

Determinación de la deforestación en los Bosques Secos del Santuario Histórico de Pómac

Fernando Joel Diaz Salinas

PerúGeoespacial
Calle Tacna 754 - Castilla - Piura, Perú
diazsalinasjoel@gmail.com

Abstract. The north coast of Peru has the best preserved portion of Equatorial Dry Forest Ecoregion, with the Forest Historical Sanctuary Pómac your sample more representative and emblematic. The Historical Sanctuary “Pomac Forest” is established in the Lambayeque Region, Peru. It is a natural area protected by the Peruvian State, part of the National System of Natural Protected Areas - SINANPE and is administered by the Ministry of Environment, through the National Service of Natural Protected Areas (SERNANP). Will worked with the bands 3, 4 and 5 of the TM/Landsat sensor of the years 2000, 2006 and 2008, which we had used the 2000 (orthorectified) as a reference for georeferencing the 2006 and 2008. Then we cut the images according to the study area and, which were segmented using a region growing algorithm, which divides the image into regions which are considered in a set of contiguous pixels that have a certain uniformity, trying with thresholds of similarity testing of 6, 8 and 10 and area 20 and 30. In the classification stage was used the supervised algorithm based on Bhattacharya distance with a threshold of acceptance of 95%, providing training samples that were representative for each class, validating the information with the control points provided by SERNANP. Selected classes were Forest, Not Forest and Hydrography. The results were optimal accuracies being higher than 85% in all three cases, demonstrating the responsiveness of the Bhattacharya algorithm in the detection of deforestation in different forest types.

Keywords: forest, deforestation, images, classification, Bhattacharya, bosque, deforestación, imágenes, clasificación, Bhattacharya.

1. Introducción

Antiguamente denominado “Zona Reservada Batán Grande”, el Bosque de Pómac fue categorizado como Santuario Histórico en el año 2001, mediante Decreto Supremo N° 034-2001-AG el 3 de junio del 2001 con la finalidad de proteger y conservar los Restos Arqueológicos de la cultura Sicán, la cual alberga la más representativa cantidad de pirámides pre-incaicas de Sudamérica. Además, su diversa avifauna lo convierte en un importante punto de atención para los observadores de aves del mundo. Esta Área Natural Protegida está ahora rodeada de áreas de cultivos y de 16 caseríos que ven en el bosque su sustento de vida, en la explotación de recursos para la obtención de leña y producción de carbón.

El Santuario Histórico Bosque de Pómac-SHBP, conserva el área más representativa de la ecorregión Bosque Seco Ecuatorial, en su formación típica de algarrobal y 16 especies de aves endémicas de la Región Tumbesina, dos de ellas únicas del Santuario Histórico Bosque de Pómac-SHBP: la Cortarrama Peruana (*Phytotoma raimondii*) y la Golondrina de Tumbes (*Tachycineta stolzmanni*), las cuales están “en peligro” y “casi amenazado” respectivamente. Protege a su vez al Ratón Arrocero (*Oligoryzomys areales*) especie endémica del Perú que se encuentra en condición “casi amenazado” y que también solo se protege en el Santuario (Pronaturaleza, 2010).

Más de 2 décadas de uso irracional de este recurso por parte de la mayoría de los caseríos y poblados que se encuentran alrededor de este santuario han puesto actualmente una alarmante reducción de este bosque (Miranda, 2010).

Por otro lado, desde el año 2003 se desarrolló un litigio legal entre los invasores del Santuario Histórico Bosque de Pómac-SHBP y el Ministerio de Agricultura MINAG, a través del Instituto Nacional de Recursos Naturales-INRENA, y el 2008 llegó a su término, habiéndose dictaminado el desalojo de los invasores, y el 20 de enero del 2009 se cumple tal mandato.

En ese sentido, se hace necesario contar con una metodología que permita determinar la cantidad de áreas deforestadas en el Bosque de Pómac hasta el año 2008, que sirva como base para establecer las cantidades recuperadas desde entonces, de acuerdo a las políticas de reforestación, control y fiscalización dispuestas por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP).

Existen diversos estudios que proponen diferentes metodologías para determinar las áreas deforestadas en bosques amazónicos (Salinas y Pardi, 2009), pero por las características particulares del área de estudio del presente trabajo dichas metodologías no necesariamente tendrán buenos resultados.

2. Área de estudio

El Santuario Histórico del Bosque de Pómac, se encuentra ubicado en la cuenca baja del río La Leche, Provincia de Ferreñafe, Departamento Lambayeque, a 31.5 km de la ciudad de Chiclayo (Figura 1). Tiene una altitud promedio de 80 msnm y presenta una extensión de 5887.38 hectáreas. Dentro de la extensión del Santuario, se encuentra el Complejo Arqueológico de Pómac, que fue centro de desarrollo de la cultura Sicán.

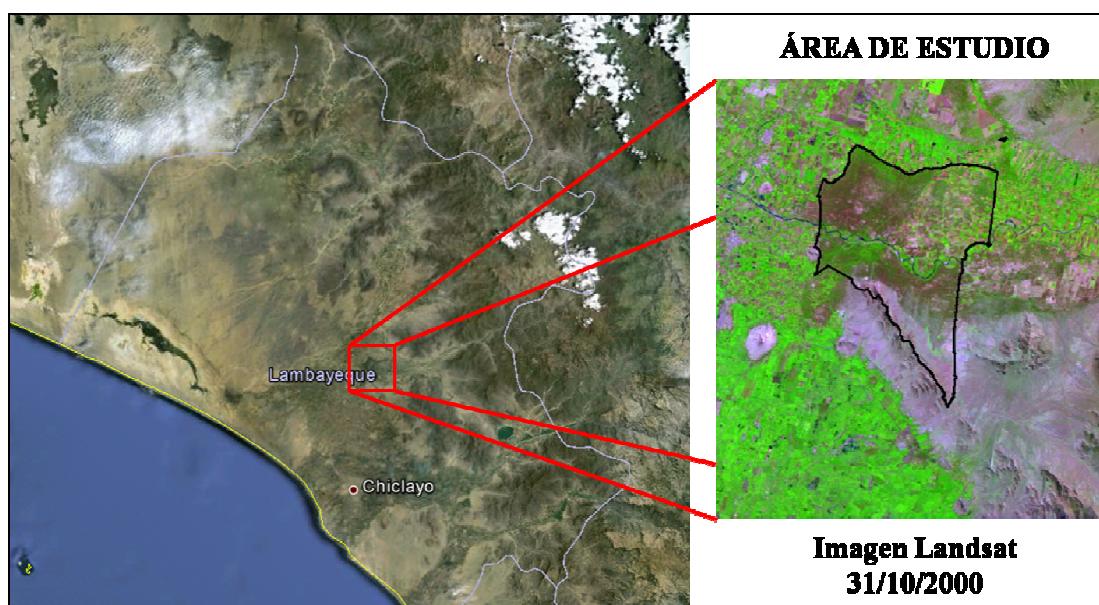


Figura 1. Localización del área de estudio

El Santuario Histórico Bosque de Pomac, es una de las 61 áreas naturales protegidas por el Estado, es considerado el bosque seco más grande de América, conserva el bosque de algarrobo más antiguo y denso del Perú, alberga un conjunto de especies de flora y fauna adaptada al clima excepcionalmente seco del desierto costero. En su extenso territorio también descansan los vestigios de la cultura Sicán que concentra el mayor número de pirámides en toda esta parte del planeta.

3. Materiales y Métodos

Teniendo en cuenta que las imágenes a utilizar deben poseer la menor cantidad de cobertura de nubes y a la disponibilidad de imágenes se seleccionó las siguientes imágenes: se emplearon las bandas 3, 4 y 5 de la imagen del sensor ETM+/Landsat, escena 010/064, correspondientes al 31 de octubre del 2000 (obtenida en forma libre por la internet, <http://glcf.umiacs.umd.edu/data/>) con resolución espacial de 28,5 metros y las bandas 3, 4 y 5 de las imágenes del sensor TM/Landsat, escena 010/064, del 25 de mayo del 2006 y del 06 de

mayo del 2008 (proporcionadas por el INPE vía internet: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>) con resolución espacial de 30 metros, según la Tabla 1.

Tabla 1. Imágenes ópticas utilizadas en los procesos de cuantificación de áreas deforestadas

Sensor	Fecha de Adquisición	Órbita/Punto	Bandas	Resolución Espacial
ETM+/Landsat Ortorectificada	31/10/2000	010/064	3, 4 y 5	28.5 m
TM/Landsat	25/05/2006	010/064	3, 4 y 5	30 m
TM/Landsat	06/05/2008	010/064	3, 4 y 5	30 m

Para realizar el procesamiento de las imágenes se utilizó el software SPRING – *Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas*, desarrollado por el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil.

Como primer paso para la clasificación se georeferenció la imagen TM/Landsat del 25/05/2006 y la imagen TM/Landsat del 06/05/2008 teniendo como referencia la imagen TM/Landsat del 31/10/2000, ya que ésta se encuentra ortorectificada. Para esto se tomó en consideración los siguientes parámetros: ajuste polinomial de primer orden, remuestreo por vecino más próximo, proyección cartográfica UTM, DATUM WGS-84, con error final de 0,45 píxel.

Luego se recortaron ambas imágenes de acuerdo al área de estudio y a las bandas 3, 4 y 5 de las imágenes Landsat, las cuales fueron segmentadas utilizando un algoritmo de crecimiento de regiones, el cual divide la imagen en regiones que son consideradas en un conjunto de píxeles contiguos que presentan una cierta uniformidad (Gomes et al., 2007), probando con umbrales de similitud de 6, 8 y 10, y área de 20 y 30. En la etapa de clasificación se usó el algoritmo supervisado basado en la distancia de Battacharya con un umbral de aceptación de 95%, suministrando muestras de entrenamiento que fueran representativas para cada clase. Es necesario resaltar que también se intentó realizar el mapeo de las áreas de bosque y no bosque mediante el uso del Modelo Lineal de Mezcla Espectral – MLME (Ponzoni y Shimabukuro, 2007), sin obtener mayores resultados ya que los valores de los componentes agua y suelo no eran los correctos y determinaban en error.

4. Resultados

Luego de realizar el procesamiento de las imágenes ópticas los temas resultantes de la clasificación fueron asociadas a las siguientes clases: bosque, no bosque e hidrografía. Inicialmente se hicieron pruebas con diferentes umbrales de similitud y área para segmentar las fracciones resultantes del modelo de mezcla aplicado sobre las imágenes ETM+ y TM, como resultado de estas pruebas con los umbrales de similitud 6, 8 y 10, y de área 30 algunos objetos de interés no fueron discriminados claramente. Al cambiar el valor de área a 20 y probar los umbrales de similitud antes mencionados se comprobó que el umbral de similitud con mejores resultados fue 6, ya que facilitaba la discriminación de las clases definidas.

En la Figura 2 se muestra cómo cuando se desea obtener los píxeles puros del componente agua, los valores no eran los correctos, lo que finalmente al clasificar y mapear se obtenía un gran porcentaje de errores.

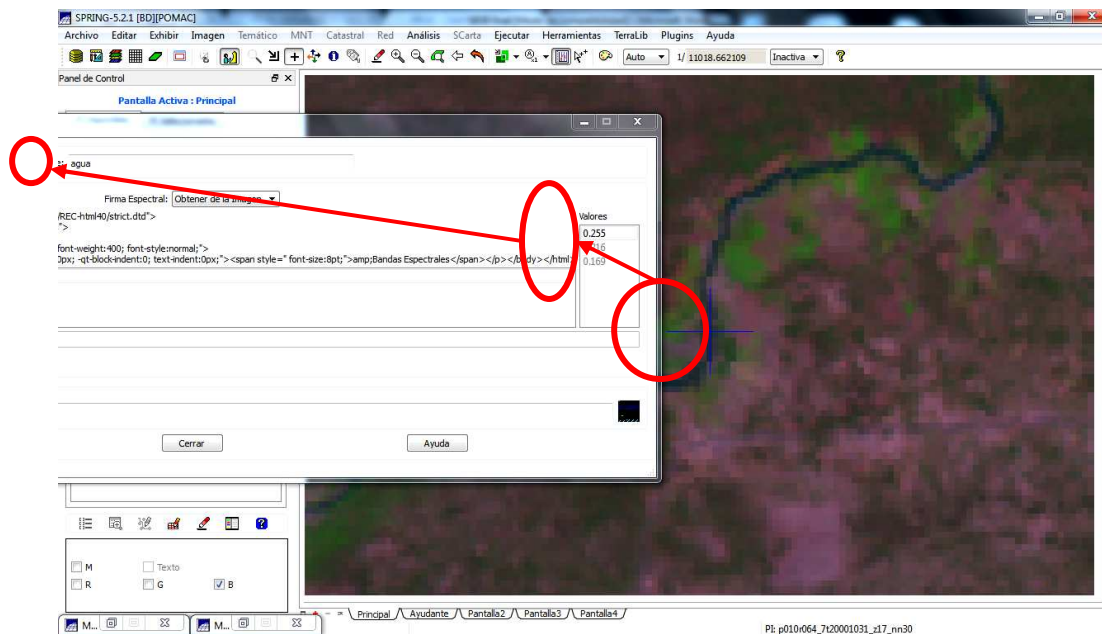


Figura 2. Error en los valores del componente agua del MLME

Al evaluar los resultados en la medida de clases de los diferentes años, podemos comprobar que la diferencia existente en el total clasificado por cada uno de ellos se debe a la distribución de las columnas y líneas de cada una de ella (Figura 3).

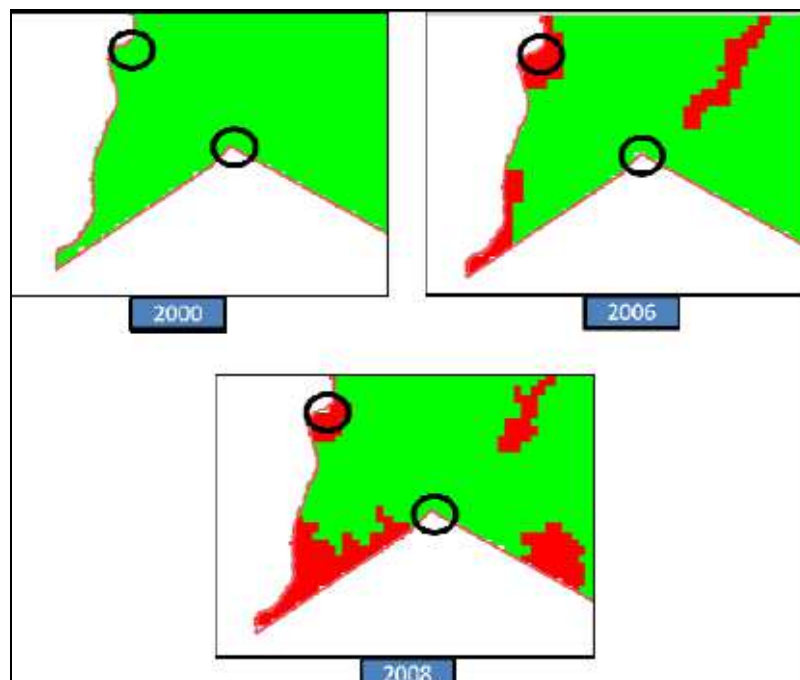


Figura 3. Diferencia en la distribución de líneas y columnas

En la Tabla 2, podemos apreciar las medidas de clases por año, así como el porcentaje que representan, en ese sentido, es resaltable como las cantidades de áreas de bosque han disminuido considerablemente y como las áreas consideradas como no bosque aumentaron de la misma manera.

Tabla 2. Medida de clases

	2000		2006		2008	
	Medida (ha)	Porcentaje (%)	Medida (ha)	Porcentaje (%)	Medida (ha)	Porcentaje (%)
Bosque	4,339.14	73.67	3,417.36	58.04	3,380.50	57.41
No bosque	1,493.03	25.35	2,412.66	40.98	2,450.13	41.61
Hidrogafía	57.84	0.98	57.84	0.98	57.84	0.98
Total	5,890.01	100.00	5,887.86	100.00	5,888.47	100.00

En las Figuras 4, 5 y 6 se presentan los mapas obtenidos con la metodología empleada en el presente trabajo.

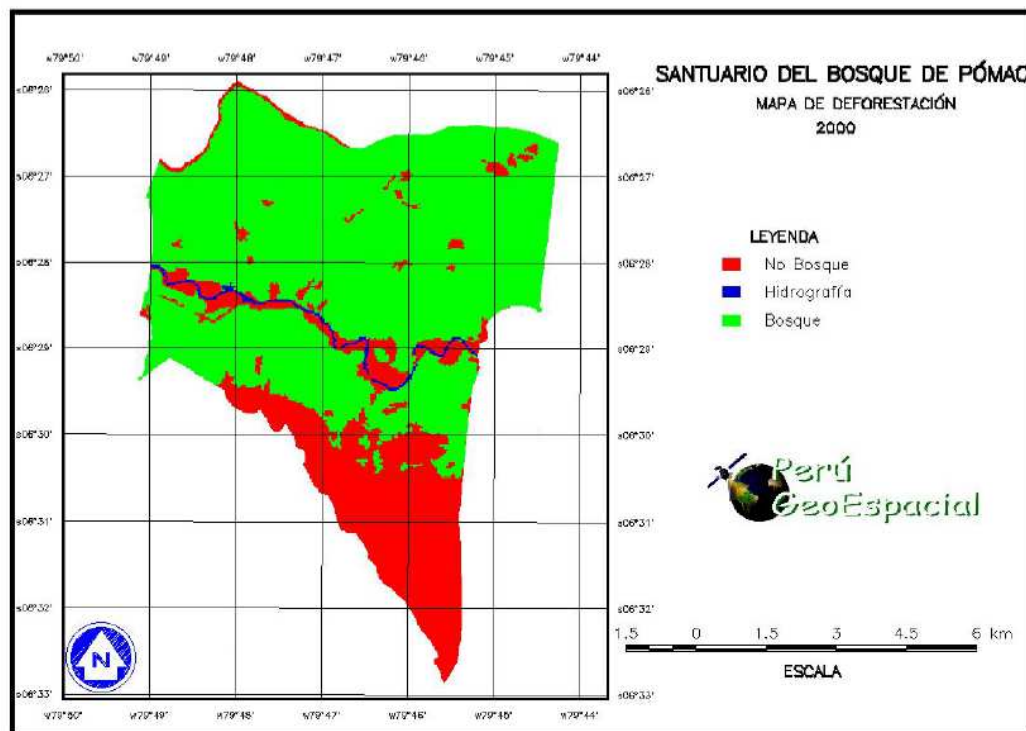


Figura 4. Mapa de deforestación del Bosque de Pómac en el año 2000

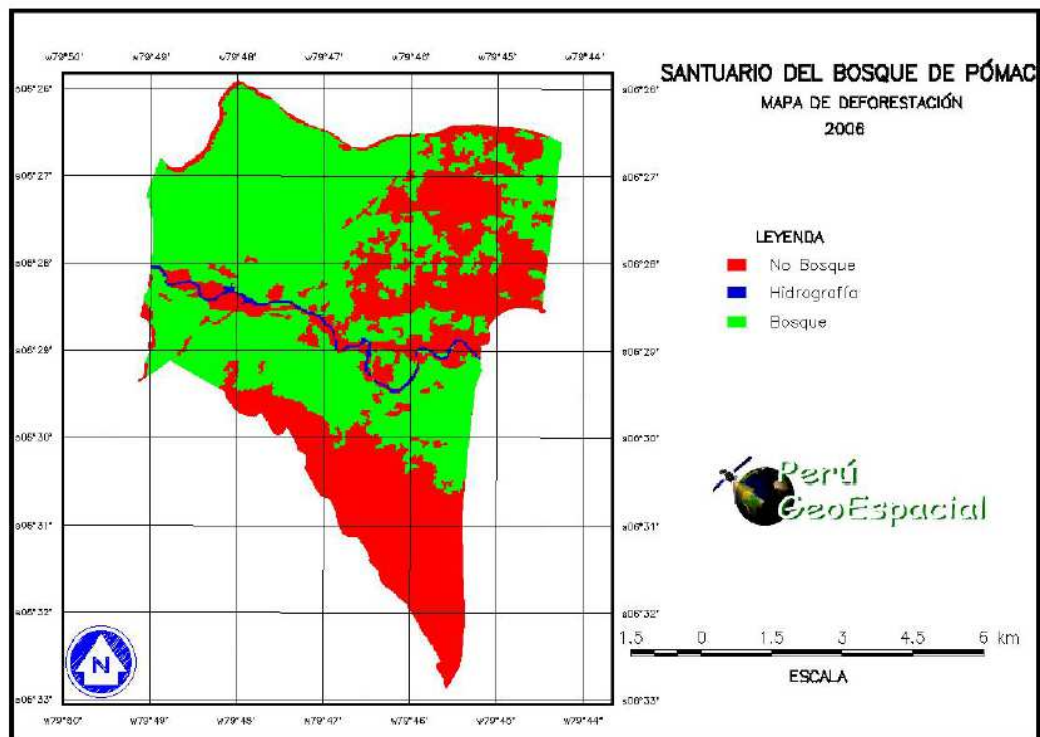


Figura 5. Mapa de deforestación del Bosque de Pómac en el año 2006

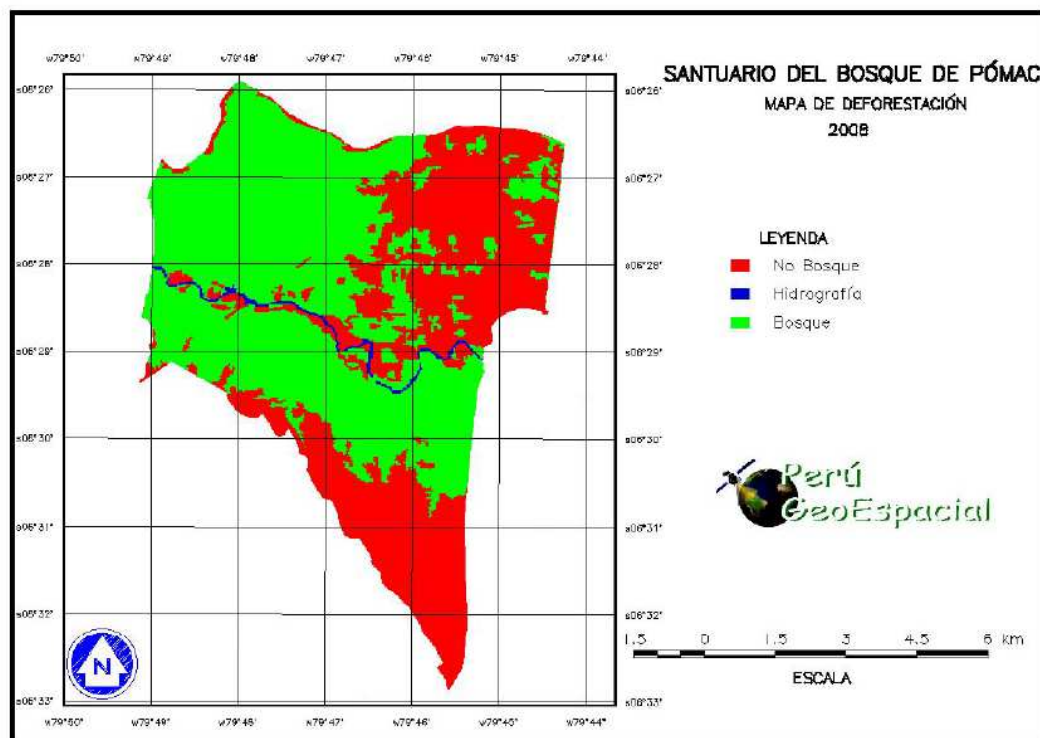


Figura 6. Mapa de deforestación del Bosque de Pómac en el año 2008

Para la determinación de la exactitud de la metodología utilizada, se ha recurrido a 60 puntos de control obtenidos en el año 2008 (Tabla 3), teniéndose como resultado la confusión principalmente del bosque con no bosque, sobretodo en áreas donde el bosque tiene una apariencia rala, es decir, existe un importante porcentaje del suelo.

Tabla 3. Determinación de exactitud de clasificación del año 2008

Año 2008	Bosque	No Bosque	Hidrografía	Total	Exactitud
Bosque	19	6	0	25	31.67
No bosque	3	22	0	25	36.67
Hidrografía	0	0	10	10	16.67
Total	28	22	10	60	85.00

5. Conclusiones

La clasificación utilizando la segmentación por regiones y el algoritmo supervisado Bhattacharya ha demostrado tener robustez en los resultados para la determinación de la deforestación en bosques secos de la costa peruana.

El modelo lineal de mezcla espectral presentó problemas para caracterizar el uso y cobertura de tierras en zonas de bosques secos.

Es importante resaltar la necesidad de mapear las áreas recuperadas a partir del año 2008, a fin de plasmar las políticas adecuadas para la conservación y recuperación de áreas protegidas en el Perú.

6. Referencias bibliográficas

Gomes, A. R.; Freitas, C. C.; Sant'Anna, S. J. S.; Dutra, L. V. Influência do georreferenciamento na classificação de imagem JERS-1. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2007. p. 4879-4887. CD-ROM; On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. (INPE-16386-PRE/10964). Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.09.21.47>>. Acesso em: 14 nov. 2012.

Miranda, M. **Evaluación de la deforestación en el Santuario Histórico de Bosque de Pómac**. Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial, 2010. 10 p.

Ponzoni, F. J.; Shimabukuro, Y. E. **Sensoriamento Remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 2007, 127 p.

Pronaturaleza. **Recuperación del territorio del Santuario Histórico Bosque de Pómac – 2010**. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. Lima, 2010. 38 p

Salinas, F. J. D.; Pardi Lacruz, M. S. Clasificación utilizando el modelo lineal de mezcla espectral para la determinación de áreas deforestadas en la Amazonía Peruana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. (SBSR), 2009, Natal. Anais... São José dos Campos: INPE, 2009. p. 6149-6156. DVD, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. (INPE-16014-PRE/10623). Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.18.00.54>>. Acesso em: 14 nov. 2012.