

Aplicación de Imágenes Simuladas MMRS del Satélite SAC-C en la Organización del Espacio Rural y Dinámica de Uso del Suelo en la Cuenca Inferior del Río Salado - Pcia. Santa Fe - Argentina

Tardivo, Raquel ¹
 Graciani, Silvio ²
 Sassone, María Isabel ³
 Tonini, Carlos ⁴

Univ. Nac. del Litoral - Dpto. Cartografía - Fac. Ing. y Ciencias Hídricas
 Proy. PE02 Automatización de Procesos Cartográficos aplicado a Zonificación del Territorio
 Ciudad Univ. CC.229 – (3000) Santa Fe – República Argentina

¹ ✉ rtardivo@fich.unl.edu.ar

² ✉ sgraciani@hotmail.com

³ ✉ isassone@yahoo.com.ar

⁴ ✉ cjtonini@fich.unl.edu.ar

Conteúdo	
	1 Introducción
	2 El Satélite SAC-C y los instrumentos MMRS, HRTC, HSTC y DCS
	3 Simulaciones MMRS en la Cuenca del Río Salado
	3.1 Organización Del Espacio Rural
	3.2 Clasificaciones Multitemporales
	4 Consideraciones Finales
	5 Referencias Bibliográficas

Resumen: En este trabajo se plantea la aplicación de datos del satélite SAC-C para mapeo de vegetación y cobertura del suelo en el área de la cuenca inferior del Río Salado, ubicada en el centro-oeste de la Provincia de Santa Fe, orientado a la detección de cambios en el uso del suelo y su impacto económico-productivo en la región agrícola-ganadera. La integración y análisis se planteó en SIG raster aplicando procesos de tabulación cruzada para determinación de categorías estables y dinámicas de ocupación del espacio rural.

Palabras claves: teledetección, cartografía dinámica, detección de cambios.

1 Introducción

Los estudios de procesos globales y regionales consideran vastos territorios y un amplio espectro de variables, gran volumen de las bases de datos y diversas fuentes de información, donde las imágenes captadas por técnicas de teledetección tienen un papel muy importante en la generación y análisis de información temática.

La importancia del análisis espacial en el manejo de las tierras se encuentra significativamente realizado por el uso de SIG y Teledetección, donde la cartografía de riesgo de degradación agrícola muestra sus ventajas aplicadas a la cuantificación, evaluación y seguimiento de la degradación de recursos y detección de cambios.

En el marco del Proyecto de investigación "Geoprocesamiento y automatización de procesos cartográficos aplicado a zonificación del territorio", los objetivos se han centrado hacia la implementación de sistemas de información geográfica y producción de cartografía temática para la gestión de los recursos aplicado a evaluación de la dinámica hídrica, detección de contaminación industrial, evaluación del riesgo de erosión y capacidad de uso agrícola y forestal en la cuenca inferior del río Salado en la provincia de Santa Fe (República Argentina).

En las figuras 1 y 2 se presenta la localización geográfica del área de estudio y sectores representativos de los valles fluviales de la cuenca inferior del río Salado visualizados en una composición color TM del año 1998, las cuales se han integrado al análisis multitemporal de imágenes provenientes del satélite Spot, Landsat ETM+ y las simulaciones de los productos que ofrecerá el satélite argentino SAC-C a través del sensor MMRS, descripto a continuación.



Fig. 1 : Ubicación geográfica del área de estudio.

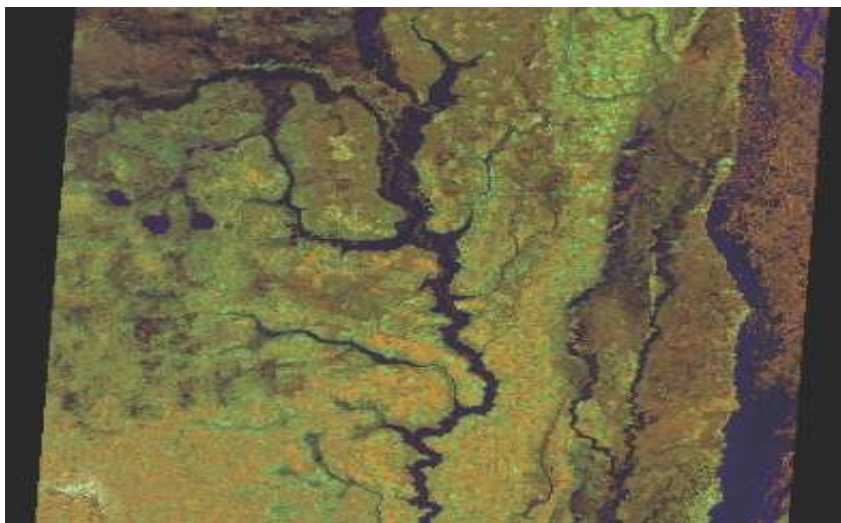


Fig. 2 : Cuenca inferior del Río Salado en Santa Fe. Imagen Landsat TM de 19-01-1998.

2 El Satélite SAC-C y los instrumentos MMRS, HRTC, HSTC y DCS

El SAC-C es el primer satélite argentino de observación de la tierra, diseñado para el estudio de ecosistemas terrestres y marinos, el monitoreo de la temperatura y contenido de vapor de agua de la atmósfera, la medición del campo magnético terrestre, estudios de la estructura y dinámica de la atmósfera e ionósfera y la determinación de componentes de onda larga del campo gravitatorio terrestre.

El satélite de aproximadamente 450 kg. será puesto en órbita por la NASA en una órbita circular, cuasi polar helio-sincrónica a 707 km. de altura a mediados del año 2000. La hora de pasada del satélite (hora local del nodo descendente) será 10:15 AM +/- 30 segundos, con un tiempo natural de revisita de 9 días que puede reducirse a 7 ó 2 días en casos de requerimientos especiales.

A bordo del SAC-C visualizado en la figura 3, se instalarán nueve instrumentos que se utilizarán para llevar a cabo diversos estudios relacionados con las ciencias de la tierra y experimentos tecnológicos con el objeto de mejorar el desarrollo de futuras misiones espaciales.



Fig. 3 : Imagen del Satélite SAC-C

Uno de los elementos que compone la carga principal del SAC-C está compuesto por el barredor multiespectral de resolución media (Multispectral Medium Resolution Scanner - MMRS), adicionalmente dispone de una cámara pancromática de una resolución de 35 metros (HRTC) y de un sistema de recolección de datos ambientales (DCS) constituido por un conjunto de estaciones distribuidas en el territorio nacional, entre otros instrumentos.

El MMRS es un barredor electrónico con capacidad de detección en 5 bandas del espectro electromagnético, tamaño del pixel en tierra de 175 ó 350 metros seleccionables y ancho de barrido de 360 km. Sus bandas espectrales fueron seleccionadas para satisfacer requerimientos de uso en tierra y aguas costeras e interiores con el objeto de apoyar desarrollos y mejoras en aplicaciones relacionadas con las áreas de agricultura, medio ambiente, silvicultura, hidrología, oceanografía, mineralogía y geología, desertificación, contaminación y el monitoreo de catástrofes y protección del ecosistema.

El MMRS tiene dos modos de operación: el normal cuya resolución es de 175 metros, cuyos datos son recibidos en la estación terrena de Córdoba y el modo de baja resolución, cuyo pixel de 350 metros permite que estaciones receptoras mucho más sencillas adquieran las imágenes en tiempo real, siendo de utilidad para institutos de investigación, universidades y escuelas.

Las bandas espectrales del MMRS son:

- Banda 1: 480 – 500 nm azul
- Banda 2: 540 – 560 nm verde
- Banda 3: 630 – 690 nm rojo
- Banda 4: 795 – 835 nm IR cercano (NIR)
- Banda 5: 1550 – 1700 nm IR medio de onda corta (SWIR)

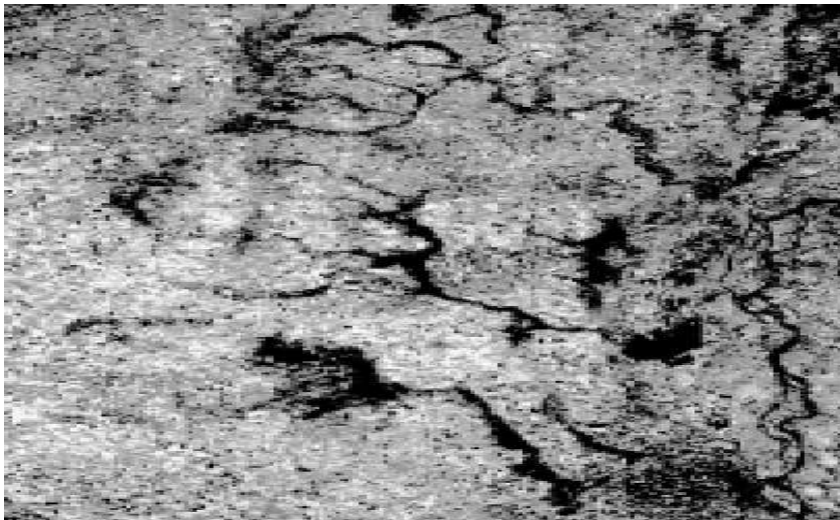


Fig. 4 : Visualización de cuencas hídricas. Simulación MMRS Banda 4.

La cámara pancromática de alta resolución ((High Resolution Technological Camera - HRTC) tiene una respuesta espectral en el rango de 400 a 750 nm, con una resolución de 35 metros en el terreno y tamaño de la imagen de 90 km x 1150 km. Esta cámara permitirá mejorar la resolución de algunas secciones de las imágenes MMRS. Además se ha incorporado una cámara de alta sensibilidad y resolución intermedia para tareas atlánticas (High Sensitivity Technological Camera – HSTC).

El sistema (DCS) es un sistema de recolección de datos en tierra, que permite la lectura de parámetros ambientales tales como:

hidrométricos, de control de contaminación, temperatura, velocidad y dirección de vientos, humedad de suelos, profundidad de napa freática, de radiación solar, etc.

Las estaciones se localizarán en distintos puntos geográficos (la cuenca inferior del río Salado contará con sus estaciones de medición) y tienen una lógica programable que permite la lectura de una amplia variedad de sensores con intervalos de medición programables en función de los usuarios, cada estación es interrogada una vez por día por el satélite y transmite los datos almacenados al mismo.

El SAC-C integrará la Constelación AM (Early Morning Watch Constellation) formada por los satélites Landsat 7, Terra, EO-1 y SAC-C presentando múltiples posibilidades de análisis espacial, espectral, radiométrico y temporal de los diferentes tipos de datos ofrecidos por los nuevos sensores MMRS-HRTC-DCS (SAC-C); ETM+ (Landsat 7); ALI-HYPERION (EO-1); ASTER-MISR-MODIS (TERRA), para manejo de emergencias ambientales, estudio de la organización espacial rural y expansión de las fronteras agrícolas.

3 Simulaciones MMRS en la Cuenca del Río Salado

En el marco del acuerdo institucional suscripto entre la Universidad Nacional del Litoral (UNL) y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) vinculado al Proyecto "Estudio de las potencialidades del SAC-C en el uso, aprovechamiento y preservación de los recursos naturales de la región litoral argentina", la CONAE ha cedido a la UNL una serie de imágenes multitemporales de la Provincia de Santa Fe simuladas a las características del sensor MMRS del SAC-C para su evaluación y utilización en los proyectos de investigación en desarrollo.

3.1 Organización Del Espacio Rural

En el marco del Proyecto PE02 "Automatización de Procesos Cartográficos aplicado a Zonificación del Territorio" se ha planteado la evaluación de la aplicabilidad de datos del satélite SAC-C en ambientes de llanura para mapeo de vegetación y cobertura del suelo en el área de la cuenca inferior del Río Salado, ubicada en el centro-oeste de la Provincia de Santa Fe, orientado a la detección de cambios en el uso del suelo y su impacto económico-productivo en la región agrícola-ganadera.

Se plantea la incorporación de las imágenes de media resolución del sensor MMRS como otra fuente de datos para generación de cartografía temática y evaluación de la dinámica ocupacional en la cuenca, integrando la información a datos Landsat TM y Spot, coberturas vectoriales de mapeo catastral de áreas rurales y bases de datos temáticos, constituyendo un aporte a la implementación del sistema de información geográfico del área de estudio.

En las figuras 5, 6 y 7 se presentan composiciones color 4-5-3 de imágenes simuladas del Sensor MMRS (Multispectral Medium Resolution Scanner) de utilidad para estudios multitemporales y multiestacionales, correspondientes a la escena 227-082 del 02-12-1997, 14-05-1999 y 25-01-2000, abarcando la cuenca inferior del Río Salado y su vinculación al sistema fluvial del Río Paraná e incidencia en la ciudad capital de la Provincia de Santa Fe.

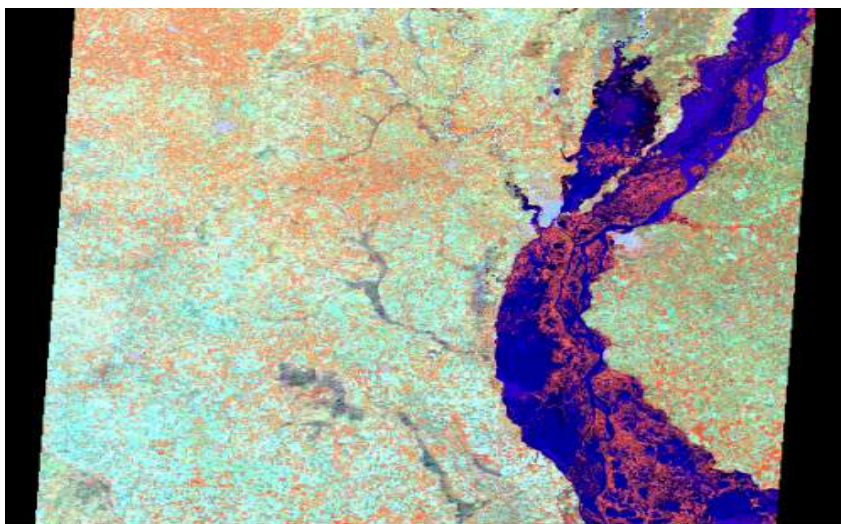


Fig. 5 : Combinación 4-5-3 MMRS simulado (227-082) del 02-12-1997

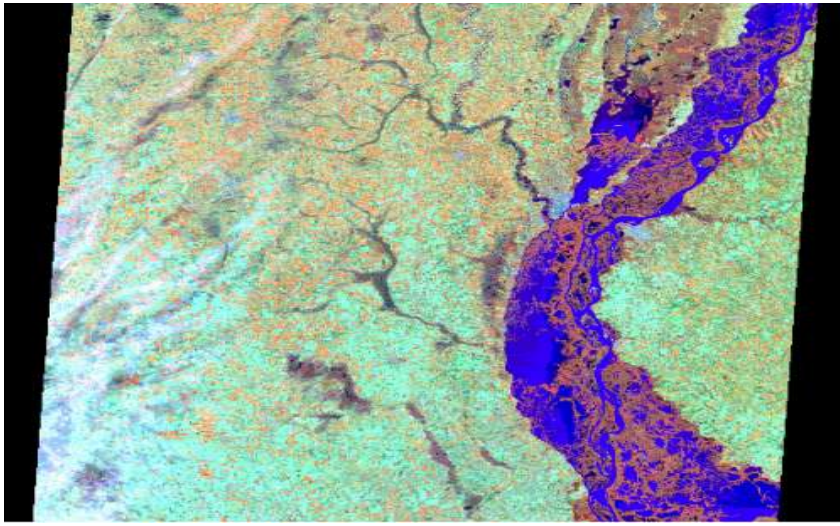


Fig. 6 : Combinación 4-5-3 MMRS simulado (227-082) del 14-05-1999.

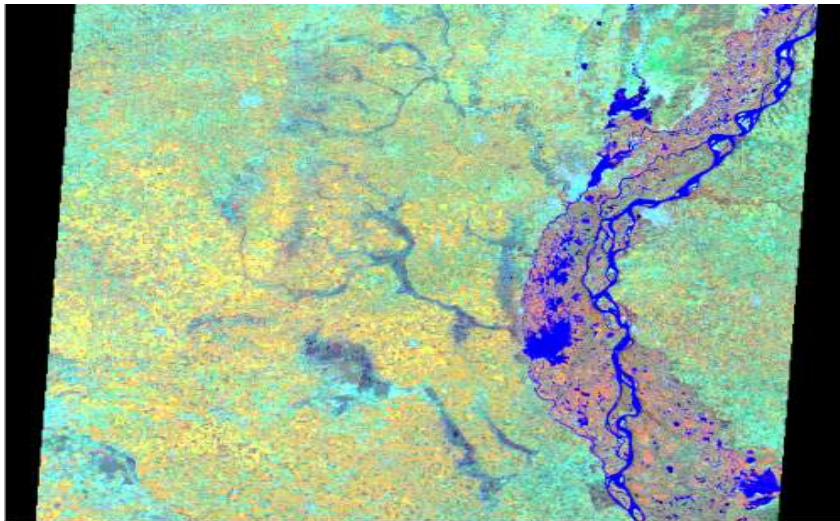


Fig. 7 : Combinación 4-5-3 MMRS simulado (227-082) del 25-01-2000

3.2 Clasificaciones Multitemporales

Sobre las imágenes se han llevado a cabo realces visuales, procesos de correcciones geométricas y clasificaciones digitales para categorización de imágenes según clasificaciones de cobertura y uso del suelo con el sistema de procesamiento digital ErMapper. En las figuras 8 y 9 se presenta un ejemplo de clasificación realizado en la cuenca del Arroyo Cululú, tributario del Río Salado, orientado a la determinación de niveles de riesgo hídrico a partir de la determinación de áreas rurales afectadas por anegamientos.

Posteriormente, con la disponibilidad operativa de las imágenes HRTC de 35 metros de resolución espacial y banda espectral 450-750 nm, éstas serán usadas para mejorar la resolución de algunas secciones de las imágenes de la cámara MMRS, a través del merge de imágenes, para estudiar los efectos de la resolución espacial y variaciones espacio-temporales.

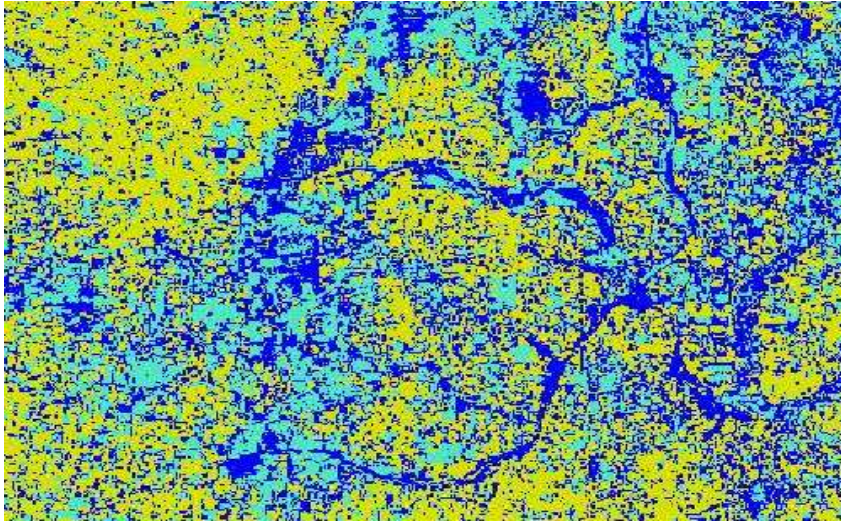


Fig. 8 : Clasificación de cobertura del suelo 1997 período húmedo.

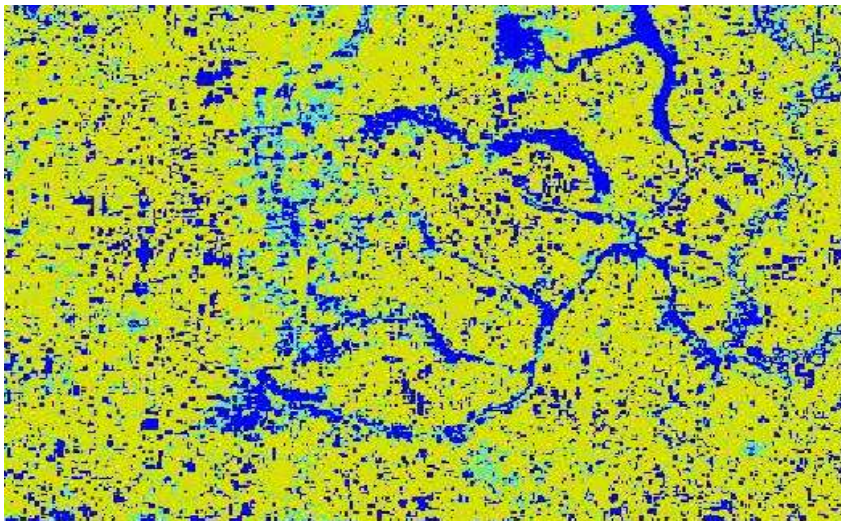


Fig. 9 : Clasificación de cobertura del suelo 2000 período seco

Se ha planteado la integración y análisis en SIG raster de las cartografías temáticas de cobertura y uso del suelo generadas por teledetección para los distintos períodos, aplicando procedimientos de tabulación cruzada para determinación de categorías estables y dinámicas de ocupación del espacio rural, destacando la ventaja del método ya que facilita el análisis de la evolución de los procesos naturales y antrópicos ocurridos (no solo muestra el cambio, si no que indica además hacia adonde han evolucionado las categorías). En los últimos años en la cuenca se ha intensificado la problemática hídrica, erosión de suelos y contaminación por actividades industriales, con efectos negativos sobre la actividad económico-productiva de la región.

4 Consideraciones Finales

Los estudios multitemporales apoyados en imágenes satelitales de alta y media resolución permiten visualizar las modificaciones de las distintas actividades productivas de la región, constituyendo herramientas básicas para la planificación y gestión del territorio rural y urbano. La representación cartográfica de los fenómenos naturales y antrópicos que afectan al medio ambiente permite establecer estadísticas y factores de riesgo, en defensa de su preservación.

Los datos generados a partir de teledetección facilitan su integración en SIG para llevar a cabo operaciones de análisis espacial y extracción de información vinculando las bases de datos cartográficas y alfanuméricas, así como presentación de salidas gráficas y resultados cartográficos, los cuales requieren de un análisis de la calidad de los datos disponibles y las fuentes de error que intervienen en cada una de las etapas del proceso.

5 Referencias Bibliográficas

Bahr H.P.: *Procesamiento Digital De Imágenes. Aplicaciones En Fotogrametría Y Teledetección.* Eschborn, GTZ. Alemania, 1991.

Burrough P.: *Principles Of Geographical Information Systems For Land Resources Assessment*. London, Clarendon Press, 1986.

Camarasa A.: *Evaluación Del Riesgo De Erosión En Relación Con La Dinámica Ocupacional Del Suelo A Partir De SIG y Teledetección*, En: Gomez Ortiz Y Salvador Franh F. *Investigaciones Recientes De La Geomorfología Española*, Pp. 579-592, 1996.

CONAE: *Misión Espacial SAC-C de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales*, En: Workshop NASA-CONAE, Buenos Aires, Arg., Junio 17-19, 1998.

Chuvieco E.: *Fundamentos De Teledetección*, Rialp, Madrid 1996.

Dolande M.; Tardivo R.; Graciani S.: *Evaluación De Recursos Ambientales A Partir De Modelado Cartográfico En SIG Y Técnicas De Evaluación Multicriterio*, En: II International Congress On Geomatics, La Habana, Cuba, Mayo 22-26, 2000. ISBN XXXXXXX.

Engman, E.; Gurney, R.: *Remote Sensing In Hydrology*, USA Chapman And Hall, 1991.

Graciani S.; Bulhoes M. C.: *Geoprocesamiento Y Optimización De Información En El Estudio De Cuencas Hidrográficas Aplicando SIG Y Modelación Hidrológica Distribuida*, IPH-URGS. Proyecto Fomec 825/97, 1998.

Labrandero J.; Martinez J.: *Ordenación del Paisaje en la Planificación de áreas deprimidas*. En: *El paisaje en el mapa. Serie Geográfica*, Vol. 6, pp. 149-176, España, 1996.

Lillesand, T.; Kiefer, R.: *Remote Sensing And Image Interpretation*, New York, John Wiley And Sons, 1990.

Saborio R. *Aplicaciones De SIG En El Estudio De Recursos Naturales Y Medio Ambiente*, CIDIAT, Venezuela, 1997.

Sassone M.; Tardivo R.; Tonini C.: *Cartografía De Áreas Afectadas Por Anegamientos En La Cuenca Del Arroyo Cululú A Partir De Imágenes TM Y SAC-C MMRS Simuladas*, En: X Congreso Nacional de Cartografía, Buenos Aires, Argentina, Junio 26-30, 2000.

Stoney W.E.; Hughes J.R.: (1998) *An New Space Race Is On*, En: *GIS World* 14.16, 1998.

Tonini C.; Tardivo R.; Gardiol M.; Graciani S.: *Geoprocesamiento En La Zonificación Del Territorio De La Cuenca Del Arroyo Cululú, Sta. Fe*. En: 3º Congresso Brasileiro De Catastro Técnico Multifinalitario". UFSC, Florianópolis, Brasil, Octubre 15-18, 1998.

Uboldi J.; Chuvieco E.: *Using remote sensing and GIS to assess current land management in the valley of the Colorado river, Arg.*, *ITC Journal* 1997-2 pp. 160-165, 1997.