

Índice (NDVI)

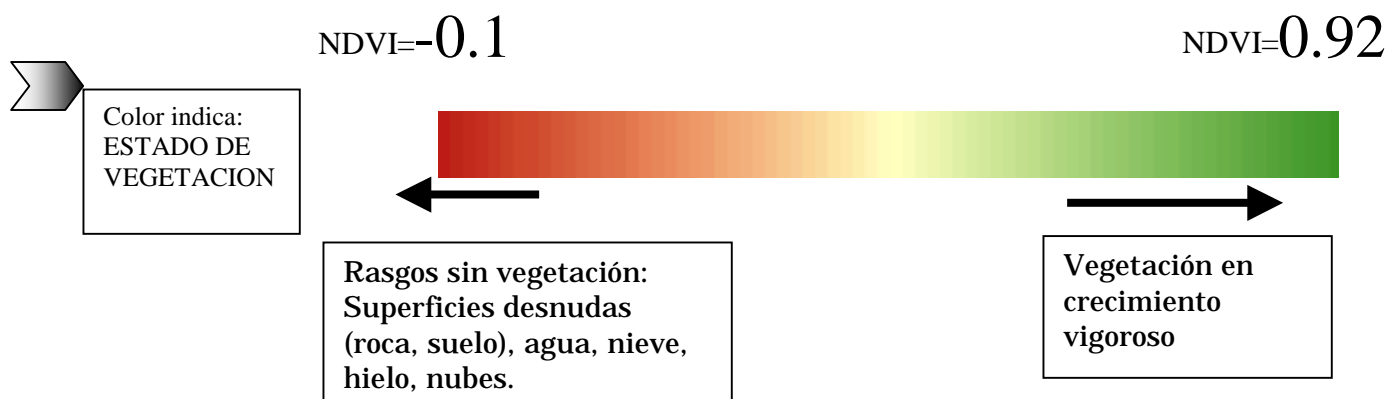
El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada o NDVI se utiliza para estimar de la vegetación verde el:

- Crecimiento de las plantas (vigor),
- Cobertura de vegetación y la
- Producción de biomasa

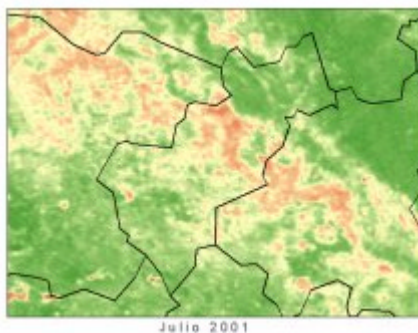
ya que el índice está relacionado con la actividad fotosintética de la vegetación. El índice NDVI se calcula con bandas de imágenes de satélite, aprovechando las características únicas del reflejo de la vegetación verde¹.

El índice varía entre -1 y 1.

Operativamente, en los datos usados por SEDEA² el índice varía en el rango -0.1 y 0.92, para maximizar el intervalo de la vegetación, representándose convencionalmente como una variación o rampa de colores entre el rojo intenso (-0.1) y el verde intenso (0.92):



Ejemplo de una cobertura NDVI para el estado de Querétaro (Julio 2001):



¹ Ver "Información complementaria: ¿Cómo se calcula el índice NDVI?"

² Productos SPOT-Vegetation S10 NDVI

Diferencia entre índices (NDVI)

Es posible comparar las diferencias entre dos coberturas NDVI de la misma zona de interés.

El resultado, más que el estado de la vegetación en cualquiera de los dos instantes, muestra la **dirección del cambio** en la vegetación:

- Si la vegetación de una cobertura está “mejor” (más vigorosa, verde) o “peor” (menos vigorosa, seca) en relación con la otra cobertura, **independientemente de su estado inicial**³.

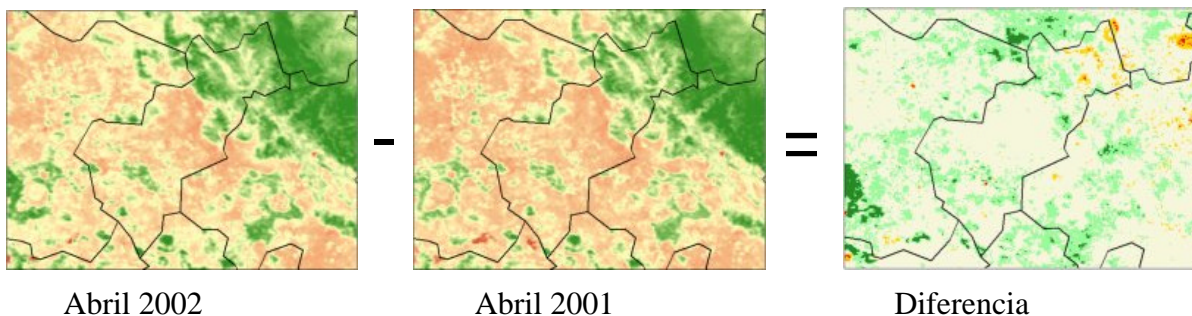
Claramente la diferencia en la vegetación tiene diferentes causas, dependiendo de la zona de estudio, los regímenes de lluvia, y cambios estacionales de temperatura, etc.

Una manera convencional de representar la diferencia es organizando en clases, que describan los cambios de vegetación (de nuevo: independientemente de su estado inicial²), como en la tabla siguiente:

Color indica:
CAMBIO DE
ESTADO

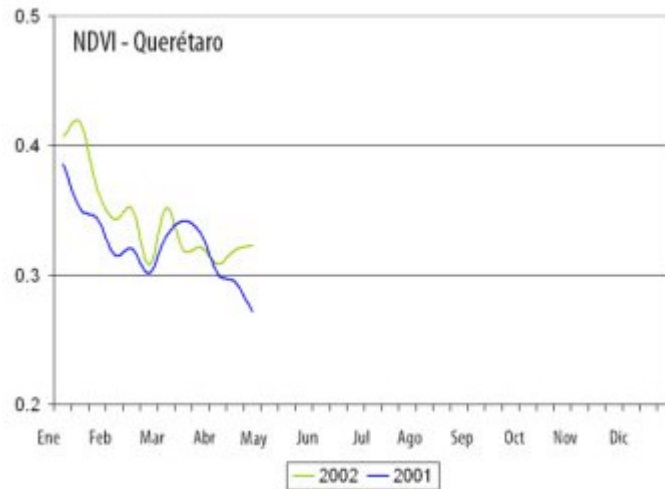
Límite	Interpretación: <i>el estado de la vegetación...</i>	Color
< -.125	Deterioro +	Red
< -.050	Deterioro	Yellow
+/-	Se mantiene	Light Green
> .050	Mejoría	Bright Green
> .125	Mejoría +	Dark Green

Ejemplo de una diferencia de coberturas NDVI para el estado de Querétaro (Marzo 2002 – Marzo 2001):



³ Para una explicación a detalle, referirse a la sección “Información Complementaria: ¿Cómo se interpreta la diferencia entre índices NDVI?”

Evolución del índice NDVI



Los archivos de NDVI generados por SPOT-Image y VITO se distribuyen en imágenes S10, cuya característica temporal es que resumen 10 días. Por tanto cada mes está integrado por 3 archivos de 10 días.

En SEDEA se procesa la información, obteniéndose el promedio \bar{x} y desviación estándar σ de la información NDVI para el estado de Querétaro, lo que se puede graficar convencionalmente en una gráfica de líneas como la mostrada.

La gráfica muestra de manera intuitiva la evolución del índice, que como hemos visto está relacionado con la producción de biomasa, al comparar dos años.

Información complementaria: ¿Cómo se calcula el índice NDVI?

La vegetación verde vigorosa tiene una respuesta característica a los sensores remotos:

- La vegetación verde vigorosa absorbe el componente rojo visible (0.61-0.68 μm) del espectro por la clorofila, reflejando así muy poca energía solar con respecto a otras coberturas posibles.
- Por otro lado, la vegetación verde vigorosa tiene una gran reflectancia de la energía solar para el componente infrarrojo cercano (0.78-0.89 μm) del espectro, debido a las paredes de las células llenas de agua de las hojas.
- En contraste, la vegetación senescente refleja más energía en el componente rojo visible, y menos en el infrarrojo cercano, invirtiendo así la respuesta de la vegetación verde vigorosa.

En los sensores remotos más conocidos, como Landsat y SPOT, dos de las bandas obtenidas por escena son precisamente la roja y la infrarroja, por lo que el cálculo del NDVI se expresa como una operación de bandas:

$$NDVI = \frac{\text{Infrarrojocercano} - \text{Rojo}}{\text{Infrarrojocercano} + \text{Rojo}}$$

lo que esencialmente aísla el crecimiento dramático de la respuesta del infrarrojo cercano sobre el rojo, normalizando el resultado al dividir entre la suma de ambas respuestas, lo que arroja un índice que varía entre -1 (nula vegetación) y 1 (vegetación verde vigorosa).

El índice NDVI no es perfecto, sin embargo. La respuesta de la vegetación verde vigorosa no es lineal, y se ha encontrado que existen superficies boscosas que debido a la conformación de la estructura forestal dan una respuesta menor en reflectancia a la biomasa real. Existen además otras anomalías causadas por el color de los suelos, particularmente cuando tienen colores extremos (muy oscuros o muy claros).

En SEDEA se utilizan imágenes gratuitas VEGETATION del satélite SPOT, actualizadas con un desfase de 3 meses, con un tamaño de píxel de 1 km^2 . Estas imágenes son procesadas por el Centro de Información Agropecuaria.

Más información (en inglés):

<http://edcwww.cr.usgs.gov/greenness/whatndvi.html> (What is NDVI?)

<http://free.vgt.vito.be> (Free Vegetation products)

http://www.brown.edu/Research/EnvStudies_Theses/full9900/lfirestone/part_i.htm
(Tesis con una revisión adecuada del índice NDVI).

Índice de Vegetación (NDVI)

Información complementaria: ¿Cómo se calcula la diferencia entre índices NDVI?

Existen varias metodologías. En SEDEA se ha utilizado la resta entre bandas. La diferencia entre dos meses, digamos marzo 2002 y marzo 2001, se calcularía de la siguiente manera:

$$Diferencia = NDVI_{Marzo2002} - NDVI_{Marzo2001}$$

La representación de la diferencia entre índices NDVI se hace clasificando el resultado en 5 clases, de acuerdo con ciertos límites que se han establecido por el proyecto MARS⁴ de la Unión Europea.

Más información (en inglés):

<http://mars.jrc.it/documents/stats/bulletin/> (Boletines MARS, formato PDF)

⁴ Monitoring Agriculture With Remote Sensing

Información complementaria: ¿Cómo se interpreta la diferencia entre índices NDVI?

Los límites de clase utilizados por SEDEA y tomados a semejanza del proyecto MARS definen 5 clases, que se interpretan y muestran de acuerdo al siguiente cuadro:

Color indica:
CAMBIO DE
ESTADO

Límite	Interpretación: el estado de la vegetación...	Color
< -.125	Deterioro +	Red
< -.050	Deterioro	Yellow
+/-	Se mantiene	Light Yellow
> .050	Mejoría	Light Green
> .125	Mejoría +	Dark Green

Recordemos que estamos obteniendo la diferencia entre dos coberturas, independientemente de su estado inicial. Tal vez algunos ejemplos clarifiquen la idea:

Cobertura Marzo 2002		Cobertura Marzo 2001		Resta		
Valor	Interpretación	Valor	Interpretación	Valor	Clase	Interpretación
0.9	Muy buen valor para NDVI: vegetación casi perfecta	1.0	Mejor valor para NDVI, vegetación perfecta	$0.9-1.0 = -0.1$	Yellow	Buena condición vegetal en ambas coberturas; sin embargo, de Marzo 2001 a Marzo 2002 se ha reducido el índice NDVI.
0.2	Valor cercano a cero: poca vegetación	0.1	Valor cercano a cero: poca vegetación	$0.2-0.1 = 0.1$	Light Green	Mala condición vegetal en ambas coberturas; sin embargo, de Marzo 2001 a Marzo 2002 se ha mejorado el índice NDVI.

Índice de Vegetación (NDVI)

Dudas o comentarios:

Ing. Jorge Maruri Aguilar
Centro de Información Agropecuaria
jmaruri@queretaro.gob.mx
Tel (442) 2134551 ext. 21, 2134677 ext. 21
Constituyentes 102 Ote 1er Piso
Quintas del Marqués 76047
Querétaro, Qro
MEXICO