa entre el 60 y el 80% de las plantas vivas por lo que su proporción en las plantas nos da idea de la salud de la planta.

Estimación de Parámetros Biofísicos

INFORMACIÓN TEMÁTICA

- Mediante el uso de un avanzado Procesador Biofísico es posible computar distintas variables biofísicas a partir de Imágenes Sentinel 2.
- El Algoritmo utilizado está basado en modelos de transferencia radiativa específicos: El Modelo PROSPECT para las propiedades ópticas de las hojas y el Modelo SAIL para el dosel.
- El algoritmo utiliza una Red Neuronal compuesto por una capa de entrada con las 11 Bandas Sentinel 2, una capa oculta con 5 neuronas y una capa de salida con una función de Transferencia Lineal



Product	Unit	Minimum	Maximum	resolution
LAI	$mP^{2P} \cdot mP^{-2P}$	0	8.0	0.01
FAPAR	-	0	1.0	0.01
FVC	-	0	1.0	0.01
CCC	g/cm^2	0	600	1
CWC	$\mu g/cm^2$	0	0.55	0.0025

**Estimación de
Parámetros
Biofísicos**