



Título de la Tesis Doctoral: Teledetección de las necesidades de fertilización y riego en cítricos

Director/es: Luis Guanter Palomar, Carlos Mesejo Conejos

Resumen:

La estimación del contenido nutricional e hídrico de la vegetación es una de las tareas fundamentales en la gestión agronómica de los cultivos. Esta tarea se ve fuertemente condicionada por las metodologías tradicionales en campo de toma de muestras y análisis de laboratorio, que resultan costosas y abarcan muy poca superficie de cultivo.

Las adquisiciones de series temporales de datos satélite y dron, multiespectrales e hiperespectrales, pueden ayudar a obtener información a lo largo de todo el ciclo fenológico, en grandes áreas de cultivo y a un coste económico relativamente bajo.

En la actualidad los reducidos estudios que existen centran sus esfuerzos en obtener correlaciones directas del contenido nutricional e hídrico con los diversos índices de vegetación. Esta metodología descuida aspectos tan relevantes como: 1) Las resoluciones espaciales de satélite, que muestran una mezcla espectral de elementos que no son cultivo y por lo tanto influyen en el resultado final y 2) La época de estudio, ya que los elementos nutricionales son dinámicos en la planta, en mayor o menor medida, y por lo tanto se pueden obtener coeficientes de correlación altos en ciertas etapas fenológicas y bajos coeficientes en otras.

Por todo ello, se diseñarán experimentalmente una serie de ensayos, sobre cultivo de cítricos, en los que se tomarán medidas en campo, a lo largo del ciclo fenológico, para elaborar modelos de regresión no lineal y redes neuronales artificiales. Estos modelos se alimentarán mediante la información obtenida por: Dron multiespectral, satélite multiespectral, satélite *synthetic aperture radar* (SAR) y satélite hiperespectral.

Para realizar el análisis exploratorio de datos será necesario aplicar técnicas de fusión de datos y de reducción de escala, *downscaling*, para adecuar los datos antes de comenzar el procesado y aplicación de los modelos. Además será necesario el empleo de técnicas de segmentación y *spectral unmixing* para depurar y obtener información únicamente del cultivo.

Una vez depurados los datos y aplicados los modelos de *machine learning*, se pretende obtener datos geoespaciales del contenido nutricional e hídrico, que ayuden a la definición de estrategias de fertilización y riego del cultivo de cítricos.

Medios disponibles:

Este proyecto se plantea como una serie de ensayos de campo en el que se tomarán medidas mediante diversas tecnologías. Además, se recogerán muestras foliares de campo para hacer análisis de laboratorio.

Satélite

Satélite multiespectral: Sentinel 2, Landsat 8, Landsat 9

Satélite *synthetic aperture radar* (SAR): Sentinel 1

Satélite hiperespectral: EnMAP



Satelite térmico: Sentinel 3. SLSTR

Dron

Dron Dji Matrice 300RTK, antena de posicionamiento D-RTK2

Cámara Micasense Altum: sensor multiespectral: Bandas: red, green, blue, borde rojo, infrarrojo cercano, térmico

Dispositivos de campo

SPAD, medidor compacto que proporciona una indicación de la cantidad de clorofila presente en la hoja de la planta

Sensores próximos de suelo: Sensores de suelo capacitivos FDR, multiparamétricos. Medidas de contenido de humedad volumétrico, temperatura y conductividad eléctrica.

Sensores de temperatura y humedad atmósfera. Sensores de ambiente multiparamétricos. Medidas de humedad relativa, temperatura y presión atmosférica.

Dispositivos de laboratorio

Materiales y reactivos necesarios para realizar análisis bioquímicos de las muestras foliares Espectroradiómetro, medidor no destructivo hiperespectral, para obtener la firma espectral de la vegetación. Lo ideal sería obtener las medidas en el rango solar

Este proyecto, enmarcado en un doctorado industrial se llevará a cabo mediante la colaboración entre:

1. El grupo de investigación Land and Atmosphere Remote Sensing (LARS) del IIAMA, representado por el cotutor Luis Guanter.
2. El grupo de investigación de citricultura y fruticultura del IAM representado por el cotutor Carlos Mesejo.
3. La empresa de Agritech VisualNacert SL, representada por el doctorando Ferran Fernández

Este proyecto de Tesis cuenta con la financiación del plan estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2021-2023. Ayudas para doctorados industriales.

Bibliografía:

Berger, K., Verrelst, J., Féret, J., Hank, T., Woche, M., Mauser, W. & Camps-Valls, G. (2020). Retrieval of aboveground crop nitrogen content with a hybrid machine learning method. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 92, 1569-8432. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102174>

Galvez-Sola, L., García-Sánchez, F., Pérez-Pérez, J. G., Gimeno, V., Navarro, J. M., Moral, R., ... & Nieves, M. (2015). Rapid estimation of nutritional elements on citrus leaves by near infrared reflectance spectroscopy. *Frontiers in plant science*, 6, 571.

Idso, S. B., Jackson, R. D., Pinter Jr, P. J., Reginato, R. J., & Hatfield, J. L. (1981). Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. *Agricultural meteorology*, 24, 45-55.

Menesatti, P., Pallottino, F., Antonucci, F., Rocuzzo, G., Intrigliolo, F., & Costa, C. (2012). Non-destructive proximal sensing for early detection of citrus nutrient and water stress. In *Advances in Citrus Nutrition* (pp. 113-123). Springer, Dordrecht.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
CARTOGRÁFICA, GEODESIA Y
FOTOGRAMETRÍA

- Menesatti, P., Antonucci, F., Pallottino, F., Rocuzzo, G., Allegra, M., Stagno, F., & Intrigliolo, F. (2010). Estimation of plant nutritional status by Vis-NIR spectrophotometric analysis on orange leaves [*Citrus sinensis* (L) Osbeck cv Tarocco]. *biosystems engineering*, 105(4), 448-454.
- Misbah, K., Laamrani, A., Khechba, K., Dhiba, D., & Chehbouni, A. (2021). Multi-sensors remote sensing applications for assessing, monitoring, and mapping NPK content in soil and crops in African agricultural land. *Remote Sensing*, 14(1), 81.