

AUTOMATIZACION DEL POSPROCESAMIENTO TEMATICO CON LEYENDAS NUMERICAS DE VALORES DEL SAVI EN IMAGENES LANDSAT

Francisco Darío Maldonado¹, Walter Fabián Sione¹, Pablo Gilberto Aceñolaza^{1,2}

¹ CEREGEO-UADER (Centro Regional de Geomática, Universidad Autónoma de Entre Ríos), Ruta 11, Km 12.5, Oro Verde. Entre Ríos Argentina. francisco.dario.maldonado@gmail.com; wsione@gmail.com; ² CICYTTP-CONICET, Dr. Materi s/n, Diamante. Entre Ríos, Argentina y FCA-UNER, Ruta 11 km 10,5, Oro Verde. Entre Ríos, Argentina, acenolaza@gmail.com.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es la automatización del posprocesamiento de imágenes para obtener mapas temáticos finales de cobertura vegetal con imágenes Landsat OLI. Este objetivo se alcanza a través la generación de una rutina de etiquetado automático basada en un k-mean simple y la media de los valores del índice SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) de los píxeles dentro de cada clase y su posterior transformación en leyendas numéricas, las que posteriormente son relacionadas con la cobertura vegetal mediante una tabla de correspondencia. Los resultados muestran que el posprocesamiento mejora notablemente y permite automatizar la elaboración de la cartografía final. Y posibilita también mejorar el filtrado temático en el posprocesamiento considerando proximidad entre valores de las clases de cobertura vegetal.

Palabras-clave – Espinal, Landsat, SAVI, posprocesamiento, etiquetado automático.

ABSTRACT

The aim of this work is the automation of image post-processing to generate final thematic maps of vegetation cover with Landsat images. This objective is achieved through the automatic classification, k-mean technique, and the labeling with values of the average of SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) of the pixels inside the class and the subsequent transformation into thematic labels. The intermediate map presents a numerical legend that is interpreted adequately by the computerized system, and related to the vegetation coverage by means of a correspondence table. The post-processing improves with numerical labels and allows to automate the elaboration of the final cartography. This type of numerical legend, related to a vegetation index, would also allow to improve the thematic filtering in the post-processing considering the proximity between values of the plant cover classes.

Key words — Espinal, Landsat, SAVI, post-processing, automatic labeling.

1. INTRODUCCIÓN

La automatización del procesamiento de imágenes para obtener mapas temáticos, requiere mantener durante gran parte del proceso, formatos numéricos continuos. La transformación de datos continuos a temáticos es aplicada en la fase final del posprocesamiento. Esto es debido a la propagación de errores asociados a la definición de límites numéricos entre clases temáticas y a las dificultades para automatizar largos procesos con imágenes con etiquetas temáticas.

El índice de vegetación SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) presenta una relación estrecha con clases temáticas de cobertura vegetal y es ampliamente utilizado desde el año 1988 en imágenes ópticas y su correspondencia con la vegetación ha sido extensamente demostrada en la bibliografía [1] [2].

Esta relación del índice con la cobertura total [3], permite el abordaje del problema de la transformación temática ordenando las clases por valores del índice cobertura y posteriormente transformar la imagen a mapa con las categorías temáticas asociadas a esos valores de cobertura. Siendo así sucesivamente las más bajas suelo desnudo, pastizal, arbustal abierto hasta bosque cerrado [4].

Las leyendas numéricas de una clase, basadas en el promedio de los valores del SAVI de los píxeles, permite una primera transformación de campos numéricos continuos a discretos y así asociarlos a una clase temática de cobertura vegetal [5]. Al final del proceso el criterio de asignación se simplifica, sin necesidad de establecer límites estrictos en el campo numérico de la Imagen resultante con el índice de vegetación.

En este marco, el objetivo de este trabajo es la automatización del posprocesamiento para generar mapas temáticos de cobertura vegetal con Imágenes del sensor OLI/Landsat. Este objetivo se alcanza a través de la aplicación sobre la imagen multispectral de una técnica simple de clasificación automática y el cálculo de la media de los valores del índice SAVI de los píxeles de la clase y su aplicación como etiquetas de las clases y posterior transformación en etiquetas temáticas.

2. MATERIAL Y MÉTODO

Se utilizó una imagen Landsat 8, sensor OLI del 23 de Septiembre de 2018, órbita 226 punto 81 [6], preprocesada

para extracción de nubes y sombras [7] en valores de milireflectancia según la técnica simple DOS. Tabla de correspondencia entre la cobertura vegetal en la época fin del invierno de la región y el Índice de vegetacion SAVI. El Software utilizado fue Matlab 2018 Release A, modulos Image Processing y MapTools. La región seleccionada corresponde al noreste de la provincia de Entre Ríos, Argentina e incluye Distritos de los Departamentos La Paz, Feliciano y Federal, cuya vegetación característica es la del espinal o bosque mesopotámico de Argentina sometido a ganadería extensiva (Figuras 1, 2) y cultivos agrícolas con rotación de soja, trigo / maíz [8, 9]. Estos Distritos se seleccionaron por presentar una proporción similar de áreas en diferentes coberturas, tanto de bosque nativo como agrícola.



Fig. 1. Fotografía del bosque abierto utilizado para ganadería extensiva.

A escala de paisaje, la cobertura vegetal en área puede variar ampliamente, desde suelos expuestos en áreas agrícolas con amplia variación estacional del índice de vegetación, a pastizales, arbustales y bosque nativo con menores variaciones intra e interanuales en sus índices de cobertura vegetal obtenidos a partir de imágenes satelitales.

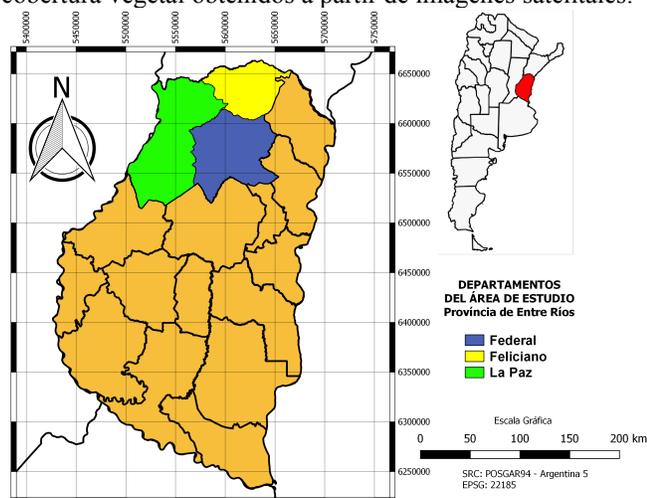


Fig. 2. Localización del área de estudio en la Provincia de Entre Ríos, Argentina.

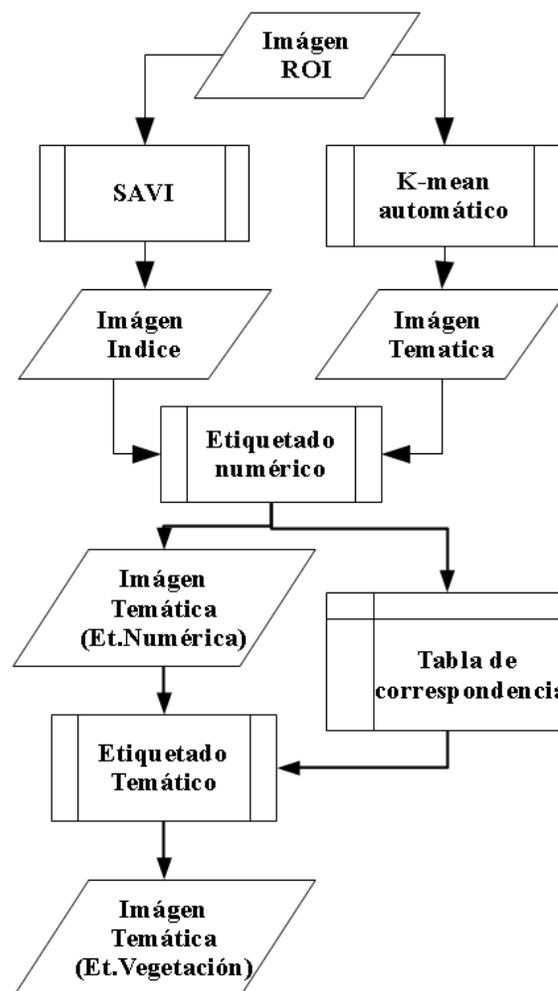


Fig. 3. Fluxograma del proceso automático para la obtención de una imagen temática.

La secuencia metodológica inicia con el cálculo de Índice SAVI, definiendo el parámetro principal L de acuerdo a la propuesta de Huete y Glenn [10]; paralelamente la imagen multispectral Bandas Rojo, NIR y MIR es clasificada con el K -mean, una técnica simple para la automatización. Obteniendo dos imágenes: una continua con los valores del SAVI y una imagen temática con seis clases.

Seguidamente las imágenes son combinadas por una rutina computacional pixel a pixel, en la que a los pixeles de cada clase se les atribuye el valor del promedio de todos los pixeles de la clase, para obtener un valor “promedio del índice”. Este valor promedio es posteriormente utilizado para reemplazar la etiqueta automática del K -mean por una etiqueta numérica con significado físico, en este caso el de cobertura vegetal.

El índice SAVI es calculado según la formula $SAVI = (1+L)(NIR-RED)/(L+NIR+RED)$. Siendo L el parámetro principal que corresponde a la distancia radiométrica del Rojo o NIR sobre la línea de los suelos. En este sentido, en la región de estudio se encuentran extensas áreas con suelos

claros como se observa en la figura 4. La obtención del parámetro L puede ser orientado por el dispersograma, o por la misma imagen a través de pixeles conocidos de suelos. En este caso el " L " es obtenido para la imagen calibrada a valores de mili-Reflectancia por lo que el valor aquí adoptada es $L=300$ (Figura 4).

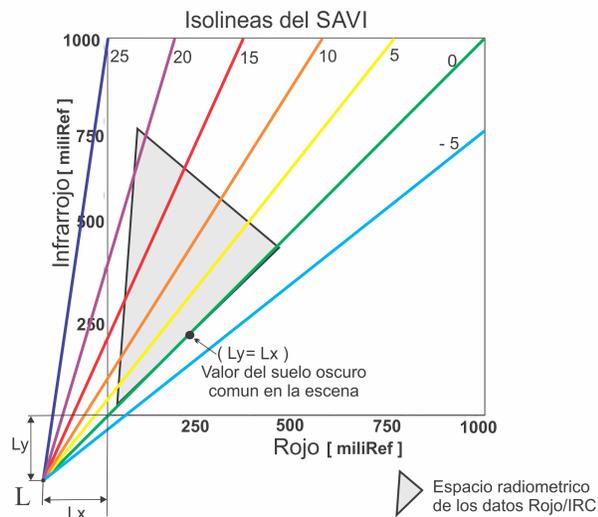


Fig. 4. Diagrama del espacio radiométrico Rojo-Infrarrojo cercano (RED/NIR) de la imagen espectral calibrada en milirreflectancia.

Observe en la Figura 4, las isolíneas del SAVI, donde los valores son iguales y mayores de cero por ser este un índice ajustado, no normalizado. En este paso del método se ha obtenido una imagen clasificada con una etiqueta numerica, media del Índice SAVI, relacionada con la cobertura vegetal.

En la region estudiada fue obtenida, anteriormente, una tabla de correspondencia entre el Tipo de cobertura vegetal y el Índice de vegetacion SAVI. Esta Tabla de correspondencia es usada automaticamente para transformar la etiqueta numerica en una etiqueta tematica de tipo de cobertura vegetal, siendo los valores positivos mas bajos correspondientes a suelo desnudo.

La imagen clasificada en seis clases tematicas es asociada atravez de sus Etiquetas numéricas a las Etiquetas de Tipo de cobertura para obtener el Mapa Temático o Imagen Temática con las etiquetas: Suelo Desnudo, Pastizal, Arbustal, Arboreo-arbustivo y Bosque.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados son dos Mapas tematicos, el primero etiquetado numericamente (Figura 5), este muestra que los indices menores presentan formas regulares y patrones lisos de áreas agricolas, los valores del SAVI medios tambien presentan formas regulares de areas agropecuarias o pastizales, los valores altos presenan formas irregulares de arbustal y de bosques.. Los valores mas altos del SAVI

peresentanfomas regulares de cultivos con alta cobertura, en esta epoca trigo o cebada (Figura 5).

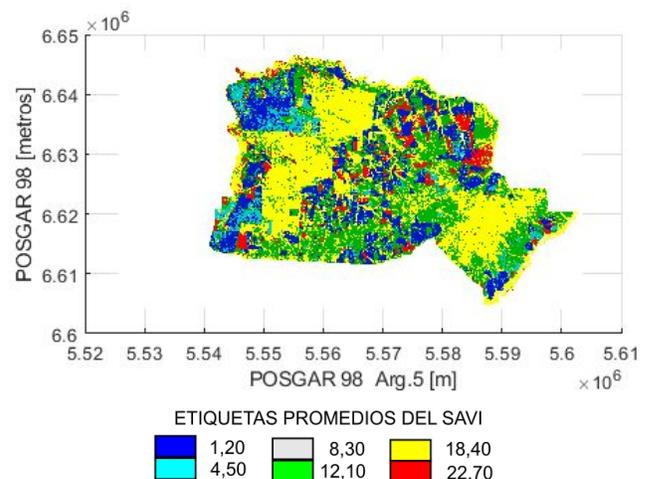


Fig. 5. Mapa temático de un Distrito administrativo, mostrando el etiquetado numérico automático.

El segundo resultado es el mapa producto de aplicar la Tabla de correspondencia (SAVI vs. Cobertura fin del invierno). Para etiquetar con la Leyenda de cobertura vegetal (Figura 6). Este resultado muestra las clases agricolas corresponden a índices de vegetación bajos o muy altos, en esta epoca del año no hay confusion entre coberturas, y esto permite la automatización para la obtención de mapas temáticos con etiquetas simples como: agricola, pastizales, arbustales y bosques (Figura 6).

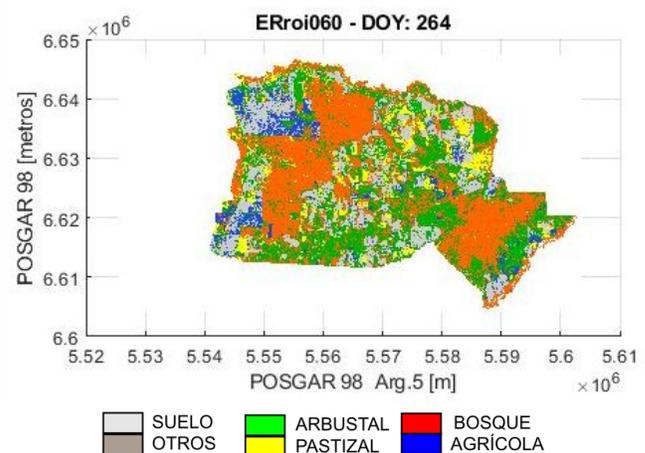


Fig. 6. Mapa temático con Etiquetas de Cobertura vegetal, obtenido por procesamiento automático.

El resultado final (Figura 6) fue obtenido de manera totalmente automatizada y las clases utilizadas estan relacionadas con la epoca del fin del invierno, inicio de septiembre y se corresponden a leyendas simples identificables y ajustadas a coberturas reales verificadas. Asimismo se observa escasa fragmentación de las unidades de cobertura que poseen formas geométricas simples y texturas lisas; esto es un indicativo de homogeneidad de las

mismas. Aquellas unidades con formas irregulares y texturas más rugosas, son asociadas a zonas de vegetación natural o en situaciones sucesionales de vegetación, como ser recuperación (o degradación) de arbustales o bosques.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Podemos concluir que la automatización del pos-procesamiento es muy satisfactoria mediante el etiquetado numérico. Las cartografías obtenidas poseen una buena definición de unidades homogéneas, tanto agrícolas como coberturas de vegetación natural en diferentes estadios sucesionales. Además, facilita el análisis estadístico paramétrico de las variables del paisaje, y por lo tanto extraer conclusiones sobre las clases presentes en el mapa.

El pos-procesamiento con el uso de etiquetas numéricas permite automatizar la elaboración de cartografía temática, facilitando la generación de estadísticas de paisaje.

Se recomienda estudiar como este tipo de etiquetado, posibilita el análisis bayesiano basado en la vecindad entre clases y la distancia numérica entre clases vecinas. Actualmente las técnicas bayesianas esta orientadas a la automatización de los procesos y puede ser beneficiada por este tipo de etiquetado.

Se recomienda estudiar como las leyendas numéricas, relacionadas al SAVI, pueden mejorar el filtrado temático considerando la proximidad entre los valores de las clases de cobertura vegetal

6. REFERENCIAS

- [1] Huete, A.R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, v.25, pp.295-309, 1988.
- [2] Gilabert, M.A.; González-Piqueras, J.; García-Haro, F.J.; Melia, J. A generalized soil-adjusted vegetation index. *Remote Sensing of Environment*, v.82, pp.303-310, 2002.
- [3] Richardson, A. J.; Wiegand, C. L. Distinguishing vegetation from soil background information. *Photogram Eng. Remote Sensing*, v.43, p.1541-1552. 1977.
- [4] Maldonado, F. D.; Sione, W. F.; Aceñolaza, P. G. "Mapeo de desmontes en áreas de bosque nativo de la provincia de Entre Ríos, Argentina". *Ambiência*, v.8, p.523-532, 2012.
- [5] Maldonado, F. D.; Sione, W. F.; Tentor, F. R.; Aceñolaza, P. G. Separación automática de áreas de bosque nativo por aproximación temática a través de la acumulación multitemporal de clases con Índice SAVI bajo. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto -SBSR. 28 a 31 de Maio de 2017. INPE Santos - SP, Brasil.
- [6] USGS. Earth Explorer US Geological Service. 2016. Disponível em: <https://landsat.usgs.gov/Landsat8_UsingProduct.php> Último acceso agosto 2018.
- [7] Zhu, Z.; Wang, S.; Woodcock, C. E. Improvement and expansion of the Fmask algorithm: cloud, cloud shadow, and snow detection for Landsats 4-7, 8, and Sentinel 2 images. *Remote Sensing of Environment*, v.144, p.152-171, 2015.
- [8] Aceñolaza, F.G. Geología y Recursos Geológicos de la Mesopotamia Argentina. *Serie de Correlación Geológica* N.º 22. San Miguel de Tucumán: INSUGEO, 2007. 160 pp.
- [9] Aceñolaza, P.G. Variabilidad estructural de una comunidad forestal sobre suelos vérticos de la provincia de Entre Ríos. *Revista Facultad de Agronomía* 20 (1): 123-130. 2000.
- [10] Huete, A. R.; Glenn, E. P. Remote Sensing of Ecosystem and Function. En: Weng, Q. *Advances in Environmental Remote Sensing*. London: CRC Press. cap.12, p.291-320, 2011. 600p.