

MONITOREO DE AVANCE DE INUNDACIONES FLUVIALES EN ÁREAS DE LLANURA CON SENSORES REMOTOS

Elizabeth De Ferrari, Nancy Leonardini, Noelia Sosa, Miguel Valiente

Dirección de Coordinación y Planificación Hídrica
Unidad Provincial Coordinadora del Agua de la Provincia de Formosa - UPCA
Juan José Silva 1289 - CP 3600 - Formosa - Provincia de Formosa - República Argentina
E-mail: migvaliente@yahoo.com.ar - Web: <http://www.formosa.gov.ar/upca.html>

RESUMEN

El aporte de la teledetección en el monitoreo de inundaciones ha convertido a esta herramienta en una de las más importantes en el campo de los recursos hídricos superficiales, sobre todo en áreas de escasa pendiente regional donde la percepción remota de zonas afectadas es relativamente sencilla y elocuente. El seguimiento de estos fenómenos casi en tiempo real a través de productos publicados en Internet a través de servidores gratuitos de imágenes satelitales, comprende el fundamento principal del objetivo de este trabajo que intenta remarcar la relevancia de estas tecnologías en este ámbito. El uso de productos georeferenciados derivados del sensor MODIS del portal web del Sistema de Respuesta Rápida del mismo (<http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov>), permite un acompañamiento diario a escala regional del avance de inundaciones en la Provincia de Formosa, específicamente en el Río Pilcomayo y su continuidad en el Bañado La Estrella y en una zona de desbordes del Río Bermejo, en oportunidad de presentarse inundaciones fluviales de magnitud. Incorporados estos productos a un sistema de información geográfica se pueden determinar algunas características geoespaciales interesantes desde el punto de vista de hidrológico.

ABSTRACT

The contribution of remote sensing in floods monitoring has prompted this tool in one of the most important mechanism in the field of surface water resources, especially in low lying regional areas where remote perception of affected zones is relatively simple and eloquent. Tracing of these phenomena in near real time with products published at the Internet through free satellite image servers, comprises the principal fundament of the objective in this work which intends to remark the relevance of these technologies in this scope. The use of georeferenced products derived from MODIS sensor in the Rapid Response System (<http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov>), allows a daily accompaniment at regional scale in the flood's progress at Formosa Province, specifically in Pilcomayo River and its continuity in the Bañado La Estrella and in an overflow zone at Bermejo River, in opportunity of presence of flooding events of rivers of great magnitude. Finally, it's possible to include these studies in a geographic information system to determine some geospatial interesting characteristics from the hydrology standpoint.

INTRODUCCIÓN

Bien sabido es que una de las herramientas tecnológicas de mayor desarrollo en los últimos tiempos en el campo de los recursos hídricos ha sido la utilización de imágenes satelitales. La disciplina de la teledetección junto con la interpretación de sus productos propició la generación de importantes avances en este ámbito científico, sobre todo en la identificación de regiones afectadas por inundaciones para las fechas en la cuales las tomas satelitales han sido obtenidas a través de varias plataformas de uso común en recursos naturales y a distintas escalas (Landsat, Spot, SAC-C, etc.).

Otro aspecto paralelo de destacado valor en este contexto lo constituye la disponibilidad y el acceso a la información de sensores remotos a través de servidores gratuitos de imágenes satelitales Internet, hecho cada vez más frecuente en la web, ya sea por la cantidad de registros ofrecidos en distintos sitios (históricos y actuales), como por la calidad de los

productos plasmados en composiciones georreferenciadas de falso color con el resaltado de alguna clase temática en particular, por citar un ejemplo.

En este trabajo se describe la utilización de estos instrumentos en el seguimiento del avance de inundaciones fluviales en zonas de llanura casi en tiempo real, a través de tomas satelitales con el sensor MODIS (MODerate resolution Imaging Spectroradiometer), situado en los satélites Terra y Aqua, para dos sectores característicos en la Provincia de Formosa (República Argentina), a un nivel de escala regional. Se utilizan con este propósito, algunos de los productos georreferenciados presentados en el sitio denominado como: “MODIS Rapid Response System” (2009) y un sistema de información geográfica (SIG) generado en la Dirección de Coordinación y Planificación Hídrica de la Unidad Provincial Coordinadora del Agua (UPCA) de la Provincia de Formosa.

OBJETIVOS

En términos generales, este trabajo se ejecutó con el anhelo de conformar y desarrollar una herramienta no estructural de gestión de recursos hídricos que permita el monitoreo en gabinete de inundaciones regionales en relieves de escasa pendiente con el uso de imágenes MODIS de resolución temporal diaria, disponibles en el sitio mencionado desde Noviembre de 2003.

En términos particulares, el enfoque del estudio apuntó al seguimiento de las crecidas del Río Pilcomayo en la Provincia de Formosa a través del Bañado La Estrella y de los desbordes del Río Bermejo producidos en algunos sectores puntuales de la provincia y para aquellos años de avenidas importantes superiores a las ordinarias. Ambos sectores quedan señalizados en el esquema que se presenta en la Figura 1.

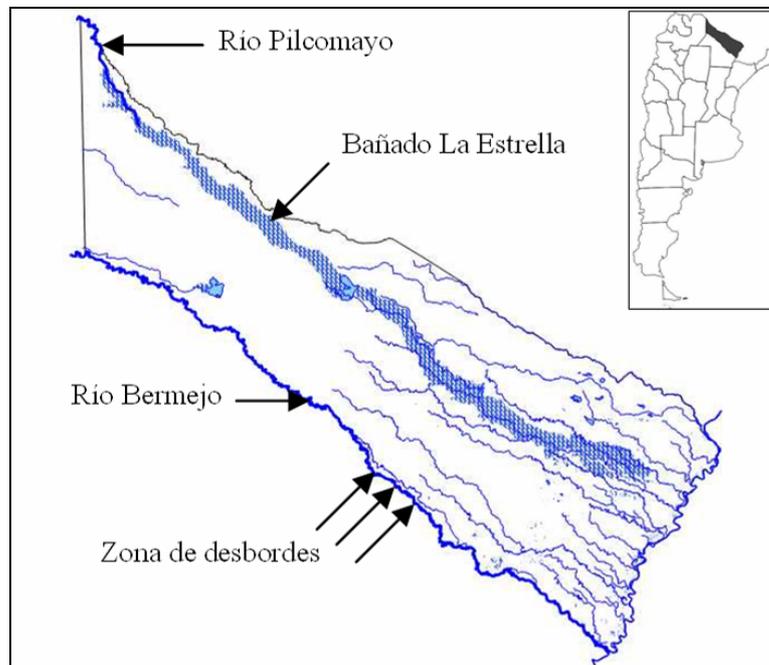


Figura 1.- Ubicación del Bañado La Estrella y de la zona de desbordes del Río Bermejo en la Provincia de Formosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los dos insumos de base fueron:

- Cada una de las imágenes satelitales MODIS, descargadas del sitio web de referencia (MODIS Rapid Response System, 2009), del lugar específico con los registros satelitales diarios correspondientes al sector Norte de la República Argentina, disponibles en [http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/subsets/?subset=FAS_NArgentina]
- Un sistema de información geográfica de la Provincia de Formosa a escala regional y semi-detalle, con capas de red hidrográfica, red vial, centros urbanos, límites departamentales, interprovinciales e internacionales, cuencas hidrográficas, entre otras.

La metodología de trabajo se basó en una primera instancia, en el tratamiento digital de las imágenes descargadas de Internet con el objeto de recortar las mismas en el área de interés del trabajo, resaltando las zonas con agua superficie a través de técnicas de realce de histogramas. En segunda instancia, se incorporaron al SIG aquellas imágenes que presentaban buena nitidez y escasas nubes de manera de solapar esta información con las otras capas temáticas georreferenciadas y derivar información relevante de esta superposición.

Las imágenes MODIS utilizadas en este trabajo fueron aquellas composiciones en falso color que el sitio ofrece y que corresponden al ordenamiento de las bandas 7, 2 y 1 del sensor en los canales rojo, verde y azul respectivamente (banda 7: 2,155 nm; banda 2: 876 nm; banda 1: 670 nm de longitud de onda). Esta composición RGB 721 permite la visualización de agua en superficie en tonalidades de colores que van de azul oscuro a negro (Gumley et al, 2007). En este estudio se utilizaron aquellas composiciones con tamaños de píxel de 250 m, lo que permite un análisis espacial a nivel de escala regional.

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Se presentan en las Figuras 2, 3 y 4, la visualización del avance del Bañado la Estrella en el centro de la Provincia de Formosa, durante las crecidas de los años hidrológicos 2005/06, 2006/07 y 2007/08 respectivamente. Esta seguidilla de imágenes ofrece el avance progresivo del bañado en forma diaria en el centro de la Provincia de Formosa. La resolución espacial de 250 m con estas imágenes permite derivar información relevante hasta una escala del orden de 1:750.000, es decir que son muy útiles para análisis regionales.

Es de resaltar el paulatino avance de la masa hídrica del humedal que en forma gradual va ocupando los terrenos más bajos en su camino hacia aguas abajo, interceptando aquellos caminos que se disponen en forma transversal a su escurrimiento que es de marcado sentido Noroeste-Sudeste.

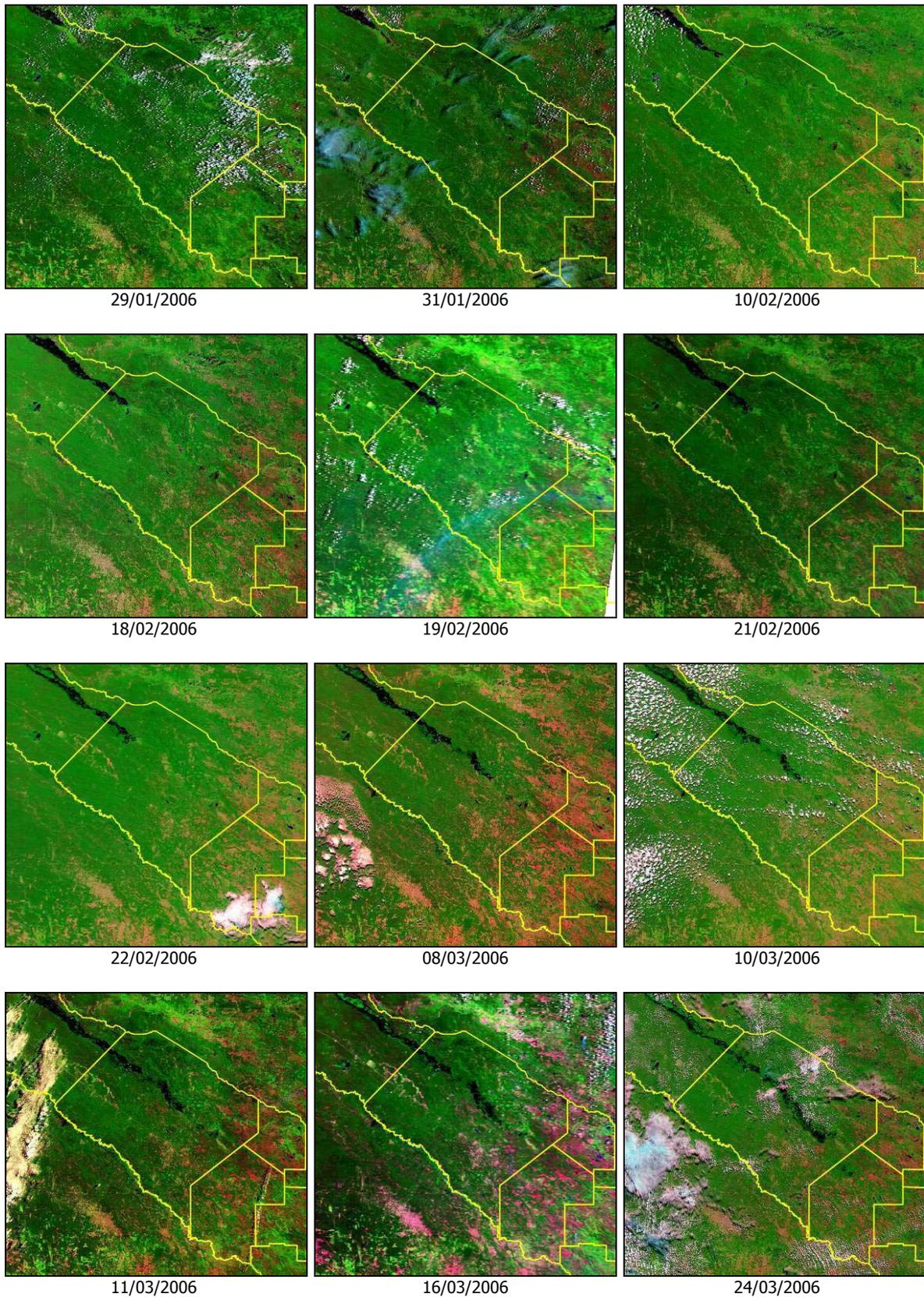


Figura 2.- Seguimiento de la crecida del Bañado La Estrella en la Provincia de Formosa con imágenes del sensor MODIS para el año hidrológico **2005/2006**

Fuente: Adaptado del servidor de imágenes de RapidFire de la NASA



Figura 3.- Seguimiento de la crecida del Bañado La Estrella en la Provincia de Formosa con imágenes del sensor MODIS para el año hidrológico **2006/2007**

Fuente: Adaptado del servidor de imágenes de RapidFire de la NASA

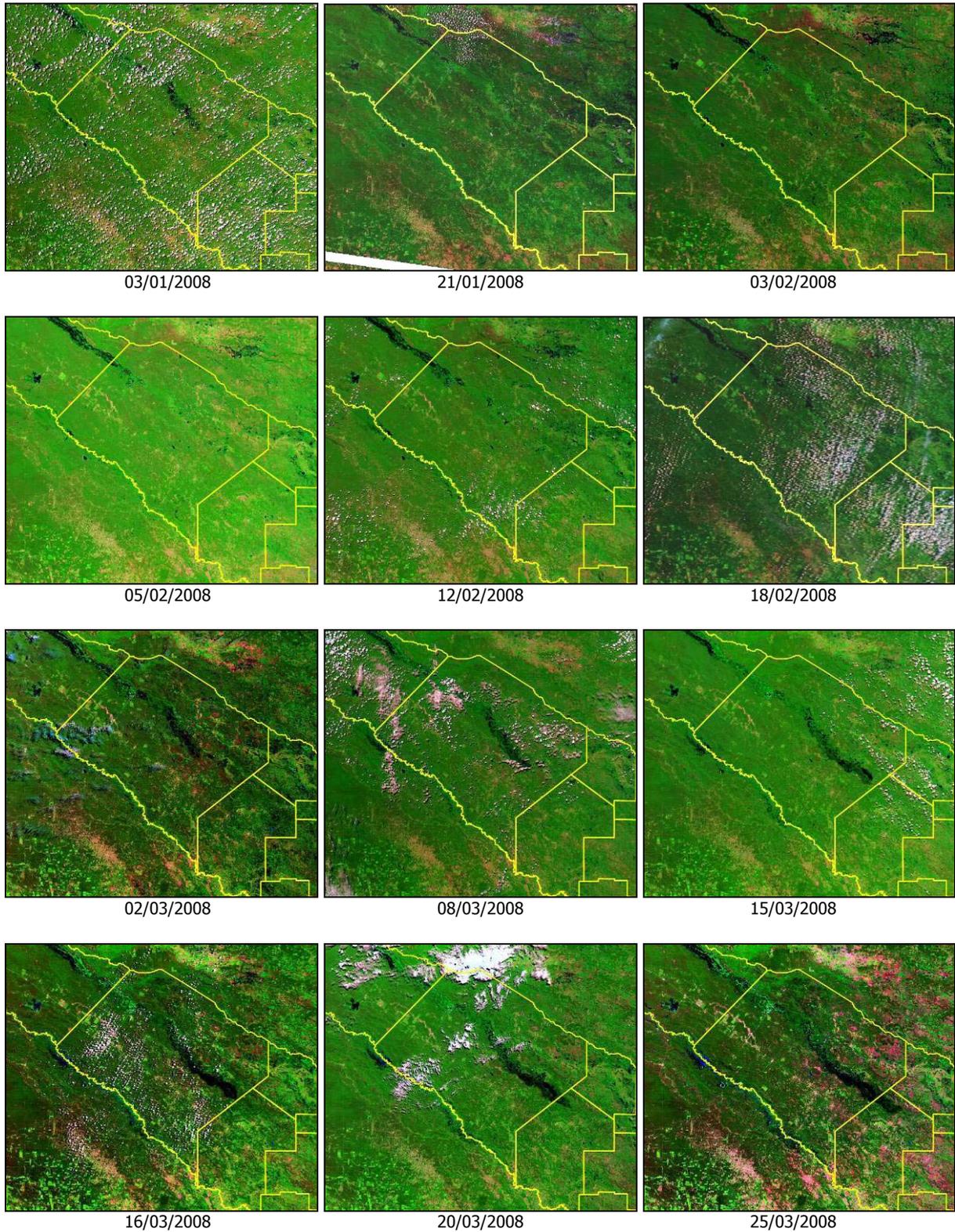


Figura 4.- Seguimiento de la crecida del Bañado La Estrella en la Provincia de Formosa con imágenes del sensor MODIS para el año hidrológico **2007/2008**

Fuente: Adaptado del servidor de imágenes de RapidFire de la NASA

Para el caso de los desbordes del Río Bermejo que se generaron en la inundación del ciclo hidrológico 2007/08 en la zona de Puente Lavalle y Bañaderos, se presentan similares

registros de los sucesivos frentes de agua que pueden ser observados en la Figura 5 correspondiente a los días 7 y 21 de Abril de 2008 respectivamente.



Figura 5.- Seguimiento de los desbordes del Río Bermejo en la Provincia de Formosa con imágenes del sensor MODIS para el año hidrológico 2007/2008, en la zona de Puente Lavalle y Bañaderos
 Fuente: Adaptado del servidor de imágenes de RapidFire de la NASA

Una particularidad que enaltece estos productos aquí presentados radica en la factibilidad en la descarga de estas imágenes georreferenciadas en el mismo día de la fecha de toma de las mismas a través del sitio web comentado. Esto enriquece no solo al SIG desarrollado transformándolo en una herramienta de monitoreo de casi en tiempo real como lo expresa el sitio (near real time), sino que además contribuye a la toma de decisiones del día a día.

Un aspecto que está siendo explotado en la actualidad para el caso del Bañado La Estrella es la determinación de las velocidades de los frentes de avance del agua con el objetivo de comparar situaciones observadas en los distintos años, de manera de obtener rasgos característicos de cada creciente, elemento muy útil para observar las variaciones de rugosidades del terreno en cada evento, producto de la proliferación de juncos, por ejemplo.

CONCLUSIONES

La principal conclusión que se obtiene con este trabajo se fundamenta en la potencialidad de contar con información satelital diaria y georreferenciada del sensor MODIS que permite el monitoreo casi en tiempo real del avance de inundaciones fluviales en áreas de llanura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gumley, L., Descloitres, J., Schmaltz, J. (2007): Creating Reprojected True Color MODIS Images: A Tutorial. Disponible en [<http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov>]. Space Science and Engineering Center, University of Wisconsin-Madison - MODIS Rapid Response Team, NASA Goddard Space Flight Center, USA.

MODIS Rapid Response System (2009).
 [<http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov>].