



XVI SIMPOSIO
INTERNACIONAL
SELPER 2014

La Geoinformación
al Servicio de la Sociedad

Memorias



Sociedad Latinoamericana en
Percepción Remota y Sistemas
de Información Espacial
Capítulo Colombia

30
AÑOS

Medellín, Colombia
29 de Septiembre al 3 de Octubre de 2014



Mapa de cobertura de suelo para un sector del norte del Complejo Fluvio/Litoral del Río Paraná con herramientas de geomática.

Land cover map of the north sector of Parana River Littoral Complex using Geomatic tools.

Pablo G. Aceñolaza^{1,2}, L. Pamela Zamboni², Fabio Kalesnik³, Estela E. Rodriguez^{1,2}, Walter F. Sione^{2,4} y Cristina Serafini⁴.

¹ CICYTTP. Centro de Investigación Científica y Transferencia de la Tecnología de la Producción (CONICET), Materi y España, Diamante (CP 3105), Entre Ríos, Argentina. acenolaza@gmail.com , estela.r82@gmail.com

² CeReGeo. Centro Regional de Geomática. Universidad Autónoma de Entre Ríos (UADER). Materi y España Diamante (CP 3105), Entre Ríos, Argentina pamelazamboni@gmail.com

³Dep. Cs. Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA), Nuñez(1428), CABA. fabiokales@gmail.com

⁴ PRODITEL. Universidad Nacional de Luján. Int. Rutas Nacionales 5 y 7. (6700). Luján. Argentina. wsione@gmail.com

Palabras clave: Humedales, Clasificación de imágenes, Segmentación, Delta del río Paraná.

Keywords: Wetlands, Image Classification , Segmentation, Delta of Paraná river.

Resumen

El Complejo Fluvio/Litoral del Río Paraná (CFLRP) es un humedal que posee características de sistemas ambientales complejos y heterogéneos. Estas están dadas por la acción conjunta de procesos hidrológicos, geomorfológicos, biológicos así como los antrópicos asociados al uso del suelo y gestión del territorio. Las principales actividades económicas están en los últimos años representadas por la ganadería de isla y la forestación de salicáceas, si bien se pueden nombrar otras como la pesca, la apicultura, el transporte fluvial, etc. La cartografía de la cobertura y especialmente las cubiertas vegetales es, en este marco, un insumo básico para los planes de gestión territorial. El sector norte del CFLRP se caracteriza por la dominancia de fisonomías arbóreas y arbustivas sobre las herbáceas de bajo porte. Se han concentrado algunos esfuerzos de conservación en este sector declarándose una parte de la región como área natural protegida. Los datos de teledetección constituyen un insumo básico para la cartografía y seguimiento de cubiertas y permiten lograr mapas precisos y a escalas adecuadas. El objetivo del trabajo fue generar un mapa de cobertura de suelo para el CFLRP mediante el uso de datos del sensor Landsat 8 OLI. Se descargó la escena (227-82) del servidor EarthExplorer (USGS NASA). Como

ventana temporal se emplearon fechas representativas de contrastantes en la región; primavera (período de aguas bajas) y otoño (aguas altas). Se ha incluido de esta forma la variabilidad temporal propia del área de estudio. Se realizó mediante el Software E-Cognition una segmentación de un compuestomultitemporal de 12 bandas (primavera y otoño). Se emplearon como criterios; un factor de escala de 100, color (0.9) y forma (0.1). Se obtuvo como resultado un vectorial de polígonos de clases. Por otro lado se realizó una clasificación No supervisada usando el clasificador ISODATA, empleando como parámetros 60 clases y 10 iteraciones. Al mapa raster resultante se lo integró al vectorial resultante de la segmentación a fin de obtener estadísticas (moda y diversidad) sobre el comportamiento de los píxeles en cada polígono. Finalmente se realizó una asignación de la clase al polígono en base a moda y a información de terreno (interpretación de los resultados). Se discriminaron más de 15 clases de cobertura, algunas de las cuales se asocian a las características fisonómicas de la vegetación (fisionomías arbóreas, arbustivas, herbáceas de gran porte y herbáceas de baja altura). Otras de las clases de cobertura identificadas fueron agua, suelo, áreas urbanas, entre otras. Las clases se han descrito, analizado y validado con información de terreno. Se realiza en este trabajo una propuesta metodológica para la generación de cartografía que podrá ser empleada por los responsables de la gestión del territorio.

Abstract

Fluvial/Littoral Parana River (CFLRP) is a wetland with characteristics of complex and heterogeneous ecosystems. These characteristics are given by the action of hydrological, geomorphologic, and biological processes associated with anthropogenic land use and management. Mapping land cover is a basic input for land management. The northern sector of CFLRP is characterized by the dominance of tree and shrub over herbaceous physiognomies. Part of this area was declared as a protected area. Remote sensing data is a basic input for mapping and monitoring of land cover and allow to achieve accurate maps. The objective was to generate a land cover map for the north sector of the CFLRP using data from Landsat 8 OLI sensor. The scene (227-82) was download of Earth-Explorer server (USGS NASA). A temporal window representing contrasting dates were used; spring (low water period) and autumn (high water) images were selected. Has been included in this way the temporal variability of the study area. Through the Software E-Cognition, a segmentation of a multi-temporal product of 12 bands (spring and fall). As criteria we use a scale factor of 100, colour (0.9) and shape (0.1). The result was a feature class. Furthermore we make a Unsupervised classification using ISODATA classifier (60 classes and 10 iterations are performed). The resulting classification raster map was integrated to the vector resulting of the segmentation to obtain statistics (mode and diversity) on the behaviour of the pixels in each polygon. Finally, a class assignment was made to the polygon based on mode and field data (interpretation of results). More than 15 land cover classes were discriminated, some of which are associated with the physiognomic characteristics of the vegetation (tree physiognomies, shrubs, grass). Other classes were identified (water, nude soil, urban areas, among others). The classes have been described, analyzed and validated with field data. Is performed in this work a methodology for the generation of maps that can be used by land management agencies and policy.

Introducción

El uso del suelo y su cobertura juegan un rol crítico en la interacción entre la tierra y la atmósfera, influenciando el clima a escala local, regional y global. Su uso y cambios temporales afectan las condiciones económicas, sociales y biofísicas. Algunos de estos cambios son impulsados por quienes trabajan la tierra y pueden ser cuantificados por mediante mediciones de datos satelitares, fotografías aéreas, observaciones de terreno, así como a través de reportes de propietarios de las tierras y de quienes las manejan (Brown *et al.*, 2014)

La aplicación de herramientas geomáticas para el estudio de la cobertura del suelo ha demostrado su utilidad para la gestión del territorio. Las imágenes de la serie Landsat han sido ampliamente empleadas para este fin (Woodcock *et al.*, 2001).

La cobertura del suelo mediante el uso de imágenes del Sensor Landsat (TM, ETM) ha sido estudiada previamente para algunas áreas de la región (Zamboni *et al.*, 2014). Las imágenes del sensor Landsat 8 OLI están disponibles para el área de estudio desde mayo de 2013, contándose a julio de 2014 con aproximadamente el 50% (10) de las escenas libres de nubes. La serie de datos Landsat provee imágenes desde hace más de 40 años, a través de sus diferentes sensores, incluyendo el sensor Landsat 8 OLI, lanzado en febrero de 2013. La serie de datos Landsat ha sido consistente y se han mejorado las tecnologías de los sensores, los satélites, la transmisión, recepción, procesamiento y distribución de los datos (Roy *et al.* 2014). El satélite Landsat 8 OLI mantiene la resolución espectral del Landsat 7 (ETM+), además de otras bandas en el rango del azul (0.43–0.45 μm) con el objetivo de mejorar la sensibilidad a la clorofila y otros materiales en suspensión en las zonas costeras, y para contrarrestar los efectos de los aerosoles atmosféricos, y una banda en el infrarrojo (1.36–1.39 μm) para la detección de nubes. Las restantes bandas se corresponden espectralmente con las del ETM+. Estas características sumadas a otras propiedades del Landsat 8 OLI ha incorporado avances técnicos que mejoran su performance sobre los otros sensores de la serie, incluyendo la corrección geométrica, resolución radiométrica, y la reducción de ruido en la señal (Irons *et al.*, 2012).

La clasificación de imágenes a partir de imágenes Landsat es una de las técnicas de procesamiento más ampliamente utilizada para aplicaciones como el modelado del carbono, cambio en el uso de la tierra, manejo de bosques y estimaciones en cultivos (Song *et al.*, 2001; Zhu *et al.*, 2012). La segmentación de imágenes es otra de las técnicas que ha demostrado su utilidad en la región (Zamboni *et al.*, 2014). Como resultado de la aplicación de estas técnicas se obtienen mapas de clases de cobertura de suelo basados en la clasificación de las imágenes y un archivo de texto con los parámetros de la segmentación. La cartografía de la cobertura y especialmente las cubiertas vegetales es, en este marco, un insumo básico para los planes de gestión territorial.

En este contexto objetivo del trabajo fue generar un mapa de cobertura de suelo para el sector norte del CFLRP mediante el uso de datos del sensor Landsat 8 OLI.

Materiales y Métodos

Características del Área de estudio

El Complejo Fluvio/Litoral del Río Paraná (CFLRP) es un humedal que posee características de sistemas ambientales complejos y heterogéneos. Estas están dadas por la acción conjunta de procesos hidrológicos, geomorfológicos, biológicos así como los antrópicos asociados al uso del suelo y gestión del territorio. El sector norte del CFLRP se

caracteriza por la dominancia de fisonomías arbóreas y arbustivas sobre las herbáceas de bajo porte. Contribuciones previas (Malvárez (1999), Kandus *et al.*, (2003), Iriundo (2004), Zamboni y Aceñolaza (2004, 2005), C. Bó (2006), Pratolongo *et al.*, (2008), Vicari *et al.*, (2006), Iriundo *et al.*, (2007), Drago (2007), Aceñolaza *et al.* (2004, 2005, 2006, 2007, 2008a,b), Rodríguez *et al.*, (2007) , y Franceschi *et al.*, (2010)) evidencian una clara delimitación geomorfológica/ambiental del área de estudio en relación al contexto regional. Las principales actividades económicas de las últimas décadas están mayormente representadas a escala regional por la ganadería de isla, si bien se pueden nombrar otras como la pesca, la apicultura, el transporte fluvial, la remoción de áridos, etc.

Asimismo, se han concentrado en esta porción de la región esfuerzos de conservación, contándose actualmente con dos áreas naturales protegidas. Parte del área de estudio se encuentra actualmente ocupada por dos Parques Nacionales, el Parque Nacional Predelta sobre la costa Entrerriana y el recientemente creado Parque Nacional Islas de Santa Fé sobre el margen occidental. Las áreas correspondientes presentaron previamente a su declaración como PN un uso de la tierra asociado a la actividad antrópica (fundamentalmente ganadería, caza, pesca y uso del fuego) sin regulaciones fuertes por parte del estado. Al declararse su conversión a Parque Nacional en el año 1993 en el PN Predelta y en el 2012 en el PN Islas de Santa Fe, estas actividades fueron excluidas en el área cambiando de esta forma el uso y cobertura del suelo. Fundamentalmente la exclusión del ganado ha generado cambios en la estructura de la vegetación, biomasa y carga combustible. Estas particularidades, sumadas a la alta dinámica hidrogeomorfológica requieren de un estudio de la cobertura de suelo.

Metodología

Se descargó la imagen Landsat 8 OLI (path 227- row 82) (nivel L1T), del servidor EarthExplorer (USGS NASA). La adquisición de datos Landsat 8 se realiza en un ancho de escena de 185 km × 180 km definidas según el sistema de referencia mundial "WRS-2" y por coordenadas de longitudes y latitudes usadas en los restantes satélites de la serie Landsat (Kovalskyy y Roy, 2013), y en nivel L1T, que incluyen calibración radiométrica, corrección geométrica y una corrección asistida por puntos control (Roy *et al.*, 2014). Se descargaron las 11 Bandas que componen cada escena.

Dadas las características del área y la disponibilidad de imágenes, se consideró la altura del río como variable de interés y se definió como ventana temporal dos fechas representativas de contrastantes en la región; primavera (30/12/2013, representando al período de aguas bajas) y otoño (21/06/2013 representando al período de aguas altas) (Zamboni *et al.*, 2014). Se ha incluido de esta forma la variabilidad temporal propia del área de estudio. Esta escena presentó menos de 10% de nubes en ambas fechas descargadas, por lo que se la consideró apropiada para su utilización.

Se realizó mediante el Software E-Cognition (Licencia UNLuján) una segmentación de un compuesto multitemporal de 12 bandas (primavera y otoño). Se emplearon como criterios; un factor de escala de 100, color (0.9) y forma (0.1). Se obtuvo como resultado un vectorial de polígonos de clases.

Por otro lado se realizó una clasificación No supervisada usando el clasificador KMeans, empleando como parámetros 60 clases y 10 iteraciones. Al mapa raster resultante se lo integró al vectorial resultante de la segmentación a fin de obtener estadísticas (moda, diversidad y frecuencia de diversidad) sobre el comportamiento de los píxeles en cada polígono. Finalmente se realizó una asignación de la clase al polígono en base a moda y a información de terreno (interpretación de los resultados). Se realizó la validación empleando puntos de GPS obtenidos en campo (100 puntos). Se presenta a continuación el esquema metodológico empleado (Figura 1).

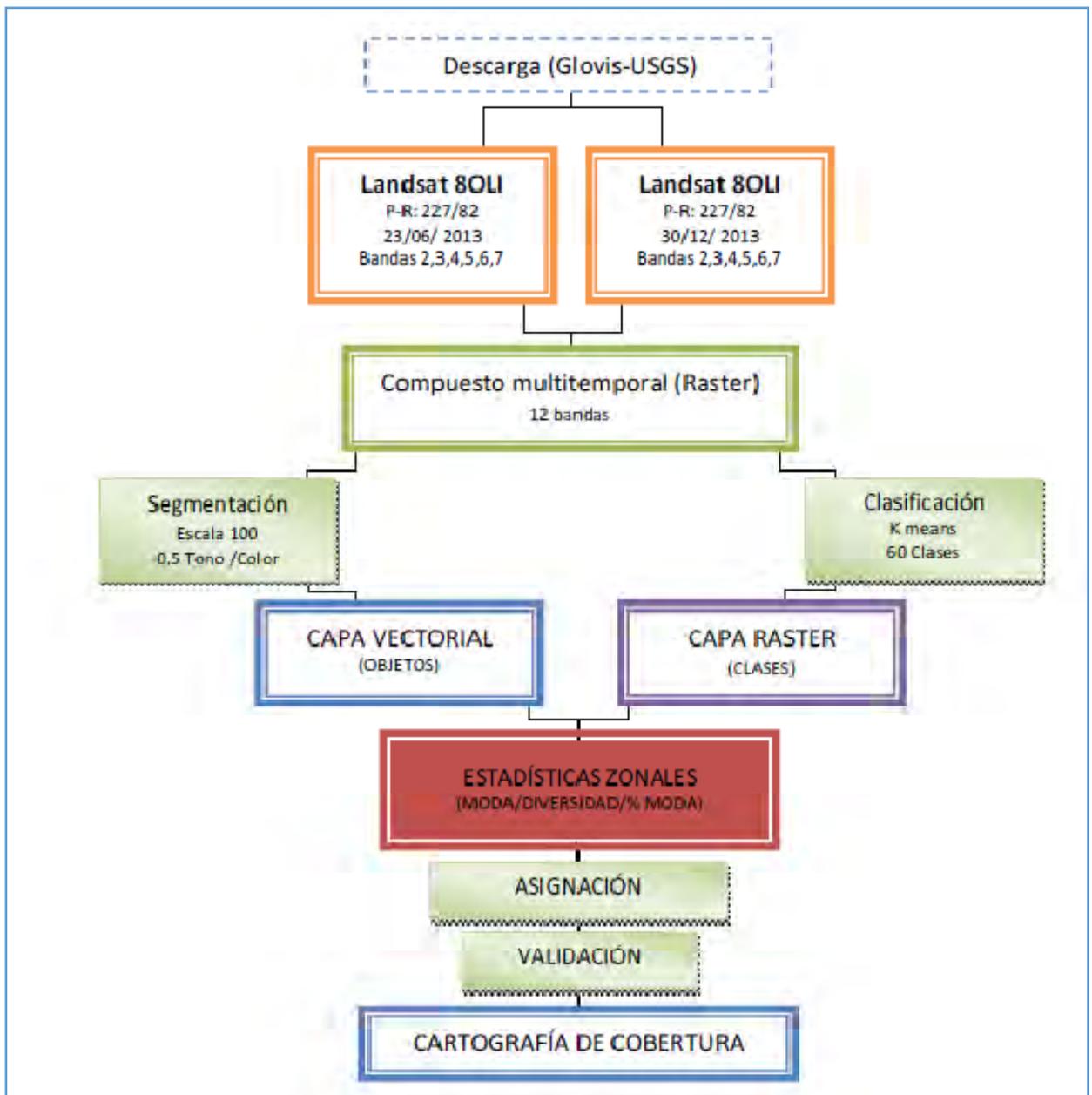


Figura 1: Esquema metodológico empleado en el presente trabajo.

Resultados

La Figura 2 muestra la cartografía obtenida siguiendo el esquema metodológico presentado en la Figura 1.

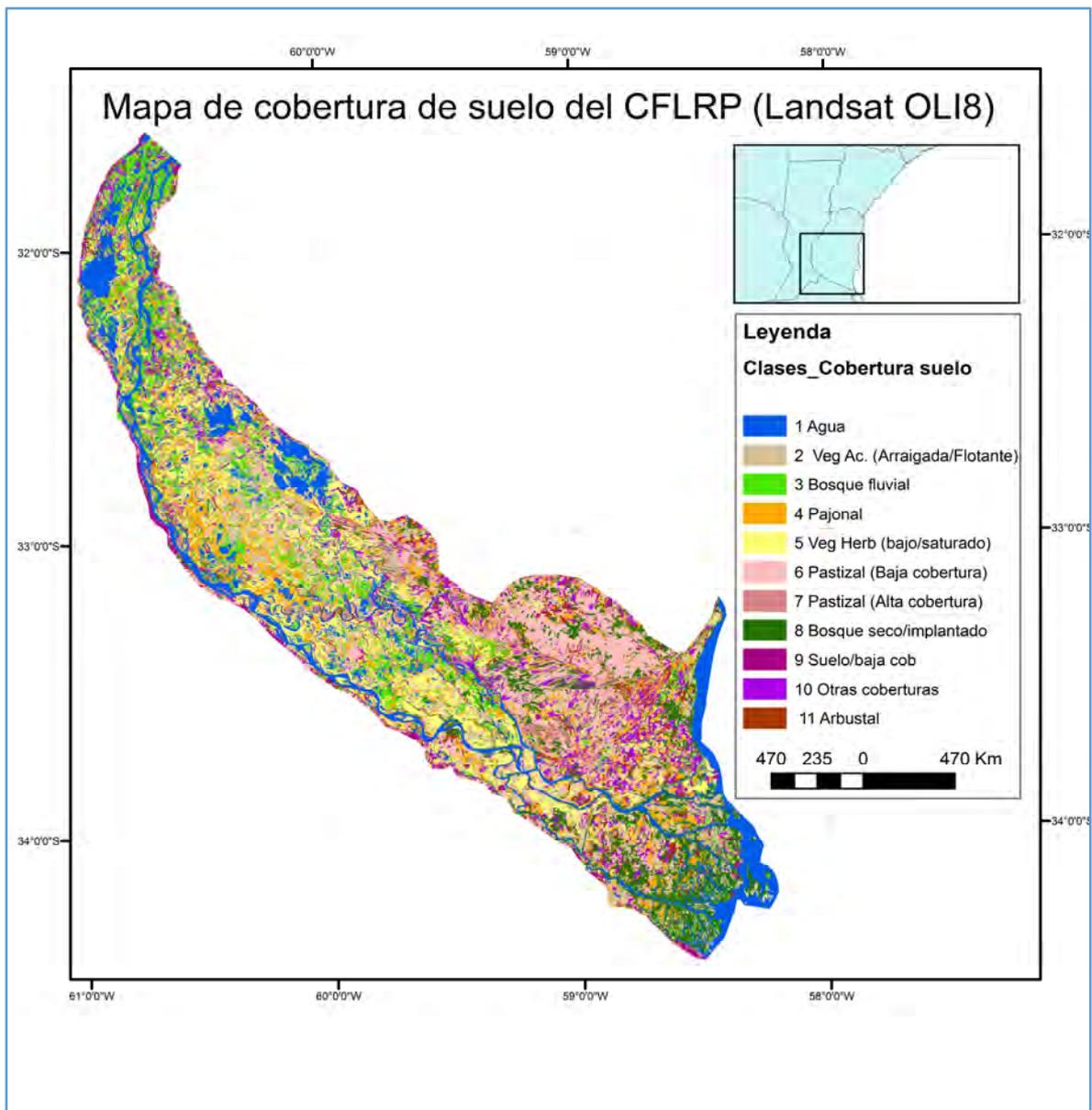


Figura 2: Cartografía de Cobertura del suelo generada para el CFLRP, a partir de la integración de imágenes del sensor Landsat OLI8 (a partir de la segmentación y clasificación de un compuesto multitemporal de junio/diciembre 2013).

Se discriminaron más de 10 clases de cobertura (Figura 2), algunas de las cuales se asocian a las características fisonómicas de la vegetación (fisionomías arbóreas, arbustivas, herbáceas de gran porte y herbáceas de baja altura). Otras de las clases de cobertura identificadas fueron agua, suelo, áreas urbanas, entre otras. Las clases se han descrito, analizado y validado con información de terreno. Algunas de las clases identificadas en la presente contribución han sido descritas para la zona en aportes previos (Zamboni et al., 2014). Se realizó en este trabajo una propuesta metodológica para la generación de cartografía que podrá ser empleada por los responsables de la gestión del territorio.

Tal como se señaló en metodología, la validación se realizó mediante el empleo de puntos de control (tabla 1). La confianza global de la clasificación fue de 78%, mientras que la de cada una de las clases fue superior al 60%.

CLASES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
1	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
2	0	9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10
3	0	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	6
4	0	0	3	10	2	0	0	0	0	0	1	16
5	0	2	1	1	13	0	0	0	0	0	0	17
6	0	1	0	0	0	9	0	0	0	0	0	10
7	0	1	0	0	1	0	4	0	0	0	0	6
8	0	0	1	0	0	0	0	7	0	0	1	9
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
10	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	6
Total	16	14	9	12	18	10	5	7	1	0	8	78

Tabla 1: Validación de las clases (objetos) mediante puntos control (puntos de terreno GPS).

Conclusiones

Es posible utilizar datos de mediana resolución como los provistos por la base de datos Landsat OLI 8, para la cartografía de coberturas de suelo en el Complejo Fluvio Litoral del Río Paraná. Se requiere de datos de campo y de conocimiento del terreno que permitan orientar los análisis e interpretaciones y establecer criterios y parámetros adaptados para la región.

Las imágenes Landsat OLI8 permiten discriminar clases de cobertura en base principalmente a criterios fisionómicos sobre florísticos. Es necesario considerar en los compuestos la temporalidad, debido fundamentalmente a cambios en las condiciones hidrológicas.

Se ha desarrollado una metodología adecuada a la región para la identificación y análisis de coberturas de suelo. Esta leyenda puede considerarse una base sobre la cual desarrollar leyendas jerárquicas empleando imágenes de mediana y alta resolución espacial.

Bibliografía

- Aceñolaza P. G., L. P. Zamboni, J. F. Gallardo Lancho. (2009). Ciclos biogeoquímicos de bosques de la llanura de inundación del Río Paraná (Argentina): aporte de hojarasca. *Revista Bosque* 30(3), 135-145
- Aceñolaza P. G., L. P. Zamboni, W. F. Sione y F. Kalesnik. (2008b). Caracterización de la región superior del Complejo Litoral del Río Paraná: grandes unidades de ambiente. *Revista Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino III*. INSUGEO-CONICET. 17(2). (pp 293-308).
- Aceñolaza, P. G. L. P. Zamboni y J. F. Gallardo. (2006). “Ciclos biogeoquímicos de bosques de la llanura de inundación del río Paraná (Argentina): Aporte de

hojarasca. Medioambiente en Iberoamérica. Visión desde la Física y la Química en los albores del SXXI. J. F. Gallardo Lancho (EDITOR). Sociedad Iberoamericana de Física y Química Ambiental. Tomo II de III. (pp 529-536).

Aceñolaza, P. G. L. P. Zamboni y J. F. Gallardo.(2007). Estimación de Carbono en tres bosques de la llanura aluvial del Bajo Paraná (R. Argentina). En: La Captura de Carbono en Ecosistemas Terrestres Iberoamericanos. RED POCAIBA. Red Iberoamericana de Física y Química Ambiental. (J. F. Gallardo Lancho Ed.). Salamanca, España. 39-45 pp. ISBN: 978-84-611-9622-7. (pp 255).

Aceñolaza, P. G., H. E. Povedano; A. S. Manzano, E. Rodriguez, L. Sanchez, A.L. Ronchi, E. Jimenez, D. Demonte y Z. Marchetti. (2008a). Biodiversidad de la región superior del Complejo Deltaico del Río Paraná. *Revista Temas de la Biodiversidad del Litoral III. INSUGEO, Miscelánea, 17.* (pp. 127-152).

Aceñolaza, P. G.; H. E. Povedano; A. S. Manzano; J. De D. Muñoz; J. I. Areta y A. L. Ronchi Virgolini. (2004). Biodiversidad del Parque Nacional Pre-Delta. *Revista Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino. Serie Misc. INSUGEO 12.* (pp.169-184).

Aceñolaza, P.; W. Sione, F. Kalesnik y M. C. Serafini. (2005). Determinación de unidades homogéneas de vegetación en el Parque Nacional Pre-Delta (Argentina). *Revista Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino. Serie Misc. INSUGEO 14.* (pp. 81-90).

Bó, R. F. (2006). Ecorregión Delta e islas del Paraná. En: La situación ambiental de la Argentina 2005. Brown A., U. Martínez Ortiz, M. Acerbi y J. Corcuera (Eds). Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires. . (pp.130-143).

Brown, D. G., C. Polsky, P. Bolstad, S. D. Brody, D. Hulse, R. Kroh, T. R. Loveland, and A. Thomson, 2014: Ch. 13: Land Use and Land Cover Change. *Climate Change Impacts in the United States: The Third National Climate Assessment*, J. M. Melillo, Terese (T.C.) Richmond, and G. W. Yohe, Eds., U.S. Global Change Research Program, 318-332. doi:10.7930/J05Q4T1Q.

Drago, E. C. (2007). The Physical Dynamics of the River - Lake Floodplain System. En: M. H. Iriondo, J. C. Paggi y M. J. Parma (Eds). *The Middle Paraná River: Limnology of Subtropical Wetland.* Springer.-Verlag. Berlin. Heidelberg. (pp. 83-122).

Franceschi EA., P. S. Torres y J. P. Lewis. (2010). Diversidad de la vegetación durante su recuperación tras una creciente extraordinaria del Río Paraná Medio (Argentina). *Revista International Journal of Tropical Biology.* 58(2). (pp. 707-716).

Iriondo, M. H. Geomorphology. En: M. H. Iriondo, J. C. Paggi y M. J. Parma (Eds). (2007). *The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland.* Springer.-Verlag. Berlin. Heidelberg. (pp. 33-51).

- Iriondo, M. H. Geomorphology. En: M. H. Iriondo, J. C. Paggi y M. J. Parma (Eds). (2007). *The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland*. Springer.-Verlag. Berlin. Heidelberg. (pp. 33-51).
- Irons, J. R., Dwyer, J. L., & Barsi, J. A. (2012). The next Landsat satellite: The Landsat Data Continuity Mission. *Remote Sensing of Environment*, 122, 11–21.
- Kandus P., A. I. Malvárez y N. Madanes. (2003). Estudio de las Comunidades de plantas herbáceas de las Islas Bonaerenses del Bajo Delta del Río Paraná (Argentina). *Darwiniana*. 41.1-4. (pp. 1:16).
- Kovalskyy, V., & Roy, D. P. (2013). The global availability of Landsat 5 TM and Landsat 7 ETM+land surface observations and implications for global 30mLandsat data product generation. *Remote Sensing of Environment*, 130, 280–293.
- Malvárez, A. I. (1999). El Delta del Río Paraná como mosaico de humedales. En: Malvárez, A. I. (ed.). *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica*, Montevideo, Oficina Regional de Ciencia y Técnica para América Latina y el Caribe (ORCyT) MAB/UNESCO. (pp. 35-53).
- Pratolongo, P., P. Kandus y M.M. Brinson. (2008). Net aboveground primary production and biomass dynamics of *Schoenoplectus californicus* (Cyperaceae) marshes growing under different hydrological conditions. *Revista Darwiniana*.46(2). (pp. 258-269).
- Rodriguez, E., P. Aceñolaza, J. DE Dios Muñoz y Z. Marchetti. (2007). Actualización de la lista florística del Parque Nacional Pre-Delta. *Revista Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 42 (s) (pp. 97).
- Roy, D.P., Wulder, M.A., Loveland, T.R., Woodcock, C.E., Allen, R.G., Anderson, M.C., Helder, D.L., Irons, J.R., Johnson, D.M., Kennedy, R., Scambos, T.A., Schaaf, C.B., Schott, J.R., Sheng, Y., Vermote, E.F., Belward, A.S., Bindschadler, R., Cohen, W.B., Gao, F., Hipple, J.D., Hostert, P., Huntington, J., Justice, C.O., Kilic, A., Kovalskyy, V., Lee, Z.P., Lyburner, L., Masek, J.G., McCorkel, J., Shuai, Y., Trezza, R., Vogelmann, J.E., Wynne, R.H., and Zhu, Z., 2014, Landsat-8—science and product vision for terrestrial global change research: *Remote Sensing of Environment*, v. 145, p. 154-172.
- Song C., C. E. Woodcock, K. C. Seto, M. P. Lenney,* and S. A. Macomber. (2001). Classification and Change Detection Using Landsat TM Data: When and How to Correct Atmospheric Effects?. *Revista Remote Sensing of Environment*, 75 (pp. 230–244).
- Vicari R., P. Kandus, P. Pratolongo y M. Burghi. (2006). Alteración en el almacenaje de carbono por la intervención humana de los sistemas naturales en el Bajo delta del Río Paraná. Su importancia en el balance emisión-sumidero de CO₂ atmosférico. En: Brown et al. (eds.) *La Situación Ambiental de la Argentina*. Editorial Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires (pp. 161-163)

- Woodcock, C. E., Macomber, S. A., Pax-Lenney, M., and Cohen, W. B. 2001. Large area monitoring of temperate forest change using Landsat data: Generalization across sensors, time and space. *Revista Remote Sensing of Environment*, 78 (1–2) (pp. 194–203).
- Zamboni L.P., W. F. Sione, F. Tentor y P. G. Aceñolaza. 2014. Cartografía de cambios de cobertura del suelo (1987-1998) para el Parque Nacional Predelta (Entre Ríos, Argentina). *Revista Geográfica de América Central*. 52. 158-180 pp. En Prensa.
- Zamboni, P. y Aceñolaza, P. (2004). Aporte al conocimiento de ciclos de materia orgánica (MO) en formaciones boscosas de la llanura de inundación del río Paraná. *Revista Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino*. INSUGEO-CONICET.12. (pp. 161-168).
- Zamboni, P. y Aceñolaza, P. (2005). Aporte al conocimiento de la dinámica de materia orgánica en bosques de la porción baja de la Cuenca del Plata. *Humedales Fluviales de América del Sur. Hacia un Manejo Sustentable*. PROTEGER Ediciones (pp. 535-541).
- Zhu, Z., Woodcock, C. E., Rogan, J. and Kelldorfer, J. (2012). Assessment of spectral, polarimetric, temporal, and spatial dimensions for urban and peri-urban land cover classification using Landsat and SAR data. *Revista Remote Sensing of Environment* 117 (pp. 72–82).