



Título de la Tesis Doctoral: Detección y análisis de la degradación forestal mediante la integración de imágenes de satélite y datos adquiridos con vehículos aéreos no tripulados (UAV) usando algoritmos de inteligencia artificial

Director/es: Luis Ángel Ruiz Fernández y Jorge Abel Recio Recio.

Resumen: La degradación de los bosques naturales amenaza significativamente los ecosistemas boscosos a nivel global, afectando la biodiversidad, el almacenamiento de carbono y la calidad de los servicios ecosistémicos (Bullock *et al.*, 2020). Los importantes avances en el desarrollo de algoritmos de inteligencia artificial sobre imágenes satelitales (Ball *et al.*, 2017) se presentan como alternativas prometedoras de monitoreo a mediana y gran escala. Esta investigación propone mejorar la detección y el análisis de la degradación forestal en diferentes ecosistemas forestales mediante técnicas avanzadas de inteligencia artificial integrando imágenes satelitales de libre acceso (por ejemplo: Landsat y Sentinel-2), imágenes de alta resolución adquiridas con vehículos aéreos no tripulados (UAV), nubes de puntos basada en fotogrametría aérea (UAV-DAP) e información auxiliar adquirida en campo.

Para llevar a cabo esta investigación se proponen los siguientes objetivos:

- i. Implementar y optimizar la extracción de características relevantes de áreas de bosques naturales degradados a partir de imágenes UAV de alta resolución usando técnicas y algoritmos de deep learning (Kattenborn *et al.*, 2021).
- ii. Diseñar y entrenar redes neuronales para integrar y fusionar eficientemente la información derivada de imágenes satelitales y UAV, características espectrales, geométricas y de vecindad obtenidas a partir de la nube de puntos UAV-DAP (Carbonell-Rivera *et al.*, 2024), e información auxiliar de campo, aprovechando las complementariedades entre fuentes de información para una mejor caracterización y cuantificación de la degradación forestal (Alvarez-Vanhard *et al.*, 2021).
- iii. Evaluar la posibilidad de extrapolar los modelos generados a áreas donde solo se dispone de imágenes de satélite.
- iv. Validar la metodología propuesta y evaluar su aplicabilidad en diferentes tipos de bosques y escenarios de degradación.

Se espera que este enfoque mejore la eficiencia en el monitoreo de la degradación forestal, contribuyendo como herramienta para monitorear acciones de conservación y restauración de los ecosistemas forestales.

Medios disponibles: Se propone trabajar en áreas de bosques naturales con material satelital de acceso libre como son las imágenes ópticas de Landsat y/o Sentinel-2, e imágenes UAV y nubes de puntos UAV-DAP obtenidas por el alumno (levantamientos propios y gestión de acceso a datos de proyectos públicos), así como también con la información dasométrica de parcelas de Inventario Nacional Forestal (INF).



Bibliografía:

Alvarez-Vanhard, E., Corpetti, T., & Houet, T. (2021). UAV & satellite synergies for optical remote sensing applications: A literature review. *Science of Remote Sensing*, 3, 100019. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.srs.2021.100019>

Ball, J. E., Anderson, D. T., & Chan, C. S. (2017). Comprehensive survey of deep learning in remote sensing: theories, tools, and challenges for the community. *Journal of Applied Remote Sensing*, 11(4), 042609. <https://doi.org/10.1117/1.JRS.11.042609>

Bullock, E. L., Woodcock, C. E., Souza Jr, C., & Olofsson, P. (2020). Satellite-based estimates reveal widespread forest degradation in the Amazon. *Global Change Biology*, 26(5), 2956-2969. <https://doi.org/10.1111/gcb.15029>

Carbonell-Rivera, J. P., Estornell Cremades, J., Ruiz Fernández, L. Á., Crespo-Peremarch, P., Almonacid-Caballer, J., & Torralba, J. (2024). Class3Dp: A supervised classifier of vegetation species from point clouds. *Environmental Modelling & Software*, 171. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2023.105859>

Kattenborn, T., Leitloff, J., Schiefer, F., & Hinz, S. (2021). Review on Convolutional Neural Networks (CNN) in vegetation remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 173, 24-49. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.12.010>