

# Contaminación de metales en Áreas de Manglares

José J. Marrero Figueroa  
Marangely González Tavárez

Universidad de Puerto Rico en Mayagüez

**Resumen:** Los manglares son ecosistemas muy importantes que muchas veces se pueden ver afectados por contaminación de metales. Esta contaminación causa una reducción en clorofila que puede ser vista con imágenes de percepción remota y calculando el índice de vegetación se puede saber si el manglar está en buenas condiciones o si se encuentra contaminado. Mientras mayor sea su contaminación, mayor será el índice de vegetación.

## Introducción:

Los manglares son sistemas de plantas que se encuentran a lo largo de las costas tanto tropicales como subtropicales. Estos ecosistemas son importantes para el medio ambiente ya que le sirven de hábitat a diversas especies (Souza et al 2006). A pesar de ser tan importantes estos ecosistemas se han visto afectados por la sobreexplotación, la contaminación, la conversión a la agricultura y otras causas (Dodd, 1998).

Estos niveles de contaminación afectan directamente la apariencia física de estos ecosistemas. Para poder observar estas variaciones se han creado diferentes métodos, uno de ellos es el de percepción remota. Este método se ha ido modificando

para monitorear las variaciones de los manglares y otros tipos de vegetación (Kovacs et al 2005). Esta manera de monitoreo ha resultado efectiva ya que se pueden realizar estudios de manera más sencilla y menos costosa. En este caso estas herramientas se pueden utilizar para detectar cambios en los manglares causados por metales y otros contaminantes, ya que según aumenta la cantidad de metales ocurre una disminución en la clorofila de las plantas (Macfarlane and Burchett, 2001)

Una manera muy efectiva para este tipo de estudios es utilizando las imágenes de IKONOS. Este satélite comercial de teledetección recolecta simultáneamente 1m pancromático y 4m de imágenes

multiespectrales, proporcionando imágenes con excelentes resolución espacial. IKONOS orbita es sincronización con el sol lo que cual permite una cobertura global (Bowen, 2003).

### **Objetivos:**

El objetivo de esta investigación es utilizar imágenes de IKONOS para detectar cambios en los manglares causados por la contaminación de metales. Utilizando imágenes de manglares de Arecibo y Guánica se calculará el índice de vegetación (NDVI, por sus siglas en ingles) para comparar cómo este varía en áreas de alta y baja contaminación.

### **Metodología:**

Las imágenes utilizadas para llevar a cabo este proyecto fueron del sensor IKONOS. Estas imágenes fueron adquiridas de la base de datos de IKONOS en Puerto Rico que posee el profesor Fernando Gilbes. Se utilizaron tres imágenes para la zona de estudio, dos de estas imágenes para la zona de Guánica y otra para la zona de Arecibo.

Estas imágenes fueron procesadas en ENVI Classic con el propósito de tener un estimado de cuanta vegetación poseen estas

zonas de estudio. El primer paso fue crear un “layering stacking” para cada imagen ya que las bandas de estas estaban separadas. Luego se le hizo un “spatial subset” del área deseado en las imágenes para enfocarnos en la zona de estudio (manglares). La zona que escogimos de Guánica estaba dividida en dos cuadrantes de IKONOS lo cual son dos imágenes. Con estas dos imágenes se tuvo que hacer un mosaico en ENVI para luego poder hacer el “spatial subset” del área escogida para el trabajo. Para hacer el mosaico de las imágenes fuimos a el menú principal de ENVI, buscamos “basic tools” escogimos un “mosaicking georeferenced” y al presionarle apareció una ventana en la cual se importaron las imágenes deseadas para crear el mosaico y rápidamente apareció, si el resultado es el deseado se le da “apply” (Figura 1). Tan pronto obtuvimos las imágenes del área deseada de Arecibo y Guánica se le aplicó a estas una corrección atmosférica de tipo “dark substract” para así eliminar de ellas la radianza que podría dañar o alterar nuestros resultados. Una vez tuvimos listo este pre procesamiento de las imágenes pudimos proceder a calcular el índice de vegetación estas. El índice de vegetación que utilizamos fue el NDVI o “Normalized Difference vegetation Index”. Para calcular este índice de vegetación

tuvimos que ir al menú principal de ENVI y en “transform” presionar NDVI y luego de escoger la imagen a la cual se le aplicara automáticamente el programa la ejecuta. Otra manera de calcular este índice de vegetación lo es utilizando el “Band math” que posee ENVI, en el cual uno es capaz de entrar una ecuación para aplicar, la ecuación a usarse para calcular NDVI lo es:

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

Luego de tener el NDVI calculado procedimos a crear una máscara para esta imagen en la cual se le asignaron valores determinados para poder ocultar el océano.

## Resultados:

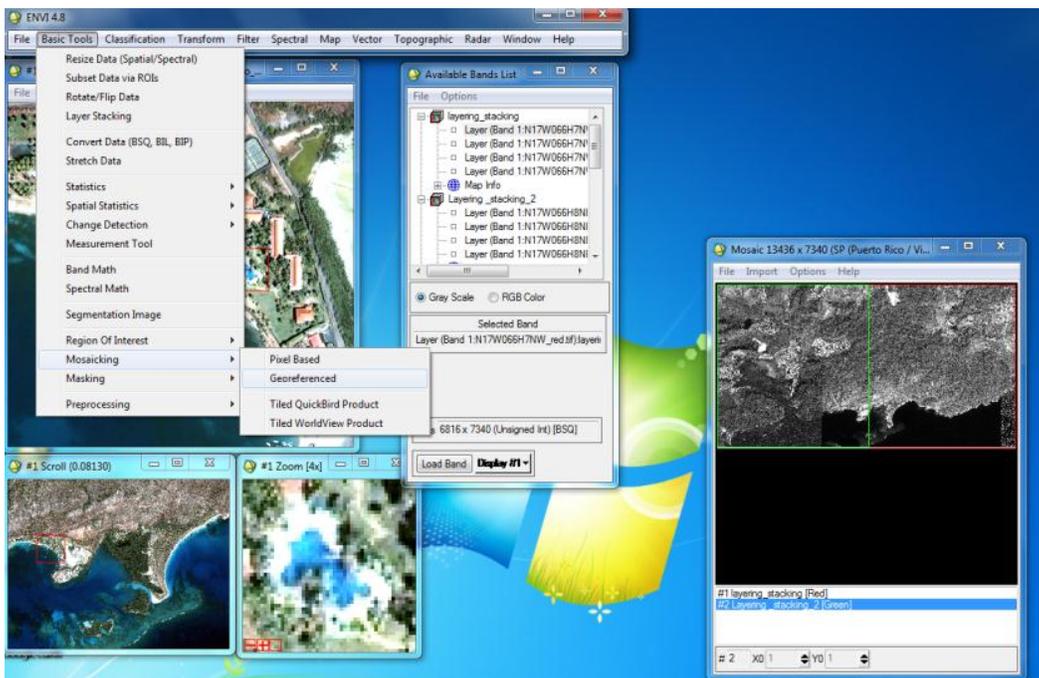


Figura 1. Imagen que presenta como obtuvimos el mosaico de el area de Guánica.

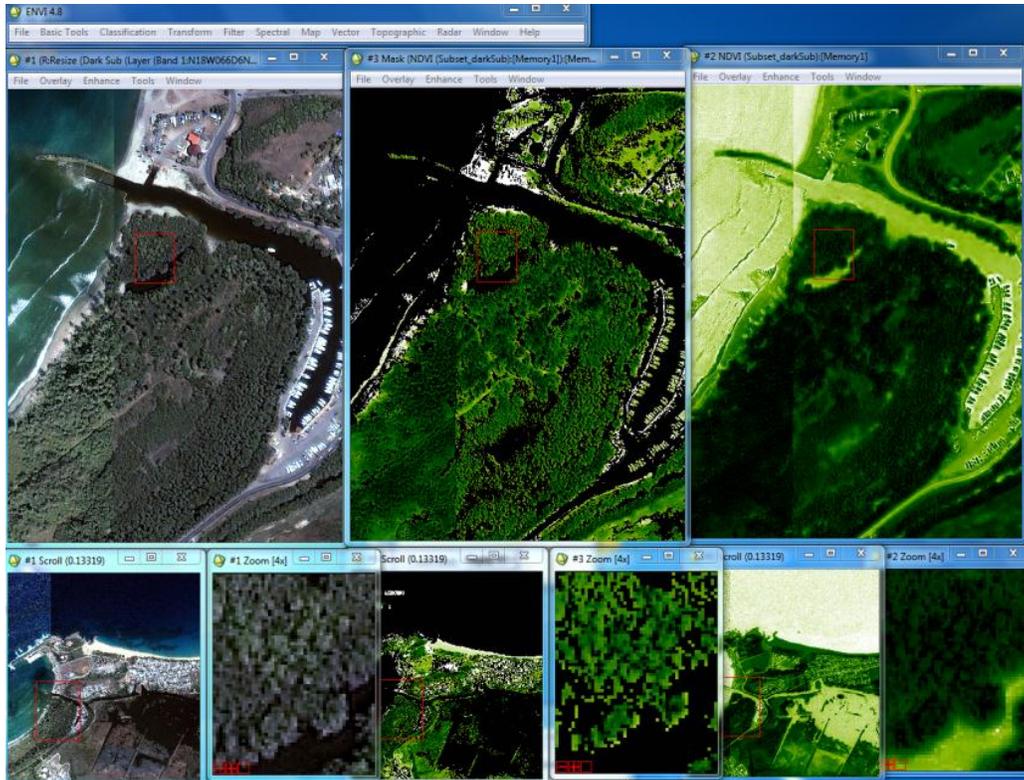


Figure 2. Imagen presentando un link de tres imágenes de Arcibo.



Figure 3. Imagen de NDVI con mascara aplicada del área de Arecibo.



Figura 4. Imagen presentando un link de tres imágenes de Guánica.



Figura 5. Imagen de NDVI con mascara aplicada del área de Guánica.

Latitud	Longitud	NDVI
18°28'35.42 "N	66°41'53.74" W	0.57
18°28'37.77" N	66°41'26.44" W	0.5
18°28'33.67" N	66°41'48.56' W	0.39
18°28'36.39" N	66°41'57.73' W	0.28

(A)

Latitud	Longitud	NDVI
17°56'31.86" N	66°52'16.06" W	0.1
17°56'43.81" N	66°51'57.81" W	0.05
17°57'8.02" N	66°52'5.38" W	0.02
17°56'47.44" N	66°52'0.06" W	-0.04

(B)

Figura 6. Tabla mostrando diferentes latitudes y longitudes con su respectivo valor de NDVI para Arecibo (A). Tabla mostrando diferentes latitudes y longitudes con su respectivo valor de NDVI para Guanica (B).

### Discusión:

Basado en las figuras 2-5 aquí presentamos las interpretaciones de los resultados, separados para cada pueblo. Presentaremos la interpretación de los valores de NDVI que obtuvimos en nuestro proyecto. Estos valores de NDVI pueden presentar ciertos errores, tales como la reflectancia del agua y las nubes.

El índice de vegetación que obtuvimos para el área de Arecibo fue mayor comparado al área de Guánica. En la figura 2 se puede observar una imagen en “link” compuesta por tres imágenes, a la extrema

izquierda se presenta una imagen de color verdadero del área de Arecibo, al medio se encuentra la imagen de NDVI con la máscara aplicada y a la derecha la imagen de NDVI. En la figura 3 se puede observar la imagen de NDVI con la máscara para el todo área de Arecibo. El área de Arecibo se dice que es un área con alta contaminación de metales pesados, estos metales pesados en las plantas hacen que absorban el rojo. Por esto es que cuando aplicamos la fórmula de NDVI presenta mayor el valor en Arecibo. El área de Arecibo es un área que puede ser accesada con facilidad y además tiene la marina cerca de los manglares

estudiados lo cual es un gran impacto en contaminación, con estos datos pudimos correlacionar los resultados obtenidos con nuestro estudio.

En la Figura 4 se puede observar una imagen que está en “link” compuesta por tres imágenes, a la extrema izquierda se presenta una imagen de color verdadero del área de Guánica, al medio se encuentra la imagen de NDVI y a la derecha la imagen de NDVI con la máscara aplicada. El área de Guánica contrario al de Arecibo los manglares son más difícil de acceder a ellos y no poseen una fuente de contaminación directa cerca, lo que correlaciona con nuestros resultados ya que Guánica presento un valor menor a Arecibo en el cálculo de NDVI. En la figura 6 presentamos una tabla en la cual escogimos diferentes puntos en las imágenes para apreciar la diferencia entre los valores de NDVI adquiridos para ambos municipios.

### **Conclusión:**

Según el estudio realizado por Macfarlane y Burchett se determinó que a medida que se aumenta la cantidad de metales en los manglares, aumenta la contaminación de estos ocasionando una disminución en la clorofila de las plantas. Al tener esta

disminución, la planta la planta va a tener menor reflectancia en el rango rojo, lo que va a producir un alto nivel en el NDVI.

Dejándonos llevar por esto se puede concluir que el índice de vegetación de Arecibo es mucho mayor que el de Guánica, lo que indica que los manglares de Arecibo tienen mayor contaminación que los de Guánica.

### **Referencias:**

- Bowen H., Gerlach F., Grodecki J., Oleszczuk R., 2003, IKONOS satellite, imagery, and products: Remote Sensing of Environment; v. 88, Issues 1-2, p. 23-36.
- Dodd R.S., 1998, Diversity and Function in Mangrove Ecosystems: Proceedings of Mangrove Symposia Held in Tolouse; p. 142.
- Kovacs, J., Flores, F., Wang, J., and Aspden, L., 2004, Estimating leaf area index of a degraded mangrove forest using high spatial satellite data; Aquatic Botany, v 80, 1, p. 13-22.
- Macfarlane G.R., Burchett M., 2001, Photosynthetic Pigments and Peroxidase Activity as Indicators of Heavy metal Stress in the Grey Mangrove, *Avicennia marina*: University of Technology; v. 42, p. 233-40.
- Souza, P., Socorro, E., Ribeiro, F., 2006, Using mangroves as a geological indicator of coastal changes in the Braganca macrotidal flat, Brazilian Amazon: A remote sensing data approach: Ocean and Coastal Management, v.49, 7-8, p 4

