VI CONGRESO IBÉRICO #DehesaMontado

Junta de Andalucía
Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural
Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica

Interreg España - Portugal
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia

CI MONTADO DEHESA

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL SEGUIMIENTO Y ESCALADO DE LA FLORACIÓN MASCULINA DE LA ENCINA EN DEHESAS MEDIANTE TELEDETECCIÓN

Calbet, A. [1,4], García-Moreno, A.M. [1], Carbonero, M.D. [2], Cáceres Clavero, F. [3], Muñoz-Gómez, M.J. [1], Andreu, A. [4], González-Dugo, M.P.[1]

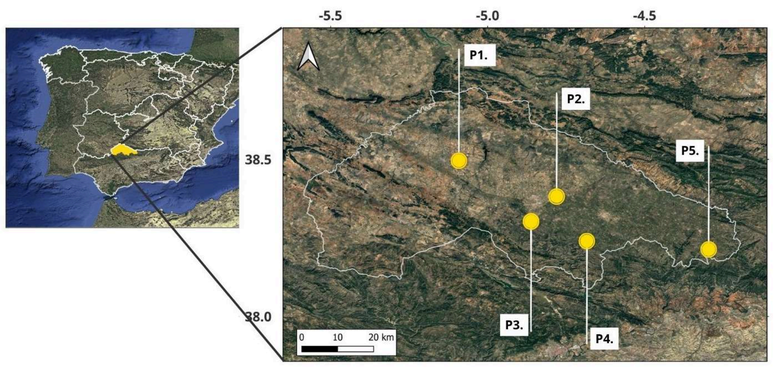
(1) Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA) Alameda del Obispo, 14071, Córdoba, España
(2) Dpto. Ingeniería y Tecnología Agroalimentaria, IFAPA Hinojosa del Duque, 14270, Córdoba, España
(3) Dpto. Recursos Naturales y Forestales, IFAPA Alameda del Obispo, 14071, Córdoba, España
(4) Dpto. de Agronomía, Unidad de Excelencia María de Maeztu (DAUCO), Universidad de Córdoba, Córdoba, España

1 Introducción

El **seguimiento fenológico** permite comprender la respuesta de la vegetación al ambiente. En las dehesas, la **floración masculina de *Quercus ilex*** es un **indicador temprano de la producción** de bellota. La **teledetección** permite superar las limitaciones del muestreo de campo y monitorizar la vegetación a distintas escalas espaciales. Este estudio propone una metodología multiescala que integra **imágenes de dron de alta resolución** y **satélite SPOT 6** para detectar la floración a partir del **Índice de Distancia al Amarillo** (YDI) y avanzar hacia su **monitorización a escala regional**.

2 Materiales y métodos

Área de estudio: Los Pedroches (Córdoba)



Recogida de datos

Cuatro años · Primavera · Periodo de máxima floración
Evaluación sobre el terreno de la intensidad de la floración (IF) en tres categorías (Baja-Media-Alta), respaldada por fotografías digitales de árboles individuales.

Adquisición de Imágenes

Dron
RGB imagery . 4 años

Satélite
SPOT 6 · 1,5m · 1 año

Delimitación de copas

Dron
Modelo digital de superficie (MDS)

Satélite
LiDAR del PNOA · 2020-2021

Cálculo del YDI

Cálculo de los descriptores estadísticos a nivel de copa y evaluación de la discriminación de la floración.

Clasificación de la floración a nivel de árbol

Proporción de píxeles con flores dentro de cada copa

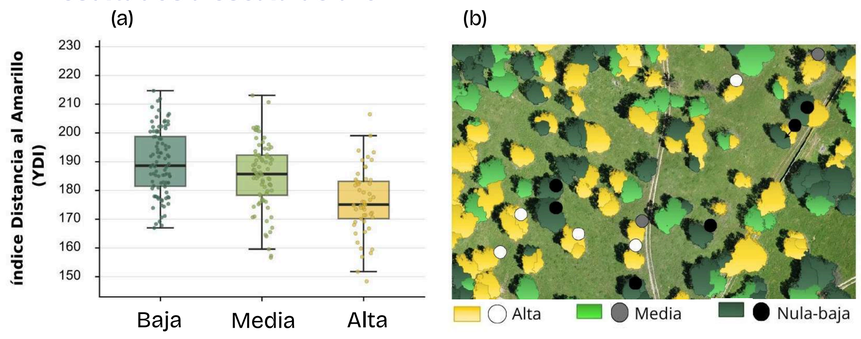
Evaluación de la transferibilidad entre plataformas

Correspondencia espacial de copas individuales y evaluación de la concordancia en la clasificación

3 Resultado y discusión

El **índice YDI** discriminó eficazmente la intensidad de floración en tres clases, a partir de las imágenes de **dron**, con precisiones del **78,6 %** para la clase **baja**, **92,9 %** para la clase **alta** y **47,6 %** para la clase **intermedia**. Las imágenes de **satélite SPOT 6** también permitieron detectar la floración, aunque con menor capacidad de discriminación, permitiendo distinguir entre árboles con y sin floración.

Resultados a escala de dron

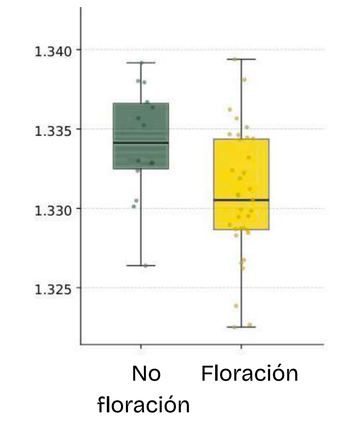


(a) Relación entre IFI e YDI obtenido a partir de imágenes de dron; (b) ejemplo de copas de árboles clasificadas en tres categorías según la IF, con las observaciones de campo para los árboles muestreados.

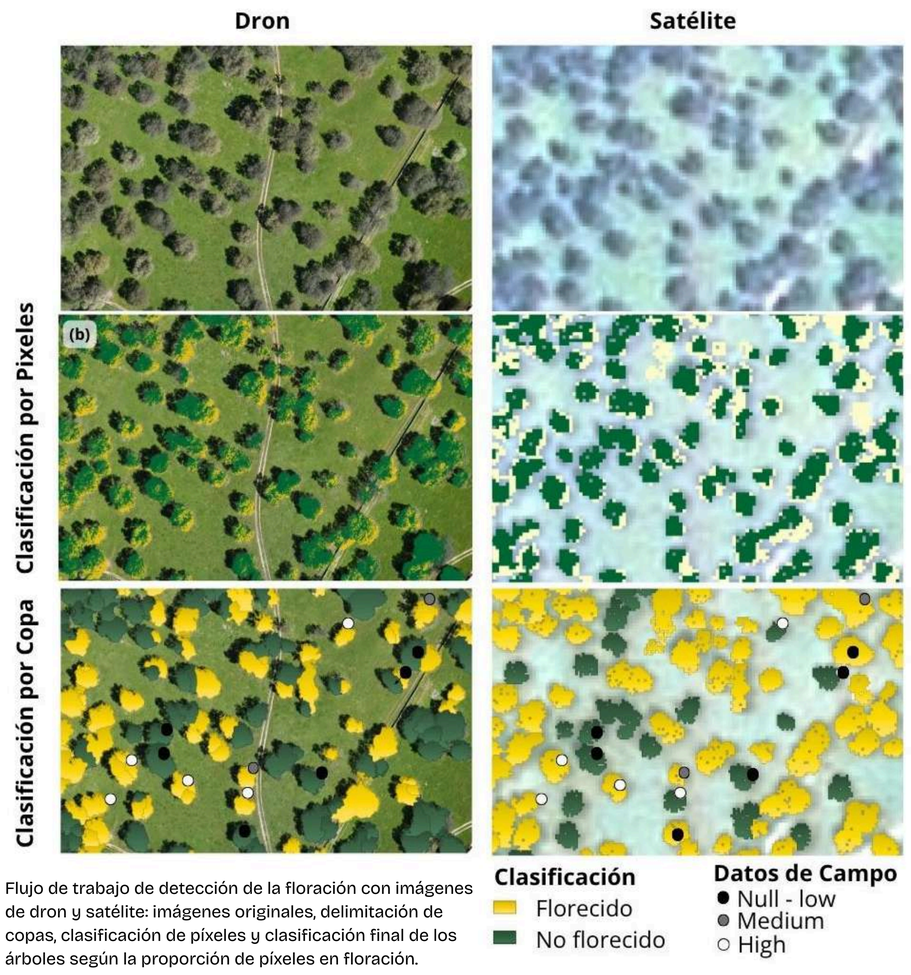
A escala de parcela, la proporción estimada de floración fue del **36 % con imágenes de dron y del 49 % con SPOT 6**. Esta discrepancia podría estar relacionada con las **diferencias temporales entre las adquisiciones de dron y satélite,** que pueden reflejar cambios fenológicos reales, así como con las **diferencias de resolución espacial, delimitación de las copas y presencia de píxeles mixtos**.

En conjunto, los resultados respaldan el **potencial del índice YDI para detectar la floración** a distintas escalas espaciales, aunque ponen de manifiesto la necesidad de una calibración específica para cada plataforma. La transferibilidad del método debe considerarse preliminar y requiere una validación adicional con un mayor número de adquisiciones temporalmente sincronizadas, que permita evaluar su generalización y distinguir las diferencias asociadas a cada sensor de los cambios fenológicos reales.

Resultados a escala de satélite



Relación entre IF e YDI obtenido a partir de imágenes de satéilte



Flujo de trabajo de detección de la floración con imágenes de dron y satélite: imágenes originales, delimitación de copas, clasificación de píxeles y clasificación final de los árboles según la proporción de píxeles en floración.

4 Conclusiones

El **YDI permitió distinguir tres clases de intensidad de floración en imágenes de dron** y mostró potencial para detectar la floración mediante imágenes de satélite SPOT 6. La integración de ambas plataformas constituye una estrategia prometedora para el **seguimiento multiescala de la floración** de *Q. ilex*, aunque se requiere una mayor validación para mejorar la fiabilidad del método. Su futura aplicación a escala regional **permitirá avanzar en el seguimiento de la fenología y su relación con la producción** de bellotas, **contribuyendo a la toma de decisiones** por parte de los propietarios de dehesas y gestores del territorio.

5 Contacto

ana.calbet@juntadeandalucia.es

6 Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos PP.AVA23.INV202301.030, PR.TRA23.TRA2023.002 y PR.TRA23.TRA2023.009 (O.P. Andalucía 2021-2027, 80% cofinanciado por FEDER) y por el proyecto EU Horizon Europe DRYAD (nº 101156076). La investigación realizada por A. Calbet ha sido posible gracias al contrato que forma parte de la ayuda PRE2022-105210, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por el FSE+.

MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN
Cofinanciado por la Unión Europea
MINISTERIO DE HACIENDA Y FUNCIÓN PÚBLICA
Fondos Europeos
Junta de Andalucía