



LAND COVER CLASSIFICATION IN STATE FOREST OF PUERTO RICO:

MARICAO, RIO ABAJO AND CARITE

Yesenia Marie Rivera-López¹⁻²; Fernando Gilbes Santaella¹

¹Departamento de Geología, ²Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura

Universidad de Puerto Rico – Recinto de Mayagüez

INTRODUCCIÓN

Biodiversidad en Puerto Rico

Puerto Rico es una isla del Caribe que cuenta con una gran variedad de características topográficas y biodiversidad. Algunas de las especies que complementan la flora y la fauna de Puerto Rico incluyen al coquí, la cotorra puertorriqueña, helechos portoricensis, árbol de maga, entre muchos otros. Los bosques son una parte muy importante para la conservación de especies y la diversidad biológica en Puerto Rico, y a través del mundo. Según, Helmer et al. (2003), en Puerto Rico sólo el 5% de las áreas boscosas se encuentran protegidas. Así también, el Departamento de Agricultura (USDA) estima que el 82% de los bosques en Puerto Rico se encuentra en terrenos privados. Es necesario destacar que los bosques proveen agua limpia y controlan la erosión junto a las inundaciones. (Helmer et al., 2003; nrcs.usda.gov)

NASA G-LiHT

En la continuidad de proyectos e investigaciones que desarrolla NASA el *Goddard Space Flight Center* designó una campaña de vuelos que ha tomado lugar en los estados de Florida y Alaska, y ha incluido así los territorios de Puerto Rico e Islas Vírgenes. El NASA G-LiHT, por sus siglas en inglés *Goddard's LiDAR, Hyperspectral, and Thermal Airbone Imager*, es un sistema de

imágenes portátil que simultáneamente traza ecosistemas terrestres. G-LiTH se constituye de tres (3) componentes principalmente: [1] un sistema de **LiDAR** para proveer la información en tres-dimensiones (3D), [2] **imágenes de espectroscopía** para distinguir especies y variables biofísicas y [3] **medidas termales** para detectar temperaturas en la superficie, así como valores de calor y humedad. (gliht.gsfc.nasa.gov/about/)



Figura 1. NASA G-LiTH

TRABAJO PREVIO (RELACIONADO AL PROYECTO)

- i. Corp et al., 2013

Data products of NASA Goddard's LiDAR, Hyperspectral, and Thermal Airborne Imager

- ii. Enderle and Weih, 2005.

Integrating Supervised and Unsupervised Classification Methods to Develop a More Accurate Land Cover Classification

- iii. Helmer et al., 2003.

Mapping the Forest Type and Land Cover of Puerto Rico, a Component of the Caribbean Biodiversity Hotspot

PREGUNTA CIENTÍFICA

- i. ¿Las características del dosel y la forma del relieve varían entre los bosques estatales de Puerto Rico?
- ii. ¿Cómo se comparará la clasificación supervisada con la no-supervisada?

OBJETIVO

El objetivo principal para la realización de este proyecto es evaluar y validar las especies de árboles y arbustos que se encuentran en ciertos bosques estatales de Puerto Rico, utilizando los productos generados y provistos por el G-LiTH. Además, se busca comparar si las especies de flora varían entre los bosques ó si son similares. Asimismo, se espera poder observar otras características tales como áreas de suelo suelto, ríos y pastizales.

Con el fin de evaluar la flora e identificar características geológicas a través de los bosques estatales seleccionados se estará realizando una serie de clasificaciones [1] supervisadas y [2] no-supervisadas. Finalmente, se espera poder evaluar cambios a través de pequeñas áreas dado a la resolución de <1m que provee G-LiTH.

PROCEDIMIENTO

Primeramente, para la selección de las áreas a estudiar, se examinaron las líneas de vuelo del G-LiTH y se seleccionaron los bosques que tenían datos disponibles. Los bosques que

se incluye son: [1] Bosque Estatal de Maricao, [2] Bosque Estatal de Río Abajo y [3] Bosque Estatal de Carite, estos ubicados en el oeste, norte-centro y este de Puerto Rico, respectivamente.

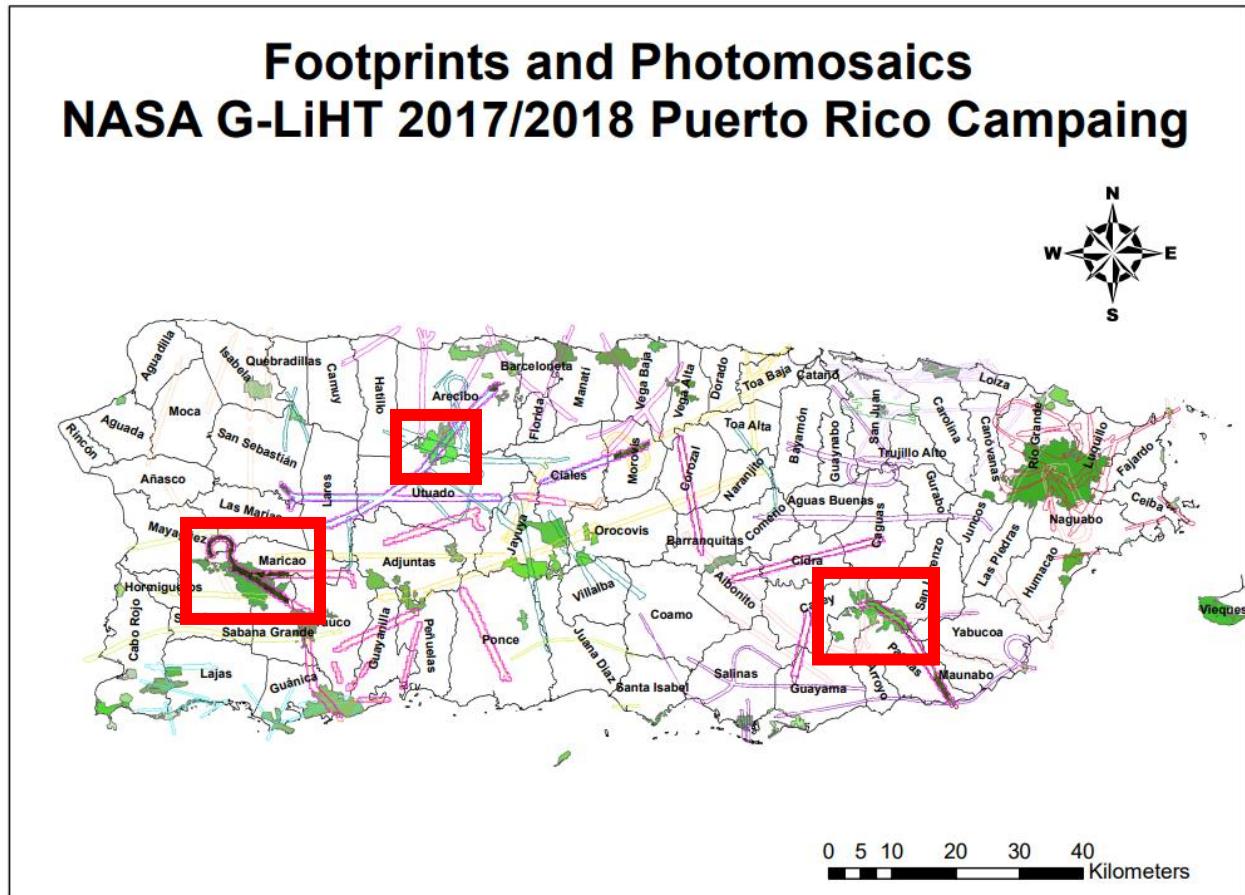


Figura 2. Bosque Estatales de Puerto Rico

Maricao (oeste), Río Abajo (norte-centro) y Carite (este).

Selección y descarga de productos

- i. Al acceder a la página web: <https://glihtdata.gsfc.nasa.gov/puertorico/index.html> se realizó una exploración sobre la(s) área(s) a seleccionar para el estudio. En este paso fue necesario evaluar los datos disponibles y verificar así las líneas de vuelo. Cada línea de vuelo presenta un mosaico –que ha sido generado, previo a partir de las fotos

obtenidas por G-LiTH. Las líneas de vuelo presentadas pueden incluir datos de abril 2017 ó abril 2018.

- ii. Una vez se identificó el área a seleccionar, junto a las líneas de vuelo para el estudio, se pasó a descargar las fotos. La cantidad de fotos a descargar tiene que ser <1GB. Si es mayor no le permitirá realizar una descarga por lo que es necesario seccionar el área si esta contiene datos sobre 1GB. Para seleccionar el área, se realiza un polígono, un rectángulo ó un solo punto. Una vez seleccionada el área, aparece automáticamente una nueva pantalla con todas las fotos y en la cual se presiona el botón de descarga.

*Para propósitos de este proyecto, se seleccionaron los datos utilizando polígonos y secciones a través de las líneas de vuelos. Recalcamos que, sólo se utilizaron datos correspondientes a abril-2017 ya que no queríamos influenciar y/o tener presente efectos (si alguno) del huracán María sobre la vegetación. Cabe mencionar que el huracán María hizo entrada a Puerto Rico para el mes de septiembre del año 2017.

Clasificación no-supervisada y supervisada

- iii. Una vez en ArcGIS y ya con las fotos a utilizar, se comenzó a aplicar una clasificación no-supervisada utilizando la herramienta *ISO Cluster Unsupervised Classification*. Comenzamos utilizando una (1) foto por cada uno de los bosques en nuestro estudio. A cada una de las fotos seleccionadas se le aplicaron tres (3) clasificaciones no-supervisadas con diez (10), cinco (5) y tres (3) clases.
- iv. Próximamente, pasamos a realizar una observación e identificación de las especies presentes en cada bosque y se comenzó la clasificación supervisada. En la primera corrida se establecieron diez (10) clases y luego se fueron reduciendo de seis (6) a cuatro (4). Principalmente, cada clasificación supervisada contaba con una

combinación de cinco (5) a cuatro (4) clases que incluyen: helechos, palmas, arboles de yagrumo, robles, bambo y/o carso.

- v. Se repitieron las clasificaciones supervisadas para cada una de las fotos seleccionadas para cada bosque.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A lo largo de esta sección, se mostrarán los resultados a las clasificaciones no-supervisadas y supervisadas.

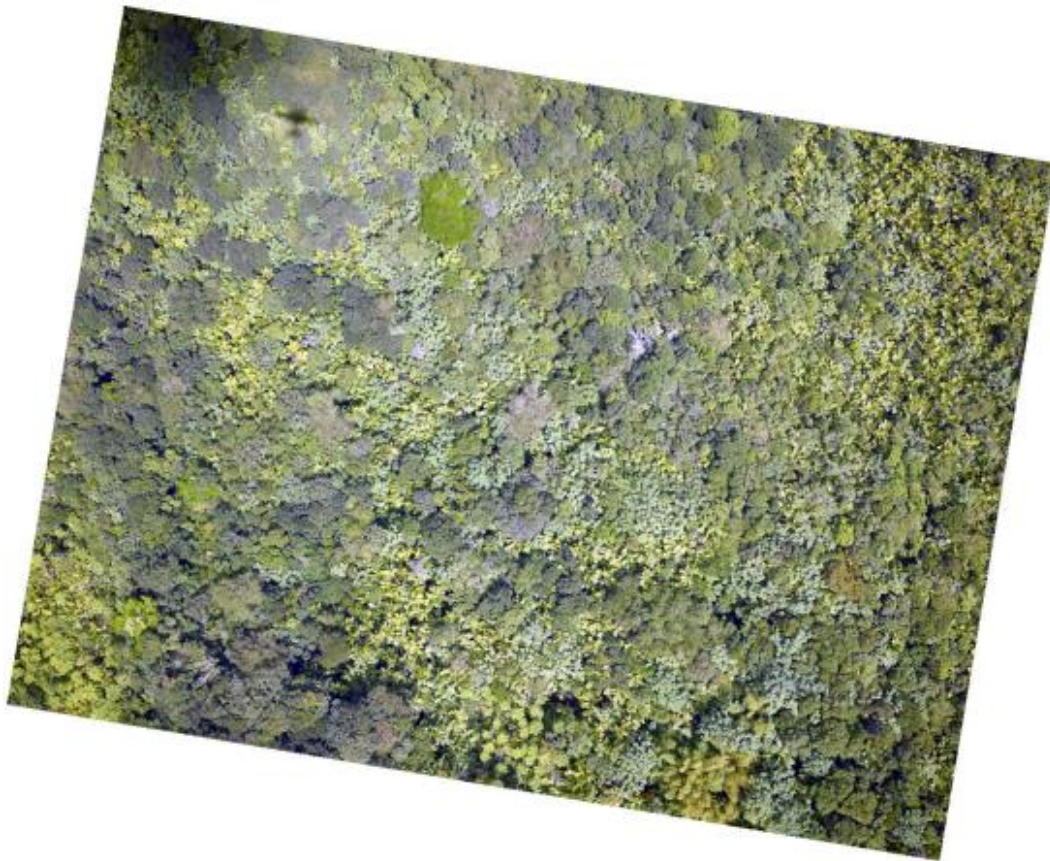


Figura 3. Colores Reales (RGB).

En la parte superior (izq.) se puede observar la sombra de la avioneta que contine el sistema y la instrumentación del G-LiTH.

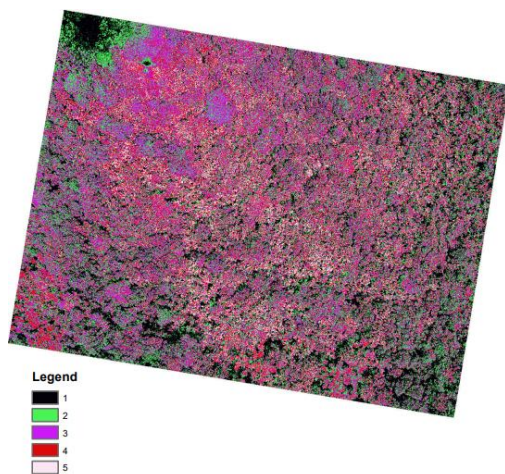


Figura 4.
Clasificación no-supervisada
con 5 clases.

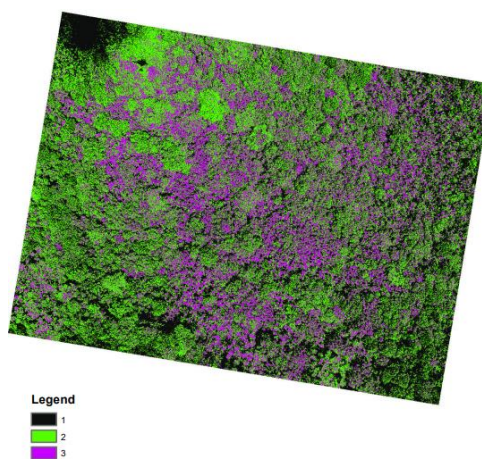


Figura 5.
Clasificación no-supervisada
con 3 clases.

A través de las clasificaciones no-supervisadas pudimos observar que mientras menos clases se aplicaban mejor era el resultado del producto.

Bosque Estatal de Maricao



Figura 6. RGB

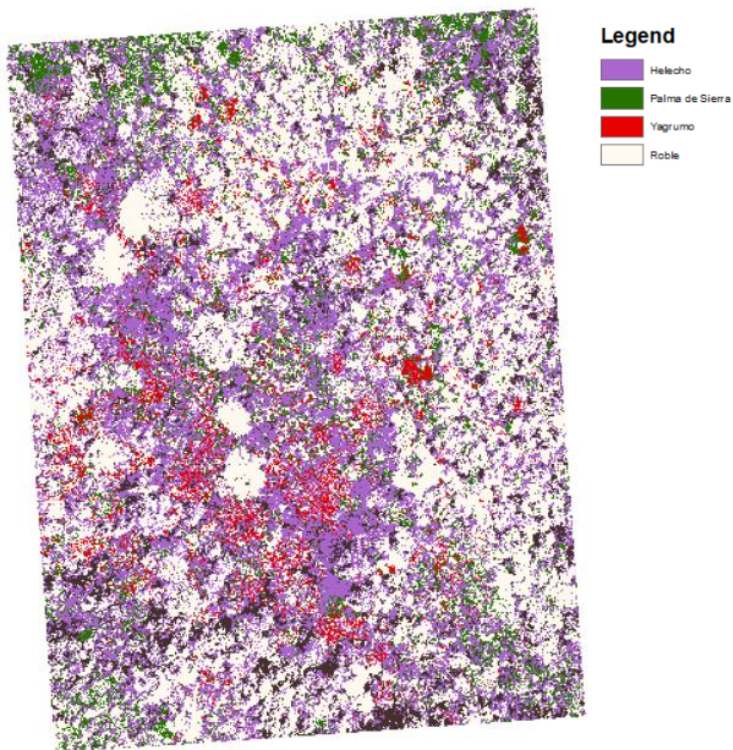


Figura 7.

Clasificación supervisada incluye las clases: helecho (violeta), palma de sierra (verde), árbol de yagrumo (rojo), robles, y árboles (crema).

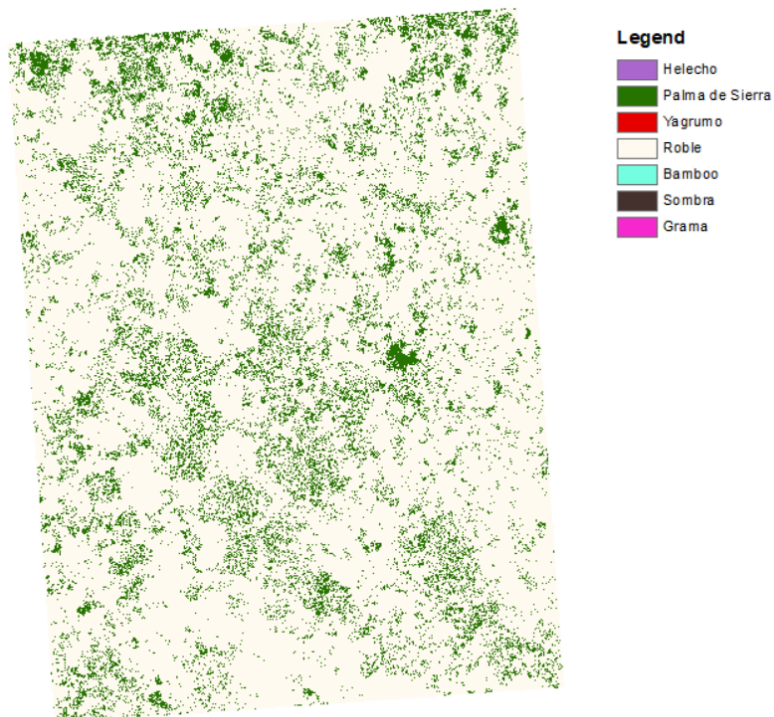


Figura 8.

Clasificación supervisada incluyendo siete (7) clases distintas.

Luego de ejecutar varias clasificaciones con los datos correspondientes al Bosque Estatal de Maricao, observamos que obteníamos el mejor resultado al aplicar menos clases. Incluso, se puede percibir (en la figura 8) que al añadir las clases de bambo, sombras y pastizales el resultado final sólo incluyó valores para robles y palmas –por lo tanto, rechazamos dicho producto.

Bosque Estatal de Río Abajo

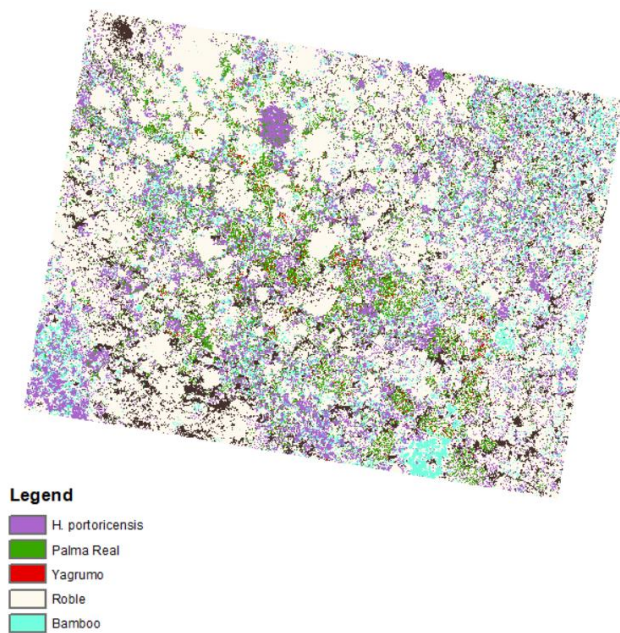


Figura 9.

Clasificación supervisada incluye las clases: helecho portoricensis (violeta), palma real (verde), árbol de yagrumo (rojo), robles y árboles (crema) y bambo (azul).

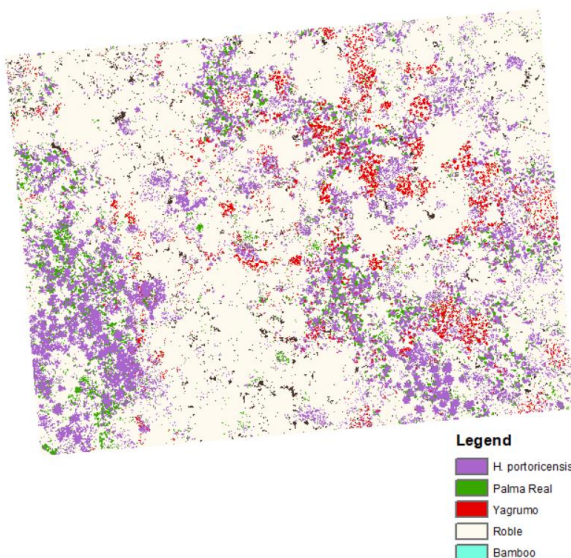


Figura 10.

Clasificación supervisada incluye las clases: helecho portoricensis (violeta), palma real (verde), árbol de yagrumo (rojo), robles y árboles (crema) y bambo (azul).

A través del Bosque Estatal de Río Abajo pudimos observar una alta concentración de helechos y en casi ninguna área se podía observar el suelo –dada a la alta concentración de arboles en el área. Así también, algo que percatamos a través de las fotos es que en las áreas que había helechos casi no encontraban concentraciones de bambo y de igual forma pasaba que si observábamos concentraciones de bambo se reducían las cantidades de helechos.

Bosque Estatal de Carite



Figura 11. RGB

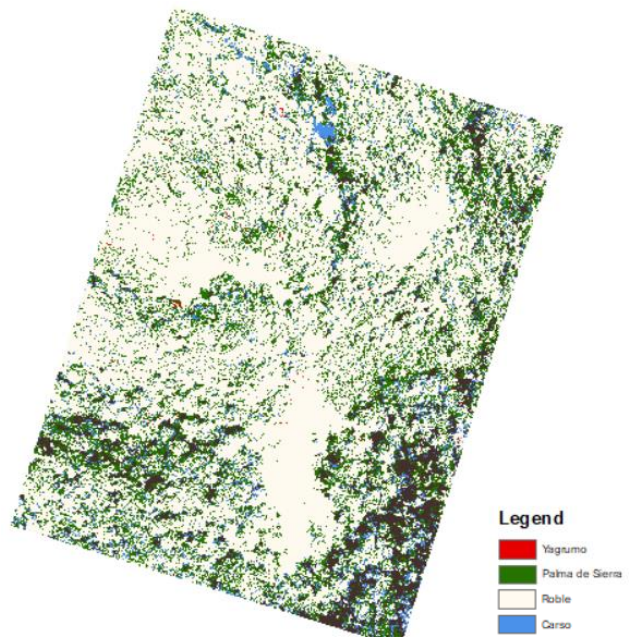


Figura 12.

Clasificación supervisada incluye las clases:
árbol de yagrumo (rojo), palmas de sierra
(verde), robles y árboles (crema) y carso (azul).

El Bosque Estatal de Carite fue el único en el cual se identificaron áreas con carso. A diferencia de los otros bosques, en Carite no se observaron concentraciones de helecho ni de bambo. A pesar de que este bosque contaba con áreas de pastizales, al realizar las clasificaciones supervisada dichas áreas no eran se identificaban favorablemente.

CONCLUSIÓN

Los resultados para las clasificaciones no-supervisadas y supervisadas en productos con resolución de <1m, fueron más precisos a través de las clasificaciones supervisadas. Asimismo, concluimos que menos clases producían un producto final más certero. Luego de obtener todas las clasificaciones observamos que las concentraciones de árboles de yagrumos, robles y palmas están presentes a través de todos los bosques estudiados en este proyecto. Cabe mencionar que las especies de palmas varían; en el bosque del Río Abajo (norte-centro) encontramos palmas reales mientras que, para los bosques de Maricao y Carite ubicados en el oeste y este de Puerto Rico, respectivamente, se identificaron palmas de sierra. Dado nuestros resultados podemos concluir que, en efecto, [1] sí hay variaciones a través de los bosques de Puerto Rico, [2] que ciertas concentraciones de especies se repiten a través de estos y [3] que las clasificaciones supervisadas producen mejores resultados sobre la identificación de flora.

RECOMENDACIONES

Para trabajos futuros que incluyan estudios de vegetación utilizando las fotos de G-LiTH, es necesario que a cada una de las fotos se le aplique una corrección de colores como variaciones en contrastes y brillos. De esa forma podríamos garantizar que el programa realice una clasificación más precisa. Así mismo es necesario conocer, previamente, las especies presentes en cada uno de los bosques para una mejor clasificación de estas a través de las fotos aéreas.