

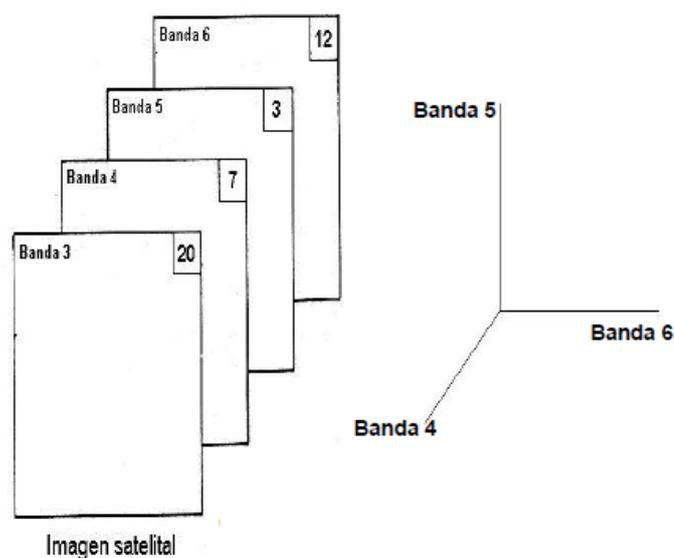
## Especificaciones Técnicas de la Transformación Tasseled Cap

### Introducción

Todo sensor cubre una región espectral particular y almacena los datos del espectro electromagnético mediante un número dado de bandas. La resolución espectral de cada sensor está definida por la región del espectro abarcada y el número de bandas resultante.<sup>1</sup>

La información de dos frecuencias cercanas puede separarse en bandas distintas, de modo que, a mayor número de bandas, mayor resolución espectral, porque cada banda cubre un rango de frecuencias de menor amplitud. Mientras que, si el número de bandas es menor, estas frecuencias cercanas pertenecerán a la misma banda y no podrá hacerse distinción alguna (la resolución será menor).

Una imagen en blanco y negro contiene una única banda. Las imágenes en color contienen tres bandas, correspondientes a las frecuencias del rojo, el verde y el azul. En el caso de las imágenes Sentinel2, cuentan con bandas adicionales no visibles al ojo humano (como la del infrarrojo), que en total generan 13 bandas (Tabla 1). Estas imágenes se denominan multiespectrales en las que cada pixel es un punto en el espacio que tiene tantos ejes ortogonales como bandas (Ejemplo Figura 1).



<sup>1</sup> Olaya V (2016)

Figura 1

Banda	Nombre	Longitud de Onda	Tamaño de Pixel
B1	Aerosols	443nm	60m
B2	Blue	490nm	10m
B3	Green	560nm	10m
B4	Red	665nm	10m
B5	Red Edge 1	705nm	20m
B6	Red Edge 2	740nm	20m
B7	Red Edge 3	783nm	20m
B8	NIR	842nm	10m
B8a	Red Edge 4	865nm	20m
B9	Water vapor	940nm	60m
B10	Cirrus	1375nm	60m
B11	SWIR 1	1610nm	20m
B12	SWIR 2	2190nm	20m

Tabla 1. Características de las Bandas de Sentinel2

### *Análisis de Componentes Principales*

En ocasiones, la cantidad de bandas puede dificultar la interpretación o el análisis de los datos, puesto que es probable que el comportamiento de las bandas esté relacionado entre sí, de modo que se transforman en variables correlacionadas. A los fines de mejorar el uso de los datos, se realiza un **Análisis de Componentes Principales**.

El Análisis de Componentes Principales (PCA – según sus siglas en inglés) constituye un procedimiento matemático que permite transformar un número de variables posiblemente correlacionadas en un número menor de variables no correlacionadas (ortogonales), llamadas componentes principales.

La transformación de los datos originales multiespectrales mediante el PCA resulta en un conjunto de nuevas bandas (componentes principales), más interpretables que las originales.

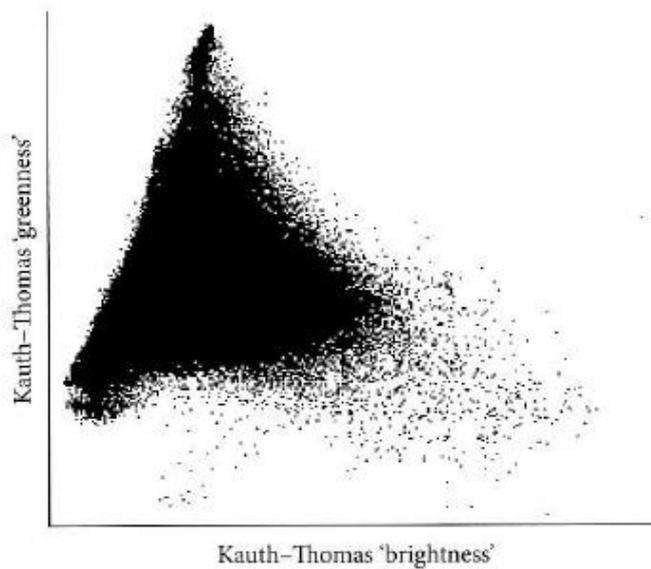
### **Transformación Tasseled Cap (Transformación de Kauth Thomas)<sup>2</sup>**

#### *Transformación Tasseled Cap*

La transformación Tasseled Cap es un caso especial de análisis de componentes principales que transforma los datos de imagen a un nuevo sistema de coordenadas con un nuevo conjunto de

<sup>2</sup> Jensen (2004)

ejes ortogonales con un significado físico-biológico, de modo que se reduce la información espectral de bandas multiespectrales a tres componentes principales: brillo, verdor y humedad. Este método se inspiró en el análisis visual del comportamiento de los cultivos durante el período vegetativo en el espacio espectral definido principalmente por las bandas del infrarrojo cercano (IRc) y del rojo visible (R). Este comportamiento adopta una forma de "gorro con pompón" (de allí viene el nombre Tasseled Cap) – ver Figura 2.



**Figura 2**

Los nuevos ejes ortogonales resultan de una suma de los ejes originales ponderada por ciertos coeficientes obtenidos en forma empírica. En el caso del sensor Sentinel 2, la expresión de cálculo es la siguiente:

$$Brightness = [0.3037 \quad 0.2793 \quad 0.4743 \quad 0.5585 \quad 0.5082 \quad 0.1863] \times \begin{bmatrix} Blue \\ Green \\ Red \\ Nir \\ Cirrus \\ SWIR 2 \end{bmatrix}$$

El **brillo** (Brightness) refleja los cambios en la reflectividad total de la escena y se trata de una suma ponderada de todos los canales menos el térmico. Está asociado con el suelo descubierto o parcialmente cubierto, hecho por el hombre, y las entidades naturales como el concreto, el asfalto, la grava, los afloramientos de roca y otras áreas descubiertas

$$Greeness = [-0.2848 \quad -0.2435 \quad -0.5436 \quad 0.7243 \quad 0.0840 \quad -0.1800]x \begin{bmatrix} Blue \\ Green \\ Red \\ Nir \\ SWIR 1 \\ SWIR 2 \end{bmatrix}$$

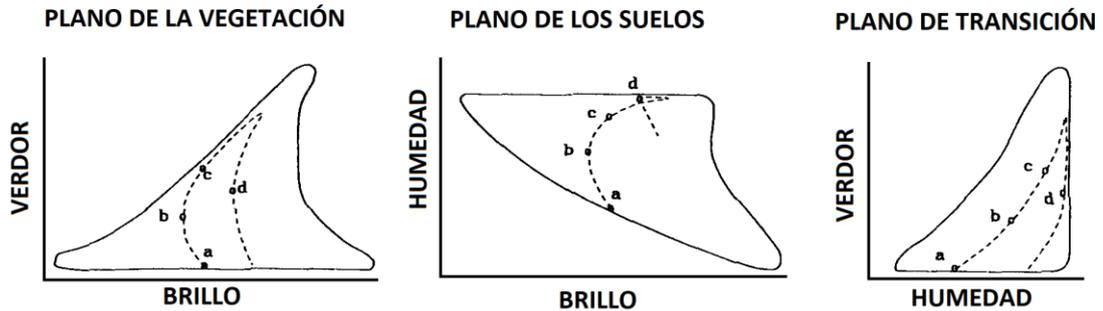
El **verdor** (Greeness) indica el contraste entre las bandas visibles e infrarrojo cercano. Se destaca la intervención de la banda 4, la ponderación negativa de las visibles y la anulación mutua de las dos bandas del infrarrojo medio (SWIR). Está asociado con la vegetación.

$$Wetness = [0.1509 \quad 0.1973 \quad 0.3279 \quad 0.3406 \quad -0.7112 \quad -0.4572]x \begin{bmatrix} Blue \\ Green \\ Red \\ Nir \\ SWIR 1 \\ SWIR 2 \end{bmatrix}$$

La **humedad** (wetness) se relaciona con el contenido de agua en la vegetación y en el suelo y se marca por el contraste en el SWIR, en donde se manifiesta con mayor claridad la absorción del agua y el resto de las bandas. Se asocia con la humedad del suelo, el agua y otras entidades húmedas.

Los tres ejes transformados engendran un espacio vectorial en el que pueden distinguirse tres planos característicos (figura 3):

- A. plano de la vegetación formado por los ejes brillo y verdor;
- B. plano de los suelos formado por los ejes brillo y humedad;
- C. plano de transición formado por los ejes humedad y verdor;



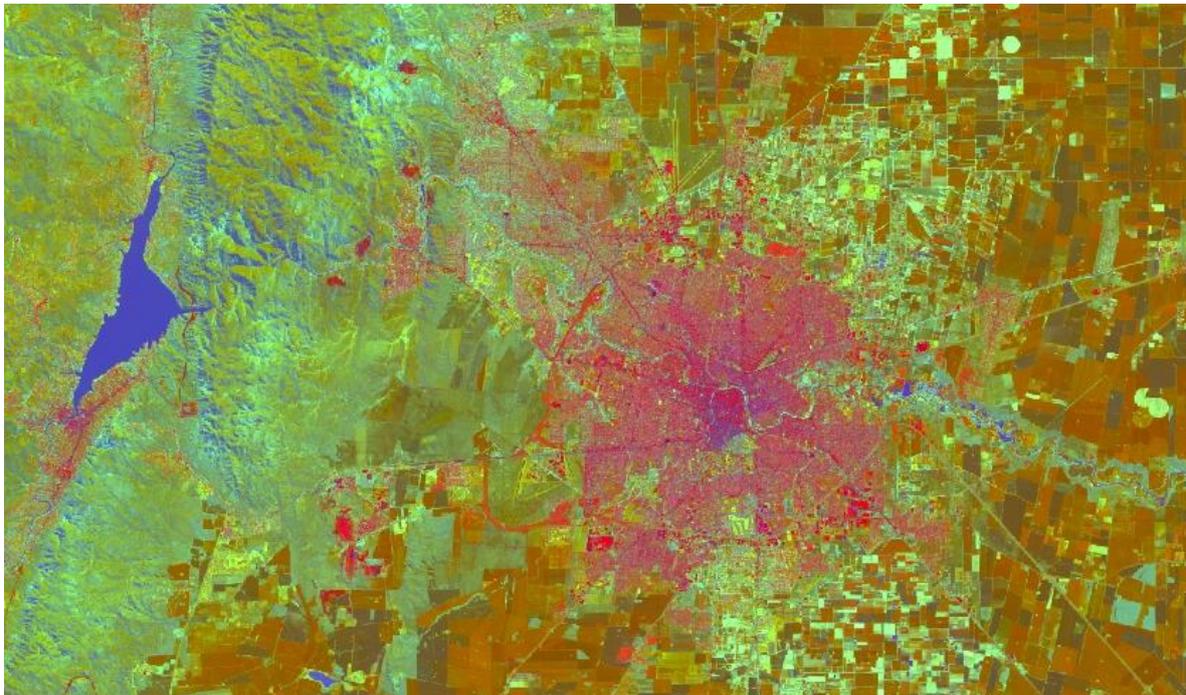
**Figura 3. Desarrollo espectral en el ciclo de cultivo de una especie**

a: emergido, b: en pleno crecimiento, c: máxima expresión vegetativa, d: madurez de cosecha.

### Aplicación

La transformación Tasseled Cap fue desarrollada en 1976 por R. J. Kauth y G. S. Thomas quienes proporcionaron una lógica para los patrones encontrados en los datos MSS Landsat de campos agrícolas que explicaba el ciclo de vida del cultivo.

Con el paso de los años, la utilidad de esta transformación se ha ampliado de los cultivos de seguimiento para al análisis y la representación cartográfica de la vegetación, permitiendo detectar de forma analítica cambios en la vegetación, el suelo y las transformaciones producidas por el hombre en períodos de corto y largo plazo.



**Figura 4. Transformación Tasseled Cap en ciudad de Córdoba y alrededores**

Se puede observar en violeta los pixeles correspondientes a construcciones, en rojo las zonas sin ningún tipo de vegetación, en azul el agua, entre otras características.

**Córdoba. Septiembre de 2018.**

**Autores:** Ing. Agrim. Ángeles Luna – Ing. Agrim. Hernán Morales