



Respuesta del sistema delta del río Paraná, en la provincia de Entre Ríos, ante una crecida media ordinaria

Response of the Paraná river delta system, in the province of Entre Ríos, to an ordinary average river rising

Carñel, Griselda ¹✉ - Díaz, Eduardo - Zarate, Judith - Boschetti, Norma G. - Duarte, Oscar

Recibido: 22 de abril de 2014 • Aceptado: 24 de noviembre de 2014

Resumen

El Delta del Paraná está originado por el aporte sedimentario del río Paraná. Sus depósitos representan el cambio ambiental de estuárico a fluvial en el río de la Plata y se encuentran entre los 2 m y el nivel del mar actual. Consiste en un conjunto de islas y una compleja red de cursos fluviales que, en algunos sectores, varían de posición por erosión y depósito.

El objetivo de este trabajo fue identificar las superficies no afectadas por la inundación, (suelo firme y humedales) durante la crecida ordinaria del río Paraná en el período julio-septiembre de 2013 en el Delta entrerriano, utilizando herramientas de teledetección y SIG.

Se trabajaron imágenes del satélite Landsat 8 delimitando siete “zonas modales” representativas de la geomorfología del Delta. Se analizaron alturas hidrométricas en once puertos y en cinco fechas a lo largo de la crecida.

Se confirmó la transferencia de flujos laterales entre el curso principal y el valle. En los casos de intervención antrópica, el proceso es magnificado, las zonas modales tienen comportamientos diferentes. Se observó que el nivel del río en los puertos de Paraná, Rosario y Diamante se aproximó a los niveles de alerta, mientras que en Villa Paranacito se mantuvieron casi constantes, verificándose la capacidad de amortiguación del valle. Consecuentemente, la limpieza de los cursos del valle de inundación con sentido de escurrimiento hacia el río Paraná permitirá una rápida evacuación del agua mitigando los efectos de crecidas de baja recurrencia, sin afectar los humedales típicos.

Palabras clave: Delta del río Paraná - crecidas ordinarias - Landsat 8 - flujos laterales - modificación.

Abstract

The Paraná River Delta is composed of sediment particles from the Paraná River. Its sediments represent the environmental change from estuary to fluvial in the Plata River and they are found between the 2 m and the current sea level. The Paraná Delta is made up of an island set and a complex fluvial course network that in some areas varies in position due to erosion and deposition.

1. Universidad Nacional de Entre Ríos, Facultad de Ciencias Agropecuaria. Ruta provincial N°11 km 10, Oro Verde - Entre Ríos.

✉ gecarñel@yahoo.com.ar

The purpose of this work was to identify the surfaces not affected by the river rising (lands not subject to flooding and wetlands) due to an ordinary Paraná River rising during the period July-September 2013 in the Entre Ríos Delta using remote sensing tools and GIS. Images from Landsat 8 satellite were studied and seven representative "modal zones" of Delta geomorphology were delimited. Hydrometric heights were analyzed from eleven ports and in five different dates along the river rising. The transference of lateral flows between the main course and the valley was confirmed. The process is magnified in cases of antropic intervention. Modal zones showed different behaviors. It was observed that the river level in the Ports of Paraná, Rosario and Diamante was near to alert levels, while in Villa Paranacito Port, it was found to be almost constant being the valley amortiguation capacity verified. Consequently, cleaning the courses of the flooding valley flowing into the Paraná River will allow a quick drainage of water reducing the effects of low recurrence risings without affecting the typical wetlands.

Keywords: Paraná River Delta - ordinary river risings - Landsat 8 - lateral flows - modification.

INTRODUCCIÓN

La Cuenca del Delta del Paraná, se desarrolla sobre la margen Nororiental de la provincia de Buenos Aires, el Sur de Entre Ríos y una porción relativamente pequeña del Oeste de Santa Fe. La mayor parte se encuentra en la provincia de Entre Ríos ocupando un 80% de la superficie, luego continúa Buenos Aires con el 15% y por último, la provincia de Santa Fe con un 5%.

El área de estudio corresponde a la provincia de Entre Ríos, dónde el Delta comprende los departamentos de Diamante, Paraná, Victoria, Gualeguay, Gualeguaychú e Islas del Ibicuy; con una superficie de 1.952.984,43 hectáreas.

El Delta del Paraná es una típica forma de agradación progradante originada en un neto ambiente fluvial por el aporte sedimentario del río Paraná. Sus depósitos representan el cambio ambiental de estuárico a fluvial en el río de la Plata y se encuentran entre los 2 m y el nivel del mar actual. Consiste en un conjunto de islas y una compleja red de cursos fluviales que, en algunos sectores, varían de posición por erosión y depósito. El Delta puede definirse como un vasto macrosistema de humedales donde influyen las características propias del paisaje. El curso principal del río Paraná se encuentra excavado en sedimentos pre-holocenos y holocenos con profundidades de más de 20 m (Cavallotto, et al., 2005). En su tramo final corre dentro de una llanura aluvial con un caudal de 16.000 m³/s que puede llegar a 60.000 m³/s en las crecidas extraordinarias y forma un amplio delta que comienza a la altura de la localidad de Diamante en Entre Ríos y finaliza en el río de la Plata.

El Delta del Paraná está considerado como un macrosistema de humedales debido a su extensión e importancia, ya que es uno de los ecosistemas más productivos del planeta.

La Convención sobre Humedales (Ramsar, 1971) define a un humedal como "las extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporarias, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda los seis m". Para este trabajo, se considera un humedal al sitio donde: se encuentra en algún momento del año presencia de agua, ya sea saturando los suelos o cubriéndolo superficialmente ó a escasa profundidad y que cuente con especies vegetales adaptadas a condiciones de anegamiento, así como la ausencia de aquellas no tolerantes a los pulsos de inundación (Kalesnik y Quintana, 2006)

El Delta del Paraná es una región heterogénea con una gran diversidad de recursos y en consecuencia, con una gran variedad de actividades productivas que dependen principalmente de los servicios ambientales de los humedales.

Las crecidas del río Paraná (a partir del Paraná Medio) corresponden a los eventos denominados de tipo "lentas"; se manifiestan en un lapso que permite advertir a la población. Se asocian al binomio "crecida-estiaje", dónde el elemento común a ambas es la precipitación que, con sus excesos y déficit en un territorio determinado, genera daños y deterioros en el paisaje cultural, aunque constituyen episodios naturales del funcionamiento, estructura y dinámica del sistema natural (Fritschy, 2012).

Los niveles hidrométricos registrados en el Delta para 2013 corresponden a una crecida ordinaria del río, con una recurrencia del orden de 2 años (Zamanillo et al., 2013).

La característica hidráulica principal en el Delta entrerriano, es el elevado valor del cociente: radio de curvatura sobre el ancho de cauce. Este proceso fluvial activo retrabaja los sedimentos previamente depositados, principalmente los de las llanuras de avenamiento impedido y la llanura de mareas. Esta es una zona con cotas de 6 a 8 msnm. Es así que los cursos fluviales discurren por canales más estables que en el Delta inferior propiamente dicho (Boschetti et al., 2013).

En el Delta, Los eventos de inundación se producen cuando el nivel normal de los ríos es alterado por alguno de los siguientes factores:

- Mareas luni-solares que tienen su influencia sobre el estuario del río de la Plata y provocan oscilaciones periódicas en el nivel de agua.
- Crecidas del río Uruguay relacionadas con precipitaciones en la alta cuenca (al menos en el Delta Frontal)
- Crecidas del río Paraná relacionadas con precipitaciones en la alta cuenca, aportes de agua de los cursos que desembocan en el Delta, y que localmente pueden producir un efecto similar aunque de menor intensidad.
- Vientos del sector Sudeste que provocan dificultades en la evacuación del agua provocando desbordes e inundando zonas anegadizas. Esto puede complicarse en conjunto con otros eventos meteorológicos o aportes de agua de la alta cuenca
- Onda oceánica: la onda de marea oceánica que llega a la desembocadura del río de la Plata se interna en el estuario pero sufriendo deformaciones a medida que avanza en el río. Aunque el volumen de agua que descargan

en el río de la Plata sus grandes afluentes es casi constante, no lo es de forma continua pues la onda de marea eleva o disminuye su superficie. La onda modifica la descarga de los afluentes, creando situaciones hidráulicas en el estuario, de las cuales resultan corrientes de direcciones y velocidades variables.

El río Paraná tiene un sistema de crecidas cuya permanencia puede variar entre un mes (ordinarias) y 6 meses (crecida extraordinaria, como la de 1983). Según estos tiempos de permanencia, el sistema hidrológico se comporta de diferentes maneras, lo que puede ser explicado por la diferencia de velocidades entre el curso principal del río Paraná y el de su valle de inundación.

Durante el inicio de un evento de crecida la respuesta de los niveles hidrométricos en el cauce principal reacciona más rápidamente que en el valle de inundación, dando lugar a una transferencia lateral desde el curso principal hacia el valle.

En el caso inverso, cuando se produce el período de receso, el valle de inundación por la red de drenaje mantiene más tiempo el volumen de agua almacenado, y por ende los niveles hidrométricos son superiores a los del cauce principal. De ésta forma, el sistema descarga lentamente hacia el curso principal.

La teledetección es una técnica, cuyo nombre proviene del inglés "remote sensing", que se refiere no sólo a la captación de datos a distancia, sino también a su posterior tratamiento. Es por lo tanto, una técnica de adquisición y procesamiento de datos de la superficie terrestre a través de sensores remotos y sistemas computacionales. El fundamento teórico en que se basa la teledetección es la interacción entre la materia observada y el flujo radiativo, y en que cada cuerpo reacciona ante él según su composición y estado energético. Dicho de otra forma, los cuerpos pueden emitir, absorber, reflejar o transmitir energía electromagnética y su comportamiento dependerá de las características de la energía incidente, pero fundamentalmente de su temperatura y composición interna.

Su aplicación en los recursos naturales se basa en que los elementos de la naturaleza tienen una respuesta espectral propia que se denomina signatura espectral. De esta forma estudia las variaciones espectrales, espaciales y temporales de las ondas electromagnéticas, y pone de manifiesto las correlaciones existentes entre éstas y las características de los diferentes materiales terrestres. Entre las ventajas proporcionadas por estos sistemas destacan, la cobertura global y exhaustiva, perspectiva panorámica, observación multiescala, información sobre regiones no visibles del espectro, multitemporalidad de las observaciones, transmisión a tiempo real y registro digital de la información (Chuvioco, 2002).

Se trabajó con Sistema de Información Geográfica como una herramienta que permite "una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y de gestión" (Langle, R. 2013).

La metodología SIG se ha incorporado en diversos campos, siendo utilizada para realizar mapas de recursos mineros, evaluación de impacto ambiental, manejo de recursos naturales, paisaje, realización de censos, análisis y evaluación ambiental y prevención de desastres naturales.

Los SIG y la teledetección desempeñan un papel importante, para analizar y relacionar los datos referidos a un área

dada, especialmente en lo que refiere a detección -directa o indirecta-, extrapolación e interpolación, cálculo de áreas, seguimiento y modelación (Van Lynden y Mantel, 2001).

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue identificar las superficies no afectadas por la inundación, (suelo firme y humedales) durante la crecida ordinaria del río Paraná en el período julio-septiembre de 2013 en el Delta entrerriano, con respecto a la situación de alturas medias utilizando herramientas de teledetección y SIG.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con imágenes correspondiente al satélite Landsat 8. Éste fue puesto en órbita el 11 de Febrero de 2013 y cuenta con dos instrumentos de toma de datos: el OLI (Operational LandImager, o Generador Operacional de Imágenes de Tierra) y el TIRS (Thermal Infrared Sensor, o Sensor Infrarrojo Térmico).

- OLI (Operational LandImager): es una cámara para observación de la Tierra en ocho rangos de longitudes de onda (visible a infrarrojo cercano). Tiene 30 metros de resolución en modo multiespectral y 15 metros en modo pancromático, cubriendo un ancho de 185 kilómetros de la superficie terrestre.
- TIRS (Thermal Infrared Sensor): es una cámara infrarroja que se utiliza para medir y cuantificar la gestión de los recursos hidrológicos en la agricultura. Tiene una resolución de 100 metros y las imágenes obtenidas tienen un ancho de 185 kilómetros. (Ariza, 2013)

Se procesaron seis imágenes OLI Landsat 8 (Tabla 1), obtenidas de la página web del Servicio Geológico de Estados Unidos.

Tabla 1. Imágenes obtenidas de Landsat 8, según las escenas y fechas.

Escena	Fechas	
225 - 083	25 de julio 2013	10 de agosto 2013
225 - 084	25 de julio 2013	27 de septiembre 2013
226 - 083	16 de julio 2013	17 de agosto de 2013

Las escenas de Landsat 8 tienen un total de 11 bandas espectrales, 9 tomadas por el OLI y 2 por el TIRS. Para el análisis de las imágenes, se utilizaron las bandas 1 a 7 y 9 y se trabajó con el programa ERDAS IMAGINE® Versión 8.4 (ERDAS Inc., 1999).

Cartográficamente se utilizó la Proyección de Gauss-Krüger en Faja 5, Sistema de Referencia Global WGS84.

Para la sistematización de los datos atributivos y vectoriales se usó el programa específico ArcGis 10® (Environmental Systems Research Institute, 2010).

A los efectos de reducir el procesamiento se delimitaron siete "zonas modales" (Figura 1) que son representativas de la geomorfología del Delta y que ya fueran definidas en un trabajo anterior de comparación multitemporal de situaciones hídras en el área (Boschetti et al. 2013):

- Antiguo Delta o el actual Predelta

- Área Sur del Enlace Vial Rosario-Victoria (mixto)
- Isla Lechiguanas (Llanuras de mareas)
- Playas Norte (mixto)
- Playas Sur (Llanuras de playas)
- Antigua albufera
- Delta Actual.

Dos de las zonas modales tienen una representación mixta:

- Sur del enlace vial Rosario-Victoria que está ocupada en un 42 % por “llanuras de playa” y en un 26 % por “llanuras de mareas”, siendo ambas estuáricas de ingresión marina; y el “antiguo delta” en un 32 % del área.
- Playas Norte constituidas por un 97 % de “llanuras de playa” y 3 % de “cordón de médanos”.

Se utilizaron los datos de niveles hidrométricos, tanto de alerta y evacuación (Tabla 2), como los correspondientes al período julio-septiembre de 2013, medidos por la Prefectura Naval Argentina.

Tabla 2. Niveles de alerta y evacuación para los puertos que comprende el Delta entrerriano.

Puertos	Nivel de alerta (m)	Nivel de evacuación (m)
Paraná	4,7	5,0
Diamante	5,3	5,5
Victoria	4,6	4,9
Rosario	5,0	5,3
San Nicolás	4,2	5,0
Ramallo	3,5	4,0
Villa Constitución	4,0	4,5
Puerto Ruiz	4,5	5,0
Baradero	2,8	3,1
San Pedro	3,4	3,6
Villa paranacito	2,3	2,6

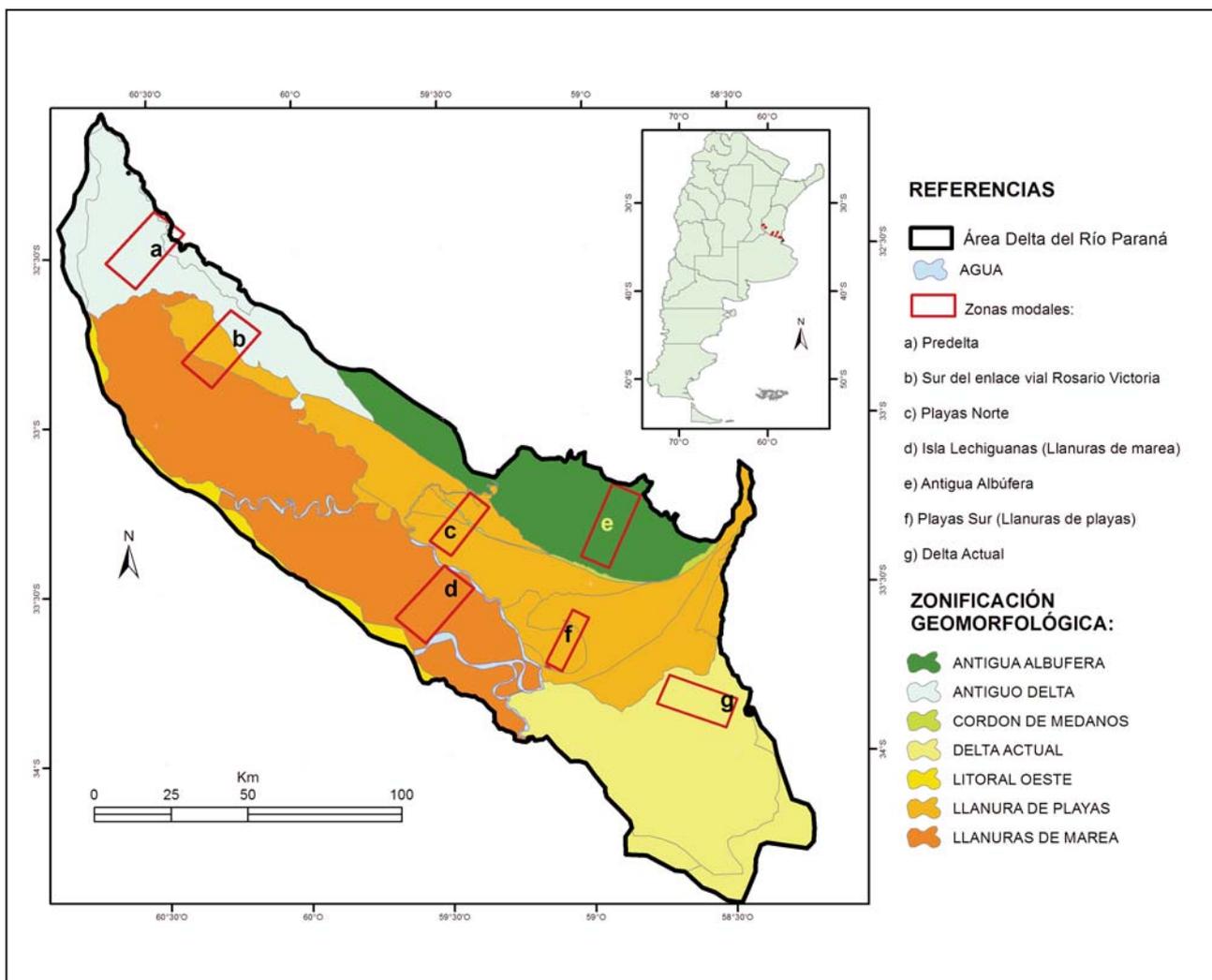


Figura 1. Ubicación de las zonas modales analizadas.

RESULTADOS

Se procesaron las imágenes digitalmente a los efectos de obtener subescenas por zonas modales. De ésta forma se obtuvieron catorce (14) nuevas imágenes multiespectrales. La superficie de las zonas modales se detalla en la Tabla 3.

Las clasificaciones no supervisadas digitales fueron realizadas solamente en éstas, a fin de identificar y cuantificar en tres categorías de ocupación de las mismas:

- Agua libre (lagunas, ríos, brazos, canales, etc.).
- Humedal (zona de la superficie que está temporal o permanentemente inundada con presencia de vegetación hidrófila).
- Suelo firme (albardones, suelos descubiertos, pasturas, cultivos y arenas).

Tabla 3. Superficie que ocupa cada zona modal.

Zona modal	Superficie (ha)
Predelta	29,470
Área Sur del Enlace Vial Rosario- Victoria (Mixto Playas Sur)	29,500
Isla Lechiguanas (Llanuras de mareas)	29,401
Playas Norte (mixto).	16,509
Playas al Sur (Llanuras de playas)	11,503
Antigua albufera.	25,656
Delta Actual.	23,832

En la tabla 4 se detalla la variación en superficie ocupada por las distintas categorías en las zonas modales ocurrida en fechas analizadas.

A partir de datos hidrométricos y las cotas IGN (Instituto Geográfico Nacional, ex Militar) del cero de los hidrómetros, se determinaron las cotas de “pelo de agua” en los puertos para las fechas analizadas, y la comparación con la de alerta del cauce principal y el valle de inundación, que comprenden el Delta entrerriano (Tabla 5).

Con los niveles hidrométricos trabajados, se observa que la diferencia entre evacuación y alerta oscila entre 30 cm y 50 cm. En el puerto de Paraná el 25 de julio, el nivel del agua sobrepasó la cota de alerta y sin llegar al nivel de evacuación comenzó la bajante. Situación similar se dió en el puerto de Diamante dónde el nivel del agua prácticamente llegó al nivel de cota de alerta el 16 de julio. En los puertos Victoria, Rosario, San Nicolás, Ramallo, Villa Constitución, Puerto Ruiz, Baradero y San Pedro, los niveles hidrométricos no alcanzaron al nivel de alerta. En el puerto de Villa Paracito, la altura del río permaneció constante por debajo de la cota de alerta para todas las fechas analizadas.

Se representaron las alturas hidrométricas (Figura 2) para el período analizado dónde se observa el desplazamiento del “pico de crecida” según la ubicación Norte-Sur del puerto.

Tabla 4. Diferencia de superficie que ocupa cada categoría entre los meses de julio- septiembre de 2013.

Zona modal	Categoría	agosto	julio	Diferencia (Ha)
Predelta	Agua	19876	12295	7581
	Humedal	7786	9783	-1996
	Suelo	2071	7662	-5590
Área Sur del Enlace Vial Rosario- Victoria (Mixto playas Sur)	Agua	18990	9853	9137
	Humedal	5900	10423	-4522
	Suelo	4873	9488	-4615
Isla Lechiguanas (Llanuras de mareas)	Agua	7863	12364	-4502
	Humedal	12431	12615	-185
	Suelo	9417	4783	4635
Playas Norte (mixto)	Agua	6312	6576	-265
	Humedal	4209	4380	-171
	Suelo	6141	5726	415
Playas al Sur (Llanuras de playas)	Agua	2607	2859	-252
	Humedal	4272	4354	-82
	Suelo	4717	4415	303
Antigua albufera.	Suelo	14283	14283	0
	Humedal	10309.6	10309,6	0
Delta Actual*	Agua	3380	3914	-534
	Humedal	9784	11441	-1657
	Suelo	10777	8273	2504

*Para esta zona modal se tomaron los datos del mes de septiembre.

Tabla 5. Comparación de cotas I.G.M con respecto a la cota de alerta en los puertos analizados.

Puertos	16/07/13	25/07/13	10/08/13	17/08/13	27/09/13	Cota de Alerta
	Cotas I.G.M					
Paraná	13,8	14,6	13,9	13,6	12,0	14,3
Diamante	11,4	12,0	11,6	11,3	9,5	12,0
Victoria	5,4	5,7	6,2	6,1	5,1	6,3
Rosario	8,1	8,6	8,5	8,4	6,7	9,1
San Nicolás	5,0	5,3	5,3	5,3	4,0	6,2
Ramallo	4,2	4,4	4,6	4,4	3,3	5,0
Villa Constitución	5,4	5,8	5,8	5,8	4,4	6,1
Puerto Ruíz	2,3	2,3	2,6	2,1	2,1	5,2
Baradero	2,5	2,6	2,8	2,6	1,9	3,5
San Pedro	3,0	3,1	3,3	3,1	2,3	4,3
Villa Paranacito	1,1	1,1	1,4	0,9	0,9	2,0

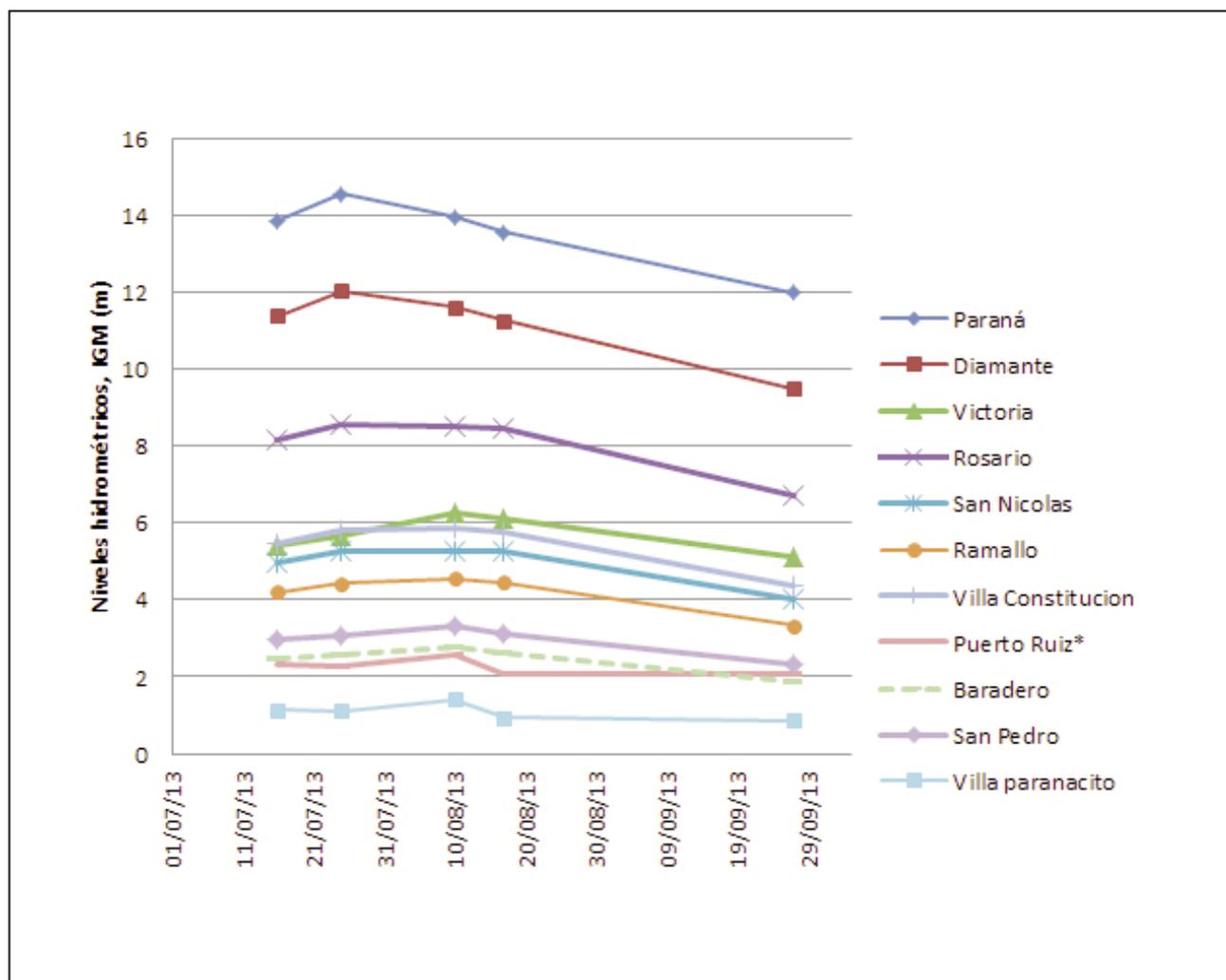


Figura 2. Gráfico de alturas hidrométricas período julio-septiembre de 2013.

A lo largo del avance de la onda de crecida se observa que los picos van disminuyendo aguas abajo. En lo que respecta al cauce principal, en los puertos de Paraná y Diamante los picos se producen en el mes de julio mientras que en Rosario y siguientes, se desplazan temporalmente hacia el mes de agosto. El impacto del almacenamiento del valle de inundación queda manifiesto en las escalas hidrométricas de los puertos que se encuentran aguas abajo, donde la diferencia de los niveles está en el orden del metro entre condiciones normales y el pico de crecida media ordinaria.

Con respecto a Puerto Ruiz, las variaciones se explican porque está medido en la desembocadura del río Gualeguay y su régimen se debe fundamentalmente a la influencia de las crecidas generadas por precipitaciones en su cuenca de aporte.

Los efectos de amortiguación hidráulica del sistema deltaico, se verifican a través del análisis de las imágenes (zonas modales) en el transcurso de la crecida ordinaria julio-septiembre de 2013.

A partir de las superficies con las diferentes categorías, se pudo comprobar cómo aumenta el área ocupada por agua en las zonas geomorfológicas de Predelta (categoría agua de un 26 % de julio a agosto) y Área Sur del Enlace Vial Rosario-Victoria (31 % en igual periodo). En cambio, en el resto de las zonas modales no se observó variación significativa.

En general, lo que ocurre en el Predelta se explica por la transferencia lateral de agua desde el cauce principal del río al valle de inundación durante el inicio del evento, así como de la menor velocidad del agua por la rugosidad y morfología del valle lo que se expresa en la permanencia del agua (Figura 3).

En la zona modal Área Sur del Enlace Vial Rosario-Victoria (Mixto Playas Sur) adicionalmente se presenta, el efecto de los terraplenes y puentes en la permanencia de niveles aguas abajo (Figura 4).

En la zona modal Llanuras de playas y cordón medanoso del centro del Delta, la inexistencia de variación se explica por ser un establecimiento protegido mediante un terraplén, así como por estar ubicado en la desembocadura del río Gualeguay, está más influenciado por éste, que por el Paraná en crecidas ordinarias.

En el caso Islas Lechiguanas el área ocupada por agua disminuye significativamente un 15 % de julio a septiembre, a expensas del crecimiento de suelo firme. Esto puede explicarse por la inercia de los niveles hidrométricos entre Norte-Sur, siendo un ejemplo típico de transferencia lateral (Figura 5). En las zonas delta actual y antigua albufera no existe variación importante en el nivel de inundación porque no hay afectación de la crecida media ordinaria del río Paraná, siendo el factor más importante la influencia del río Uruguay.

CONCLUSIONES

A partir del uso de la teledetección y de la metodología SIG, se pudo analizar el impacto de las crecidas medias ordinarias sobre el valle de inundación del río Paraná en el Delta entrerriano.

Se confirmó el fenómeno de transferencia hidráulica (existencia de flujos laterales) entre el curso principal y el valle, en ambos sentidos, en los períodos de crecidas y bajantes ordinarias. En el caso particular de la zona modal Sur del Enlace Vial Rosario-Victoria (Mixto Playas Sur) este proceso de transferencia se ve magnificado por el impacto antrópico de dicho corredor vial.

Las siete zonas modales tienen comportamientos diferentes, en algunos este proceso no impacta significativamente. En otros, el funcionamiento hidráulico genera mayores cambios modificando los valores relativos de las categorías analizadas.

Se han encontrado diferencias significativas de hasta 2,9 metros entre la margen derecha del río Paraná y la margen izquierda del valle de inundación durante el pico de la crecida.

A través de la observación remota, se pudo observar el avance del agua proveniente del río Paraná en el Delta de Entre Ríos, así como de los niveles de alerta en los diferentes puertos para las fechas analizadas. En éstos se observó que el nivel del río en los puertos de Paraná, Rosario y Diamante se aproximó a los niveles de alerta; mientras que en Villa Paranacito se verificó la capacidad de amortiguación del valle en condiciones de crecidas ordinarias.

La limpieza de los cursos interiores en el valle de inundación (sentido de escurrimiento hacia el río Paraná), permitirá una rápida evacuación del agua almacenada en dicho sistema. De esta forma, será posible mitigar los efectos de crecidas de baja recurrencia con el consiguiente beneficio socio-productivo, sin afectar la presencia de los humedales típicos que caracterizan el área.

Los resultados del presente trabajo aportan elementos para la comprensión del funcionamiento hidrológico del sistema, lo que permitirá una adecuada planificación y gestión del uso socio-productivo del Delta.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se ha desarrollado en el marco de los Proyectos: PID UNER 2143 "Diagnóstico de las condiciones del sistema socio productivo y ambiental del Delta del río Paraná" el que se encuentra financiado por la Universidad Nacional de Entre Ríos y el PICTO 2009 N° 211 "Diagnóstico ambiental, social y productivo del Delta del río Paraná" financiado por la ANPCYT, la UNER, el INTA y la CAFESG.

A la Lic. Adriana N. Gigena por su desinteresada colaboración en la revisión.

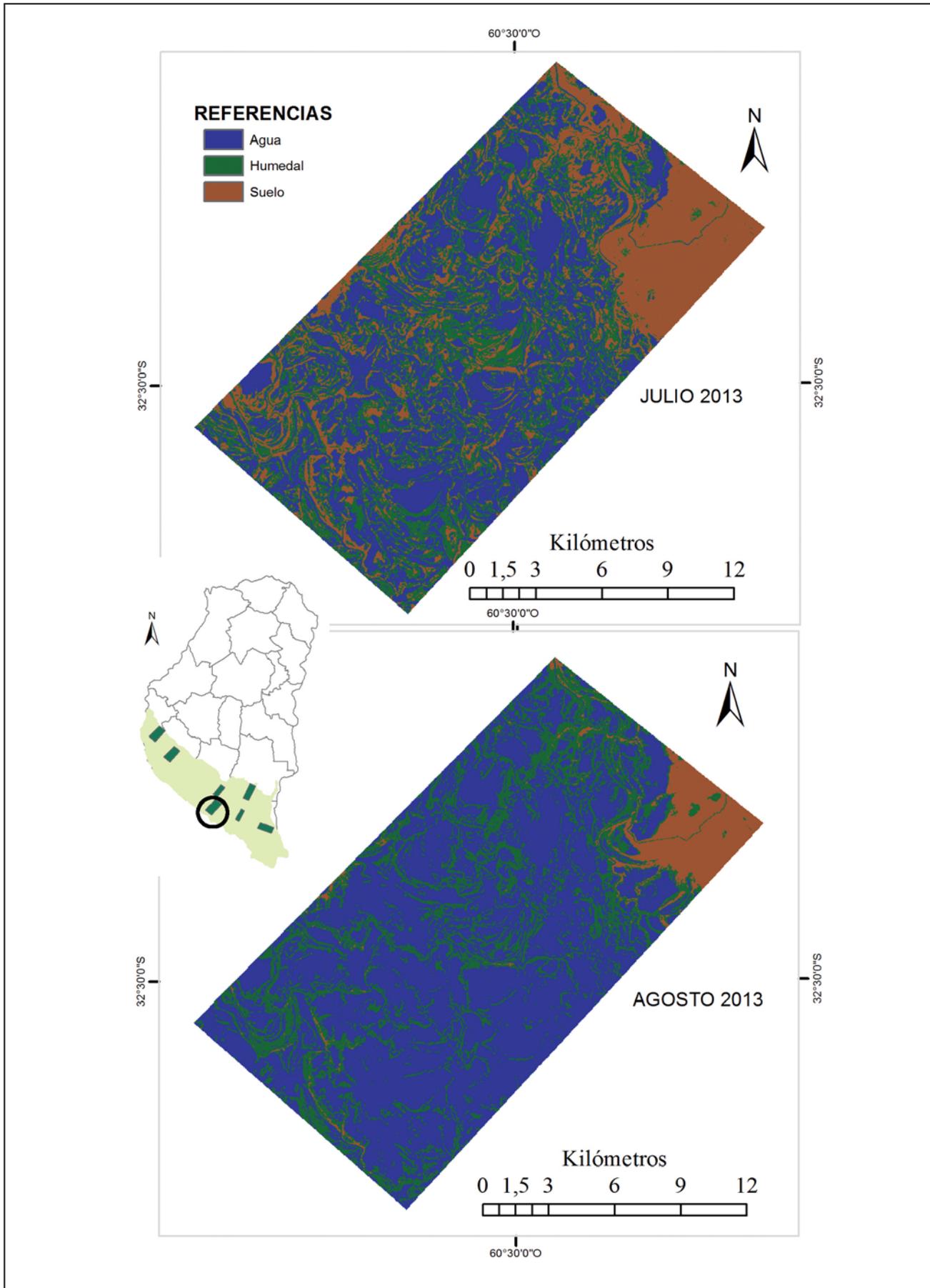


Figura 3. Variación temporal en la zona modal Predelta.

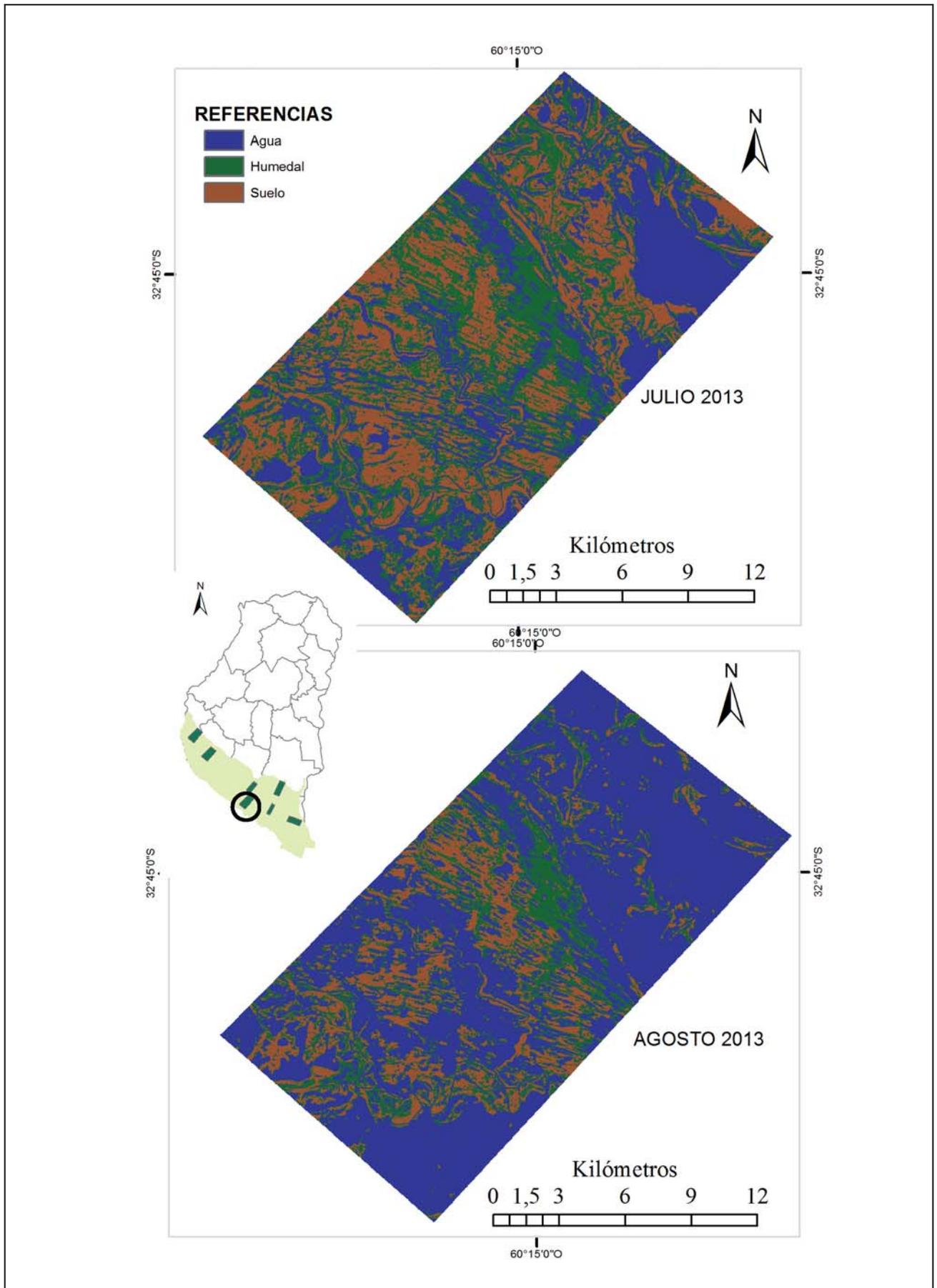


Figura 4. Variación temporal en la zona modal Sur del Enlace Vial Rosario- Victoria (Mixto Playas Sur).

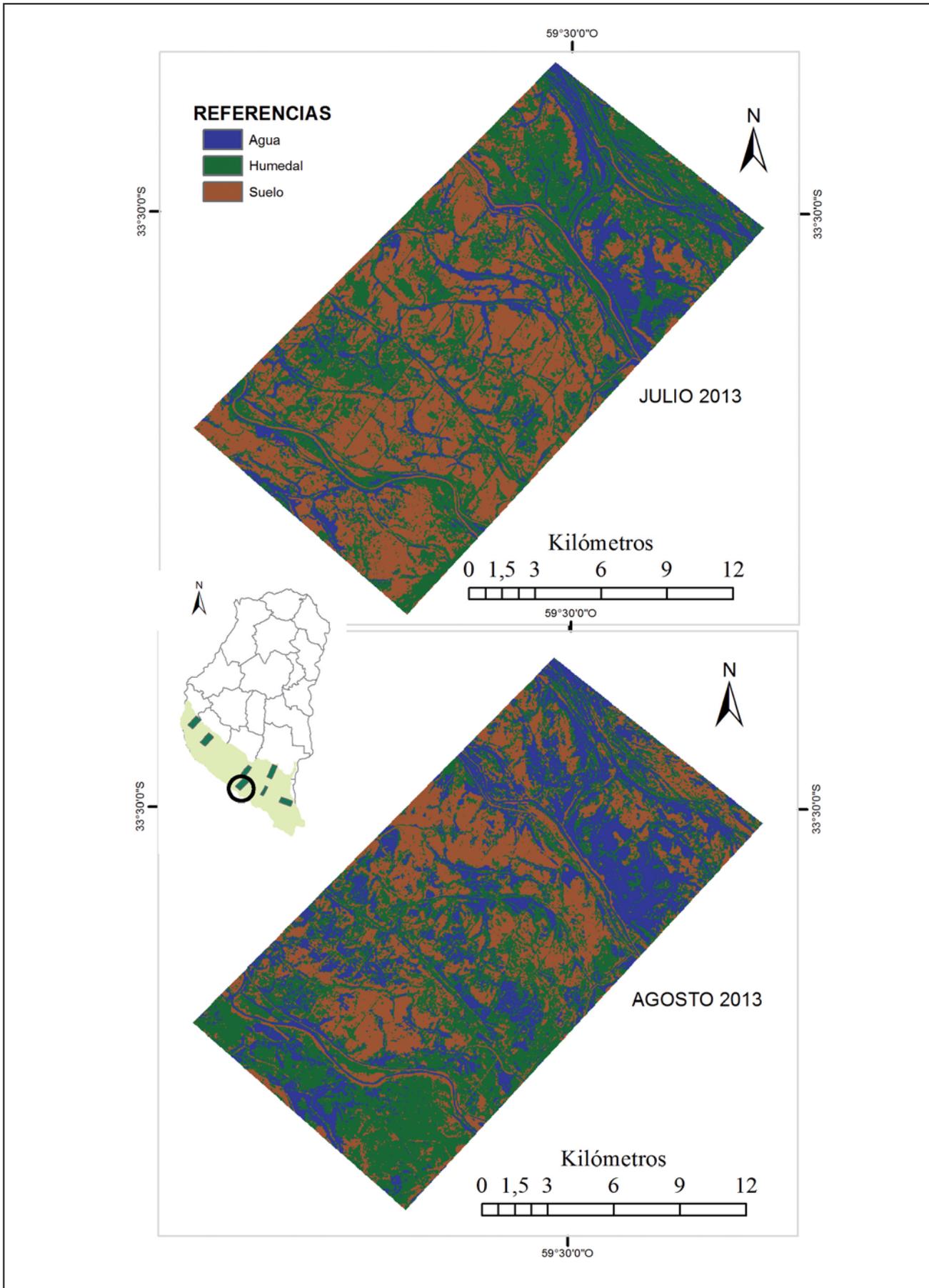


Figura 5. Variación temporal en la zona modal Isla lechiguanas.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ARIZA, A., 2013.
 “Productos LDCM_Landsat 8”. Instituto geográfico Agustín Codazzi pp 45. Bogotá, Colombia.
Disponible en <http://www.un-spider.org/sites/default/files/LDCM-L8.R1.pdf>, último acceso 20 de noviembre de 2013.
- BOSCHETTI, N. G. Y G. E. CARÑEL, 2013.
 “Identificación de ambientes, mediante SIG y teledetección, del Delta del río Paraná en diferentes condiciones hídricas”
Anales de GAEA en prensa.
- BOSCHETTI N.; DÍAZ, E.; DUARTE O.; GARCÍA N. Y G. CARÑEL.
 Análisis Hidrológico-Ambiental de los endicamientos en el Delta de Entre Ríos. Argentina.
XXIV Congreso Nacional del Agua. Comité Permanente de los Congresos Nacionales del Agua. San Juan. ISSN 1853-7685. Página 223. Extendido en CD. Octubre de 2013
- CAVALLOTTO J.L, R.A. VIOLANTE Y F. COLOMBO (2005).
 Evolución y cambios ambientales de la llanura costera de la cabecera del río de la Plata.
Revista de la Asociación Geológica Argentina (60) 2: 353-367.
- CHUVIECO, E. 2002.
 Teledetección ambiental.
La observación de la tierra desde el espacio. Ed Ariel. Barcelona
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, INC. 2010.
 ArcGis 10.0.®
Redsland, California, USA.
- ERDAS INC., 19992.
 “ERDAS MAGINE®”.
Atlanta. Georgia. USA
- FRISTCHY, B. A., 2012.
 “Impactos de las inundaciones extraordinarias, Santa Fe, Argentina”
en <http://hercules.cedex.es/general/documentacion.htm>
- LANGLE, R., LABORATORIO PACÍFICO SUR CIESAS,
 “Sistema de Información Geográfica.”
Disponible en <http://langleruben.wordpress.com/%C2%BFque-es-un-sig/>, último acceso Noviembre de 2013.
- KALESNIK F Y R. QUINTANA, 2006.
 El Delta del río Paraná como un mosaico de humedales.
Caso de estudio: la reserva de biosfera MAB-UNESCO “Delta del Paraná” UnG – Revista Geociencias Vol. 5, N°1, pp 22-37). Disponible en <http://revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/viewFile/92/185>, último acceso febrero de 2014.
- MARIN, D.,
 “Lanzamiento del Landsat 8”. 2013.
Disponible en <http://danielmarin.blogspot.com.ar/2013/02/lanzamiento-del-landsat-8-atlas-v-401.html>, último acceso, Agosto de 2013.
- RAMSAR
 Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional.
Artículos 1 y 2 de la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971). Disponible en <http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-about-sites-classification-system/main/ramsar/>, último acceso Marzo 2014.
- SERVICIO GEOLÓGICO DE ESTADOS UNIDOS.
Disponible en <http://glvis.usgs.gov>, último acceso Agosto de 2013.
- SIB | ADMINISTRACIÓN DE PARQUES NACIONALES.
 Sistema de Información de Biodiversidad.
Disponible en <http://www.sib.gov.ar/doc337.html>, último acceso Septiembre de 2013
- VAN LYNDEN, G.W., J. AND S MANTEL, 2001.
 “The role of GIS and remote sensing in land degradation assessment and conservation mapping: some user experiences and expectations”.
International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 3(1): p.61-68.
- ZAMANILLO, E.; TITO, M.J Y M. PEREZ, 2013.
 “Análisis de Frecuencia de niveles máximos en el Delta del río Paraná”.
Anales del XXIV Congreso Nacional de Agua. CONAGUA 2013. San Juan. ISSN N° 1853-7685. Página 219. Extendido en CD.