

Geographic Information System and Remote Sensing applied to the estimation of the plant water status

Aplicación de Sistemas de Información Geográfica y teledetección a la estimación del estado hídrico de una planta

C. Castillo¹*, J.M. de la Rosa¹, A. Pérez-Pastor¹

¹ Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT). Dpto. Producción Vegetal. Paseo Alfonso XIII, 48. 30203. Cartagena (Murcia). ²Dirección completa de las distintas afiliaciones de los autores

*cgg91982@gmail.com

Abstract

The importance of Geographic Information Systems (GIS) at handling managing geospatial data, is demonstrated in a large number of scientific and professional disciplines that have an impact on the territory. Thus, in agriculture, it is a transversal tool that include the recompilation of: (i) geographic information: soil-plant geolocated sensors in experimental fields, water and fertilizers consumption for each irrigation sector, energy consumption and digital surface models (ii) representation and analysis: obtaining temperature maps, aspect models, solar radiation, run-off and salinity, as well as hardware, software and the people who compose it, results in the optimization of resources (goods, energy and workforce) what it makes the farm more efficient and more beneficial for the environment. In addition, in this project, the use of new technologies, such as satellite imagery or drones with multispectral cameras, allow to obtain other parameters that are not observed with the naked eye, like the state of the crop in spectroradiometric terms (remote sensing).

Keywords: Geolocation; maps; agriculture.

Resumen

La importancia de un Sistema de Información Geográfica (SIG) a la hora de gestionar datos geoespaciales, queda demostrada en una gran cantidad de disciplinas científicas y profesionales que tienen un impacto en el territorio. Así, en agricultura, se trata de una herramienta transversal que engloba la recopilación de: (i) información geográfica: sensores suelo-planta geolocalizados en las parcelas experimentales, consumo de agua y fertilizantes para cada sector de riego, consumo de energía y modelos digitales del terreno (ii) representación y análisis: con la obtención de mapas de temperatura, orientaciones, radiación solar, escorrentía y salinidad, así como el hardware, software y las personas que lo componen, tiene como resultado la optimización de recursos (consumibles, energéticos y mano de obra) lo que hace a la finca más eficiente y más beneficiosa para el medio ambiente. Además, en este trabajo el uso de nuevas tecnologías tales como imágenes de satélite o drones dotados de cámaras multiespectrales, permiten obtener otros parámetros que no se observan a simple vista, como es el estado del cultivo en términos espectrorradiométricos (teledetección).

Palabras clave: Geolocalización; mapas; agricultura.

1. INTRODUCCIÓN

La Región de Murcia es la huerta de Europa, sus números así lo corroboran, según ECONET en 2016 el valor de las exportaciones ascendieron 2.676M€, estos números indican la importancia que tiene este sector en la economía de esta Comunidad Autónoma.

Sin embargo, la escasez de agua que se registra en el Sureste español hace que este sector se vea muy comprometido en los próximos años [1-2] debido al desequilibrio existente entre los limitados recursos hídricos y la elevada demanda hídrica. Por lo tanto, la programación del riego debe ser precisa, y esto requiere estrategias para optimizar la productividad del agua de riego [3].

El uso de UAV (vehículos aéreos no tripulados) en el sector de la agricultura, es una tecnología en auge gracias a los avances tecnológicos, la reducción de costes y también en la disminución del tamaño de los sensores relacionados con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), sensores ópticos y desarrollo de los vuelos preprogramados [4]. Esta tecnología permite la detección temprana de estrés hídrico utilizando métodos no destructivos [5]. Las principales ventajas que se encuentran con esta tecnología son: i) La resolución temporal, porque se puede adquirir las imágenes en el día y la hora que se establezca; ii) Resolución radiométrica, se van a evitar las interferencias que producen las nubes o cualquier otro agente en suspensión en la atmósfera (como aerosoles), dado que las alturas de vuelo para la toma de imágenes no van a superar los 120m que marca la legislación actual [6]; iii) y por último la resolución espacial, los sensores actuales pueden obtener precisiones de cm/pix.

Son numerosos estudios los relativos a agricultura de precisión con sensores remotos [7], estos datos, que en la actualidad suscitan un gran interés [5] deben ser correlacionados con medidas del estado hídrico suelo-planta como pueden ser potencial hídrico de tallo, conductancia estomática o índice de área foliar [8-9-10], ya que los resultados obtenidos mediante tratamiento de imagen pueden mostrar variaciones dependiendo del tipo de cultivo, edad del cultivo, tipo de suelo, tipo de riego, etc.

Todos los datos recopilados de los sensores remotos así como los parámetros suelo-planta que se encuentran geolocalizados, pueden geoprocesarse en un SIG, en él, se pueden establecer relaciones que son representadas en mapas digitales, pudiendo obtener mapas de zonificación de la fertilidad del suelo, la escasez de agua, la falta de oxígeno, la vulnerabilidad a la erosión e impedimentos para la mecanización.

Es por ello que el presente trabajo trata de presentar las bases de una tesis doctoral que tendrá por finalidad y objetivo principal la optimización de recursos hídricos utilizando nuevas tecnologías.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Condiciones experimentales

El estudio, que se inició en julio de 2016, se desarrolla en una parcela de naranjo (*Citrus sinensis cv Lane late*) de una finca comercial “La Hornera”, situada en el término municipal de la Vega del Segura (38.114296 N, -1.175707W). La parcela tiene una superficie de 5 ha y presenta una pendiente media del 5% y un suelo profundo y de textura franco-arcillosa. Los naranjos, injertados sobre *Citrus macrophila* y con madera intermedia de limón fino 49, tienen 12 años de edad, están colocados a un marco de plantación de 7x2.5 m y presentan un porcentaje de cobertura foliar próximo al 30 %.

El sistema de riego consta de una línea porta emisores por fila de árboles, con 3 goteros autocompensantes de 4 L·h⁻¹ por árbol. El agua de riego (del trasvase Tajo-Segura) tiene una conductividad eléctrica baja, en torno a 1 dS·m⁻¹. Las prácticas culturales (podas, control de malas

hierbas, tratamientos fitosanitarios, etc.) son realizadas por el personal de la finca comercial con el criterio habitual de la zona.

2.2 Tratamientos de riego

Inicialmente se han establecido 4 tratamientos de riego:

- i) Control (T_{CTL}). Regado en todo momento en base a sus necesidades hídricas totales, las cuales se determinan a partir de la evapotranspiración potencial de cultivo de referencia (ET_0) y los coeficientes de cultivo (k_c).
- ii) Riego deficitario controlado leve (T_{RDC1}). Regado como T_{CTL} durante todo el periodo a excepción de los periodos no críticos donde se reduce el riego en un 25 % respecto al riego aplicado en T_{CTL} .
- iii) Riego deficitario controlado moderado (T_{RDC2}). Regado como T_{CTL} durante todo el periodo a excepción de los periodos no críticos donde se reduce el riego en un 50 % respecto al riego aplicado en T_{CTL} .
- iv) Tratamiento regado según el criterio de la empresa comercial (T_{FINC}).

Los 4 tratamientos están formados por tres repeticiones distribuidos según un esquema de bloques al azar. Cada repetición consta de 3 filas de 7 árboles. Las medidas se realizan en la fila central.

2.3 Medidas a realizar

Toma de datos multiespectrales con el sensor Sentera Quad Sensor configurado con 3x 1,2 Mp, cámara con obturador global configurado en la banda estrecha borde rojo (670 nm, 700 nm y 730 nm), y una cámara de 10MP configurado en banda ancha de color RGB.

Medidas de huella espectral con espectrorradiómetro Field Spec 3 capacidad de detección de rango completo (350 nm - 2500 nm) proporciona Vis / recogida de datos uniforme NIR / SWIR en todo el espectro de irradiancia solar.

Medidas de estado hídrico del cultivo. Se monitorizan las fluctuaciones de diámetro de tronco a partir de 6 dendrómetros por tratamiento, se realizan medidas puntuales (cada 1 ó 2 semanas) del potencial hídrico foliar (Ψ_F), potencial hídrico de tallo (Ψ_T) y temperatura foliar (T_F).

Medidas de estado hídrico del suelo, monitorizado a partir de la medida de la tensión matricial del suelo con 3 sensores por tratamiento.

Medidas de crecimiento vegetativo a partir de la monitorización del crecimiento del tronco, de medidas puntuales de perímetro de tronco, medidas de la dimensión de la copa y peso del material vegetal procedente de la poda.

Medidas referentes a parámetros productivos y de calidad de la cosecha tales como la floración, el crecimiento del fruto, la producción

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados esperados en este trabajo son:

- Establecer modelos de comportamiento del estado hídrico del cultivo a partir de las imágenes tomadas con sensores remotos.
- Elaboración de mapas de aplicación para la optimización de insumos (fertilizantes y fitosanitarios) y consumos (agua y energía)
- Desarrollo de nuevos índices sensibles al estado hídrico del cultivo.

4. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo será financiado a través del proyecto: Irriman Life+ / Implementation of efficient irrigation management for a sustainable agriculture LIFE13 ENV/ES/000539

5. REFERENCIAS

- [1] S.G. Garcia-Galiano, P. Olmos-Giménez, J.D. Giraldo-Osorio Assessing nonstationary spatial patterns of extreme droughts from long-term high-resolution observational dataset on a semiarid basin (Spain) *Water*, 7 (10) (2015), pp. 5458–5473
- [2] T.F. Stocker, D. Qin, G.K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, P.M. Midgley IPCC climate change 2013: the physical science basis Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Inter HG Jones, RA Vaughan
- [3] S. Tapsuwan, J.E. Hunink, F. Alcon, A. Mertens-Palomares, A. Baille. (2014) Assessing the design of a model-based irrigation advisory bulletin: the importance of end-user participation *Irrig. Drain.*, 64: 228–240
- [4] JAJ Berni, PJ Zarco-Tejada, L. Suárez, E. Fereres. Thermal and narrowband multispectral remote sensing for vegetation monitoring from an unmanned aerial vehicle. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 47 (3) (2009), pp. 722-738
- [5] Teledetección de la vegetación: Principios, Técnicas y Aplicaciones Oxford University Press Inc., Nueva York (2010) governmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK/New York, NY, USA (2013)
- [6] BOE del viernes 17 de octubre de 2014, Sección 6.ª Aeronaves civiles pilotadas por control remoto, artículos 50 y 51 http://www.seguridadaerea.gob.es/media/4389070/ley_18_2014_de_15_octubre.pdf
- [7] J. Gago, C. Doutheb, R.E. Coopmanc, P.P. Gallegoa, M. Ribas-Carbob, J. Flexasb, J. Escalonab, H. Medranob. UAVs challenge to assess water stress for sustainable agriculture. *Agricultural Water Management*. Volume 153, 1 May 2015, Pages 9–19
- [8] C.C. Lelong, P. Burger, G. Jubelin, B. Roux, S. Labbé, F. Baret. Assessment of unmanned aerial vehicles imagery for quantitative monitoring of wheat crop in small plots. *Sensor*, 8 (5) (2008), pp. 3557–3585
- [9] V. González-Dugo, P. Zarco-Tejada, J.A. Berni, L. Suárez, D. Goldhamer, E. Fereres. Almond tree canopy temperature reveals intra-crown variability that is water stress-dependent. *Agric. Forest Meteorol.*, 154 (2012), pp. 156–165
- [10] J. Gago, S. Martorell, M. Tomás, A. Pou, B. Millán, J. Ramón, M. Ruiz, R. Sánchez, J. Galmés, M.A. Conesa, J. Cuxart, J. Tardáguila, M. Ribas-Carbó, J. Flexas, H. Medrano, J.M. Escalona High-resolution aerial thermal imagery for plant water status assessment in vineyards using a multicopter-RPAS. First Conference of the International Society for Atmospheric Research using Remotely-piloted Aircraft, (ISARRA), Palma de Mallorca, Spain (2013)