

R como alternativa al análisis espacial de imágenes satelitales, caso aplicado al humedal Juan Amarillo *

Mariana Flórez Restrepo
Edimer David Jaramillo

Universidad Nacional de Colombia - sede Medellín
Universidad Nacional de Colombia - sede Medellín

Resumen: Las imágenes satelitales están compuestas por varios objetos, los cuales no son completamente perceptibles por los humanos, desde colores y formas hasta datos que están incorporados en la imagen, para ello se crearon softwares útiles para su procesamiento y posterior análisis, es así, como el presente trabajo pretende mostrar una herramienta alterna a las usadas convencionalmente, haciendo seguimiento del cambio de área, variaciones en el Índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI) y relación de variables como precipitación y temperatura del Humedal Juan Amarillo ubicado en la ciudad de Bogotá, Colombia. Se analizaron registros del área del humedal reportados en literatura y se buscó asociación con datos climáticos a través de métricas de correlación paramétrica (Pearson). Fueron procesadas imágenes satelitales de los años 2014, 2015, 2016 y 2018 con el sistema estadístico R, utilizando diversidad de bibliotecas que facilitan el análisis de objetos raster y vector. Se implementaron métodos de aprendizaje no supervisado para clusterización de píxeles (k-means y clara) y NDVI. Se obtuvieron resultados que permiten inferir que la dinámica del humedal es variable; además, se lograron resultados satisfactorios para afirmar que el lenguaje de programación R es una alternativa óptima y eficiente en análisis de información espacial, con gran bondad para procedimientos de la nueva generación en Data Science aplicado al área de las ciencias forestales.

Keywords: Humedales, k-means, algoritmo, clasificación, Clusterización

Introducción

Los humedales fueron reconocidos por la Convención de Ramsar, en 1971, como “las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” (Convención Ramsar 2006). Están formados por diferentes tipos de componentes como químicos, físicos y biológicos (suelos, agua, fauna, flora y nutrientes), los cuales en conjunto trabajan como un mecanismo de preservación del ecosistema y ofrecen bienes y servicios a la comunidad. Los beneficios que ofrecen estos ecosistemas son de tipo económico (productividad, empleo, ingresos), sociocultural (patrimonio y percepciones culturales) y sostenibilidad ecológica.

La importancia de estudiar estos ecosistemas en Colombia, país que cuenta con numerosas cuencas y ríos, radica en que son estratégicos por su capacidad de regulación hídrica. Cuando llegan las épocas de lluvia, son importantes por que aumentan su capacidad de almacenamiento y atenúan las crecientes (disminuyen riesgo de inundación), a su vez, en épocas de sequía, liberan agua contenida y eso hace que los caudales de los ríos aumenten.

En la Política de Humedales del Distrito Capital se ve a los humedales como “fundamentales en el equilibrio ecológico y ambiental global, ya que son el hábitat de muchas especies de fauna y flora, y elementos vitales en la estructura ecosistémica, sociocultural y económica de las naciones y

* Autor de contacto: maflorezre@unal.edu.co.

del mundo”, haciendo parte de la Estructura Ecológica Principal y al Sistema de Áreas Protegidas de la Ciudad de Bogotá.

De lo anterior se puede decir que el estudio de estos ecosistemas es fundamental para preservar el equilibrio de la vida que alberga y hacer un adecuado manejo de los servicios que presta, la forma más eficiente, rápida y poco costosa para el monitoreo de las coberturas vegetales y el espejo de agua de los humedales con gran extensión es por medio de imágenes satelitales. La forma más intuitiva de extraer información de imágenes de satélite es mediante la interpretación visual, basada en la habilidad que presentan los humanos para relacionar tonos, colores y patrones espaciales que aparecen en una imagen con elementos del mundo real, posteriormente la interpretación resultante se puede digitalizar. También es posible generar la interpretación en el propio monitor del ordenador delimitando las áreas y elementos de interés mediante digitalización en pantalla (Eduardo García Melendez 2007). Se han creado herramientas que permiten analizar el terreno denominadas Sistema de información geográfica SIG, las cuales el público tiene acceso en la actualidad, como lo son ArcGis, QGIS, SAGA GIS, GRASS GIS entre otros; una alternativa para analizar los componentes de las imágenes lo ofrece el software libre R, quien permite examinar dichos componentes de una manera más fácil y rápida por medio de líneas de códigos y algoritmos de clasificación no supervisada como lo son K-means y CLARA.

El caso aplicado que pretende mostrar el siguiente trabajo es el del humedal Juan Amarillo, ubicado al noroccidente del distrito capital, perteneciente al área inundable de los ríos Bogotá y Juan Amarillo (también llamado Salitre); junto al humedal estos ríos conforman parte de la estructura principal del sistema hídrico de la ciudad.

Resultados

Lectura de imágenes satelitales

Haciendo uso de la biblioteca raster es posible importar imágenes satelitales a R. La función `brick` permite la lectura de objetos raster multibanda.

```
# Bibliotecas
library(raster)

# Importando imágenes
inf14 <- brick("imagenes/satelitales/Nuevas_completas/infrarrojo2014.tif")
inf15 <- brick("imagenes/satelitales/Nuevas_completas/infrarrojo2015.tif")
inf16 <- brick("imagenes/satelitales/Nuevas_completas/infrarrojo2016.tif")
inf18 <- brick("imagenes/satelitales/Nuevas_completas/infrarrojo2018.tif")
```

Visualizaciones

Visualizar las imágenes en color natural o infrarrojo, es posible a través de la función `plotRGB()`. Otra posibilidad para visualizar objetos tipo raster está disponible con la función `spplot()` de la biblioteca `sp`. A continuación se observan las tres bandas que componen la imagen satelital del año 2014, con asignación de colores mediante la biblioteca `RColorBrewer`.

Extracción de áreas

Las funciones `shapefile()`, `crop()` y `mask` de la biblioteca raster permiten la lectura y procesamiento de información previamente manipulada con software SIG. A través de la función `spTransform()`

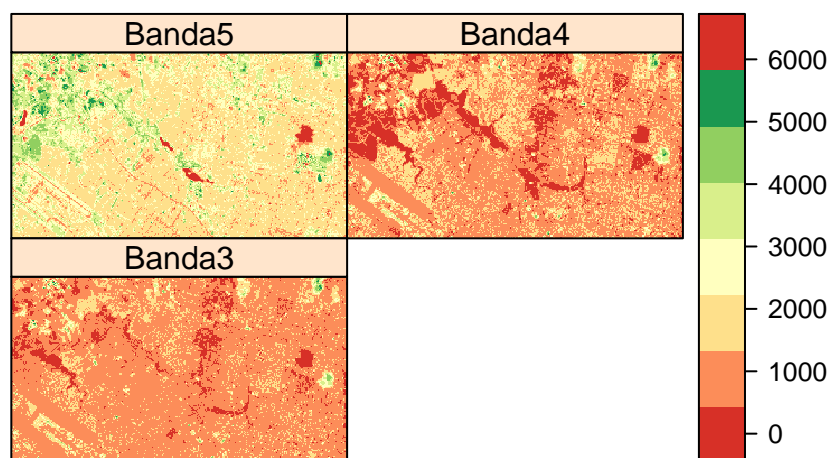


Figure 1: Bandas año 2014

se posibilita la transformación del sistema de coordenadas de referencia; proceso obligatorio para tener éxito con la extracción de polígonos.

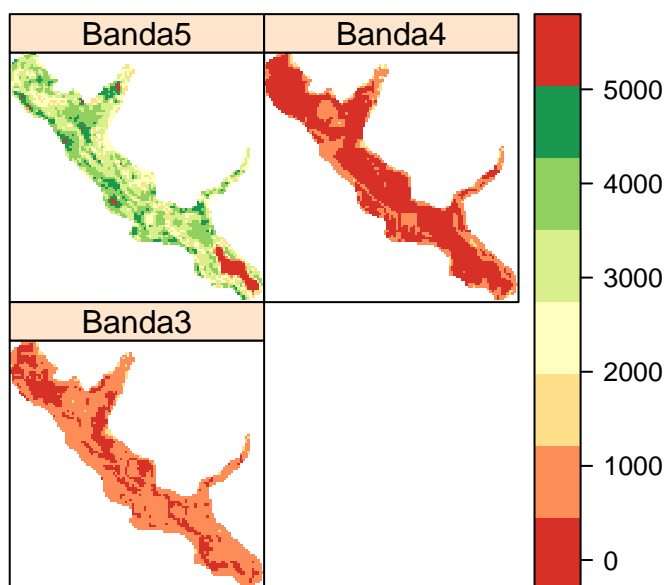


Figure 2: Bandas año 2014 de área de humedal J. Amarillo

NDVI

El NDVI fue calculado con los niveles digitales de la imagen satelital, siguiendo la siguiente ecuación:

$$NDVI = \frac{\text{Infrarojo cercano} - \text{Rojo}}{\text{Infrarojo cercano} + \text{Rojo}} = \frac{\text{Banda5} - \text{Banda4}}{\text{Banda5} + \text{Banda4}}$$

Valores mayores a 0.4 pueden ser considerados como indicativos de vegetación abundante y son utilizados normalmente para analizar coberturas vegetales y detección de terrenos áridos.

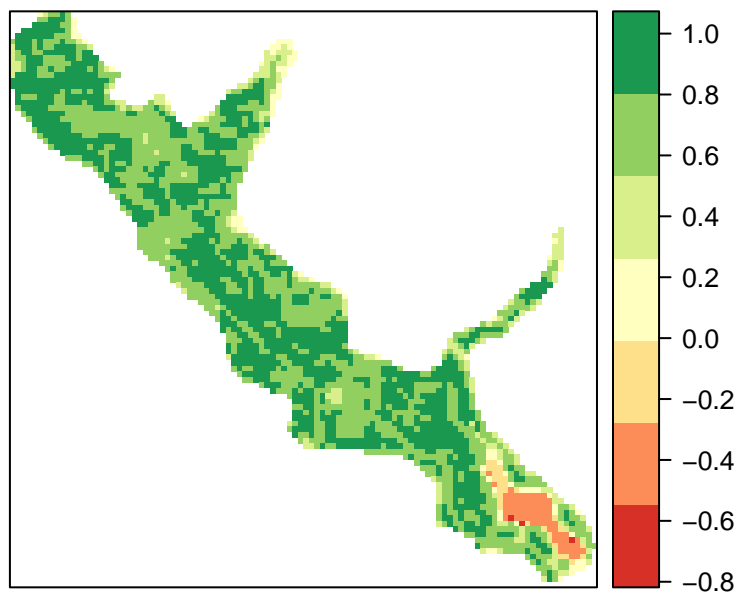


Figure 3: NDVI 2014 en área extraída

k-means (k=10) y CLARA (K=10) año 2014

El algoritmo k-means con 10 segmentos logra diferenciar los componentes de la imagen, permitiendo apreciar los espejos de agua en coloración azul celeste pertenecientes al clúster 7. Esta clasificación es importante al momento de analizar coberturas. El algoritmo CLARA cumple con la misma función, no obstante, la agrupación con k=10 es imprecisa y poco intuitiva, sin embargo, a mayor número de segmentos podría obtenerse un resultado más claro.

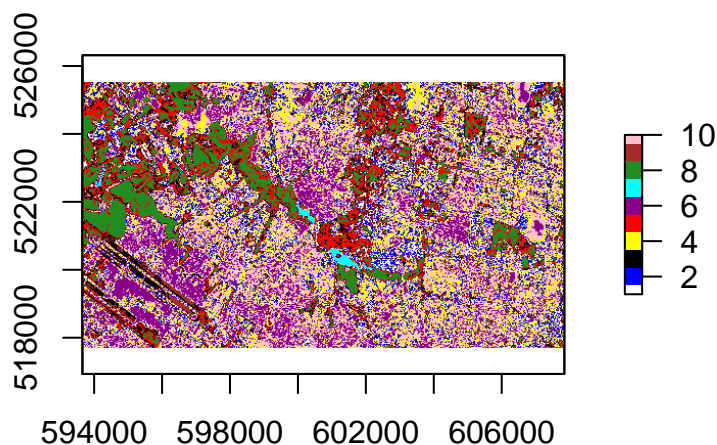


Figure 4: Clasificación no supervisada con algoritmos k-means (k=10)

Referencias

- Convención Ramsar. 2006. *Importancia de Los Humedales*. Suiza: Ramsar. <https://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-importancia-de-los-humedales>.
- Eduardo García Melendez. 2007. *Análisis Visuales de Imágenes*. México: Universidad de León.

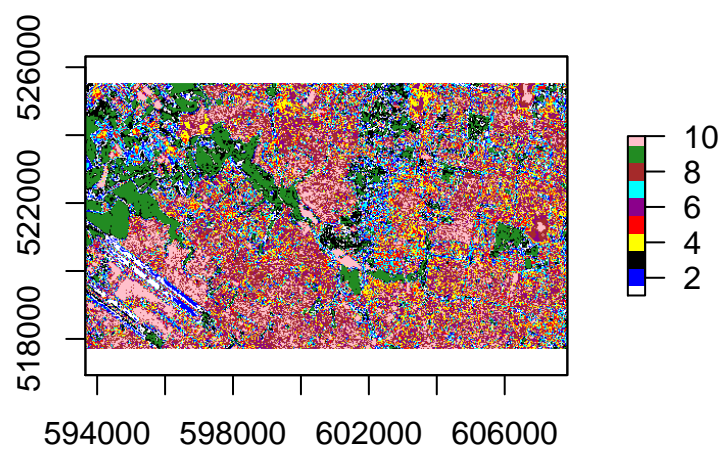


Figure 5: Clasificación no supervisada con algoritmos CLARA ($k=10$)

<https://www.eoi.es/es/file/18377/download?token=e0OxjHh3>.