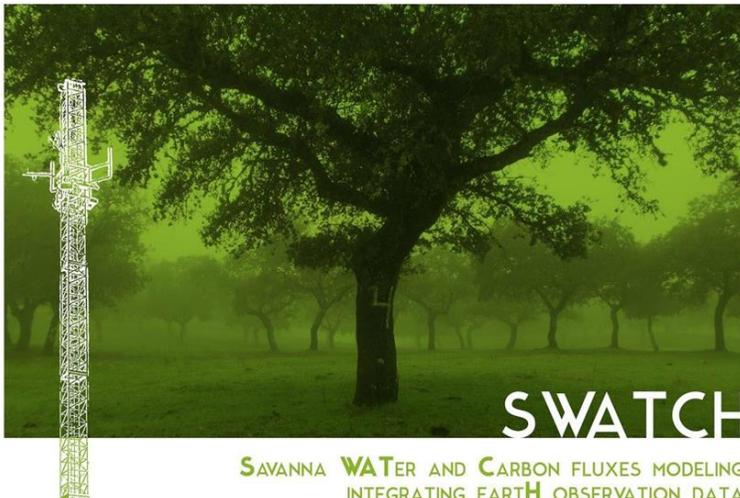


Modelado de Flujos de Agua y Cobertura Vegetal en Dehesa con Teledetección.



1. ¿Por qué surge?

2. ¿Qué pretende?

3. Arbolado

4. Consumo de agua

5. Estrés hídrico



INSTITUTO ANDALUZ DE INVESTIGACIÓN
Y FORMACIÓN AGRARIA, PESQUERA,
ALIMENTARIA Y DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA
Consejería de Agricultura, Ganadería,
Pesca y Desarrollo Sostenible



Unión Europea

Modelado de Flujos de Agua y Cobertura Vegetal en Dehesa con Teledetección/ [Andreu, A.; Carpintero, E.; Gómez-Giráldez, P.; Carbonero, M.D.; González-Dugo, M.P.]. - Córdoba. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2021. 1-17 p. Formato digital (e-book) - (Área de Ingeniería y Tecnología Agroalimentaria)



Este documento está bajo Licencia Creative Commons.
Reconocimiento-No comercial-Sin obra derivada.
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es>

Modelado de Flujos de Agua y Cobertura Vegetal en Dehesa con Teledetección.

© Edita JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.
Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible.
Córdoba, Febrero de 2021.

Autoría:

Ana Andreu¹, Elisabet Carpintero¹, Pedro Gómez Giraldez¹, María Dolores Carbonero², María P. González Dugo¹

Agradecimientos:

El trabajo de la **Dr. Andreu** (proyecto SWATCH) fue financiado por el programa de Investigación e Innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea bajo el acuerdo de subvención **Marie Skłodowska-Curie No 703978**. El trabajo de E. Carpintero por el programa FPU -del Departamento de Educación, Cultura y Deporte, y el de la Dr. Gonzalez-Dugo por el SensDehesa (PP.PEI.IDF201601.16), cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), como parte del programa operativo de Andalucía 2014-2020.

¹ IFAPA, Centro Alameda del Obispo, email de contacto: anandream@posteo.net y mariap.gonzalez.d@juntadeandalucia.es ² IFAPA, Centro de Hinojosa

¿Por qué surge?

Las praderas con árboles y arbustos dispersos se encuentran entre los sistemas más complejos, variables y extensos de la Tierra (cubren alrededor del 20% de su superficie). Una quinta parte de la población mundial depende de ellos para su subsistencia. El ejemplo más representativo en la Península Ibérica son las dehesas (Fig. 1), que suponen alrededor de 3.1 millones de ha, más de un 70% localizadas en Andalucía y Extremadura. En la dehesa el agua es el principal factor limitante de la producción, y las prácticas de manejo juegan un papel clave en su conservación.

Es por ello que la integración de información medida con sensores remotos (por ejemplo a bordo de satélites) en modelos que estimen el consumo de agua y el crecimiento de la vegetación, nos permitirá mapear la evolución de la salud de estos sistemas, mejorando su gestión.



Figura 1: Dehesa de Santa Clotilde (Parque de Cardeña y Montoro, Córdoba).

¿Qué pretende?

El objetivo del proyecto SWATCH (Fig. 2) es desarrollar un modelo para dehesa, y en general para paisajes tipo sabana, que cuantifique el uso de agua y el crecimiento de la vegetación, que sirva como apoyo a la toma de decisiones en un contexto futuro de condiciones climáticas cada vez más extremas. Para la consecución del objetivo, SWATCH integra datos de teledetección a diferentes escalas midiendo balances de agua en el suelo y de energía en la superficie. Se utilizan largas series de medidas provenientes de torres instaladas en campo para determinar las características del ecosistema, evaluar el funcionamiento de los modelos en la dehesa, y para validar los resultados.



Figura 2: Esquema del proyecto SWATCH: modelado de agua y carbono en Dehesa.

Arbolado

Entre los principales problemas para la conservación de la dehesa se encuentra el **envejecimiento** del arbolado y su falta de **regeneración** natural. Esta situación se agrava con la sequía y el aumento de las temperaturas. La teledetección ofrece información que permite realizar, de forma precisa y regularmente, un seguimiento de la cubierta arbórea para incluir en el manejo estrategias de conservación de arbolado a diferentes niveles (finca, cuenca, regional).

Mediante **imágenes por satélite** a distintas resoluciones espaciales y temporales (dependiendo de nuestros requerimientos), es posible estimar la **cobertura del arbolado**.

En el gráfico (Fig. 3) se muestra la fracción arbórea para toda la cubierta de dehesa de la Península Ibérica, desde el año 2001 al 2018¹. Los periodos más secos (sequías) están recuadrados en amarillo.

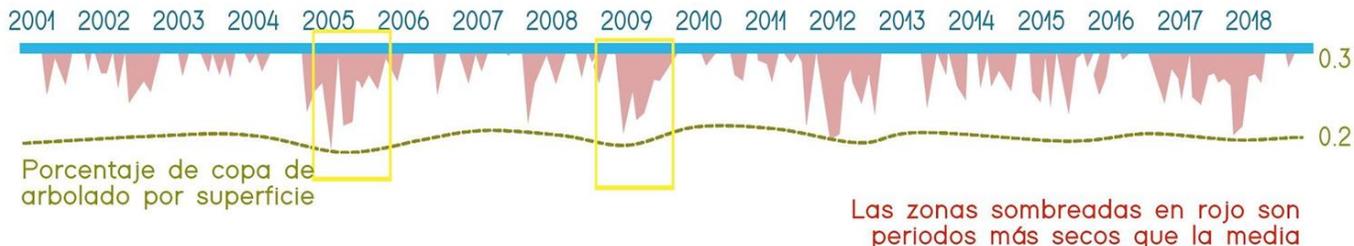


Figura 3: Evolución mensual de la fracción arbórea en dehesa en la Península Ibérica.

¹ González-Dugo, M. P., Chen, X., Andreu, A., Carpintero, E., Gómez-Giraldez, P. J., Carrara, A., and Su, Z.: Long-term water stress and drought monitoring of Mediterranean oak savanna vegetation using thermal remote sensing, Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss. [preprint], <https://doi.org/10.5194/hess-2020-190>, in review, 2020

Arbolado

A nivel de parcela, mediante sensores a bordo de aviones o drones, que proporcionan la información a mayor resolución espacial, es posible mapear el pasto, separándolo de la fracción arbórea (Fig. 4), y estudiando cómo cambia en el tiempo².

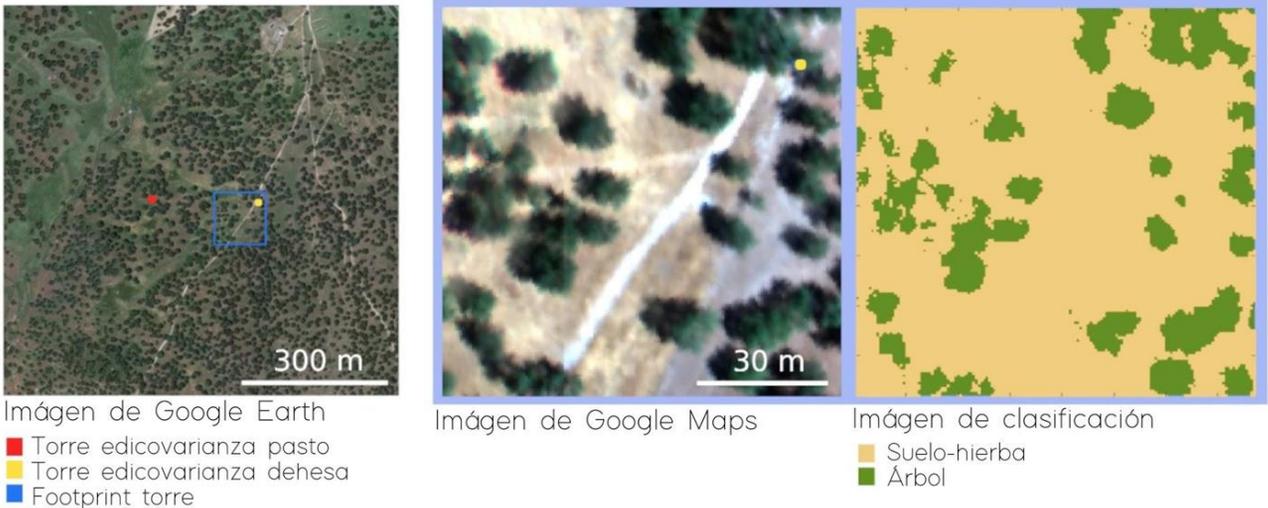


Figura 4: Mapa de clasificación para la dehesa de Santa Clotilde.

² Carpintero E, Andreu A, Gómez-Giráldez PJ, Blázquez A, González-Dugo MP. Remote-Sensing-Based Water Balance for Monitoring of Evapotranspiration and Water Stress of a Mediterranean Oak-Grass Savanna. Water. 2020; 12(5):1418. <https://doi.org/10.3390/w12051418>

Arbolado

A nivel distribuido-regional (Fig. 5), es posible delimitar las áreas vulnerables donde los esfuerzos de repoblación han de ser mayores³ y, a escala de finca, decidir las ubicaciones exactas de las mismas.

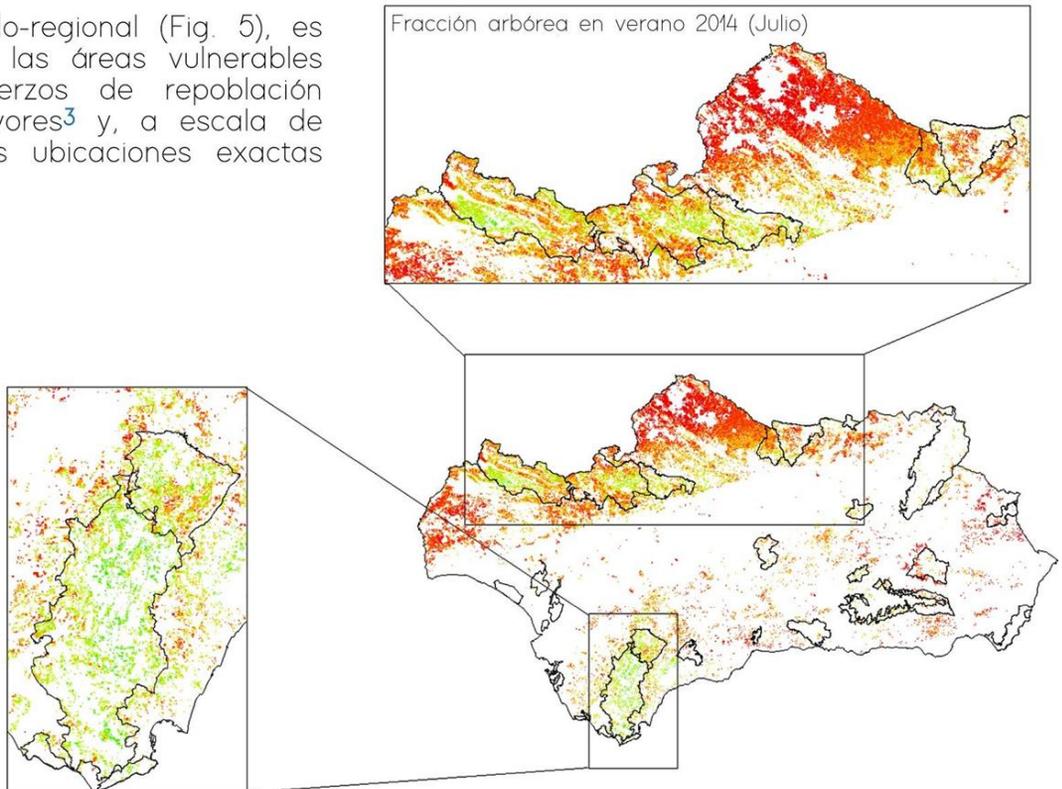
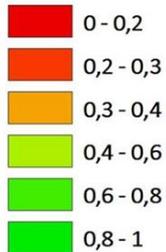


Figura 5: Fracción de cobertura de vegetación durante verano 2014 (Julio) para la dehesa de Andalucía, derivada de MODIS.

³ Andreu A, Kustas WP, Polo MJ, Carrara A, González-Dugo MP. Modeling Surface Energy Fluxes over a Dehesa (Oak Savanna) Ecosystem Using a Thermal Based Two Source Energy Balance Model (TSEB) II—Integration of Remote Sensing Medium and Low Spatial Resolution Satellite Images. Remote Sensing. 2018; 10(4):558. <https://doi.org/10.3390/rs10040558>

Consumo de agua

En estos paisajes con escasez regular de agua como la dehesa, su disponibilidad en la zona de las raíces afecta seriamente a la salud del sistema. Dada la alta variabilidad espacial y temporal de la humedad del suelo, las técnicas de medición directa en campo no suelen ser representativas ni sostenibles económicamente. La integración de la teledetección en modelos terrestres (balances de agua y energía) permite mapear la evolución del **consumo de agua de la dehesa** (evapotranspiración, ET) a diferentes niveles (local-regional) ofreciendo información que apoye la toma de decisiones como la protección de zonas vulnerables o el cultivo de especies más tolerantes al estrés hídrico (Fig. 6).

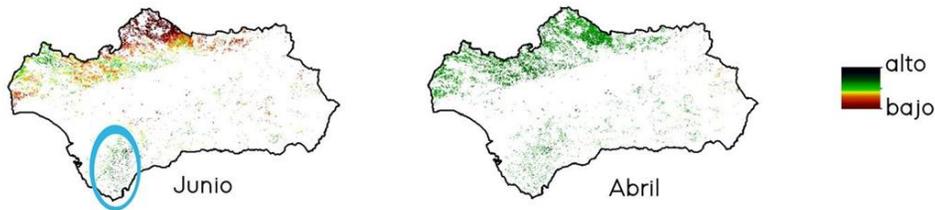


Figura 6: Estimación del consumo de agua a nivel Andaluz³. Se puede observar que en algunas áreas la vegetación sigue consumiendo mucha agua durante el verano.

³ Andreu A, Kustas WP, Polo MJ, Carrara A, González-Dugo MP. Modeling Surface Energy Fluxes over a Dehesa (Oak Savanna) Ecosystem Using a Thermal Based Two Source Energy Balance Model (TSEB) II—Integration of Remote Sensing Medium and Low Spatial Resolution Satellite Images. Remote Sensing. 2018; 10(4):558. <https://doi.org/10.3390/rs10040558>

Consumo de agua

En la figura 7, en los gráficos de la derecha (10 m) somos capaces de distinguir más detalles en el consumo de agua de los diferentes componentes de la imagen (p. ej. las zonas de vegetación más densa cercanas al río, o diferentes cultivos)⁴.

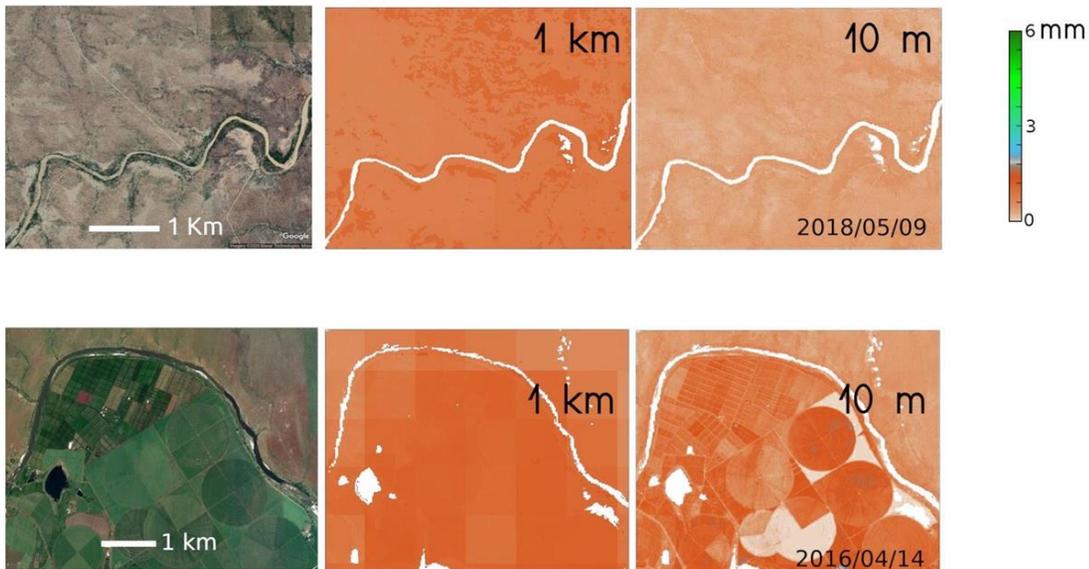
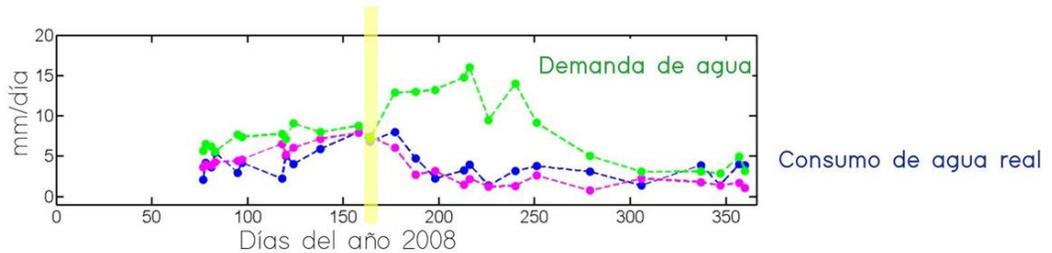


Figura 7: Consumo de agua diario a diferente resolución espacial en un paisaje de dehesa (arriba) y cultivo (abajo).

⁴ Andreu A, Dube T, Nieto H, Mudau AE, González-Dugo MP, Guzinski R, Hulsmann S. Remote sensing of water use and water stress in the African savanna ecosystem at local scale. 2019; Physics and Chemistry of the Earth, 112,154-164, <https://doi.org/10.1016/j.pce.2019.02.004>.

Consumo de agua

Las gráficas de la figura 8 muestran el análisis de la evolución del consumo de agua (ET estimada mediante el modelo TSEB) para una finca de dehesa (Extremadura). La diferencia entre la ET modelada (línea azul) y medida (línea morada) es de 1 mm/día (RMSE)⁵. A partir del día ~150 (Junio) el agua que el ecosistema habría consumido en condiciones de amplia disponibilidad (línea verde) habría superado el agua disponible en las raíces para que la planta transpire. Es una situación usual en dehesa.



La disponibilidad de agua no cubre la demanda

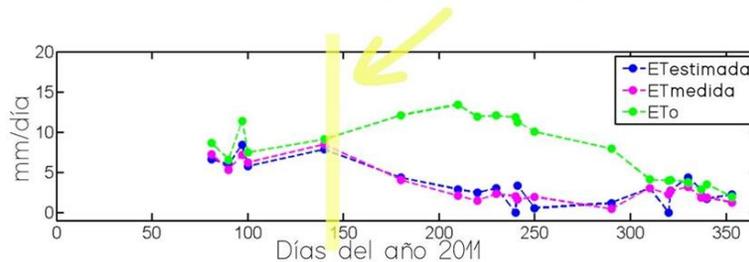


Figura 8: Consumo de agua diario de una finca de dehesa extremeña

⁵ Andreu A, Kustas WP, Polo MJ, Carrara A, González-Dugo MP. Modeling Surface Energy Fluxes over a Dehesa (Oak Savanna) Ecosystem Using a Thermal Based Two-Source Energy Balance Model (TSEB) I. Remote Sensing. 2018, 10(4):567. <https://doi.org/10.3390/rs10040567>.

Consumo de agua

La figura 9 muestra el análisis de la evolución del consumo de agua (estimado mediante el modelo Kc-FAO56) para la finca de Santa Clotilde (Andalucía) desde el año hidrológico 2013/2014 al 2016/2017. La diferencia entre la ET modelada (línea continua en azul) y medida (puntos rojos) es de 0.47 mm/día (RMSE)².

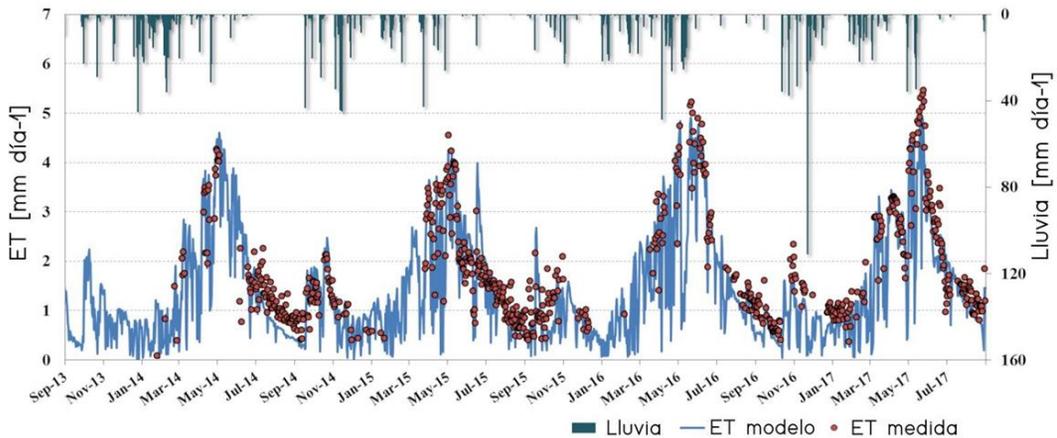


Figura 9: Consumo diario de agua de una finca de dehesa andaluza

² Carpintero E, Andreu A, Gómez-Giráldez PJ, Blázquez Á, González-Dugo MP. Remote-Sensing-Based Water Balance for Monitoring of Evapotranspiration and Water Stress of a Mediterranean Oak-Grass Savanna. Water. 2020; 12(5):1418. <https://doi.org/10.3390/w12051418>

Estrés hídrico

La sequía es un fenómeno devastador. Su ocurrencia, generalizada a nivel mundial, es muy alta en la región Mediterránea, con consecuencias muy serias en diferentes sectores. Sigue siendo un desafío su definición, detección y cuantificación, lo que dificulta su prevención y mitigación.

Diferentes **índices**, como el ratio entre consumo de agua real (ET real) y la demanda (ET potencial) se han desarrollado como indicadores para la sequía agrícola. Nuestros análisis muestran la capacidad de este índice (y sus anomalías) como herramienta de seguimiento para evaluar la incidencia del estrés hídrico en los distintos estratos de la vegetación de dehesa, e identificar en este sistema períodos y eventos secos anómalos. Además, el ratio ET/ET_0 permite identificar aquellas zonas más vulnerables a la sequía.

Este índice varía desde 1, cuando la ET real cubre la demanda de evaporación atmosférica, a 0 cuando existe **déficit hídrico** y la ET real es cercana a 0. Estos mapas se pueden obtener a diferente resolución espacial (p. ej. parcela, comarca, región) (Figura 10).

El empleo de estos índices permite establecer **umbrales para la gestión**, que marquen el estrés de la vegetación, que separen los periodos secos/húmedos, los picos máximos del ecosistema y los periodos de recuperación (Figura 11).

Estrés hídrico

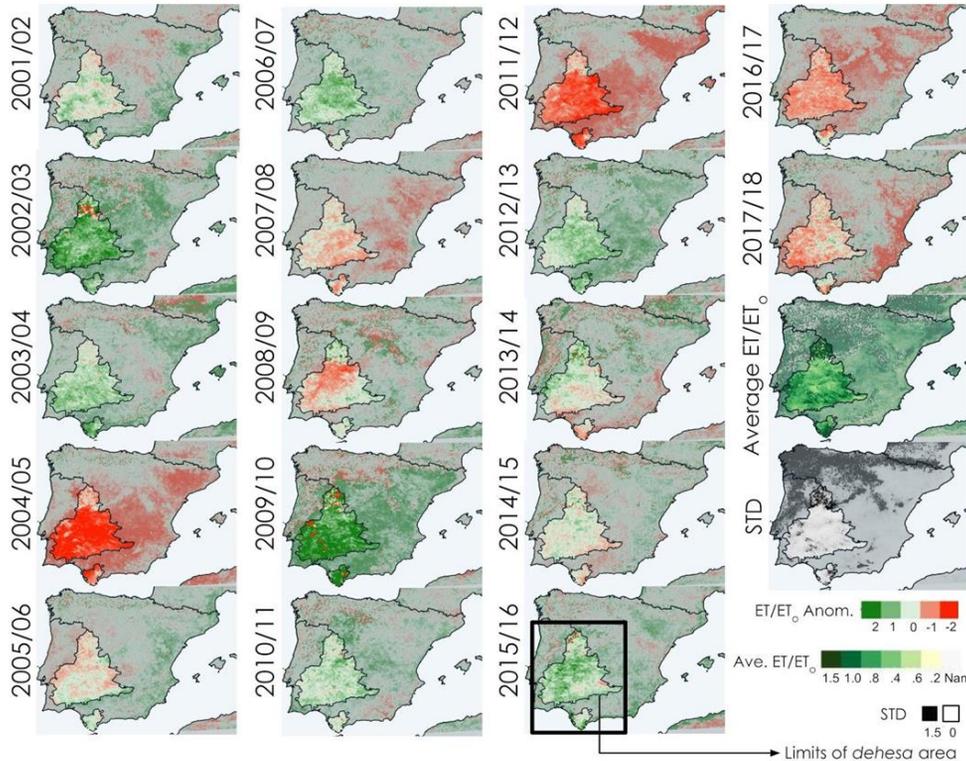


Figura 10: Índice de sequía desde el periodo 2001-2016 para toda la dehesa de la Península (distribución espacial de anomalías anuales de ET, la media del ratio ET/ET_0 y su desviación estandar -STD)¹.

¹ González-Dugo, M. P., Chen, X., Andreu, A., Carpintero, E., Gómez-Giraldez, P. J., Carrara, A., and Su, Z.: Long-term water stress and drought monitoring of Mediterranean oak savanna vegetation using thermal remote sensing, *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.* [preprint], <https://doi.org/10.5194/hess-2020-190>, in review, 2020.

Estrés hídrico

Picos máximos de consumo de agua

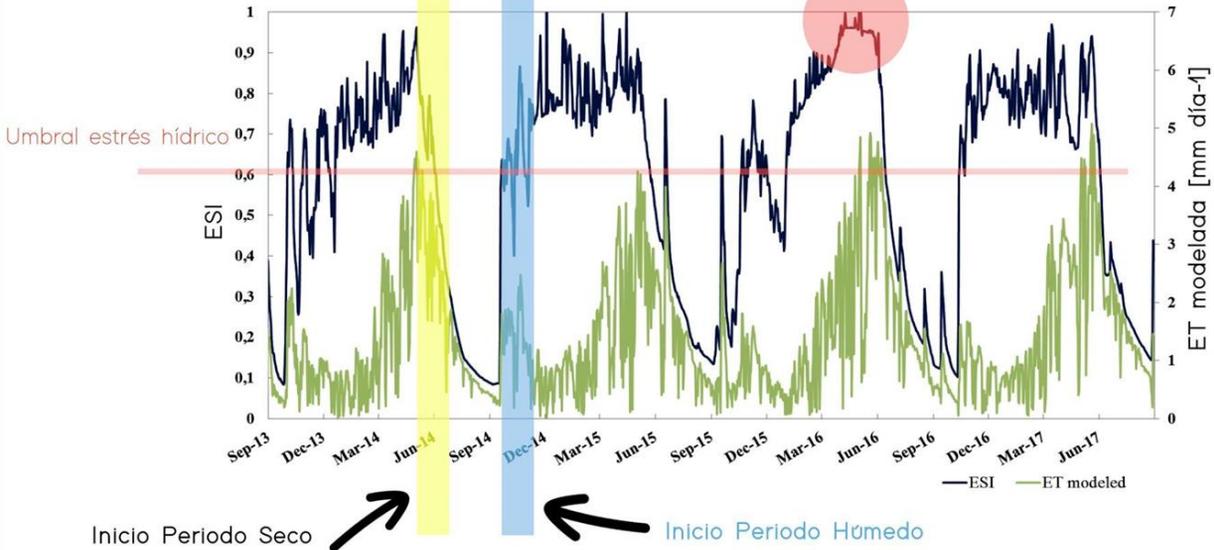


Figura 11: Evapotranspiración diaria (línea verde) y el índice de estrés hídrico (ESI: ratio entre ET real y ET potencial, línea azul) en una dehesa andaluza². En la figura se han marcado los umbrales y periodos que pueden ser interesantes para la gestión de la finca.

Nos interesa tu opinión

Con el objetivo de hacer una investigación cada vez más útil para el sector de la dehesa, nos interesa conocer las necesidades e intereses individuales de todos lo que forman parte de él.

Por favor, rellena la siguiente **encuesta**:

https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/ifapa_websurvey/index.php/survey/index/sid/413425/newtest/Y/lang/es



Antes de rellenar la encuesta se recomienda la lectura del documento servifapa:

Evaluación de la producción de pasto y bellota en la dehesa mediante sensores próximos y remotos. Aplicaciones a la ganadería de precisión⁶.

⁶ Gómez-Giraldez P, Carbonero MD, Andreu A, Carpintero E, González-Dugo MP. Evaluación de la producción de pasto y bellota en la dehesa mediante sensores próximos y remotos. Aplicaciones a la ganadería de precisión. 2021. Córdoba. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.

Modelado de Flujos de Agua y Cobertura Vegetal en Dehesa con Teledetección.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera

Avenida de Grecia s/n
41012 Sevilla (Sevilla) España
Teléfonos: 954 994 595 Fax: 955 516 107
e-mail: webmaster.ifapa@juntadeandalucia.es
www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa



www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa



INSTITUTO ANDALUZ DE INVESTIGACIÓN
Y FORMACIÓN AGRARIA, PESQUERA,
ALIMENTARIA Y DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA
Consejería de Agricultura, Ganadería,
Pesca y Desarrollo Sostenible



Unión Europea