

Respuesta Multiespectral de la Vegetación Circundante de Canales Naturales como Posible Fuente de Identificación de Corrientes

YASSON DUQUE AMAYA
Departamento de Ingeniería Civil
Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez
P.O Box 5328, Mayagüez PR 00681
e-mail: yasson.duque@upr.edu

RESUMEN

Las zonas de cabecera en donde nacen los ríos y quebradas, se destacan por ser áreas receptoras y productoras de agua dentro de las cuencas hidrográficas. En este tipo de zonas se pueden distinguir diferentes tipos de corrientes: perennes, intermitentes y efímeras; todo dependiendo de las características geomorfológicas, litológicas y de la vegetación existente. Identificar estas zonas y los tipos de canales o corrientes existentes es importante para un mejor manejo de los recursos. En este trabajo se combinó información sobre corrientes perennes e intermitentes trazadas en los mapas topográficos e imágenes satelitales multiespectrales de gran resolución espacial (IKONOS), usando las herramientas proporcionadas por los programas ENVI y ArcGIS con el objeto de identificar posibles cambios en la vegetación atribuibles al patrón de flujo de las corrientes. Para este propósito se aplicó el algoritmo índices de vegetación de diferencia normalizada NDVI (combinación de bandas Rojo e infrarrojo cercano), para tratar de diferenciar estado de la vegetación presente en áreas aledañas a los cauces en 2 áreas de cuencas diferentes en Puerto Rico. Se analizaron 4 imágenes correspondientes a las cuencas de ríos Manatí y Portugués, dificultades se presentaron debido a que las imágenes no contenían información asociada a la fecha y temporada, lo cual es importante a la hora de evaluar los índices de vegetación, ya que la respuesta y estado de la misma depende en gran parte de la humedad existente.

Palabras Clave: Cuenca hidrográfica, efímeras, IKONOS, índices de vegetación, intermitentes, multiespectrales, NDVI, perennes.

INTRODUCCIÓN

La vegetación es un importante componente de los ecosistemas, el estado en que estos se encuentren puede determinar el estado de una zona o región, incluso puede ser asociado a efectos climáticos y a los cuerpos de agua. Zhangyan Jiang y otros (2006), citando a Aman y otros, (1992), comenta que los cambios en la vegetación están relacionados directamente con impactos en el agua superficial y flujos de energía a

través de la transpiración, así como, el albedo superficial, emisividad y rugosidad.

Cambios de vegetación pueden ser atribuidos al patrón de flujo de las corrientes y varían según se presenten los tipos de corriente: perennes, transitorias y efímeras. En la actualidad existen métodos de campo para identificar los tipos de corrientes, estos métodos por lo general consumen altos recursos de tiempo y dinero para identificar este tipo de sistemas (NCDWQ 2005). Sin

embargo la percepción remota (RS por sus importante herramienta de análisis y posible identificación de este tipo de sistemas si utilizar tantos recursos. Índices de vegetación mediante el uso de percepción Remota puede ser utilizada para este Propósito. Un ejemplo similar a lo que busca este trabajo fue desarrollado por Sheikh Naimullah (2007), para detectar fugas en tuberías aplicando NDVI a imágenes Spot5

Información acerca de la naturaleza y presencia de agua en los canales primarios en las redes hídricas y sus ecosistemas son de gran importancia para establecer políticas y/o tomar decisiones en etapas de planeación y desarrollo. El uso e interpretación de imágenes satelitales actualmente es una herramienta para propósitos ambientales. Este trabajo tiene como objetivo tratar de identificar índice de vegetación circundante a canales naturales y tratar de establecer una metodología para la identificación de corrientes naturales a partir de imágenes IKONOS, utilizando el software de procesamiento de imágenes ENVI.

METODOLOGIA

Área de Estudio

El área de estudio comprende dos zonas que hacen parte de las cuencas de los ríos

(siglas en ingles), puede llegar a ser una Manatí y Portugués, norte y sur de la isla de Puerto Rico respectivamente (ver Figura 1).

Para cada zona fueron necesarias imágenes de IKONOS y cuadrángulos de mapa topográfico.



Figura 1. Área de Estudio

Imágenes

El estudio fue llevado a cabo con imágenes multiespectrales del sensor IKONOS (Figura 2), suministradas por el departamento de Geología UPRM, Dr. Gilberto Gilbes, S. La información obtenida correspondió a bandas espectrales en archivos separados. Adicionalmente se utilizaron imágenes correspondientes a cuadrángulos topográficos del área de estudio (Figura 3) proporcionadas por Instituto de Investigaciones sobre Recursos de Agua y el Ambiente de Puerto Rico PRWRERI. La Tabla 1 se resume las principales características de las imágenes utilizadas para el proyecto.

Tabla 1. Características de imágenes utilizadas

IKONOS				
Bandas	Longitud de Onda (μm)	Resolución Espacial (m)	No imágenes Utilizadas	Proyección geográfica
1-Blue	0.445-0.516	1	4 (2 Manatí) (2 Portugués)	SP Nad 83
2-Green	0.506-0.595	1		
3-Red	0.632-0.698	1		
4-Near Infrarrojo	0.757-0.853	1		
CUADRANGULOS TOPOGRAFICOS				
Tipo archivo	Resolución Espacial (m)	No imágenes Utilizadas		Proyección geográfica
Raster	2.032	17 (8 Manatí); (9 Portugués)		UTM Nad 27

Para analizar estos datos se emplearon los programas ENVI 4.3 y ArcGIS 9.1, entre otras se realizaron georeferenciación y pre procesamiento de las imágenes. Vale aclarar que las imágenes IKONOS para las bandas visibles e infrarrojo tienen una resolución espacial original de 4 metros, sin embargo las utilizadas para este estudio estaban calibradas a una resolución de 1 metro.

Procesamiento de la Imagen

Para el estudio fue necesario seguir una serie de pasos, los cuales incluyeron entre otras unión de bandas espectrales, mosaico de imágenes IKONOS y cuadrángulos topográficos. También georeferenciación, delineación de corrientes etc. La Figura muestra de forma resumida los pasos seguidos y software respectivo para obtener el producto final.

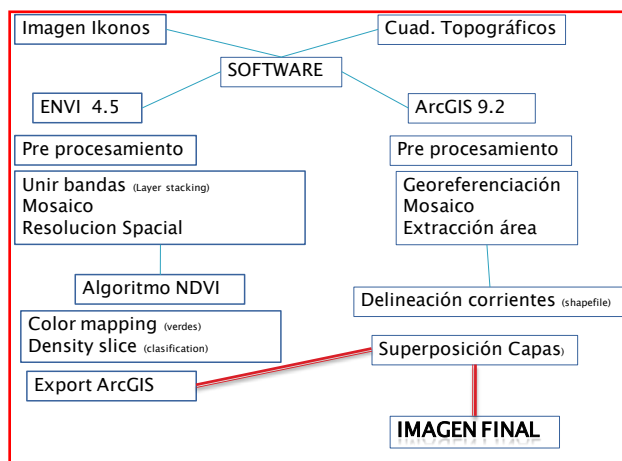


Figura 2. Flujo de trabajo para procesamiento de imágenes

Índice de vegetación Normalizada (NDVI)

Estudios han demostrado que es posible monitorear la dinámica de la vegetación a través del uso de índices de vegetación (VI por sus siglas en inglés), derivado de

imágenes satelitales de alta resolución. Un índice de vegetación muy utilizado es el comúnmente llamado índice de diferencia de vegetación normalizada NDVI (por sus siglas en inglés) (Huang y Asner, (2009); Zhangyan Jiang y otros (2006); Jensen, (2007)). De acuerdo con Sheikh Naimullah, (2007), el NDV ofrece una ventaja comparado con otros índices de vegetación por ser un algoritmo sencillo, fácil interpretación, alta sensibilidad a cambios de la vegetación y fácil interpretación entre otras.

El NDVI es un índice derivado de las medidas de los valores de la reflectancia en la Banda Roja e Infrarroja del espectro electromagnético. El valor de NDVI indica la proporción de vegetación verde predominante en el área correspondiente para cada pixel de la imagen. Un valor alto de este cociente significa mayor actividad fotosintética y un valor bajo, menos actividad fotosintética presente (Arizona, 2005).

El cálculo del NDVI se realizó de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Para este estudio, la banda 3 correspondió al rojo visible y la banda 4 al Infrarrojo cercano., en las imágenes de IKONOS utilizadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Figura 3 muestra las imágenes obtenidas para escala de color en verde resultado de la aplicación de la metodología descripta NDVI. Dichas imágenes tienen

una capa traslapada de las corrientes delineadas perennes e intermitentes presentes en la zona y fueron obtenidas usando ArcGIS. Las áreas en color blanco corresponden a valores de NDVI menores a 0.

Se puede observar en estas imágenes que los índices de vegetación varían entre 0. Y 0.9, sin embargo es difícil por el tamaño y escala en la imagen hacer una clasificación del estado de la vegetación presente, especialmente para las áreas circundantes en las corrientes delineadas, es decir no dicen mucho acerca de dónde se encuentran los cuerpos de agua rodeados de vegetación. Por

esta razón se decidió aplicar una clasificación utilizando la herramienta density slice de ENVI para identificar por rangos de NDVI la distribución de la vegetación existente en la zona. La Tabla 2 muestra la clasificación establecida por rangos aplicados para la obtención de nuevas imágenes según los valores obtenidos de NDVI.



Figura 3. . NDVI para imágenes IKONOS (corrientes perennes color azul y magenta; intermitentes rojo) a) área Manatí b) área Portugués

Tabla 2. Clasificación de NDVI por rangos mediante density slice de ENVI

Rangos NDVI	Color
-1.000	0.000
0.010	0.250
0.250	0.500
0.500	0.750
0.750	1.000
Valores Min NVDI -1	
Valores Max NVDI 0.995	

Como resultado se obtuvieron las imágenes mostradas en la Figura 4 en total se definieron 5 clases rangos tanto para la zona de Manatí como para Portugués.

Rangos de 0.5- 0.75 así como de 0.75 -1.0 posiblemente significan presencia de mayor

densidad y vegetación saludable; mientras que valores inferiores a estos rangos signifiquen escasa vegetación y/o vegetación con poca actividad fotosintética que podría ser atribuible a falta de humedad en dichas áreas. Aunque las nuevas imágenes permiten ver con mayor claridad la diferencia en la vegetación presente y en algunos casos corrientes intermitentes con rangos bajos de NDVI (Figura 5). Sería un poco precipitado establecer una relación directa de los tipos de corriente a estos valores de NDVI debido a que las muestras o imágenes utilizadas son muy grandes.

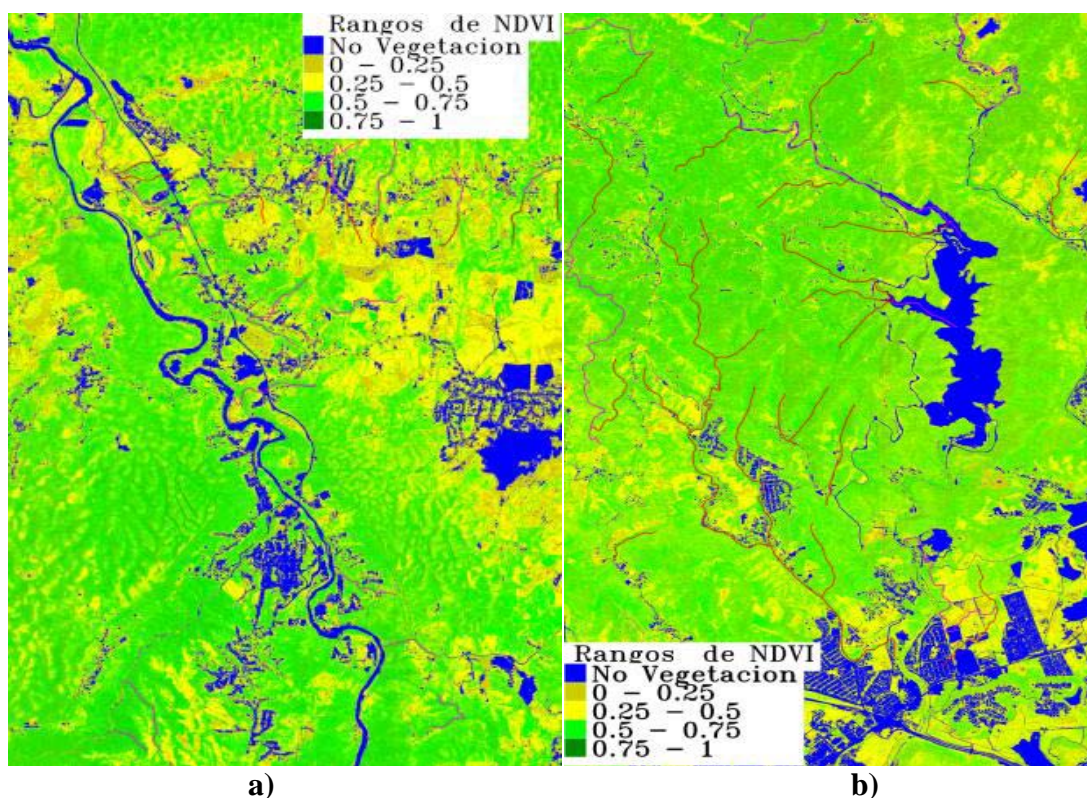


Figura 4. NDVI clasificada por rangos para imágenes IKONOS (corrientes perennes color magenta; intermitentes rojo) a) área Manatí b) área Portugués

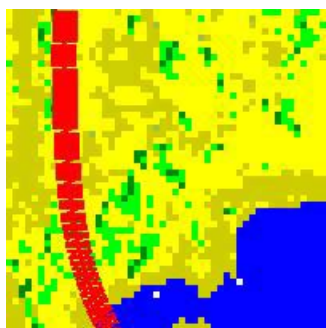


Figura 5 Detalle NDVI para una corriente intermitente

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la aplicación de NVDI se logran diferenciar diferentes estados de vegetación dentro de la zona de estudio, sin embargo se hace un poco difícil establecer algún patrón respecto a las corrientes delineadas.

Al aplicar la clasificación por rangos empleando la herramienta Density slice se logra apreciar mejor una diferencia entre la vegetación

Evaluar otros índices de vegetación para saber si estos algoritmos pueden arrojar resultados más favorables que logren diferenciar la vegetación presente en los cauces.

Se recomienda aplicar un buffer para poder obtener polígonos y establecer áreas de enteramiento (ROI por sus siglas en ingles) en las corrientes delineadas que sean homogéneas y permitan mediante procesos de extracción de imágenes, sea por ENVI y/o ArcGIS la aplicación y obtención de los índices de vegetación por tipo de corriente, luego determinar estadísticamente los porcentajes de área y rangos vegetación que prevalezcan en las diferentes corrientes.

También realizar este tipo de procesos y metodologías y aplicación de otros algoritmos de índices de vegetación disponibles con imágenes de otros sensores con buena resolución espacial y que estén disponibles para épocas secas., con las cuales posiblemente se puedan obtener mejores resultados, además si es posible verificaciones o contraste con datos obtenidos en campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arizona, T. U. (2005, May 4). *rangeview.arizona.edu*. Retrieved November 20, 2009, from Correlating Canopy Cover with NDVI: http://rangeview.arizona.edu/Reports/Canopy_Cover/index.asp

Bautista R, L. X. (2005). *Identificación de Humedales en Puerto Rico utilizando Imágenes Multiespectrales*. Mayagüez - Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez.

ENVI. (2007). *ENVI Tutorial 3 Multispectral Classification*. ENVI 4.5.

Giraut, L., Minotti, P., & Ludueña, S. (2004). *Integración De Imagenes Sac-C, Landsat Y Spot Pancromatico Para La Determinación De Susceptibilidad Hidrica*. Buenos Aires - Argentina: Subsecretaría de Recursos Hídricos Sistema Nacional de Información Hídrica.

Huang, C. y., & Asner, G. (2009). Applications of Remote Sensing to Alien Invasive Plant Studies. *Journal Sensors*, 4869-4889.

Jensen, J. r. (2007). *Remote sensing of the Environmental*. New Jersey: Prentice Hall.

Mohdi, H., Mohd, M., & Ghiyamat, A. (2006). Hyperspectral Remote Sensing of Vegetation Using Red Edge Position Techniques. *American Journal of Applied Sciences* , 1864-1871.

NCDWQ. (2005). *Identification Methods for the Origins of Intermittent and Perennial Streams Version 3.1*. Raleigh, North Caroline, USA: North Carolina Department of Environmental and Natural Resources, Division Water Quality.

Peter, D. (2000). *Global Irrigated Area Mapping*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.

Sheikh Naimullah, F. B. (2007). *Normalized Different Vegetation Index for Water*

Pipeline Leakage Detection. Skudai, Johor Bahru, Malaysia.: Faculty of Geinformation Science and Engineering Universiti Teknologi Malaysia.

Speranza, F., & Zerda, H. R. (2005). *Potencialidad De Los Índices De Vegetación Para La Discriminación De Coberturas Forestales*. Córdoba - Argentina: Facultad de Ciencias Forestales, UNSE.

Williams, J. A. (1992). *Research Study Remote Sensing and Vegetation*. Alberta.

Z, J., A, H., J, C., Y, C., G, Y., & Zhang, X. (2006). Analysis of NDVI and scaled difference vegetation index retrievals of vegetation fraction. *Remote Sensing of Environment 101* , 366–378.

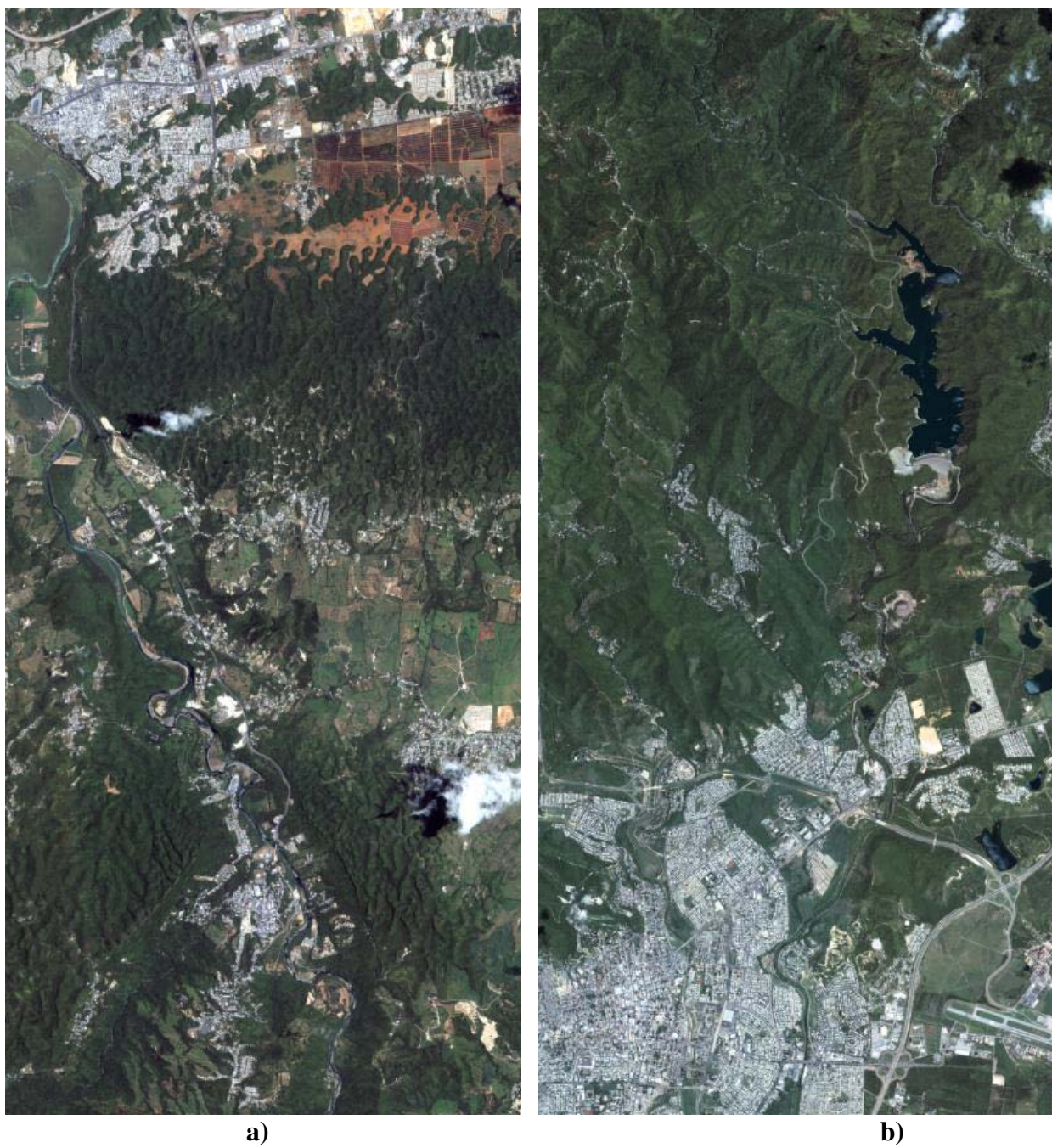


Figura 6. Imágenes IKONOS utilizadas a) área Manatí b) área Portugués

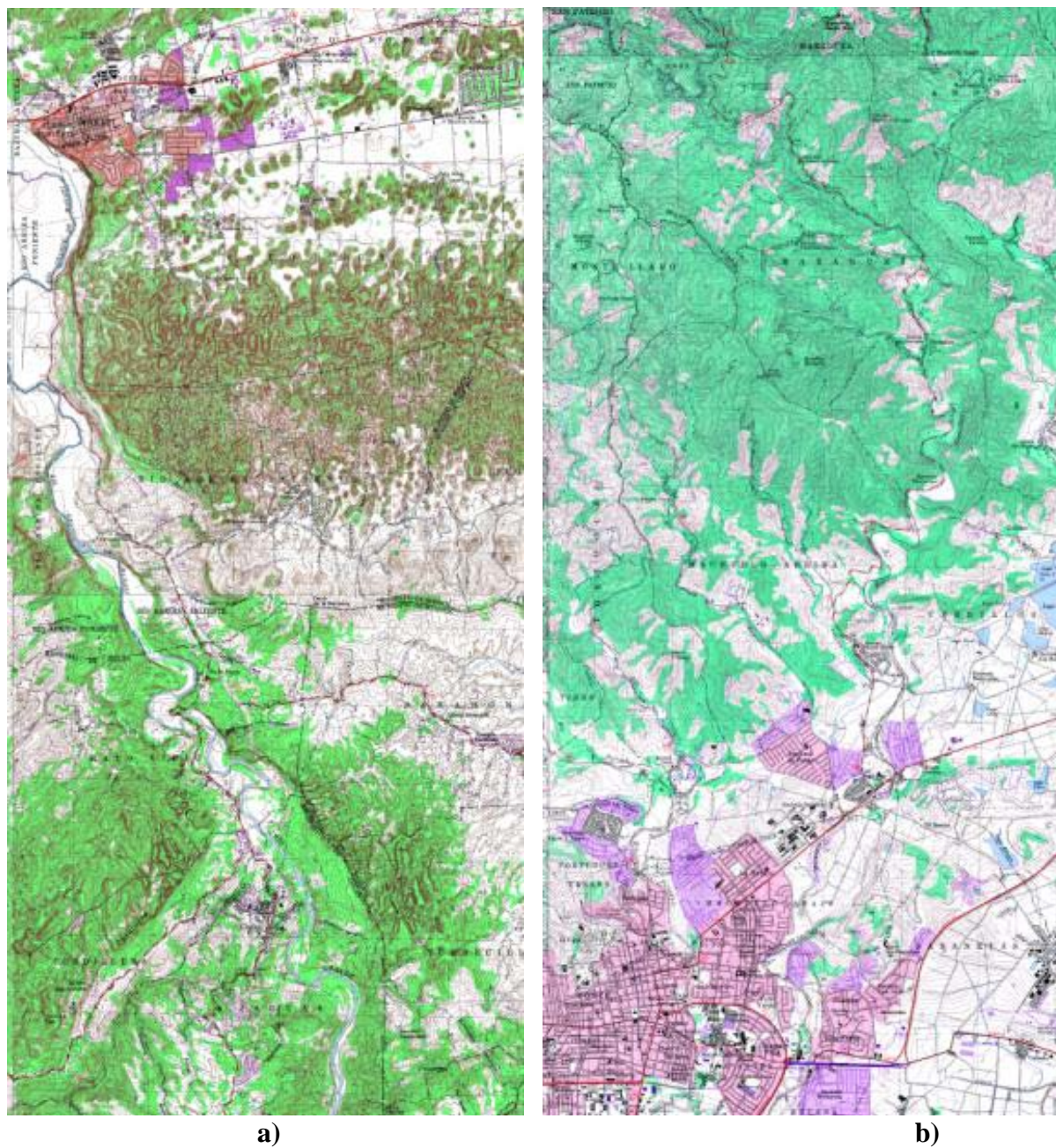


Figura 7. Imágenes Cuadrángulos topográficos a) área Manatí b) área Portugués