

Modelo de interrelación entre uso de suelo, cobertura vegetal y cobertura del agua en la cuenca baja del arroyo Tandileufú – Chelforó

Julio I. Cotti Alegre

Gabinete de Ecometría (Cátedra de Estadística) Facultad de Ciencias Naturales y Museo;
Universidad Nacional de La Plata
E-mail: juliocotti@gmail.com

Director: Ramiro Sarandón; Codirector: Ma. Laura de Wysiecki

Resumen

El objetivo general del proyecto es aplicar estrategias y herramientas de análisis espacial para la toma de decisiones de manejo territorial y criterios para la conservación de los ecosistemas a escala regional. Para ello, se analizará la interrelación entre la dinámica hídrica, el uso del suelo y la cobertura vegetal en una porción de la pampa deprimida con ciclos naturales de inundaciones y sequías, desde un enfoque ecohidrológico a escala de paisaje. En este trabajo se presenta un mapa de uso y cobertura del suelo bajo una situación hídrica normal y una caracterización ecológica general del área de estudio. Para su elaboración, se analizó una serie normal de precipitaciones, con el fin de identificar entre las imágenes satelitales disponibles, escenas que reflejen un año sin extremos de precipitaciones. Posteriormente, se analizaron, mediante técnicas combinadas de clasificación digital, hasta lograr un grado de exactitud en la representación del mapa superior al 80 %. La exactitud del mapa fue evaluada a campo. Como resultado se obtuvo un mapa con diferentes unidades de uso y cobertura. Esto permitirá, junto con otras capas de información temática, identificar la estructura del paisaje y aproximar su dinámica en relación al régimen de inundaciones y sequías.

Palabras claves: ecohidrología, ecología del paisaje, uso y cobertura del suelo, imágenes satelitales.

Introducción

El objetivo general del proyecto es aplicar estrategias y herramientas de análisis espacial para la toma de decisiones de manejo territorial y criterios para la conservación de los ecosistemas a escala regional. Para ello, se analizará la interrelación entre la dinámica hídrica, el uso del suelo y la cobertura vegetal en una porción de la pampa deprimida con ciclos naturales de inundaciones y sequías, desde un enfoque ecohidrológico a escala de paisaje.

La región bajo estudio, que incluye a la cuenca baja del sistema de arroyos Tandileufú-Chelforó (Provincia de Buenos Aires), se caracteriza por tener valores medios anuales de precipitaciones de 1047 mm. (año 1972 a 2001), Las diferencias interanuales son muy notables pasando de períodos secos a húmedos con importantes diferencias en las precipitaciones totales acumuladas por año; esto se refleja en un cambio en las relaciones de cobertura del terreno, ya que el agua queda retenida superficialmente en ciertas zonas modificando los patrones de uso, tanto en las actividades agrícolas como ganaderas.

A fin de comparar y cuantificar las diferencias en el uso y cobertura del suelo mediante técnicas de análisis espacial, pueden utilizarse las imágenes digitales, las que permiten numerosas alternativas de análisis multiespectral a distintas escalas. Por otro lado, es necesario integrar toda la información existente bajo un mismo marco de referencia espacial, para lo cual los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se presentan como herramientas altamente especializadas que permiten hacer un manejo organizado y de fácil acceso a los diferentes tipos de información espacial. (Shunji, 1999).

Con estas herramientas, es posible identificar las principales unidades de uso y cobertura del suelo, separando aquellas de origen natural y de origen artificial o antrópico. Las unidades de origen natural agrupan diferentes tipos de vegetación o comunidades vegetales que comparten entre sí una localización espacial relacionada a las características del suelo, la geomorfología y la topografía. Por su parte las estructuras que forman parte del paisaje, pero son obras realizadas por hombre, se pueden identificar como infraestructura.

Objetivos:

El objetivo de este trabajo es realizar un mapa de unidades de cobertura y uso de suelo que permita identificar áreas relativamente homogéneas a una escala de 1:50.000, a través del análisis de imágenes de satélite Landsat ETM+, en una situación hídrica no extrema.

Materiales y Métodos

Mediante el análisis de datos mensuales de precipitación, registrados dentro del área de estudio (Estancia La Esperanza, Gral. Lavalle), se identificaron imágenes Landsat ETM+ representativas de un periodo anual con valores acumulados próximos a los valores medios de la serie normal 1972-2001 (WMO, 2006). Las imágenes seleccionadas corresponden a los meses de Diciembre del 2000 y Enero del 2001 y se asume que representan una situación hídrica no extrema.

Sobre ellas se realizó una clasificación no-supervisada mediante el uso del algoritmo ISODATA (ERDAS Inc., 1999). La clasificación se ajustó ampliando el número de firmas espectrales. Por último se realizó una nueva clasificación de las imágenes, esta vez supervisada; optando por el criterio estadístico de "Máxima verosimilitud". La estimación de la exactitud se realizó utilizando 256 puntos distribuidos de forma estratificada al azar; éste es un procedimiento se realizó mediante el comando Accuracy Assessment (ERDAS Imagine 8.5). Una vez distribuidos los puntos se procedió a interpretar el tipo de cobertura y a adjudicarles una unidad. Una vez terminado el proceso se obtuvo un valor de exactitud para cada unidad y un valor para la imagen completa. Este proceso se completó con la estimación del índice Kappa, que indica hasta qué punto la concordancia observada en la clasificación es superior a la que es esperable de encontrar al azar (Cohen, 1968).

Se verificó la exactitud de la clasificación en el campo, realizando dos salidas con el objetivo de reconocer las coberturas mapeadas. Para ello se establecieron puntos representativos acompañados de una descripción previa en el gabinete de cada uno de ellos, donde se incluyó el tipo de cobertura y las relaciones con las coberturas de su entorno próximo. Resultado de ello, se calculó el porcentaje de coincidencias y de errores. El mapa de uso y cobertura fue exportado al SIG, y bajo formato de grilla (Raster, Grid) se calculó el área para cada una de las unidades.

Las unidades identificadas se han definido en función de las características naturales que incluyen a las comunidades vegetales descriptas para el área (Vervoort, 1967), los cuerpos de agua y las intervenciones antrópicas tales como actividades bajo un uso agrícola o ganadero, y las obras de infraestructura. Se han descartado aquellas que no puedan apreciarse claramente a una escala mayor a 1:50000, dado que el Landsat ETM+ posee una resolución espacial de 30 metros. Se distinguieron las siguientes unidades en el área de estudio: *Cuerpos de agua, Vegetación acuática flotante, Vegetación acuática arraigada, Praderas bajas, Humedales del litoral costero, Áreas inundables, Campos de uso ganadero, Cultivos y Pasturas, Suelos desnudo y Bosques*. Por otra parte se incluyen en el mapa las obras de infraestructura en: *Canales, Ferrocarriles, y Caminos*.

Resultados y Discusión

Cómo resultado del análisis, se obtuvo un mapa de unidades de uso y cobertura para el período Diciembre de 2000 – Enero 2001 (**Figura 1; Tabla 1**). Las unidades resultantes fueron 10, a las que se agregan otras 3; previamente mapeadas que representan obras de infraestructura.

La unidad con mayor cobertura (49,3%) son los *Campos de uso ganadero* ubicados en zonas relativamente elevadas y dominadas por comunidades de gramíneas, juncáceas y ciperáceas (e.g. pradera húmeda, Vervoorst, 1967); su uso esta destinado a la ganadería extensiva. Las *pasturas* destinadas a la producción de forraje y engorde del ganado se alternan con los *campos de uso ganadero* reemplazando su cobertura; éstas, junto con los *cultivos* ubicados sobre las zonas topográficamente más altas, ocupan un 7.5% del área. Vale decir que el *suelo desnudo* (8.7%) representa mayormente cultivos que se encuentran en estadios fenológicos tempranos, siempre que se ubiquen en zonas alejadas de la costa atlántica, ya que allí corresponde a los médanos arenosos con muy escasa vegetación.

Los *Bosques*, agrupan los montes de Tala, como representantes naturales de bosques xeromórficos en los que predomina *Celtis tala*, *Jodina rhombifolia*, *Acacia caven* y *Scutia buxifolia* ubicados en zonas altas sobre cordones de conchilla; también se incluyen los bosques artificiales de *Eucaliptos sp.*; *Pinus sp.* y *Populus sp.*, implantados en diferentes sitios de la región ocupando en conjunto un 0,62% del área. Los *cuerpos de agua* ocupan un 5.2% del área y representan principalmente espejos de agua permanentes o temporarios, tanto de agua dulce como salada, en forma de lagunas, bajos, cañadas y canales de marea. Asociados es ellos se encuentran los humedales, representados por la *vegetación acuática flotante* (1,3%), principalmente carpetas de *Azolla sp.*, *Pistia sp.*, *Lemna sp.* y *Ricciocarpus sp.*, y la *vegetación acuática arraigada* (14,9%), dominada por comunidades edáficas de espadañal (*Zizaniopsetum*), totoral (*Typhetum*), juncal (*Scirpetum*) y duraznillar (*Solanetum*). La *pradera baja* ocupa un 5,4% del área y aparece en pequeñas superficies aisladas a continuación de la *vegetación acuática* lo que hace algo confusa en su representación; las especies que se encuentran en esta unidad son típicas de la pradera salada (Vervoorst, 1967). Las *áreas inundables* (3.96%) están dominadas por especies de gramíneas tales como *Paspalum sp.*, *Cortaderia sp.*, y junto a los humedales, poseen una alta biodiversidad y un rol principal en el desarrollo de los procesos biogeoquímicos que conectan el medio acuático y terrestre (Blackwell, et. Al, 2005). Por ultimo, en la zona litoral costera próxima al estuario del plata, se ubican ocupando un 0,8% los *humedales costeros* que por su alto valor ecológico fueron declarados sitios de conservación (Ramsar, 1997); en ellos se desarrollan las comunidades del cangrejal (*Chasmagnatus granulata*).

El índice de exactitud en la clasificación es de 86.67 % para la imagen de 2000, y 91.41% para la de 2001; esta última representa un 94.5% del área total. Por su parte, el índice Kappa para la imagen clasificada del año 2001, da como resultado que un 88,19 % de los píxeles se encuentran ordenados de una manera diferente a como se encontrarían dispersos aleatoriamente. Para la imagen del 2000 el valor del índice es de 86.38%. En el campo, se relevaron 67 puntos GPS y se realizó una verificación visual a lo largo de 379.6 km. Un 64.2 % de los puntos fue verificado como correcto, mientras que un 11,9 %, de manera indirecta, se asume que fueron modificados recientemente a partir de una cobertura original como la que aparece en el mapa; por tanto si sumamos ambas clases un 73.6 % de las coberturas del mapa son correctas. Por otro lado, hay un 19.4 % de coberturas dudosas, que deben ser interpretadas considerando su forma y ubicación, ya que suelen ser confusas dada su heterogeneidad en tamaños, formas y tipos; de esta manera fue posible apreciar en el campo que, algunos parches de cultivos y pasturas pequeños con mucho borde asociados a zonas bajas vistos en el mapa, resultaron ser *vegetación acuática arraigada* con alta heterogeneidad de especies. Por último un 4.5% de los puntos resultaron equívocos, donde mayormente se confunden áreas

inundables con vegetación acuática arraigada, con campos de uso ganadero y con cultivos y pasturas.

Tabla 1: Superficie (en Has y %) de cada unidad de cobertura en la cuenca baja del Ao.Tandileufú – Chelforó (*Fig. 1*).

Unidad	Área Km²	Superficie %
Campos de uso ganadero	3.727,60	49,347
Cultivos y pasturas	566,24	7,497
Suelo desnudo	657,51	8,704
Praderas bajas	407,94	5,400
Agua	394,91	5,228
Áreas inundables	299,22	3,961
Caminos	127,20	1,684
Vegetación acuática flotante	102,12	1,352
Vegetación acuática arraigada	1122,68	14,86
Humedales del litoral costero	59,84	0,792
Bosques	47,19	0,625
Canales	32,53	0,431
FFCC	8,85	0,117
Total del área	7.553,93	100

Conclusiones

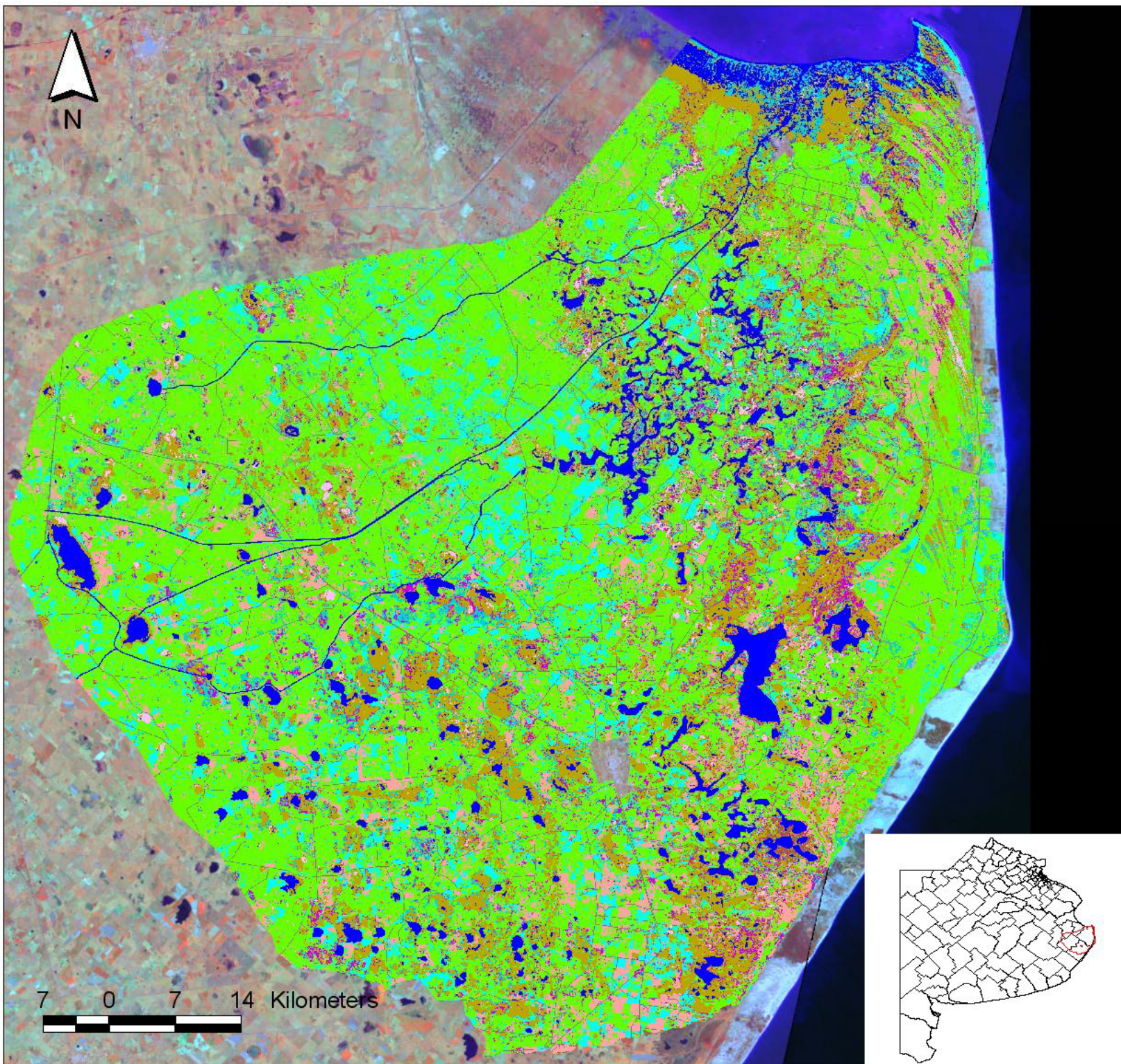
Como resultado del trabajo se obtuvo un mapa de unidades de cobertura y uso del suelo que permite realizar una caracterización ecológica rápida, a escala regional, del área de estudio. Desde un primer abordaje, se puede ver cómo se distribuye la vegetación y los diferentes usos del suelo en relación a las características del territorio (especialmente topografía y riesgo de inundación). Esto permite identificar sitios clave para diferentes usos y conservación, resultando de gran importancia en la gestión y manejo del territorio.

Bibliografía

- Cohen J. (1968) Weighted kappa: Nominal scale agreement with provision for scaled disagreement or partial credit Psychol Bull 70: 213-220.
- ERDAS Inc. 1999. ERDAS Field Guide. 5ª Edición. Atlanta, Georgia, EU.
- Shunji Murai, SIG Manual Base, Vol.1: Conceptos Fundamentales, Revista Journal, Selper, Vol. 15 N°1, Junio 1999.
- Vervoorst F., 1967. La Vegetación de la República Argentina; VII. Las comunidades de la depresión del Salado., INTA, Buenos Aires. 262 págs.
- Blackwell, M. & Maltby, E. 2005. Ecoflood Guidelines: How to use floodplains for flood risk reduction. Eco Flood Project, European Commission, 2005.

Páginas Web consultadas:

- World meteorological organization (WMO) <http://www.wmo.ch/>
- The Ramsar Convention on Wetlands <http://www.ramsar.org>



Mapa de uso
y cobertura de
suelo 2000-2001

Unidades de
uso y cobertura

-  Agua
-  Vegetación acuática arraigada
-  Vegetación acuática flotante
-  Praderas bajas
-  Suelo desnudo
-  Campos de uso ganadero
-  Bosques
-  Cultivos y pasturas
-  Humedal litoral costero
-  Áreas inundables
-  Caminos
-  FFCC
-  Canales

