

Herramientas de Teledetección Cuantitativa

Clase 3

Francisco Nemiña

Unidad de Educación y Formación Masiva
Comisión Nacional de Actividades Espaciales



Esquema de presentación

Transformaciones

Motivación

Matemática

Rotaciones

Idea

Componentes principales

Transformada tasseled-cap

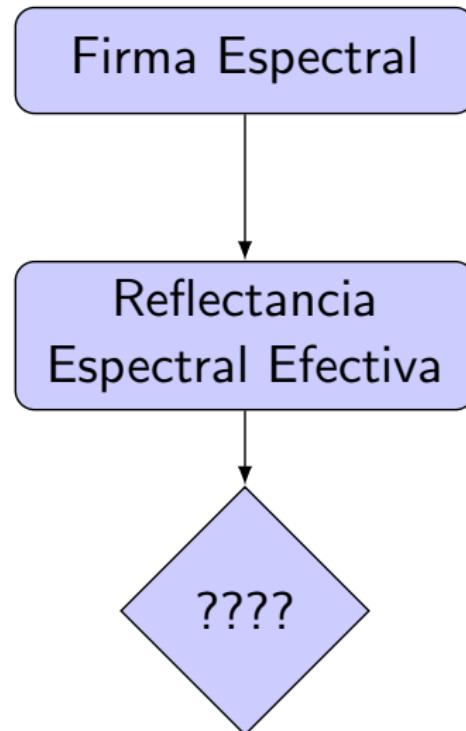
Índices

Índices de Vegetación

Práctica



Motivación



Motivación

Técnicas de reducción de la dimensionalidad

- ▶ Rotaciones
- ▶ Índices
- ▶ Clasificaciones

Empezamos con las primeras dos.



Definición:

Un vector es un objeto de la forma

$$\begin{pmatrix} v_1 \\ \vdots \\ v_n \end{pmatrix}$$

Propiedades

Con dos operaciones

$$v + w$$

$$\alpha v$$

y viven en un lugar que se llama espacio vectorial



Definición:

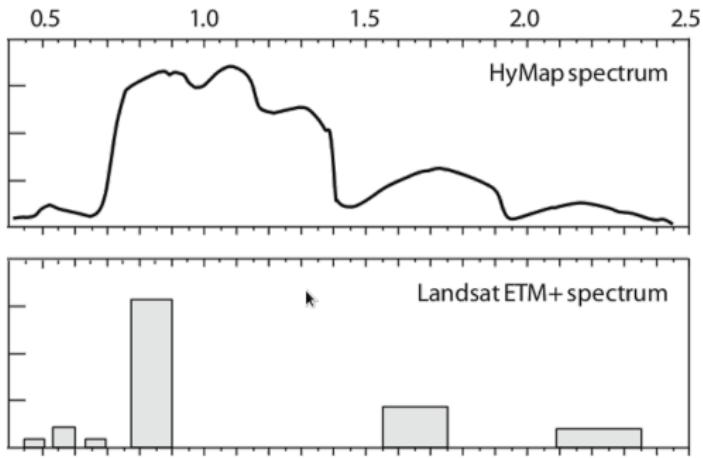
Las matrices se pueden pensar como transformaciones que convierten a un vector en otro.

$$Av = w$$

Propiedad

Como las transformaciones que utilizaremos son lineales, con sólo definirlas en unos pocos valores alcanza. Elegir bien los vectores para definir la transformación es útil.

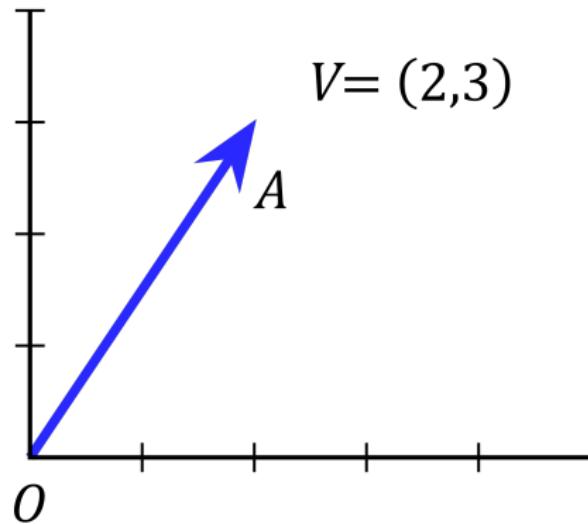




Comparación entre firmapectral y valores medidos para un píxel¹



¹John A Richards. *Remote Sensing Digital Image Analysis*. Springer, 2013.



Píxeles en R^2 .²



Respuesta efectiva como vector

A la respuesta espectral efectiva la puedo pensar como un vector de reflectancias

$$\begin{pmatrix} \rho_1 \\ \vdots \\ \rho_n \end{pmatrix}$$



Ejemplo:

$$v_{(x,y)} = \begin{pmatrix} 0,03 \\ 0,08 \\ 0,04 \\ 0,40 \\ 0,20 \\ 0,15 \end{pmatrix}, a_{(x,y)} = \begin{pmatrix} 0,05 \\ 0,03 \\ 0,01 \\ 0,01 \\ 0,00 \\ 0,00 \end{pmatrix}, s_{(x,y)} = \begin{pmatrix} 0,08 \\ 0,10 \\ 0,15 \\ 0,20 \\ 0,25 \\ 0,30 \end{pmatrix}$$



Motivación

Podemos pensar a una imagen como vectores en un espacio vectorial. El número de bandas es la dimensión de ese espacio.



Esquema de presentación

Transformaciones

Motivación

Matemática

Rotaciones

Idea

Componentes principales

Transformada tasseled-cap

Índices

Índices de Vegetación

Práctica



Idea

Empecemos con un ejemplo para una imagen de dos bandas

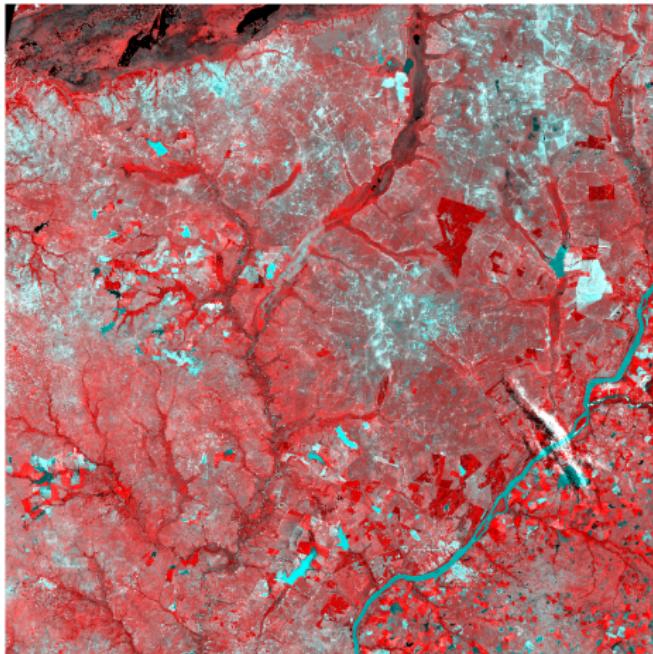


Imagen de dos bandas.



Idea

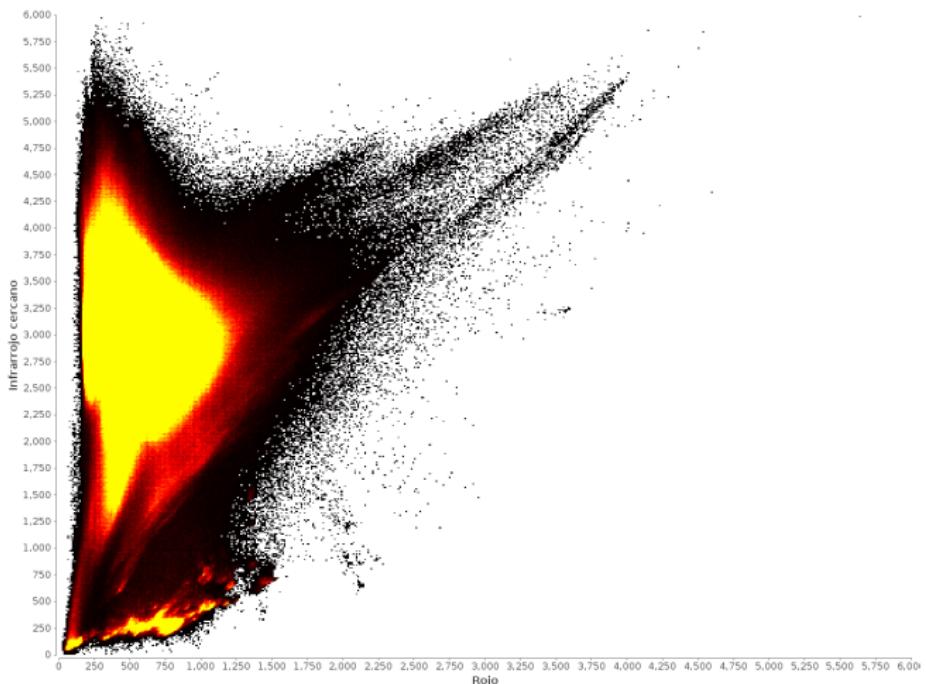


Imagen de dos bandas en el espacio vectorial.



Transformación

Una combinación obvia es

$$DIF = 0,5NIR - 0,5RED$$

y

$$SUM = 0,5NIR + 0,5RED$$



Importante

No siempre más bandas significa mas información.



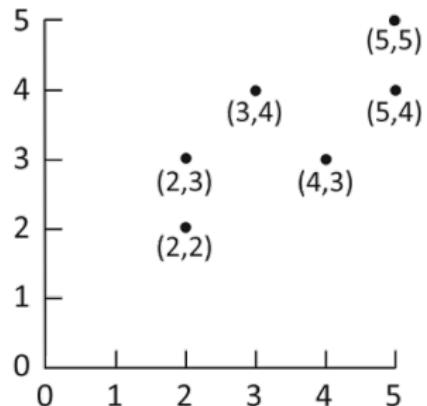
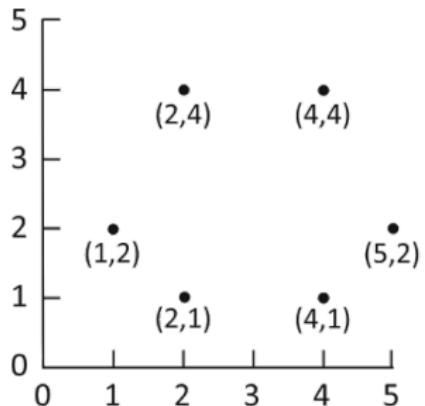
Componentes principales

Idea

Queremos ver si un set bandas está correlacionadas o no.



Componentes principales



Datos correlacionados y no correlacionados³

³John A Richards. *Remote Sensing Digital Image Analysis*. Springer, 2013.



Componentes principales

Matriz de correlación

Tiene en sus componentes las funciones de correlación entre cada banda

$$A = \begin{bmatrix} corr_{11} & corr_{12} & corr_{13} & \dots & corr_{1n} \\ corr_{21} & corr_{22} & corr_{23} & \dots & corr_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ corr_{n1} & corr_{n2} & corr_{n3} & \dots & corr_{nn} \end{bmatrix}$$



Componentes principales

Observaciones

Queremos que la correlación cruzada entre bandas sea cero.
Matemáticamente lo pedimos como

$$Av = \lambda v$$

Y nos quedamos como vectores útiles a los que cumplan esto.



Componentes principales

Matriz de correlación

La forma de la matriz va a depender de las combinaciones lineal que haga entre los vectores

$$\begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \lambda_n \end{bmatrix}$$

donde son los autovectores

$$\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_n$$



Componentes principales

Observaciones

- ▶ $\frac{\lambda_i}{\sum_i \lambda_i}$ me habla de cuanto me explica ese vector sobre la variabilidad de la imagen
- ▶ (v_1, \dots, v_n) el autovector que me representa la combinación de bandas de un autovalor dado.
- ▶ Estas combinación lineal de bandas tienen la información más relevante.



Componentes principales

Ejemplo

Volviendo al ejemplo de antes

$$\begin{bmatrix} 1 & 0,329127 \\ 0,329127 & 1 \end{bmatrix}$$



Componentes principales

Ejemplo

Al diagonalizar me queda

$$\begin{bmatrix} 1,343685 & 0 \\ 0 & 0,656315 \end{bmatrix}$$

con autovectores

$$0,707107 \textit{NIR} - 0,707107 \textit{RED}$$

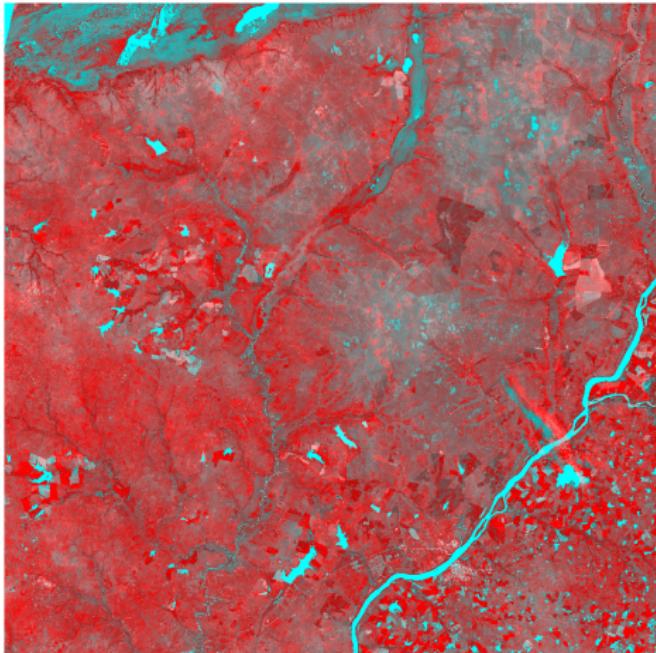
y

$$0,707107 \textit{NIR} + 0,707107 \textit{RED}$$

Acá el primer vector explica el el 67 % de la variabilidad de la imagen y el segundo del 33 %.



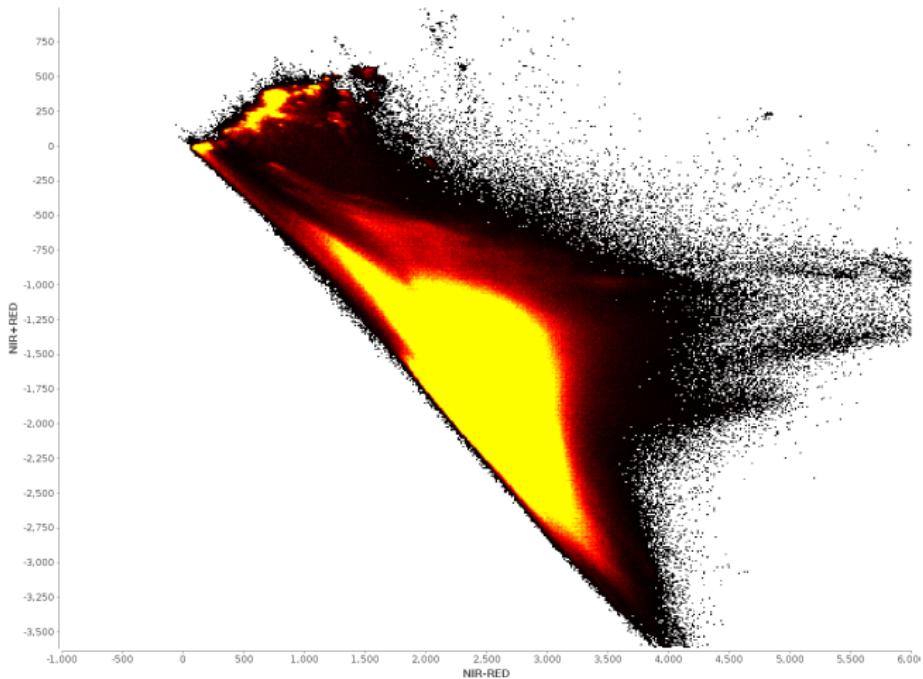
Componentes principales



Ejemplo con las bandas NIR-RED en la imagen.



Componentes principales



Ejemplo con las bandas NIR-RED en el espacio vectorial.



Transformada tasseled-cap

Utilidad

La utilidad de esto no suele ser con dos bandas, si no con muchas más.

Problema

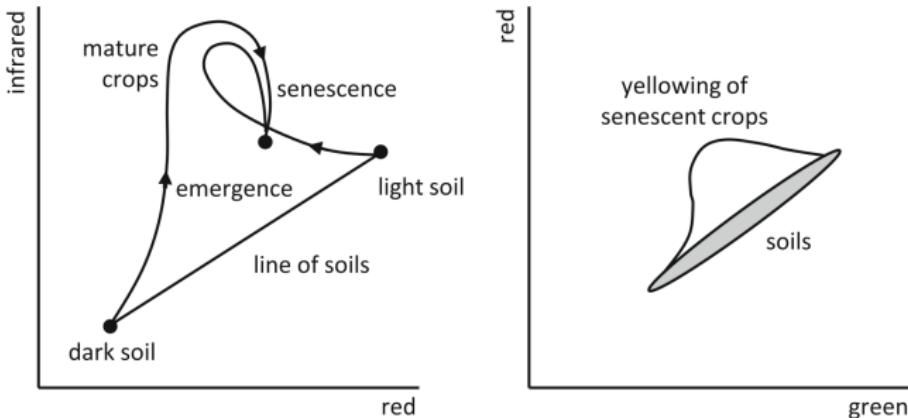
Acá es mas fácil darse cuenta que brinda mas información, el tema es interpretar esa información.

Idea

Encontrar alguna transformación que me permita descartar bandas pero que tengan relación con distintos comportamientos biofísicos.



Transformada tasseled-cap



Movimiento asociado al comportamiento fenológico de un píxel de vegetación en el espacio vectorial.⁴



⁴ John A Richards. *Remote Sensing Digital Image Analysis*. Springer, 2013.

Transformada tasseled-cap

| Combinación | Azul | Verde | Rojo | NIR | SWIR 1 | SWIR 2 |
|-------------|-------|-------|-------|------|--------|--------|
| Brillo | 0.30 | 0.27 | 0.47 | 0.55 | 0.50 | 0.18 |
| Verdor | -0.29 | -0.24 | -0.54 | 0.72 | 0.07 | -0.16 |
| Humedad | 0.15 | 0.19 | 0.32 | 0.34 | -0.71 | -0.45 |

Transformada tasseled-cap para landsat 8⁵

⁵ Muhammad Hasan Ali Baig y col. "Derivation of a tasseled cap transformation based on Landsat 8 at-satellite reflectance". En: *Remote Sensing Letters* 5.5 (2014), págs. 423-431.



Transformada tasseled-cap

Idea

Todo esto logra hacer que el número de bandas que utilizo sea menor que el número de bandas inicial



Esquema de presentación

Transformaciones

Motivación

Matemática

Rotaciones

Idea

Componentes principales

Transformada tasseled-cap

Índices

Índices de Vegetación

Práctica



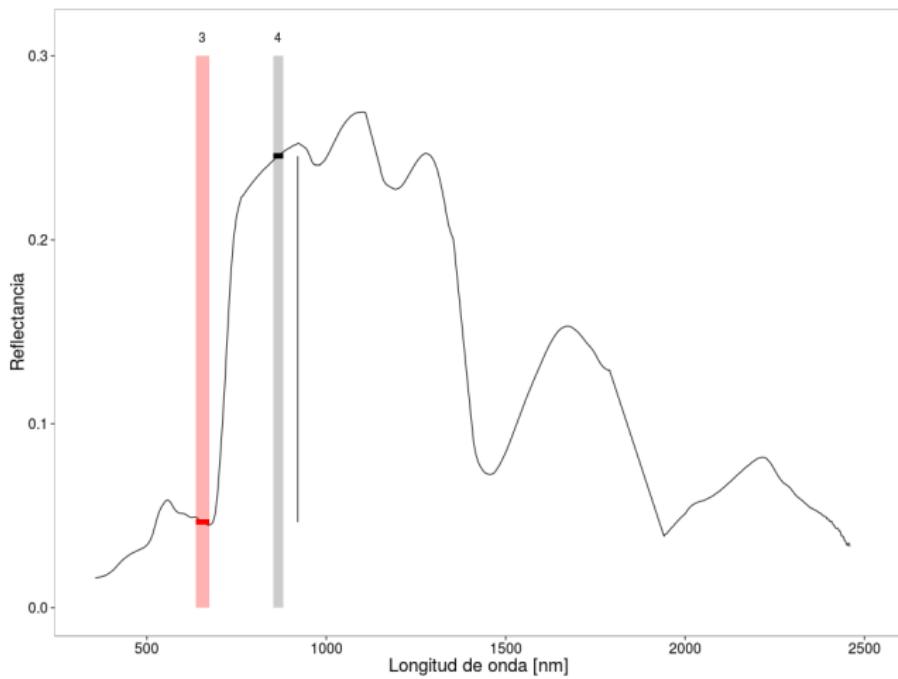
Índices

Índices

- ▶ Nos van a permitir reducir mas la dimensiónalidad.
- ▶ Perdiendo información.
- ▶ Ganando y mucho en la interpretación de los resultados.
- ▶ Además voy a encontrar correlaciones con variables biofísicas.



Índices de Vegetación



Salto de reflectancia entre la región entre el rojo y el infrarrojo cercano.⁶

⁶Roger Nelson Clark y col. *USGS digital spectral library splib06a*. 2007.



Índices de Vegetación

Definición

Cociente simple

$$\frac{NIR}{RED}$$

Es de lo mas sencillo que uno puede pensar.

Ejemplos

| Cobertura | NIR/RED |
|------------|-----------|
| Suelo | 1.57 |
| Agua | 0.51 |
| Vegetacion | 5.25 |

Valores típicos para el cociente simple



Índices de Vegetación

Definición

Cociente simple

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

La idea es normalizar la diferencia para simplificar la interpretación

Ejemplos

| | |
|------------|-------------|
| Cobertura | <i>NDVI</i> |
| Suelo | 0.22 |
| Agua | -0.32 |
| Vegetacion | 0.68 |

Valores típicos para el cociente simple



Índices de Vegetación

Observación

Se relaciona con el anterior como

$$\frac{NIR/RED - 1}{NIR/RED + 1}$$



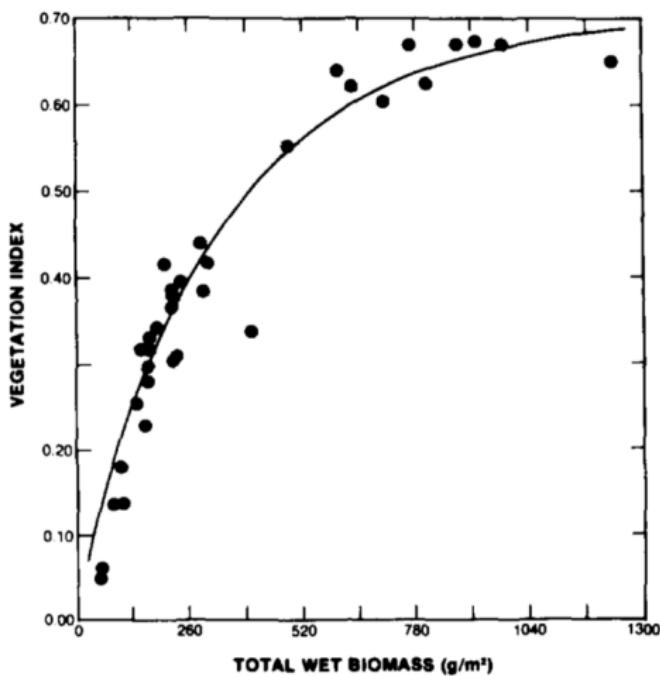
Índices de Vegetación

Observación

Este índice esta relacionado con varias variables biofísicas.



Índices de Vegetación

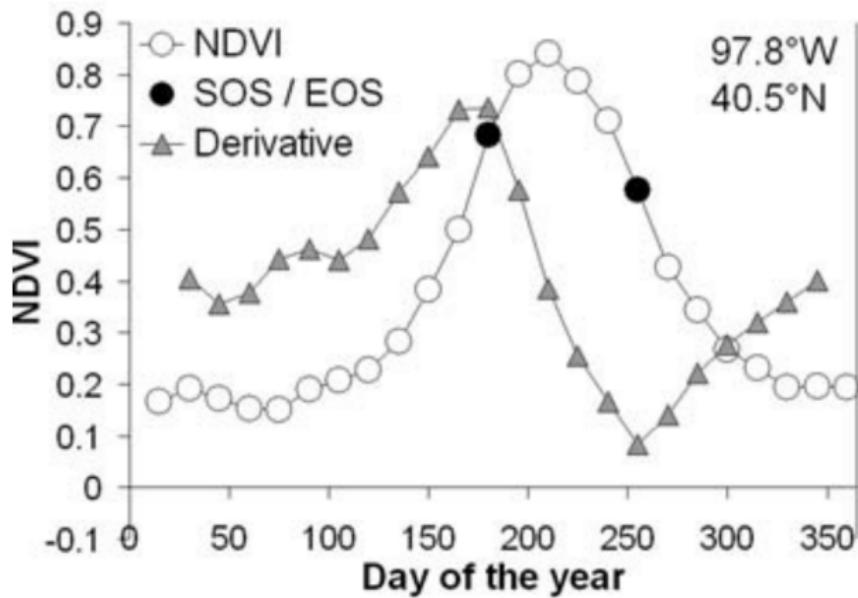


NDVI vs cantidad de biomasa húmeda.⁷

⁷ Compton J Tucker. "Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation". En: *Remote sensing of Environment* 8.2 (1979), págs. 127-150.



Índices de Vegetación



Variación del NDVI en función de la época del año.⁸

⁸ Kirsten M de Beurs y Geoffrey M Henebry. "Spatio-temporal statistical methods for modelling land surface phenology". En: (2010), págs. 177-208.



Índices de Vegetación

Problemas

- ▶ Este índice puede saturar.
- ▶ En suelos con baja cobertura vegetal suele ser mas difícil de interpretar.
- ▶ Estoy sacrificando información que puede ser relevante.

Por suerte hay otros índices que mejoran esta situación



Esquema de presentación

Transformaciones

Motivación

Matemática

Rotaciones

Idea

Componentes principales

Transformada tasseled-cap

Índices

Índices de Vegetación

Práctica



Actividades prácticas de la tercer clase

1. Abrir imágenes Landsat 8 y digitalizar coberturas de interés.
2. Calcular el índice de vegetación para las imágenes de febrero y agosto.
3. Realizar curvas fenológicas a partir del índice de vegetación en la imagen MODIS.
4. Utilizar la herramienta de componentes principales para reducir la dimensionalidad de la imagen MODIS.

