

UTILIZACIÓN DE INFORMACIÓN TELEDETECTADA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN ACUÁTICA ARRAIGADA EN CAUCES SECUNDARIOS DEL SISTEMA PARANÁ

Agustina Spais⁽¹⁾⁽²⁾, Zuleica Marchetti⁽¹⁾⁽³⁾ y Virginia Venturini⁽¹⁾⁽³⁾

⁽²⁾Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH UNL Santa Fe)

⁽²⁾Instituto Nacional del Agua Subgerencia Centro Regional Litoral (INA.SCRL Santa Fe)

⁽³⁾Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET Santa Fe)

E-mail: spaisagustina@gmail.com, zuleicayael@hotmail.com, venturv@gmail.com.

Teléfono: +54343 155132016 (Spais A.)

Introducción

Los cauces secundarios del sistema fluvial del Paraná suelen presentar en sus márgenes extensas superficies de vegetación acuática arraigada dominadas por pocas especies de porte variado (canutillos, catay y camalotes, básicamente). Estos ensambles de vegetación pueden alcanzar tamaños, formas, densidades y permanencias sumamente variables en tiempo y espacio.

La presencia de vegetación dentro de los cauces altera el campo de velocidades a diferentes escalas (Nepf, 2012), mientras que la vegetación acuática arraigada a las márgenes puede cubrir parcial o totalmente la sección de algunos cauces, dificultando, además, la navegación y generando problemas sobre obras de ingeniería. Así, conocer la dinámica espacio temporal de este tipo de vegetación (tipo de cauces que colonizan, épocas del año y/o fases hidrométricas, etc) son aspectos tan básicos como desconocidos, pero esenciales para abordar su manejo en situaciones, ya sea que generen inconvenientes, como que ameriten ser favorecidas por los servicios ecosistémicos que brindan.

En la red de cauces asociados al río Paraná, la vegetación acuática arraigada está representada en gran parte por matas de “canutillo” (*Louisianella elephantipes*). Esta especie coloniza bordes de ríos y lagunas, puede alcanzar hasta 2 metros de altura sobre la superficie del agua, y varios metros más debajo de la misma donde, la presencia de brotes y raíces adventicias generan ocupaciones de densidad variable debajo de la superficie del agua muy difíciles de cuantificar.

En la actualidad, las tecnologías satelitales y de drones están transformando muchos campos del conocimiento en los que la imagen es una alternativa a la medición y generación de información. En comparación con otras técnicas de monitoreo, los satélites y los vuelos realizados con vehículos aéreos no tripulados (drones) ofrecen una mayor cobertura espacial comparado con el monitoreo in situ (Lillesand, Kiefer, & Chipman, 2015).

Numerosos autores han aportado diversas técnicas y análisis para mejorar la precisión de la clasificación y generar productos confiables que puedan apoyar la toma de decisiones. Sus contribuciones van desde probar nuevos clasificadores (paramétricos y no paramétricos) hasta incorporar información adicional, como índices de vegetación, texturas y otros análisis estadísticos. En el marco de estas investigaciones se propone, analizar la influencia de las escalas espaciales-temporales en el monitoreo de la vegetación acuática de los humedales del Paraná, utilizando información censada por satélites y drones.

El área de estudio se centra en un curso de agua de régimen permanente denominado “Paraná Viejo”, afluente secundario del sistema río Paraná, ubicado en cercanías de la localidad de Paraná, Provincia de Entre Ríos, con coordenadas aproximadas de 31°50'5.98" de latitud sur y 60°42'0.22" de longitud oeste. El mismo se desarrolla con dirección de escurrimiento norte – sur, a lo largo de unos 4.50 km, (Ver Figura 1)

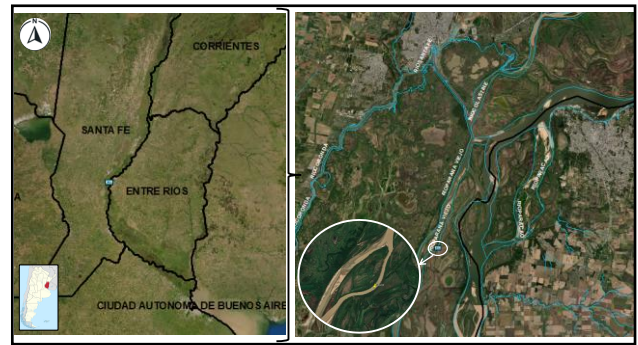


Figura 1.-Área de estudio

Objetivo

Comparar la utilización de fuentes de datos satelitales y de drones en lo que refiere a resolución espacial, para monitorear la vegetación acuática y su dinámica en los humedales del río Paraná.

Área de Estudio y Datos

El área a relevar incluyó un curso secundario dentro del Sistema Paraná, comprendiendo unas 160 hectáreas aproximadamente (Figura 2), con una altura de vuelo de 120 m (límite permitido de vuelo seguro), obteniéndose productos de 25 cm de resolución por píxel.

Se llevaron a cabo dos vuelos fotogramétricos con un VANT marca WingtraOne GEN II, consistente básicamente en un dron profesional de ala fija VTOL, muy utilizado para mapear grandes áreas (hasta 400 hectáreas en 1 hora), con gran calidad y precisión. Este equipo cuenta con una cámara RGB Sony a6100, de alta gama, lo cual permite capturar imágenes nítidas y detalles finos. Las características principales de esta son:

Sensor 24 MP (Sensor APS-C)

GSD: Hasta 1.2 cm por píxel

Precisión horizontal absoluta: hasta 2 cm

Precisión vertical absoluta: hasta 4 cm

Los vuelos se realizaron los días 11 de Mayo del 2022 (Otoño) y 10 de Febrero del 2023 (Verano).

De manera complementaria, para las mismas fechas, se descargaron imágenes satelitales de las misiones PlanetScope y Sentinel 2, con resoluciones espaciales de 3m y 10m respectivamente. Las características de ambos sensores están disponibles en las correspondientes páginas web.

Metodología

Se procesó la información del dron y se obtuvieron productos tales como Ortomosaico, nube de puntos con texturas, Modelo Digital de Elevación (MDE) y Modelo Digital del Terreno

(MDT). En la Figura 2 se observa el área de los vuelos realizados.

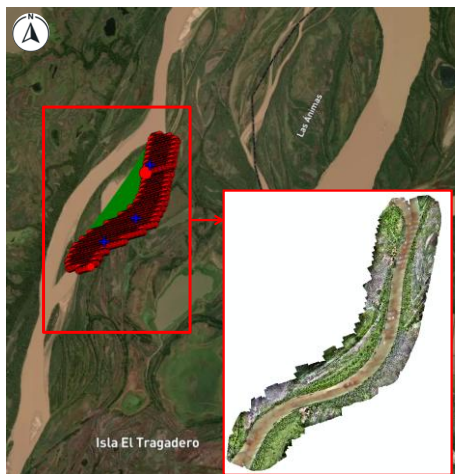


Figura 2.-Área relevada con VANT y Ortomosaico obtenido

A partir de estas tres fuentes de datos, se determinó el Índice Verde el cual busca cuantificar la cantidad de luz verde reflejada por la vegetación en relación con la luz total reflejada por la superficie. Esto proporciona una medida de la densidad y el vigor de la vegetación presente. El cálculo se realizó como:

$$IV = \frac{GREEN}{RED + GREEN + BLUE} \quad [1]$$

Un valor más alto del índice verde indica una mayor cantidad de luz verde reflejada y generalmente se asocia con una vegetación más densa y saludable.

Una vez estimado, se realizó la diferencia entre los valores del índice verde entre mayo y febrero lo que permitió obtener una medida cuantitativa de cómo cambió la vegetación entre las dos fechas. Los valores positivos indicaron un incremento en la densidad o salud de la vegetación mientras que, los negativos, una disminución en la cobertura. Esto resultó muy útil para monitorear y evaluar los cambios en la cobertura vegetal a lo largo del tiempo, permitiendo detectar áreas que han experimentado crecimiento o disminución de la vegetación e identificar patrones de cambios estacionales.

Los procesos determinados hasta aquí fueron realizados utilizando algoritmos de Google EarthEngine.

De todo el tramo del curso, para las tres fuentes de datos, se concentró sobre un área piloto y se determinó cuantitativamente mediante técnicas de SIG cuáles correspondían a Canutillos. A modo de ejemplo se ilustran, en la Figura 3, las tres fuentes utilizadas para el cálculo para el día 10 de Febrero de 2023. De izquierda a derecha: Dron, PlanetScope y Sentinel 2.

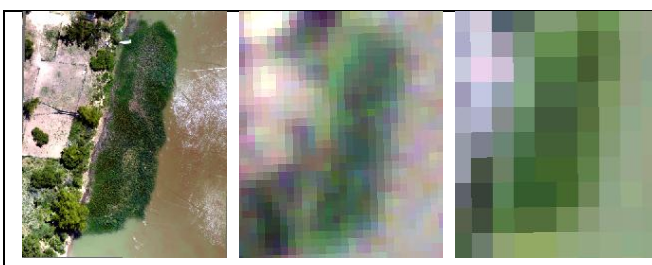


Figura 3.-Resolución espacial de las tres fuentes de datos

Resultados

De la contabilización de píxeles y estimación de ocupación en el área piloto se obtuvieron los resultados expuestos en la Tabla 1.

Tabla 1. – Fechas seleccionadas para el cálculo del MNDWI

Fuente	Cantidad de Píxeles	Área Cobertura
		[m ²]
Dron	27531	1721
PlanetScope	172	1548
Sentinel 2	6	600

De la diferencia entre Índices Verdes, para cada una de las fuentes de datos, para las dos fechas analizadas, se obtuvieron los polígonos del ensamble como se en la Figura 4.

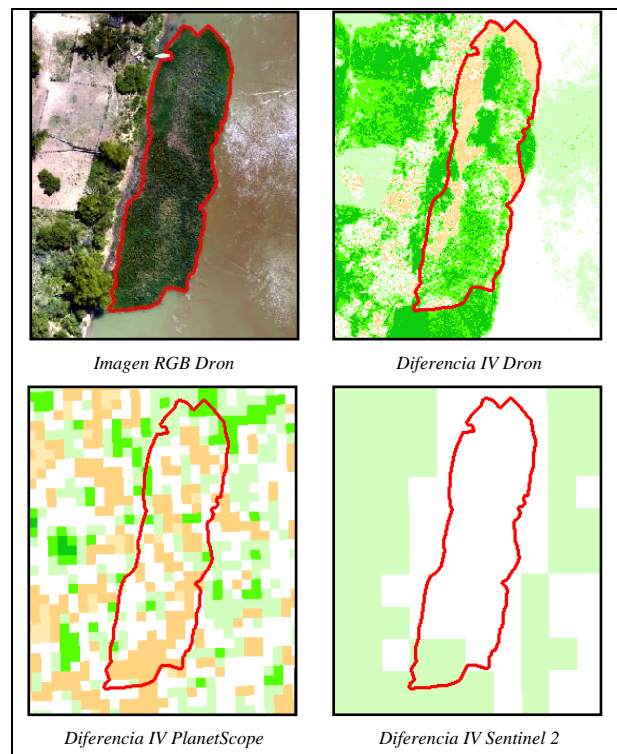


Figura 4.-Resultados Diferencia entre IV Mayo - Febrero

La rampa de colores utilizada indica que, valores representados en color blanco destacan sectores donde no hubo diferencias entre los IV. Los tonos anaranjados indican diferencias negativas mientras que los verdes positivos (disminución o recrecimiento de la vegetación en el mes de Febrero respecto a la de Mayo respectivamente). Los valores oscilaron entre -0.66 a 0.60.

Conclusiones

En este trabajo se utilizó información satelital de tres fuentes diferentes: Dron, MisionPlanetScope y Sentinel 2. De la estadística a nivel de píxel sobre el área piloto se concluyó que, a medida que se incrementa la resolución espacial, el área de cobertura vegetada se ve disminuida lo cual era de esperarse, debido a que, al ser los píxeles de mayor tamaño, no permiten diferenciar con exactitud las diferentes ocupaciones.

La utilización del índice verde resultó de utilidad para evaluar el estado fenológico de la vegetación notando sectores nuevos de colonización en el mes de Febrero respecto a Marzo (colores en tonos anaranjados).

Referencias

Nepf, H.M. (2012). "Hydrodynamics of vegetated channels". *Journal of Research*, 50 (3)pp 262-279.

Lillesand, T., Kiefer, R., & Chipman, J. (2015). *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley & Sons, 2015.