

## *Concentración de Vegetación en el Área Oeste de Puerto Rico*

Meliany Quintana Velásquez, Hardy Rodríguez Vázquez, y María M. Molina Núñez

Departamento de Geología  
Universidad de Puerto Rico  
P.O. Box 9017, Mayagüez, P.R, 00681

**Abstract:** Estudiando el proceso de sensores remotos, escogimos a la vegetación como enfoque principal de nuestro proyecto. Dentro de esta aplicación, nos especializamos en el área oeste de Puerto Rico como zona de interés a ser estudiada. Decidimos utilizar el Índice de Vegetación ya que este nos brinda una medida de la proporción de cobertura vegetal en un área determinada. En este estudio de la vegetación, utilizamos los sensores MODIS, TM e IKONOS. Buscamos imágenes de MODIS del área del Caribe, provistas en el CID (Centro de Investigación y Desarrollo) e imágenes del laboratorio de “Remote Sensing” de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez. Se determinó la diferencia entre los distintos sensores y cual de estos es mejor para calcular el NDVI para cada caso. Se determinaron las áreas de mayor concentración de vegetación las cuales estaban ubicadas en la cordillera.

**Keywords:** MODIS, TM, IKONOS, resolución espacial, respuesta espectral, índice de vegetación, Puerto Rico

## 1. Introducción

Para determinar la densidad en áreas verdes los científicos observan los distintos largos de ondas, en el rango visible y en el infrarrojo cercano, de la luz solar reflejada por la vegetación. Cuando la luz solar golpea los objetos, ciertos largos de ondas son absorbidos y otros son reflejados. La clorofila en las plantas absorbe la luz visible para la fotosíntesis. En cambio la estructura de la célula refleja en el infrarrojo cercano. La vegetación se comporta muy diferente en ambos largos de onda. En el visible las áreas desérticas aparecen mas brillantez y las áreas con vegetación aparecen oscuras. Mientras que en el infrarrojo cercano la vegetación aparece mas brillante.

Por medio de la comparación de ambos largos de onda, los científicos pueden medir la cantidad relativa de vegetación. A este cálculo se le conoce como índice de vegetación normalizada.

Esto se hace combinando bandas espectrales, cuya función es realzar la contribución de la vegetación en función de la respuesta espectral de una superficie y atenuar la de otros factores como suelo, iluminación y atmósfera. Los índices están diseñados para proveer una comparación permanente y consistente, de los cambios temporales y espaciales de la vegetación, al responder a la cantidad de vegetación fotosintéticamente activa en determinado píxel, al contenido de clorofila y óptica foliar, y ciertas características estructurales.

El sistema de imágenes MODIS contempla dos tipos que son el NDVI (Normalizad Difference Vegetation Index) y el EVI (Enhanced Vegetation Index). En este estudio de la vegetación, utilizaremos el sensor MODIS, que es un tipo de sensor que nos proporciona imágenes de la superficie entera del globo cada 1 a 2 días. Las imágenes

MODIS contienen información de alta sensibilidad radiométrica, en 36 bandas espectrales con longitudes de onda que van desde los 0.4  $\mu\text{m}$  a los 14.4  $\mu\text{m}$ , y a tres diferentes resoluciones: 250m, 500m y 1,000m. Para nuestro estudio nos resulta mas conveniente el NDVI ya que nos provee información de la banda roja e infrarroja (que es la de nuestro interés), siendo éste calculado de la siguiente manera:  $\text{NDVI} = (\text{IRC}-\text{R}) / (\text{IRC}+\text{R})$ . Esto es el triangulo de reflectividades - la diferencia normalizada de dos bandas cuyo rango esta entre 1 y -1. Los valores cercanos a (-1) indican poca vegetación verde, valores cercanos a cero indican ausencia de vegetación y los valores cercanos a (+1) indican la posibilidad de altas densidades de vegetación. La vegetación saludable absorbe más en el visible y refleja más en el infrarrojo, mientras la no saludables, refleja más en el visible y absorbe más en el infrarrojo. A medida que crece la vegetación sobre

un tipo de suelo determinado, disminuye la reflectividad en el rojo y aumenta en el infrarrojo cercano. Se analizaran los procesos de NDVI y clasificación supervisada con los sensores Thematic Mapper e IKONOS respectivamente.

## 2. Localización

La isla de Puerto Rico esta localizada en el caribe siendo la menor de las Antillas Mayores. Dentro de la isla de Puerto Rico, el área de interés a estudiarse es el oeste.



**Imagen de Puerto Rico en la zona del Caribe. (Google)**

## **2. Materiales**

Para este trabajo se utilizaron imágenes de los sensores MODIS, Thematic Mapper e IKONOS. Se utilizó el programa ENVI 4.2 para el procesamiento de las imágenes.

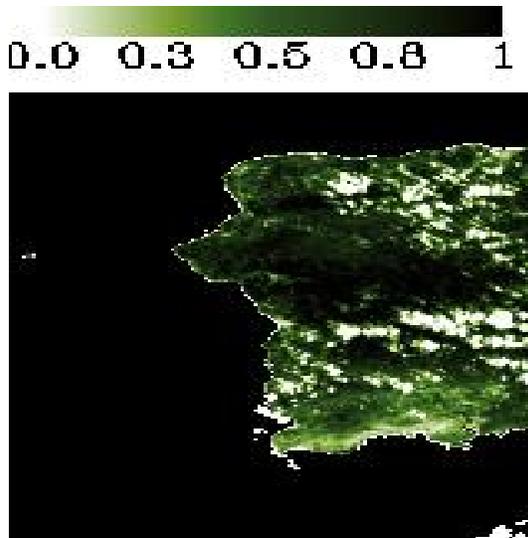
## **3. Metodología**

Se solicitaron imágenes del sensor MODIS del área del caribe al Centro de Investigaciones y Desarrollo de la Universidad de Puerto Rico Recinto en Mayagüez y las imágenes de “Thematic Mapper” e “IKONOS” se adquirieron del laboratorio de “Remote Sensing” del departamento de Geología de la universidad antes mencionada a cargo del profesor Fernando Gilbes. Luego de obtenidas las imágenes, se utilizó el programa ENVI 4.2 (Environmental for Visualizing Images) con el fin del procesamiento de las imágenes. Dentro de este programa se realizó un NDVI para calcular el índice de vegetación en

el área oeste de Puerto Rico y así poder determinar que áreas tienen la mayor concentración de vegetación.

## **4. Resultados**

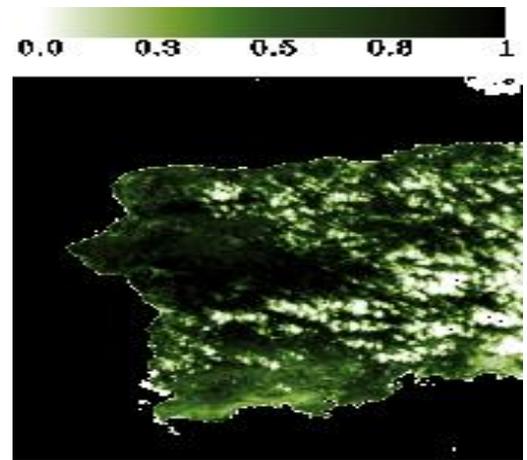
Se hizo el análisis de NDVI en la imagen de MODIS con a una resolución de 250m. Se pudo ver una mayor concentración en la zona central de la isla donde comienza su cadena de montañas. En su escala los valores cercanos a uno están definidos por un color verde oscuro el cual se ve en la zona central. En esta zona del área oeste de la isla la precipitación es muy frecuente debido al efecto orográfico ocasionado por las montañas del área.



**Imagen de MODIS 250m resolución con NDVI aplicado.**

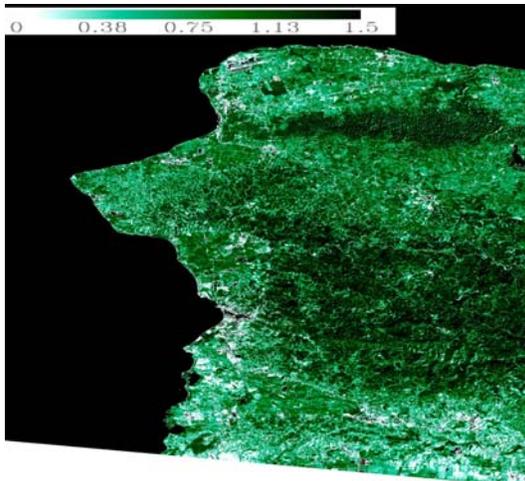
Luego se hizo el mismo estudio pero con una imagen de MODIS con la resolución de 500m. En esta imagen se pudo ver también una mayor concentración en la zona central de la isla donde comienza su cadena de montañas. A diferencia de la primera banda analizada, en esta imagen no se puede apreciar bien las diferencias entre las zonas, debido a que su resolución espacial es más alta y no se diferencian bien las áreas de menor índice de vegetación de las áreas de mayor índice de vegetación. Ejemplo de esto se ve en el área sur donde en la imagen de

250m de resolución comparada con la de 500m de resolución.



**Imagen de MODIS 500m resolución con NDVI aplicado.**

En el momento en que estas imágenes estaban procesadas decidimos compararlas con imágenes de Thematic Mapper, el cual tiene una resolución espacial de 30m. En esta imagen se pudo determinar con mejor precisión las diferencias entre las concentraciones de vegetación en el área oeste. En esta imagen se ve desde las zonas urbanas con el mínimo en cuanto a índice de vegetación se refiere hasta la zona montañosa en la cual es alto el índice de vegetación.

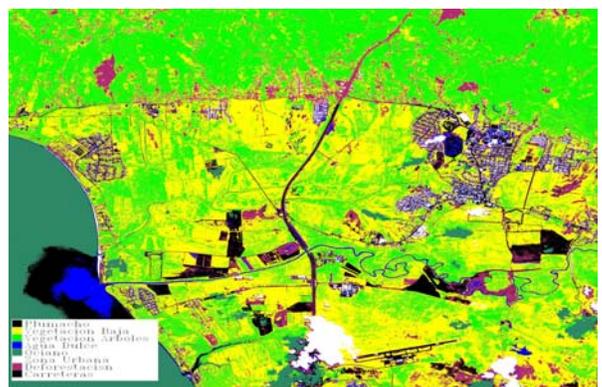


**Imagen de Thematic Mapper con 30m de resolución y NDVI aplicado.**

Estas imágenes siguen teniendo la misma explicación en cuanto a la relación de la geografía con la concentración de vegetación, pero en comparación con otras imágenes, la diferencia es en cuanto a la precisión delineando diferencias entre áreas.

Finalmente decidimos intentar comparar una imagen de IKONOS pero en este caso se comparará el NDVI con una clasificación supervisada. Utilizamos la clasificación supervisada de imágenes, que nos permite utilizar

datos de entrenamiento de áreas conocidas para clasificar pixeles de áreas desconocidas. Esta clasificación le permite al investigador elegir las regiones de interés (ROI) a ser estudiadas. Se utilizará el método específico de “minimum distance”. Se analizó una imagen de IKONOS, el cual tiene 1m de resolución, en el cual esta parte del área oeste de Puerto Rico. Con el programa de ENVI se comenzó la clasificación supervisada adiestrando al sistema con regiones de interés (ROI). Se analizaron 8 clases distintas para esta imagen.



**Imagen de IKONOS con clasificación supervisada**

Se puede apreciar que con este análisis la diferencia de clases y de áreas delineadas es mucho más superior, aunque no es de por sí un NDVI puede ser una alternativa dependiendo de lo deseado.

## **5. Conclusiones**

Tenemos MODIS, TM e IKONOS, sensores los cuales acabamos de comparar con el método de NDVI y clasificación supervisada. Se puede apreciar que en la clasificación supervisada hay mejor detalle y diferencias entre los parámetros pero la capacidad de área se limita, mayor resolución mejor detalle menor área cubre. En fin el mejor sensor es el que satisfaga nuestras necesidades.

Se determinaron las áreas de mayor concentración de vegetación las cuales estaban ubicadas en la cordillera y los efectos de la geografía sobre la vegetación en el área.