

DetECCIÓN SATELITAL Y DESCRIPCIÓN DE PATRONES DE VEGETACIÓN EN ISLAS DEL PARANÁ MEDIO.

Zuleica, MARCHETTI¹ y Pablo ACEÑOLAZA^{1,2}

Abstract: *SATELLITE DETECTION AND DESCRIPTION OF VEGETATION PATTERNS IN MIDDLE PARANA RIVER ISLANDS.* Vegetation distribution in floodplain islands is defined mainly by its topographic pattern, consequently its flooding pattern and regime. "El Chapetón" is a group of characteristic islands of Middle Paraná River floodplain, and was selected for this study. The main objective of this work is to detect and describe vegetation units using remote sensing. The classification of the image allows us to establish 7 land cover classes, 4 of them correspond to vegetation units. Area of each unit was calculated. The analysis of floristic data shows us higher heterogeneity than what was observed in the digital analysis. Eight units were described: "old simple forest", "young simple forest", "mixed forest", "lagoon vegetation", "canutillar-cataizal community", "madrejones community", "Intermediate environments vegetation" and "grassland". It was observed that there is a partial correspondence between the units detected by spectral classification and those obtained during field work this could be explained due to the different scale of work.

Key words: vegetation units - Satellite detection - Paraná - Floodplain - Entre Ríos - Argentina.

Palabras clave: Unidades de Vegetación - Imágenes satelitales - Río Paraná - Llanura de Inundación

Introducción

Los ecosistemas fluviales son sistemas dinámicos alimentados y regulados por las fluctuaciones de los cursos de agua (Neiff, 1996). Este dinamismo ecológico, se constituye en una característica del valle del Río Paraná que determina la formación de diferentes ambientes y le confieren gran heterogeneidad que se refleja en la vegetación (Lewis y Franceschi, 1979; Franceschi y Lewis, 1979; Zamboni 2003; Aceñolaza *et al.* 2004).

Las herramientas disponibles para la detección de unidades de ambiente ofrecen una amplia gama de alternativas. El procesamiento de imágenes provenientes de sensores remotos constituye una herramienta eficaz con múltiples aplicaciones para las ciencias naturales (Colwell 1983; Green *et al.* 1996) ya que las imágenes satelitales poseen bandas que, combinadas adecuadamente, permiten discriminar la cubierta vegetal de otros rasgos de la superficie terrestre (Turno Orellano *et al.* 2003).

En tal sentido, se estableció como objetivo del presente trabajo detectar y describir las unidades homogéneas de vegetación de un grupo de islas representativas del Paraná Medio mediante la utilización de imágenes satelitales.

Materiales y Métodos

El área de estudio del presente trabajo corresponde al grupo de islas denominados "Chapetón" (Figura 1) ubicada en el cauce del Río Paraná, al norte del Departamento Paraná, Entre Ríos (5.471.042; 6.508.952. Sist. de georreferenciación Gauss Kruger, Faja 5). Estas están integradas por una serie de islas de diferente tamaño representativas del valle de inundación a esta latitud.

¹ CICYTTP-CONICET. Matteri y España (3105) Diamante, Entre Ríos

² FCA-UNER Oro Verde, Entre Ríos. **E-mail:** acenolaza@gmail.com

Los suelos son de origen fluvial, poseen texturas que varían entre limosas, arcillosas y arenosas presentando en general, escasa estructuración y desarrollo en sus perfiles. El clima predominante de la región es templado/cálido húmedo, las temperaturas medias anuales se encuentran cercanas a los 19° C y el régimen pluviométrico es de 900 mm, con precipitaciones que se registran principalmente en el período de octubre a abril (73%) (Rojas y Saluso, 1987).

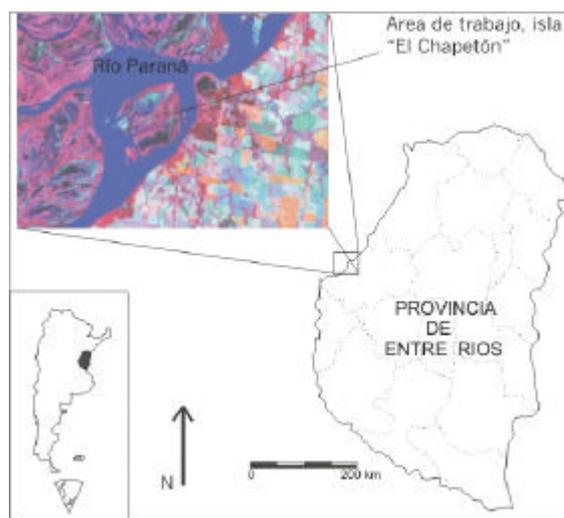


Fig. 1. Área de estudio. Detalle, Imagen Landsat TM 7 combinación de bandas RGB123.

En gabinete se procedió a la interpretación visual y digital de la imagen satelital del área de estudio. La misma fue georreferenciada previamente utilizando cartas IGM Villa Urquiza 3160-27-3 1:50.000 de 1965 y Villa Urquiza 3160-27 1: 100.000 de 1958.

El trabajo de campo se realizó con una imagen falso color (RGB 543) la cual se utilizó para confirmar y definir las unidades previamente identificadas. Asimismo se tomaron puntos con un sistema de posicionamiento global (GPS) en cada unidad muestreada, los cuales fueron posteriormente utilizados para realizar una clasificación supervisada de la imagen.

La clasificación digital supervisada arrojó como resultado un mapa de las categorías o patrones identificables en la imagen. Dentro del tratamiento digital de las imágenes satelitales, la clasificación supervisada supone un conocimiento previo del territorio, de la cantidad, calidad y distribución espacial de las categorías presentes lo que permite seleccionar las muestras que representan tales categorías (Chuvioco, 1993).

El trabajo de campo consistió en: verificación de límites del resultado de la clasificación y descripción de las unidades de vegetación.

En cada unidad se realizó una descripción siguiendo la metodología fitosociológica (Braun Blanquet, 1979). Esta metodología evalúa la composición de unidades homogéneas de vegetación según una escala subjetiva de abundancia/cobertura y sociabilidad. Asimismo se describieron patrones de la vegetación como: estructura vertical y cobertura por estratos; y de sitio como: localización en el gradiente topográfico e indicadores de uso. Posteriormente se realizaron los cálculos de riqueza y diversidad de cada unidad así como también el cálculo de las superficies ocupadas por las categorías identificadas a través de la clasificación digital de la imagen.

Resultados y Discusión

Se reconocieron 6 clases de cobertura de suelo (Figura 2). Tras el reconocimiento en campo, las mismas se asignaron a las siguientes unidades: Bosques, Unidad de ambientes intermedios, Vegetación lacunar, Lagunas (agua), Pastizal degradado y Bancos de arena.

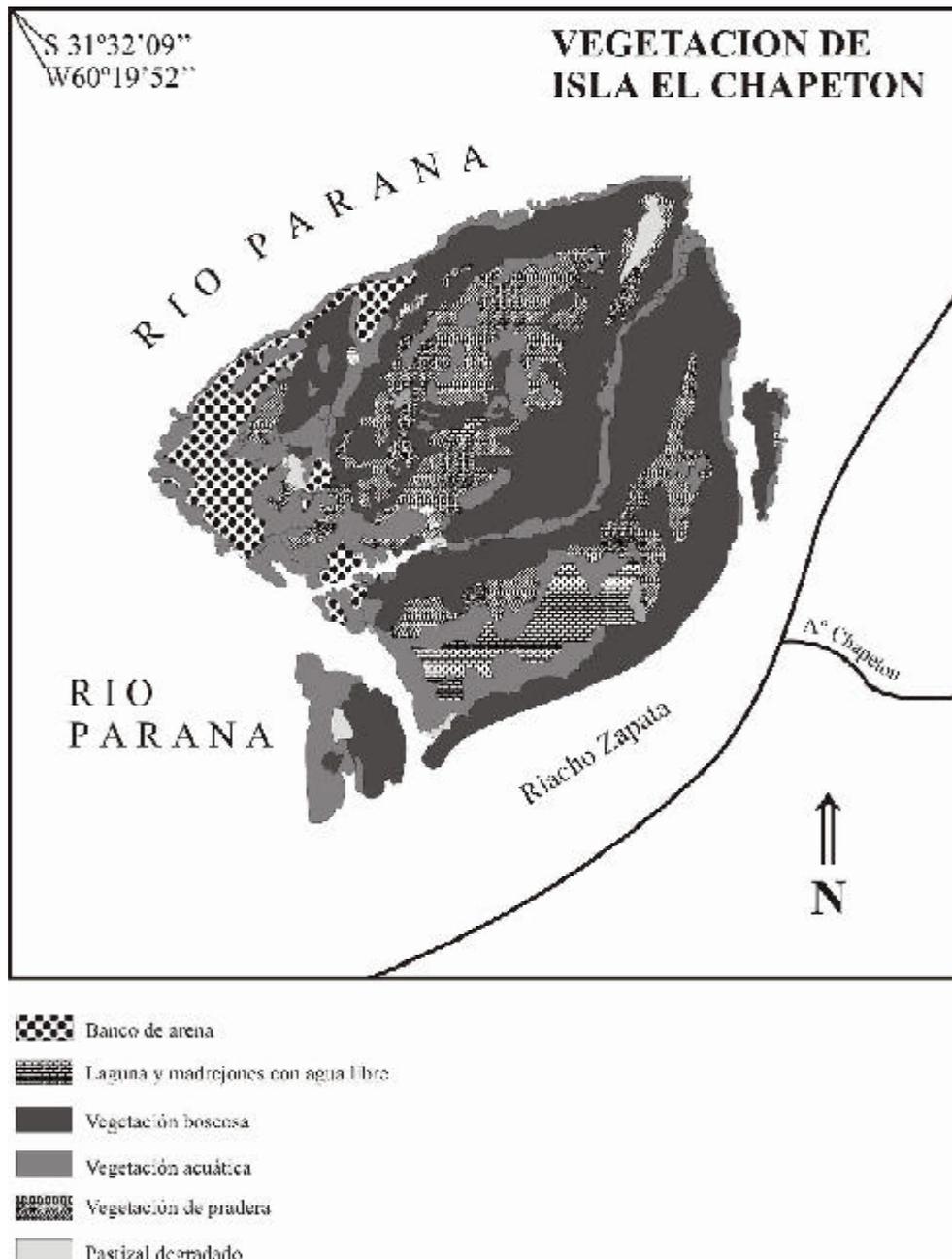


Fig. 2. Clasificación supervisada de la imagen satelital del área de estudio

La Vegetación boscosa constituye la clase de mayor cobertura; ocupa 569 hectáreas dentro del área de estudio lo que representa un 45 % de la misma (Tabla 1). Mientras que la unidad homogénea de menor superficie es un pastizal degradado por intenso pastoreo que se desarrolla entre un albardón interno y el pajonal de *P. prionitis*.

Tipos de Cobertura	Hectáreas	%
Bosques	569	45
Unidades de ambientes intermedios	303	24
Vegetación lacunar	217	17
Lagunas	72	6
Pastizal degradado	22	2
Bancos de arena	86	6
Total	1269	100

Tabla 1. Superficies y porcentajes relativos de cada clase para la totalidad de área de estudio.

El trabajo de campo permitió una discriminación de las unidades a mayor detalle de aquel obtenido por la clasificación digital. Así, se pudo diferenciar florísticamente las siguientes comunidades: Bosques maduros de albardones marginales, Bosques mixtos de albardones internos, Bosques jóvenes de albardones marginales, Vegetación Lacunar, Comunidad de Madrejones, Pajonal, Vegetación de ambientes intermedios y Canutillar-Catayzal (Tabla 2).

Clasificación Digital de Imagen	Comunidades reconocidas a campo
Bosques	Bosques maduros de albardones marginales
	Bosques jóvenes de albardones marginales
	Bosques mixtos de albardones internos
Unidades de ambientes intermedios	Matorrales intermedios
	Pastizal degradado
	Pajonal
Vegetación Lacunar	Vegetación de laguna
	Comunidad de Madrejones
	Canutillar-Catayzal

Tabla 2. Correspondencia entre unidades de vegetación provenientes de la clasificación digital de la imagen satelital y unidades de vegetación determinadas por clasificación florística.

BOSQUES MADUROS DE ALBARDONES MARGINALES

Bosque alto y cerrado ubicado en las zonas más altas del gradiente (albardones marginales) y dominado por una población madura de sauces (*Salix humboldtiana*). La riqueza presenta una media de 20 especies y la diversidad media alcanza un valor de 2,8. Estructuralmente están organizados en tres pisos de vegetación; un estrato arbóreo de 12 m de altura y 75 % de cobertura representado casi exclusivamente por el sauce, aliso de río (*Tessaria integrifolia*) y sangre de drago (*Croton urucurana*) como acompañantes, un estrato arbustivo de 1.5 m de altura y entre el 50 y 75 % de cobertura constituido principalmente por salvia morada (*Hyptis mutabilis*) y finalmente un estrato herbáceo de aproximadamente 30 cm de altura y 100 % de cobertura representado por un denso pastizal de pasto horqueta (*Paspalum notatum*) y gramilla (*Cynodon dactylon*), como las especies mejor representadas.

BOSQUES MIXTOS DE ALBARDONES INTERNOS

Formaciones boscosas altas, cerradas y dominadas por timbó (*Albizia inundata*), ingá (*Inga verna*) y/o laurel (*Nectandra angustifolia*). Son los bosques de mayor riqueza específica, con una media de 28 especies y una diversidad de 3,2. Se distribuyen por los albardones internos de la isla. Existen varios estratos de vegetación; arbóreo superior, de 13 m de altura y dominado por timbó y laurel; arbóreo inferior, de 6 m de altura dominado por sangre de drago, ambos aportan una cobertura cercana al 95 %; arbustivo, de 1,5 m y 20 a 30 % de cobertura, dominado por salvia *Teucrium vesicarium*, ortiga brava y herbáceo, de 50 cm de altura y 65 % de cobertura, rico en pasto tierno (*Panicum hians*), *Panicum sabulorum*, paico y flor de yua (*Solanum reflexum*). Especies volubles como pepinito del monte (*Melothria candolleana*), guaquito (*Mikania cordifolia*) campanilla (*Ipomoea cairica*), *Smilax campestris* y poroto silvestre (*Vigna adenantha*) aportan a la riqueza de estos bosques.

BOSQUES JÓVENES DE ALBARDONES MARGINALES

Bosques simples de bajo diámetro y alta densidad, juveniles de reciente colonización dominadas por aliso de río y sauce. Son florísticamente pobres, con una media de 7 especies y una diversidad de 1,75. Los Alisales y Sauzales jóvenes se distribuyen en faja a lo largo de los bancos de arena y albardones más jóvenes de cauce. Por lo general se constituyen como monoespecíficos de una u otra especie, con la otra como acompañante ocasional sin embargo, en algunos sectores la dominancia de una especie sobre otra no es tan evidente. Son bosques con nulo desarrollo edáfico y sujetos a una mayor frecuencia de inundaciones que los bosques maduros de la misma especie. Presentan un estrato arbóreo muy denso de entre 8 y 10 m de altura formado por individuos jóvenes de aliso de río y sauce que cubren más del 75 % de la superficie del suelo. El suelo se encuentra totalmente desprovisto de cubierta vegetal. Sólo se registran ejemplares aislados de catay dulce (*Polygonum punctatum*), tomatillo del monte y falsa verdolaga (*Ludwigia elegans*). Las enredaderas como guaco, Asclepiadacea (indet.), poroto silvestre, tupe aportan una importante cobertura en el dosel del bosque.

VEGETACIÓN DE LAGUNA

Comunidad colonizadora de cuerpos de agua leníticos o semileníticos Si bien la unidad de vegetación la consideramos como una sola, puede observarse la existencia de una zonación desde la orilla de las lagunas hacia las zonas de aguas libres. Mientras la frecuencia de algunas especies disminuye a medida que aumenta la profundidad, la de otras, se incrementa. Sin embargo, dado que estas comunidades son dependientes, y por lo tanto sensibles a los cambios en el nivel del agua, la zonación constituye una respuesta al gradiente de anegamiento y pequeños cambios en este último modifican la distribución de la vegetación. Presenta riqueza media de 11 especies y diversidad de 2,34. Con profundidades de hasta unos 30 cm de agua, domina una comunidad representada por verdolaga (*Ludwigia peploides*), *Myriophyllum sp.*, redondita de agua (*Hydrocotyle bonariensis*), catay dulce, enidra (*Enhydra anagallis*) yacordeón del agua (*Salvinia herzogii*) entre otras. A medida que la profundidad se incrementa aparecen carrizos (*Panicum elephantipes*) y camalotes (*Eichhornia crassipes*, *E. azurea*). En la zona más profunda de las lagunas, aparecen el irupé (*Victoria cruziana*), camalotes y un tapiz formado por el acordeón del agua, helechito de agua, *Azolla filiculoides* y *Limnobium spongia* entre otras.

COMUNIDAD DE MADREJONES

Comunidad del tipo herbácea palustre, rodeada frecuentemente por bosques de albardones internos y que cubre viejos cursos de agua -espiras de meandros, lagunas por cegamiento, lagunas semilunares, etc. Actualmente, son alimentados por el agua de desborde durante las épocas de creciente o por las lluvias. Es una de las comunidades más pobres, con valores de riqueza y diversidad de 8 y 1,9

respectivamente. En estos ambientes frecuentemente se observa un rango de profundidad que va desde sectores fangosos hasta lugares con 80 cm de profundidad (o más). En los lugares de mayor profundidad aparecen especies como camalotes, acordeón del agua, helechito de agua, cucharita de agua (*Limnobium spongia*) mientras que en el otro extremo predominan redondita de agua, *Oplismenopsis najada*, catay dulce, *Eclipta prostrata*, verdolaga y lagunilla (*Alternanthera philoxeroides*).

PAJONAL

Comunidad herbácea dominada por paja de techar (*Panicum prionitis*) y distribuida en la zona intermedia del gradiente de inundación, entre los albardones externos y las lagunas. Representan a las comunidades herbáceas de mayor diversidad y riqueza específica presentando una media de 2,75 y 17 especies respectivamente. Las especies de estas comunidades solo forman dos estratos de vegetación; un estrato herbáceo superior de hasta 3 m de altura y 70 % de cobertura formado por la paja de techar, carpinchera y café de la isla y un estrato inferior de alrededor de 50 cm de altura y 95 % de cobertura, de mayor riqueza y formado por gramilla, pasto horqueta, cola de zorro, *Paspalum simplex*, verdolaga, paragüita (*Cyperus entrerianus*), *Carex bonariensis*. Además, se presentan frecuentemente especies de hábitos volubles como tasi chico (*Funastrum clausum*), jazmín de córdoba (*Solanum amygdalifolium*), guaco y guaquiullo.

UNIDADES INTERMEDIAS

Comunidad de gran heterogeneidad ubicada entre los pajonales y los bordes de laguna. Debido a que esta zona es baja, posee una dinámica hidrológica marcada y, dependiendo de la altura del río, puede corresponderse con áreas anegadas con vegetación lacunar arraigada como a áreas de tierra firme. El estrato arbustivo de la comunidad alcanza los 2 m de altura y 20 % de cobertura y se encuentra formado principalmente por varilla (*Solanum glaucophyllum*) y núcleos de café de la isla y carpinchera. El estrato herbáceo, con una cobertura casi del 100% aparece formado por gramilla, rama negra, chilca, verdolaga, lagunilla, catay dulce. Esta comunidad posee una media de 11 especies y una diversidad de 2,31. Con niveles medios (normal) del río gran parte de esta comunidad se encuentra dentro de las lagunas en o una posición cercana a su costa.

CANUTILLAR-CATAYZAL

Comunidad formada por especies arraigadas ubicada sobre cursos de agua por lo que el anegamiento del suelo es casi permanente. La fisonomía general de la comunidad corresponde en algunos sectores a un Canutillar monoespecífico mientras que en otros, donde la frecuencia del Catay se incrementa, responde a un Catayzal. Las especies de mayor importancia se disponen formando fajas de vegetación. La primera faja desde el nivel más bajo del gradiente, alcanza entre 40 y 60 cm de altura, el 100 % de cobertura y se encuentra representada casi exclusivamente por el canutillo (*Panicum elephantipes*). La segunda faja, con 3 m de altura y 100 % de cobertura está integrada por el capín (*Echinochloa polystachya*) y dos especies de catay (*Polygonum ferrugineum*, y *Polygonum lapathifolium*). Al final del gradiente aparece la tercera faja de más de 2 m de altura y cobertura similar formada por *Polygonum ferrugineum*, capín y capín arroz (*E. crusgavonis*). Las especies de hábitos volubles como pepinito del monte y guaco se distribuyen entre las especies dominantes. Esta comunidad corresponde a una de las de menor riqueza y diversidad de la isla, con valores de 9 y 2,09 respectivamente.

La distribución espacial de los tipos de cobertura detectados, coinciden con las características geomorfológicas y/o topográficas de las islas. Las zonas altas (albardones) poseen fisonomías del tipo boscosa mientras que las medialomas por encontrarse en una situación de inundabilidad intermedia y constituir áreas de transición, son ocupadas por sabanas arboladas, pajonales, arbustales

mesofíticos y comunidades de fisonomías herbáceas. Por último, las zonas más bajas y por consiguiente mayor recurrencia de inundaciones, poseen exclusivamente comunidades herbáceas. Este patrón, se observó de forma repetida en las islas estudiadas, donde la típica geoforma de "plato hondo" de las mismas se traduce a la vegetación y biomasa presente, que es detectada por el análisis realizado de la imagen.

Se observó una correspondencia parcial entre las unidades detectadas a partir del análisis de los datos resultantes de la clasificación espectral y las unidades identificadas durante el trabajo de campo. Así, por ejemplo, la vegetación boscosa se agrupa espectralmente como una sola unidad mientras que en terreno puede discriminarse al menos tres comunidades leñosas diferentes.

Agradecimientos

A Raúl D'Angelo y Pamela Zamboni, por la colaboración en el trabajo de campo. Parcialmente financiada por PID-UNER, Programa de Biodiversidad del Litoral y PICT-Agencia 11928. A la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) por la sesión de la Imagen.

Bibliografía

- Aceñolaza, P. H.; Povedano, A.; Manzano, J.; de Dios Muñoz, J.; Areta y Ronchi Virgolini, A.L. 2004. Biodiversidad del Parque Nacional Pre-Delta. En Aceñolaza, F.G. Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino. *Miscelanea INSUGEO* 12: 169-184
- Colwell, R. N. 1983. *Manual of Remote Sensing*. American Society Photogrammetry. The Sheridan Press. 2v., 2440 p.
- Chuvieco, E. 1993. *Fundamentos de Teledetección*. 3ra. Edición revisada. RIAL. 563 pp.
- Franceschi, E. A. y J. P. Lewis 1979. Notas sobre la vegetación del valle santafecino del Río Paraná (R. Argentina). *ECOSUR* 6: 55-82.
- Green E. P.; Mumby P. J.; Edwards A. J. y C.D. Clark. 1996. A review of Remote Sensing for the Assessment and Management of Tropical Coastal Resources. *Coastal Management* 24:1-40
- Lewis, J. P. y E. A. Franceschi 1979. Notas sobre la dinámica de la vegetación del Valle del Río Paraná. *ECOSUR* 6: 145-163.
- Neiff, J. J. 1996. Large rivers of South America: toward the new approach. *Verb. International Vereinhen Limnologie* 26: 167-180
- Rojas, A. E. y J. H. Saluso 1987- Informe Climático de la Provincia de Entre Ríos. *Publicación técnica n° 14*. EEA. Paraná (E.R.)
- Turno Orellano, H. A; Isla, F. I y V. I. Juárez. 2003. Implementación de un SIG en la evaluación de la aptitud para prácticas forestales en el litoral bonaerense. *Boletim Paranaense de Geociencias* n 53 p 27-34. Editora UFPR
- Zamboni, L. P. 2003. *Dinámica de materia orgánica en tres bosques de la llanura de inundación del Río Paraná*. Tesina de Licenciatura en Biodiversidad. FHC-UNL. Santa Fe. 69 pp.

Recibido 12 de marzo de 2005

Aceptado 5 de abril de 2005

