Cambios en cobertura e índices de vegetación de los mangles en el área de La Parguera durante 70 años

Natlee M. Hernández Guevara[1] y Ernesto Cruz Acevedo[2]

[1]PO Box 1633, Coamo, PR, 00769 (natlee.hernandez@gmail.com)
[2]HC 2 Box 24518, San Sebastián, PR, 00685 (ernesto.cruz2@upr.edu)

RESUMEN

El área de La Parguera es una zona muy atractiva a la comunidad ya que es una reserva natural debido a que es no de los pocos lugares con una bahía bioluminiscente. Además de que es un área que esta cubierta por mangles, los cuales también son parte importante de esta bahía. Este proyecto estudia los cambios de este ecosistema durante los últimos 70 años. Los índices de vegetación y el área de cobertura fueron los principales factores estudiados para este lugar de Puerto Rico. Para poder hacer esta investigación fue necesario utilizar el programa de procesamientos de imágenes, ENVI. Además, se utilizaron fotos aéreas (1936 y 1977) e imágenes del sensor IKONOS (2001 y 2006). Finalmente se corrieron varias rutinas de ENVI como clasificaciones supervisadas y no-supervisadas para reconocer el área de los mangles. Otras rutinas utilizadas fueron la transformación de NDVI y las calculaciones de área con las regiones de interés. Finalmente se concluyo que el NDVI es mayor en el 2001 y que el área de cobertura aumento durante los 70 años de estudio.

Palabras Claves:
- NDVI
- Clasificaciones
- ENVI
- Regiones de Interés

INTRODUCCION

Los mangles provienen de la familia de los *Rhizophoraceae* y son una parte importante de nuestro ecosistema en las costas, éstos ayudan a conservar tipos de especies los mismos sostienen un ecosistema. Al ser una planta de zona tropical la cual habita en las zonas costeras de Puerto Rico es de nuestro interés ver cómo esta especie ha variado en abundancia en la isla específicamente en la zona de la Parguera. En adición a tener su propio biosistemas, los mangles también ofrecen protección a nuestras costas de los fuertes oleajes siendo unos rompeolas naturales. Además estos recogen los sedimentos y otros contaminantes que llegan a la costa ya sea por procesos naturales ó provocados por la mano humana. Uno de los ejemplos más trágicos pero notables sobre su utilidad es cuando se presenta un derrame de petróleo en nuestras costas. Al mangle estar más fuera de la costa atrapa en sus raíces estos derrames y no dejan que lleguen a las costas.

Es debido a la importancia de los mangles en nuestras costas, que, nos hemos decidido a medir el área de cobertura de los mismos específicamente en la zona de la Parguera, Lajas. Queremos ver el nivel de vegetación en la zona para poder ver cómo la población de mangles ha cambiado al pasar de los años. Utilizando el programa para el procesamiento de imágenes ENVI 4.5v analizaremos imágenes de IKONOS de la Parguera del 2001 y 2006 también se utilizarán fotos aéreas del 1936 y 1977 para la misma aérea de la Parguera. Utilizando estas herramientas y nuestro conocimiento adquirido en clase se analizarán estas imágenes y se determinará el cambio en la población de los mangles en la costa de la Parguera durante los últimos setenta años.

OBJETIVOS

Los principales objetivos de este proyecto son el determinar el cambio en cobertura de los mangles en el área de la Parguera durante 70 años y determinar el cambio en el índice de vegetación entre los años 2001 y 2006.

METODOLOGÍA

Los principales objetivos de este proyecto son analizar imágenes de satélite para poder llevar a cabo ciertos análisis de los mangles de la Parguera. Para esto el primer paso y el mas importante es la búsqueda de las imágenes o fotos aéreas necesarias para el estudio. Las imágenes utilizadas fueron del sensor IKONOS de los años 2001 y 2006, mientras que las fotos aéreas tienen como fechas el 1936 y el 1977, todas proveídas por el Dr. Gilbes.

El siguiente paso es el procesamiento de estos datos utilizando ENVI, un programa de computadoras especializado en el procesamiento de imágenes y fotos aéreas.

El procesamiento consiste de varios pasos, primero la georeferenciación, hacer cortes, corrección atmosférica, clasificaciones supervisadas y no-supervisadas, la transformación a NDVI y finalmente la calculación de área.

El proceso de georeferenciación fue hecho utilizando la rutina de registración imagen a imagen. Como imagen base se utilizó la imagen de IKONOS del 2006 ya que esta tenía las coordenadas correctas. El sistema de coordenadas que se utilizó fue el UTM, la zona 19 y la data del 1983 de America del Norte. Se georeferenció la imagen de IKONOS del 2001, ya que las coordenadas que tenia no eran correctas, y las fotos

aéreas. Se calculó el RMS ("Rooth Mean Square") para cada una de ellas. Para la imagen de IKONOS se escogieron 10 puntos y para las fotos aéreas cinco puntos para cada una.

Los cortes de las imágenes fue el próximo paso. Se escogió un área en común en todas la imágenes y se cortaron, quedando así todas iguales. Se utilizó la rutina de "Re-Size" y se escogió la opción de espacial.

Para corregir las imágenes de IKONOS atmosféricamente se utilizo la función de "Dark Substract", la cual consiste en eliminar los puntos oscuros de la imagen, disminuyéndole así los valores digitales a la imagen.

Las clasificaciones supervisadas y no-supervisadas fueron hechas a las imágenes de IKONOS para tener un mejor conocimiento del área de cobertura de los mangles. Para la clasificación no-supervisada se utilizo la rutina de "K-means" ya que es en la que mejor se pueden diferenciar los tipos de vegetación (mangles). En esta clasificación se utilizaron 5 diferentes clases y tres iteraciones.

Por otro lado la clasificación supervisada utilizada fue la de "Minimun Distance" la cual identifica mas claramente nuestras áreas de interés en las imágenes. Se utilizaron seis clases para ambas imágenes, las cuales fueron vegetación 1, vegetacion2, mangles, océano, ciudad y aguas llanas, donde vegetación 1 significan los arbustos que están tierra adentro y vegetación 2 las plantas que son mas pequeñas y lugares que tenían poca vegetación.

Las regiones de interés escogidas para las clasificaciones supervisadas fueron polígonos y rectángulos para ambas imágenes. La cantidad de pixeles escogidos para cada región están descritas en la Tabla 1.

Clases	2001	2006
Vegetación 1	17,543	35,362
Vegetación 2	29,926	54,235
Mangles	9,279	13,923
Océano	2,002	3,978
Ciudad	109,529	177,929
Aguas Llanas	68,424	76,402

Tabla 1: Cantidad de pixeles utilizados en las regiones de interés.

El próximo paso es el de la transformación a NDVI de las imágenes de IKONOS. Para tener este producto de índice de vegetación, se utilizo la herramienta "Transform" con las bandas roja e infrarroja del sensor.

Finalmente se hicieron las calculaciones del área de cobertura de todas las imágenes y las fotos aéreas. Este paso se hizo utilizando las regiones de interés para al mismo tiempo obtener un reporte del área en km^2.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

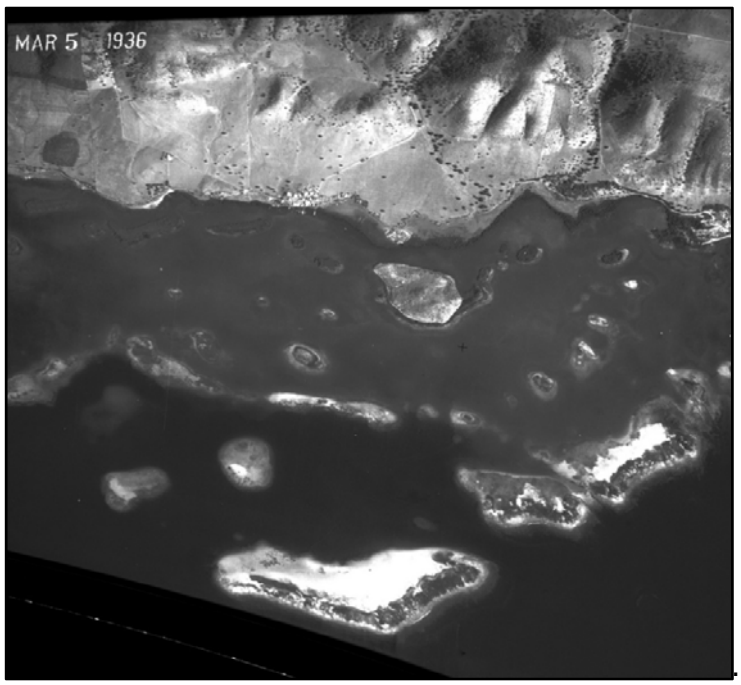


Figura 1: Foto aérea 1936.

El error RMS de la georeferenciación de la foto aérea del 1936 fue de 0.422 con un total de cinco puntos colectados.

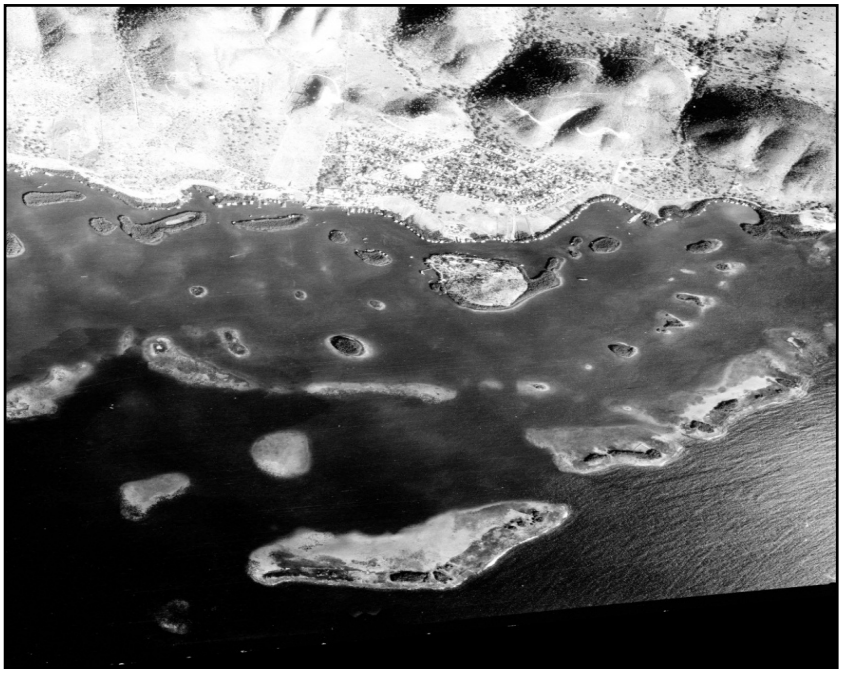


Figura 2: Foto Aérea 1977.

Para la foto de 1977 se tomaron cinco puntos como GCP's con un error de RMS de 0.524.

Figura 3: Imagen de IKONOS, 2001

La imagen de IKONOS del 2001 fue georeferenciada utilizando 10 GCP's, se le cambio el sistema de coordenadas ya que las que tenía no estaban correctas. La imagen del 2006 no tuvo que ser georeferenciada ya que tenia su sistema de coordenadas UTM adecuado (Figura 4).

Figura 4: Imagen de IKONOS, 2006.

Ambas imágenes de IKONOS (Figuras 3 y 4) ya están corregidas atmosféricamente. Las figuras 1-4 ya están preparadas para los demás procedimientos ya que están todas georefernciadas y listas para ser analizadas.

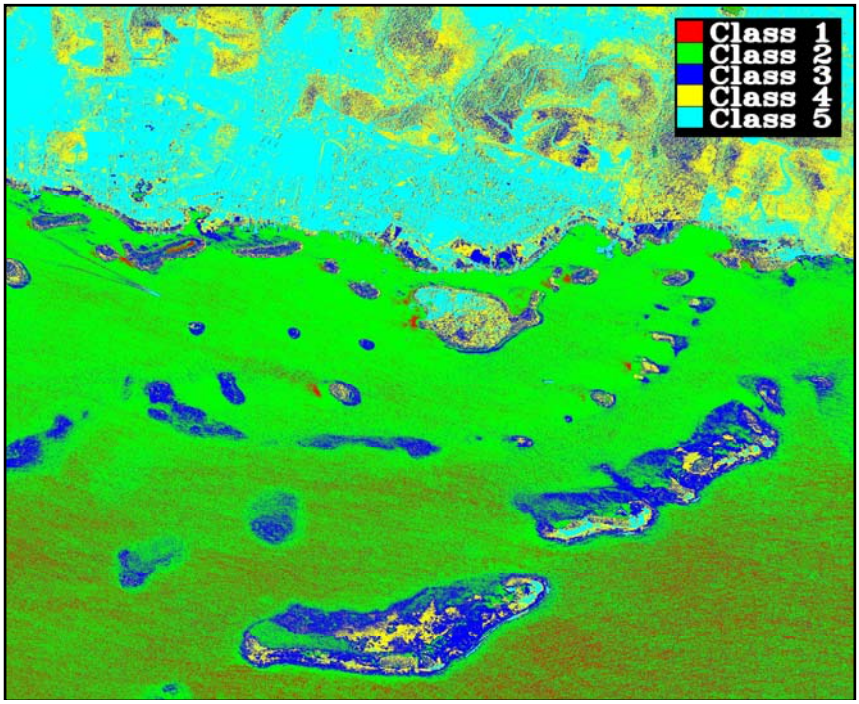


Figura 5: Clasificación no-supervisada "K-means", 2001.

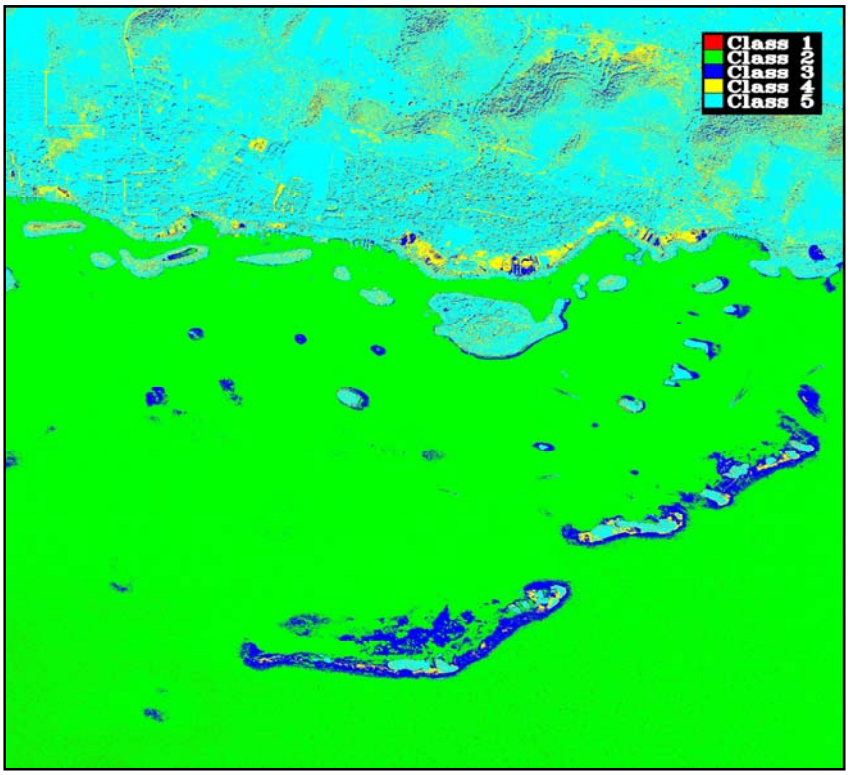


Figura 6: Clasificación no-supervisada “K-means”, 2006.

Estas clasificaciones no-supervisadas tienen cinco clases, en las cuales se pueden identificar el océano, la ciudad, vegetación y aguas llanas. En este caso de clasificación podemos notar que la clasificación del 2001 identifica mejor el área de los mangles que en el 2006, aunque no es totalmente exacta. Las fuentes de error son causadas por pixels mezclados, la clasificación de clases que no son de interés para el trabajo y por la diferencia en resolución temporal de las imágenes.

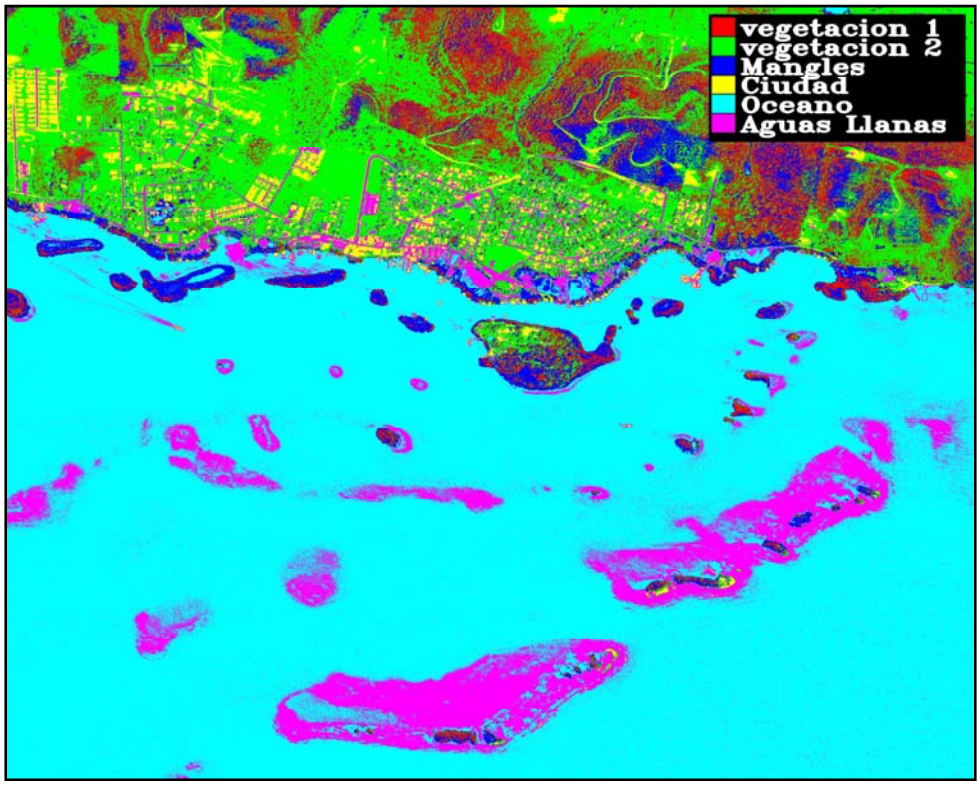


Figura 7: Clasificación supervisada “Minimun Distance”, 2001.

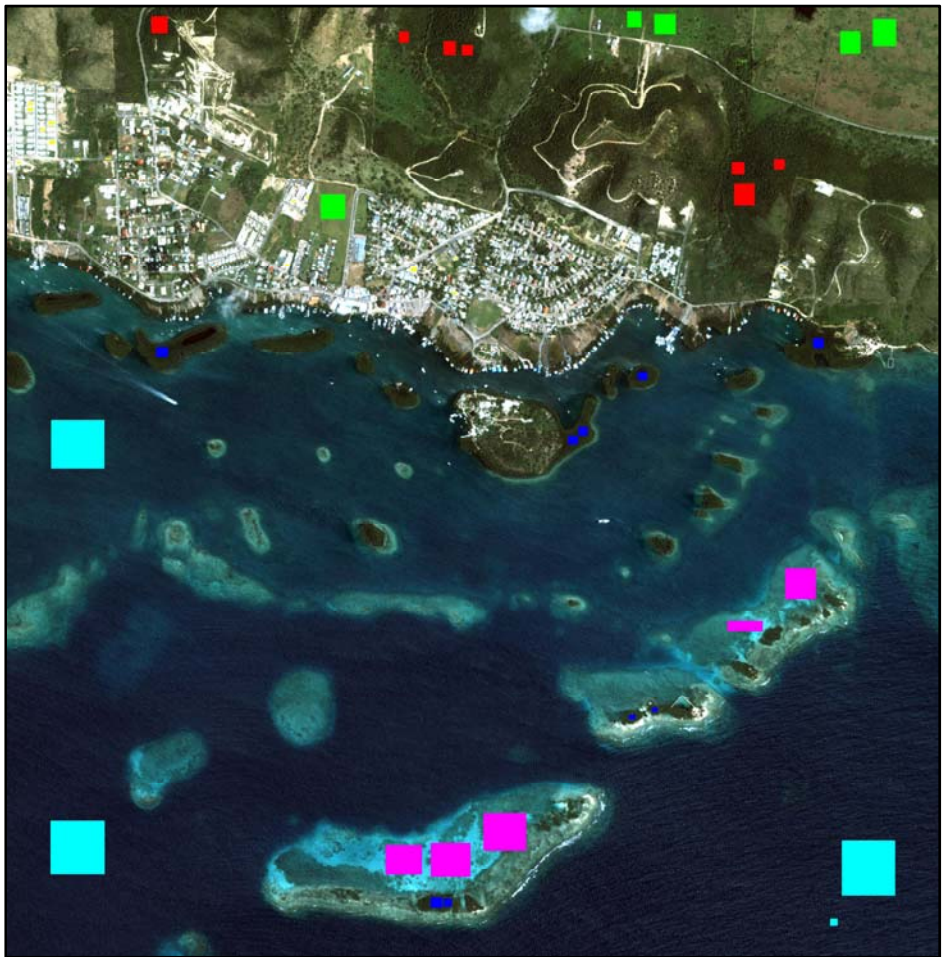


Figura 10: Regiones de interés para IKONOS 2001.

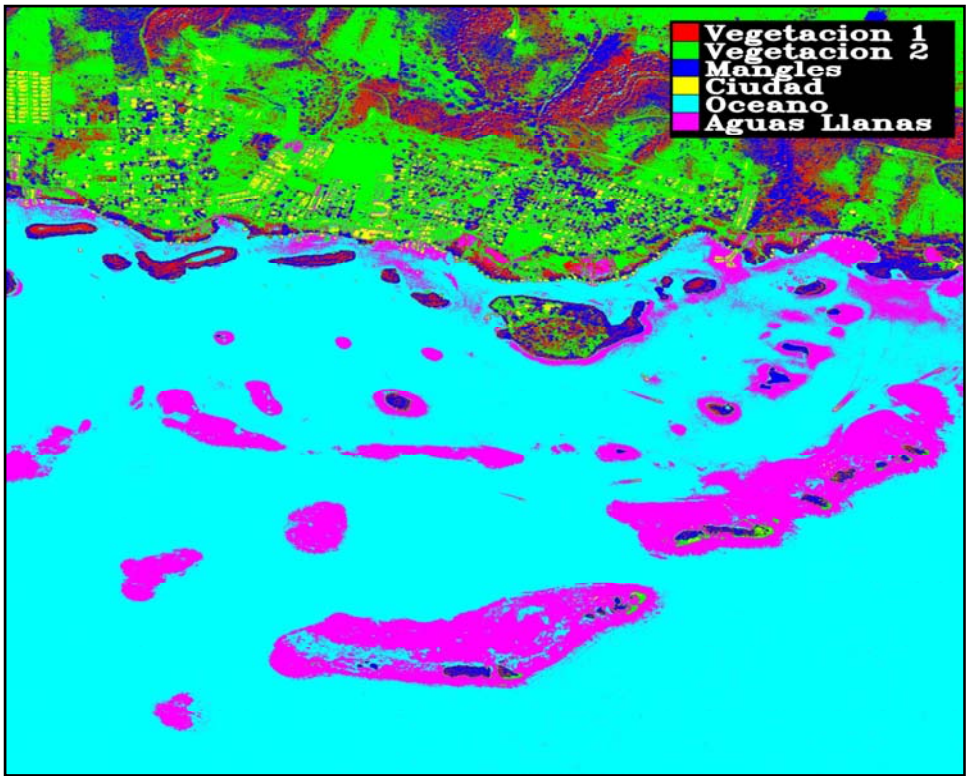


Figura 7: Clasificación supervisada “Minimun Distance”, 2006.

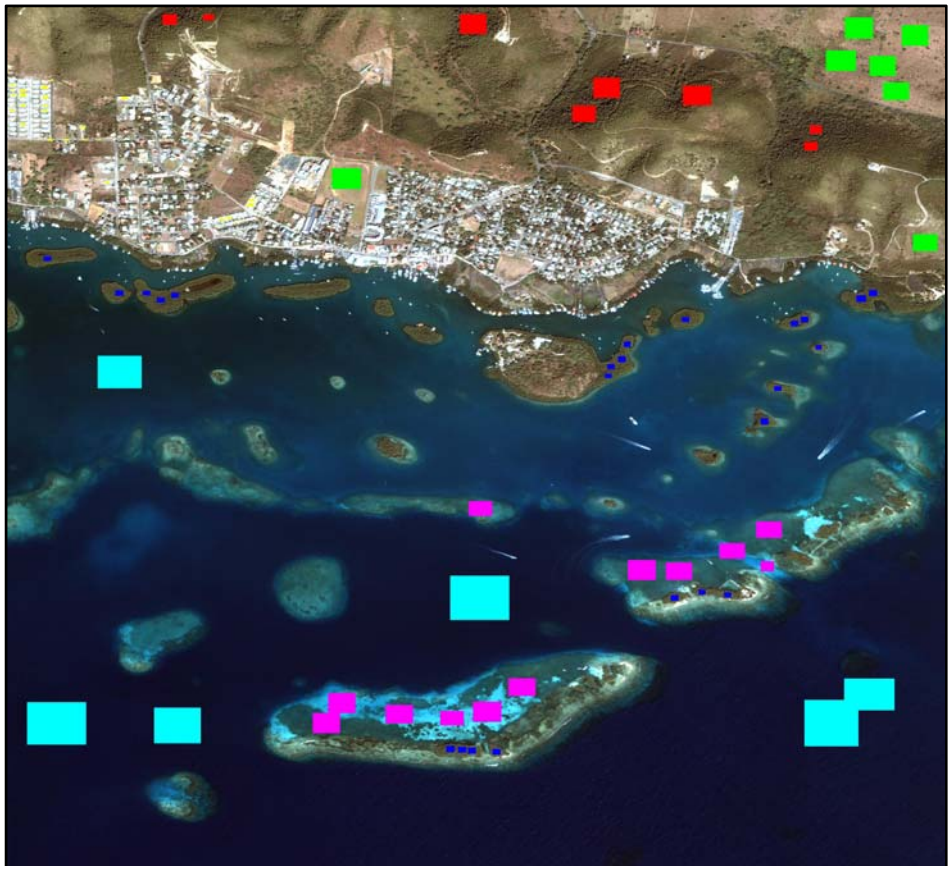


Figura 8: Regiones de interés para IKONOS 2006.

Estas clasificaciones fueron mas exactas en definir las áreas de los mangles. Con la ayuda de las regiones de interés previamente escogidas esta clasificación muestra una área mas precisa de lo que son los mangles. Aunque hay algunos notables errores en la clasificación, ya que la clase de los mangles esta tierra adentro. Esto debido a que al ser vegetación tienen una señal espectral bien parecida a la de los mangles y es bien difícil poder separar estas clases, además de que las regiones de interés pudieran contener contaminación de pixeles.

Figura 9: NDVI para el 2001.

Figura 10: NDVI para el 2006.

Los valores de NDVI fueron mayores en el año 2001 ya que el tiempo en que se tomo la imagen era de época de lluvia, en el 2006 la época era seca. Estas imágenes de NDVI tienen una mascara que cubre los valores negativos y mayores a 1 los cuales no son valores correctos para índices de vegetación.

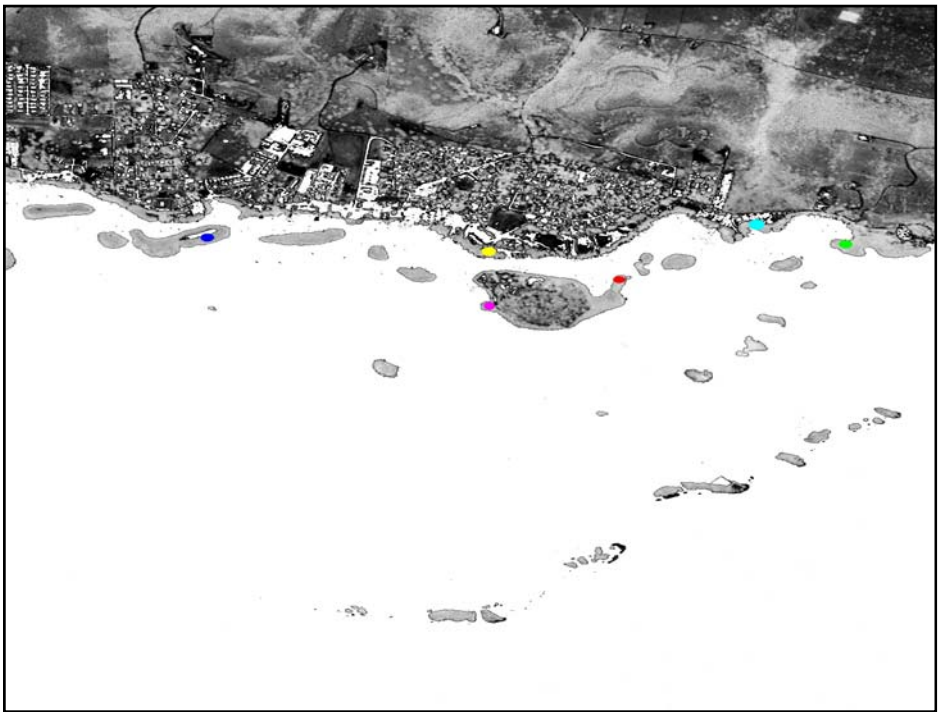
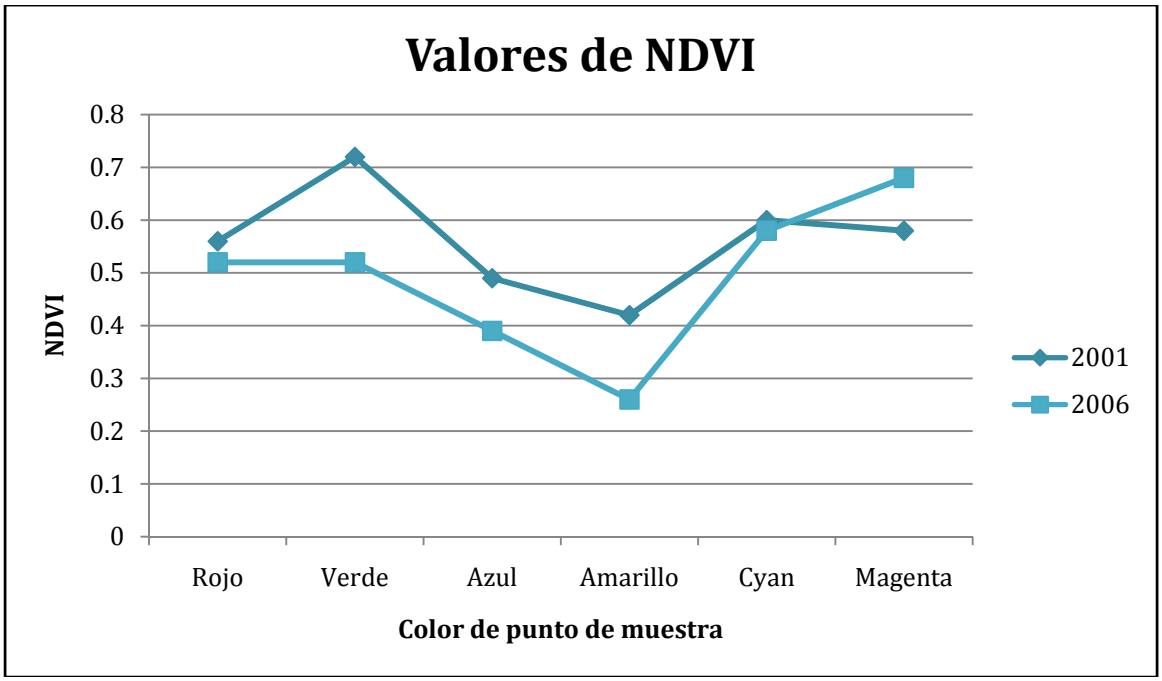


Figura 11: Puntos de muestra de los valores de NDVI.

Color	2001	2006
Rojo	0.56	0.52
Verde	0.72	0.52
Azul	0.49	0.39
Amarillo	0.42	0.26
Cyan	0.60	0.58
Magenta	0.58	0.68

Tabla 2: Valores de NDVI



Gráfica 1: Valores de NDVI vs. Color de punto de muestra

Los valores de NDVI, en los puntos muestreados, son mas altos en el 2001 que en el 2006, lo que indica que la vegetación estaba mas saludable en el 2001 que en 2006.

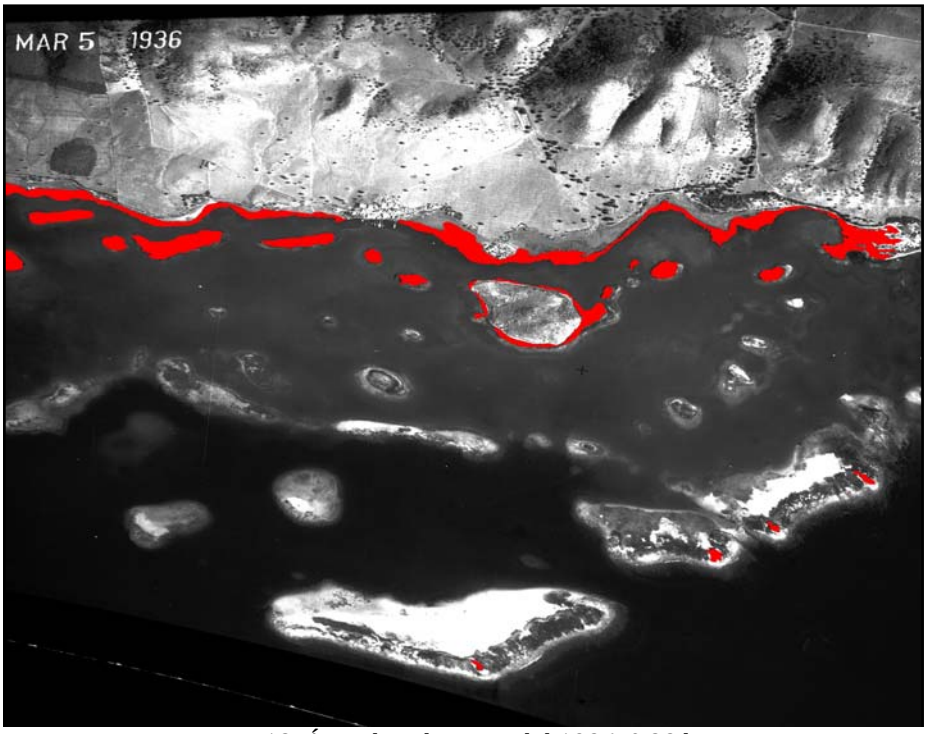


Figura 12: Área de cobertura del 1936, 0.23 km^2.

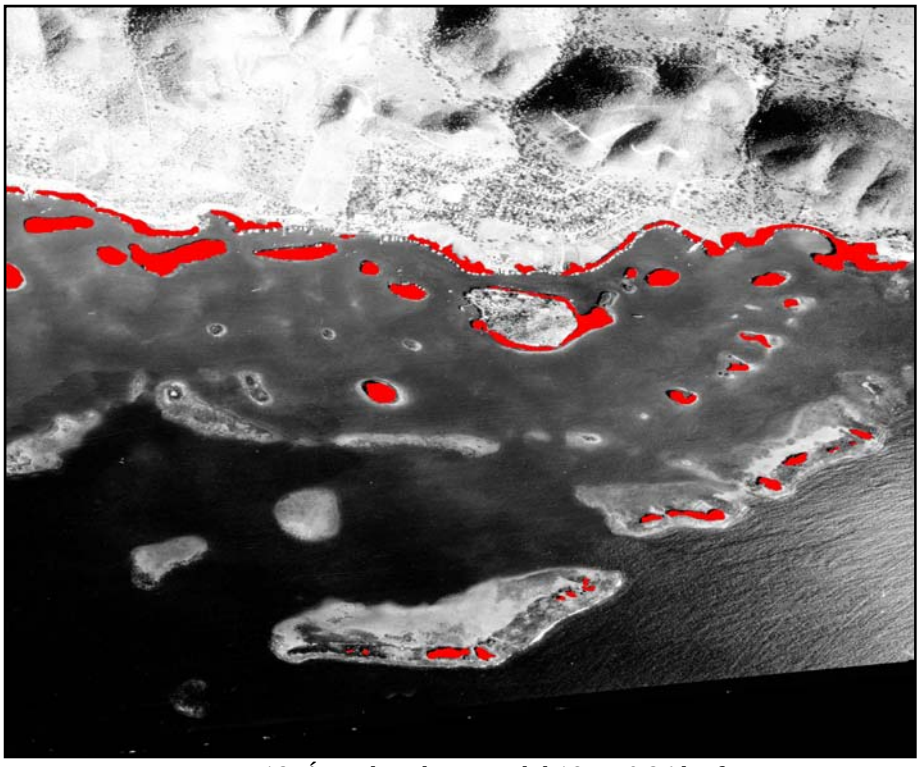


Figura 13: Área de cobertura del 1977, 0.26 km^2.

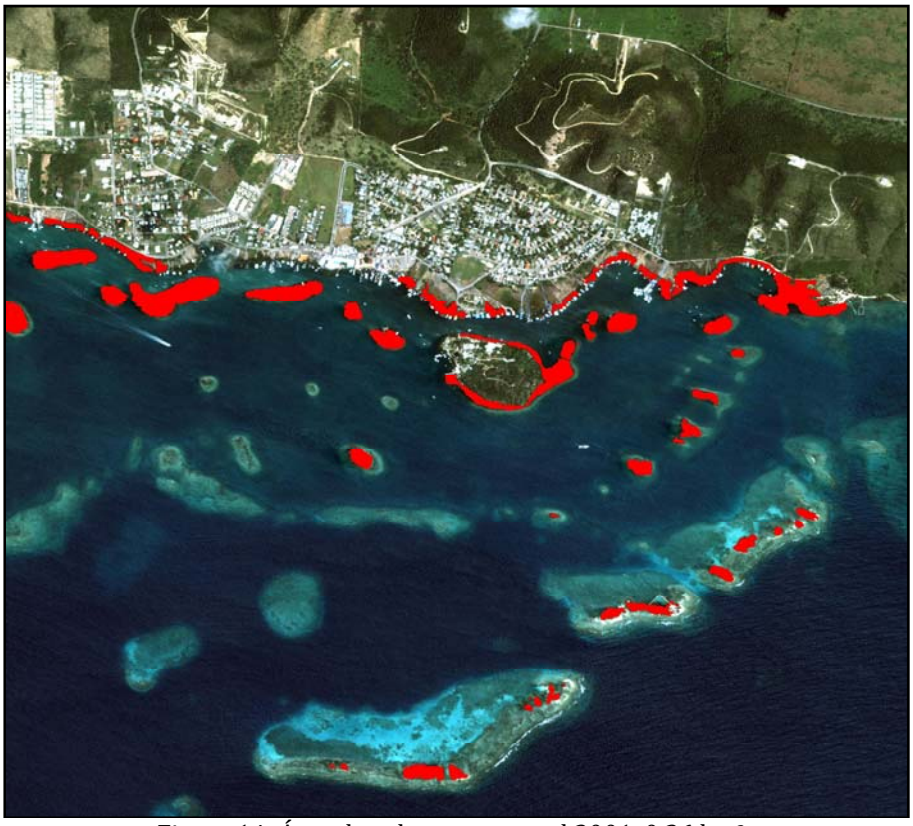
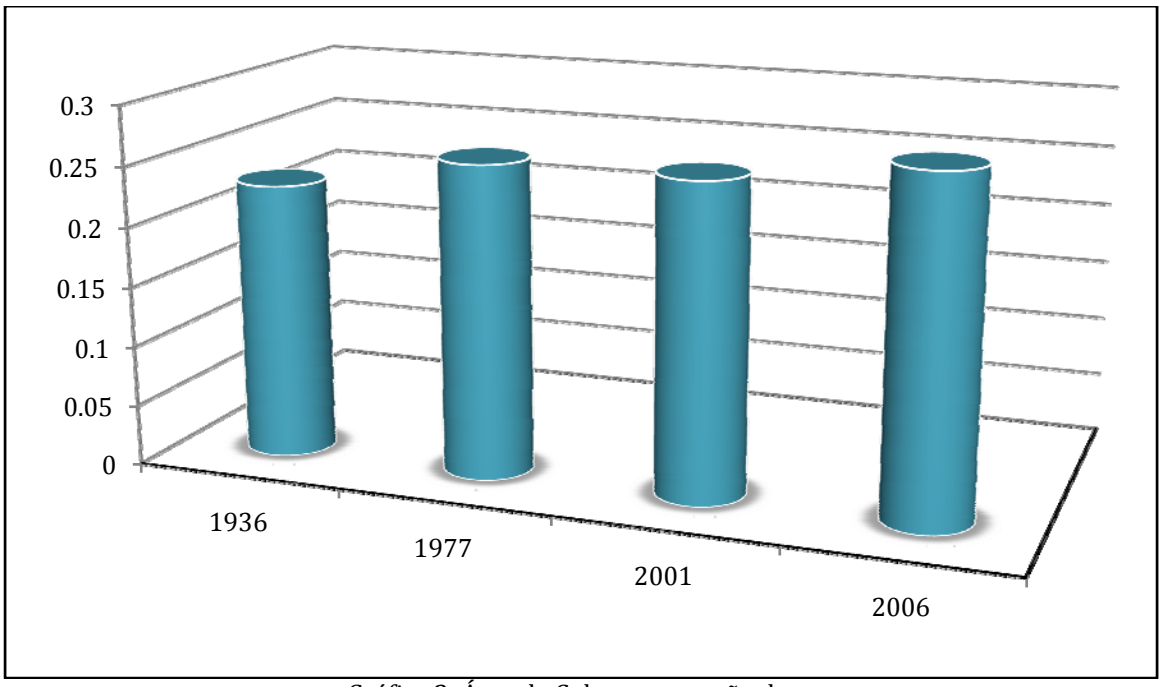


Figura 14: Área de cobertura para el 2001, 0.26 km^2.

Figura 15: Área de cobertura para el 2006, 0.28 km^2.



Gráfica 2: Área de Cobertura vs. año de muestreo

El área de cobertura de los mangles de la Parguera fue aumentando con el pasar de los años.

RECOMENDACIONES

Al hacer una autoevaluación de nuestro trabajo hemos encontrado varios puntos los cuales de alguna forma impidieron la obtención de mejores resultados acerca nuestro objetivo, la evaluación de cambios de cobertura e índices de vegetación en el área de la Parguera durante los últimos setenta años. Para empezar se necesita una buena fuente de imágenes la cual pueda proveer imágenes de los distintos censores que se requieran para el estudio eficiente de la zona. Esto antes mencionado es muy importante ya que el nivel de exactitud del resultado será mayor ya que se podrían corroborar los resultados de unas imágenes con otras y establecer una relación entre sí. Segundo, se necesita hacer estudios de campo para

corroborar la información obtenida en el procesamiento de las imágenes y minimizar los errores del programa. Además se necesita una fuente que provea con dinero para poder realizar los distintos estudios de campo necesarios y comprar cualquier equipo ó imagen que se necesite. También estuvimos limitados en el procesamiento de las imágenes aéreas y de la información que se obtienen de las mismas. Se necesita además un conocimiento técnico amplio en el uso de ENVI 4.5v para disminuir errores humanos en el procesamiento de las imágenes y una mejor interpretación de las mismas. Finalmente sería de gran utilidad obtener las resoluciones temporales de las imágenes y fotos aéreas para tener mayor información del área de estudio y poder hacer las correcciones necesarias en las imágenes como correcciones atmosféricas más eficientes que la utilizada en este trabajo.

CONCLUSION

A partir de los resultados obtenidos utilizando ENVI 4.5v podemos concluir que el índice y/o área de cobertura de los mangles en la costa de la Parguera ha tenido un aumento de 0.02 km^2 en un período de setenta años. Vemos que los valores del NVDI *(Normalized Difference Vegetation Index)* del año 2001 son mayores que los valores del NVDI del 2001.

Este aumento se le puede atribuir a distintas causas entre ellas la reforestación, leyes de protección ambiental y las reservas naturales en las cuales se encuentran. Además se puede atribuir a las fuentes de error provenientes de las imágenes ya que las mismas no fueron tomadas aparentemente para la misma época del año. También hemos concluido que ENVI 4.5v es una herramienta para el

procesamiento de imágenes, fotos y estudios sobre vegetación y calculación de área para una imagen ó foto aérea. Si se pudiesen seguir las recomendaciones ya mencionadas anteriormente, este trabajo tendría una validación confiable y una incertidumbre mucho menor acerca el área de cobertura de los mangles en el transcurso de setenta años.

REFERENCIAS

Campbell, J.B., 2007, Introduction to Remote Sensing, Cuarta Edición, The Guilford Press, New York.