



AI Segovia SUMMIT 5 Julio 2023

PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA VENDIMIA MEDIANTE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO (MACHINE LEARNING) A PARTIR DE IMÁGENES DE SATÉLITE

Eva Navascués López-Cordón
Directora I+D+i

PAGO DE CARRAOVEJAS
FINCA Y BODEGA

En colaboración con:





PAGO DE CARRAOVEJAS

FINCA Y BODEGA

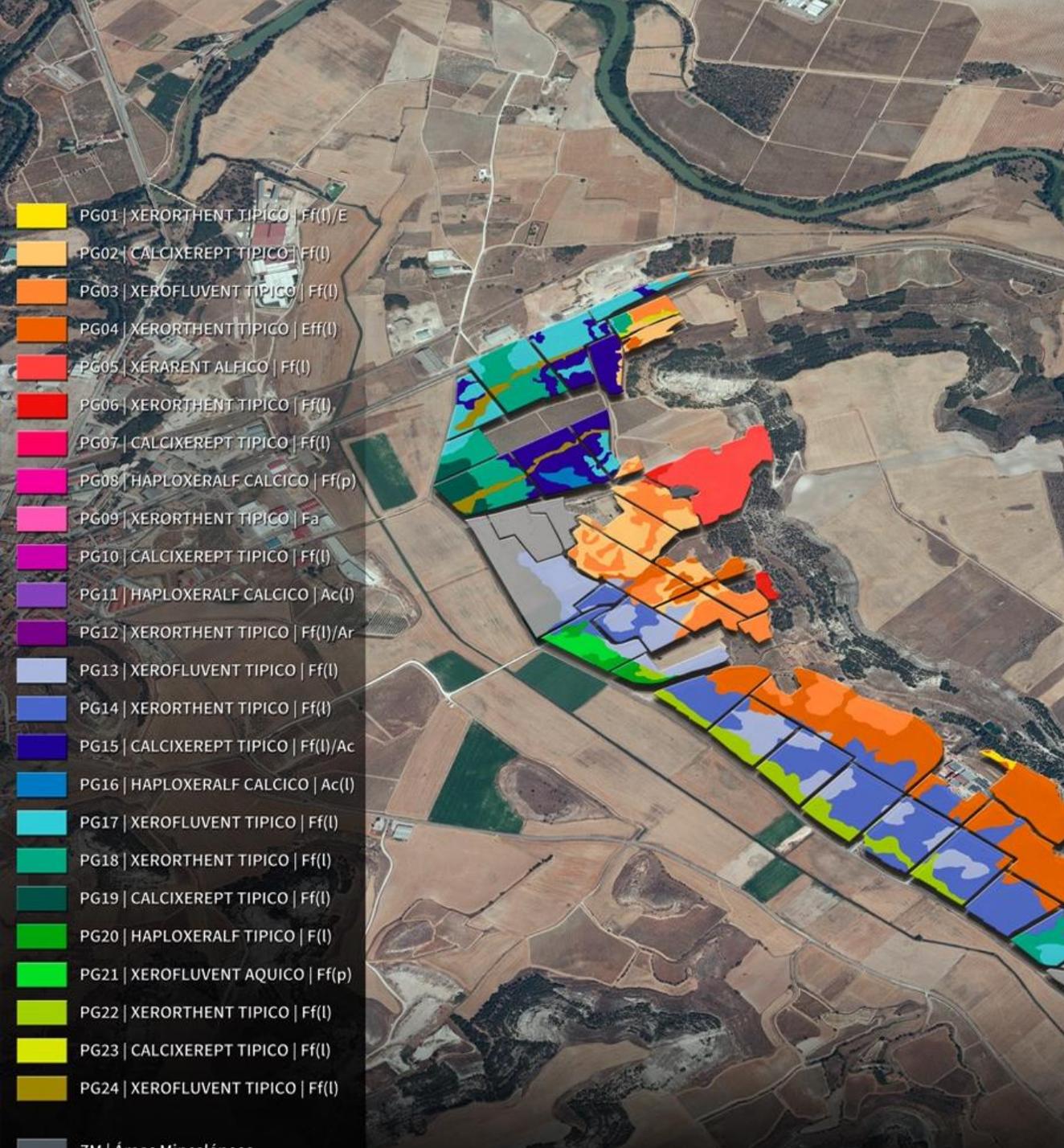
- La Finca comprende 200 hectáreas con 150 hectareas de viñedo dedicada a la producción de uva para vinificación de máxima calidad
- El viñedo se halla a una altitud media de 850 m, sobre una ladera perpendicular al río Duero que atraviesa la localidad de Este a Oeste. El terreno es suavemente ondulado, llano en el centro del valle; escarpado y abrupto conforme ascendemos.
- La finca se rige por los preceptos de la viticultura ecológica.
- Se cultivan tres variedades: mayoritariamente Tinto Fino (Tempranillo), junto con Cabernet Sauvignon and Merlot.
- Se trabaja con distintos sistemas de conducción , adaptados a la orografía en cada caso: Cordon Royat, vaso vertical y vaso échalas.
- El rendimiento es limitado en función de la relación racimo-cobertura combinado con vendimia en verde.

PAGO DE CARRAOVEJAS

FINCA Y BODEGA

Hacia un viñedo DIGITALIZADO

- Los suelos son estudiados en profundidad y se emplea viticultura de precisión para diferenciar las características particulares de cada parcela.
- La recogida de datos es un pilar de trabajo capital para predecir la producción futura y una ayuda en la toma de decisiones.
- La sensorización, el análisis de esos datos y modelización de parámetros de campo y son, a día de hoy, uno de los ejes fundamentales para la toma de decisiones en la Finca: desde la elección de los suelos óptimos, pasando por todos los procesos intermedios.





PAGO DE CARRAOVEJAS

FINCA Y BODEGA

Hacia un viñedo **DIGITALIZADO**

- Los suelos son estudiados en profundidad y se emplea viticultura de precisión para diferenciar las características particulares de cada parcela.
- La recogida de datos es un pilar de trabajo capital para predecir la producción futura y una ayuda en la toma de decisiones.
- La sensorización, el análisis de esos datos y modelización de parámetros de campo y son, a día de hoy, uno de los ejes fundamentales para la toma de decisiones en la Finca: desde la elección de los suelos óptimos, pasando por todos los procesos intermedios.

Aforo de la vendimia (estimación del rendimiento)

Importancia de la estimación de aforos

A) Relacionado con la calidad de la uva

B) Condiciona operaciones (aclareo de racimos, compra de uva externa) y organización de la entrada de uva en bodega.

- Aforo exhaustivo:
 - En cada **parcela**, selección de un lineo de cada 10.
 - Recuento de **racimos por cepa**, cada 10 cepas (salvando las primeras cepas-cabeceros).
 - En cada cepa se cuentan el número de **racimos grandes, medianos y pequeños** (es importante que siempre lo haga la misma persona).
 - Cada determinado numero de cepas se cuentan las **uvas** de un racimo pequeño, mediano y grande.
- Para calcular los kilos obtenidos se **multiplica por el peso de uva** según histórico de la parcela y de la variedad (1.50g TF, 0.80g MT) para el primer aforo y en los siguiente se emplea el peso medio real obtenido del muestreo de maduración.
- En función de tiempo y disponibilidad se realizan al menos dos (en verde y previo aclareo)
- Las predicciones estimadas por este método están muy cercanas a la realidad.
- **Proceso manual, inversión en tiempo y dedicación de personal.**

Predicción de rendimiento a través de imágenes

1 Pago de Carraovejas:

- Aforos en parcela propias en la primera quincena de Agosto de 2020 y de 2021. Algunas parcelas 2022
- Información de las fincas: Variedades, fecha de plantación, marcos de plantación.
- Datos históricos de entrada de uva en bodega por parcelas de las vendimias 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022.
- Total 6 años consecutivos

2 GMV:

- Procesamiento de imagen de muy alta resolución para la generación del producto factor de faltas o marras.
- Procesamiento de últimos seis años de imágenes Sentinel-2 (serie Copernicus)
- Determinación de índices agronómicos: SAVI, LAI, fPAR, DSWI
- Modelo de estimación de aforos basado en aprendizaje automático (*machine learning*) a partir de producciones de años anteriores e índices agronómicos.

Procesamiento de imágenes de muy alta resolución: factor de faltas o marras.



- Imagen aérea, 2020, RGB bands.
- Estado de envero (segunda mitad de Agosto).
- Resolución espacial: 25 centímetros.

Ortofoto Plan Nacional Observación
Aérea (Fuente ITACYL)

Procesamiento de imágenes multispectrales de satélite (Sentinel-2). Índices Agronómicos

1 SAVI index Índice de Vegetación Ajustado al Suelo, variante sobre el NDVI para evitar distorsiones en los valores de análisis cuando la vegetación se encuentra sobre suelos expuestos (desnudos, sin vegetación).

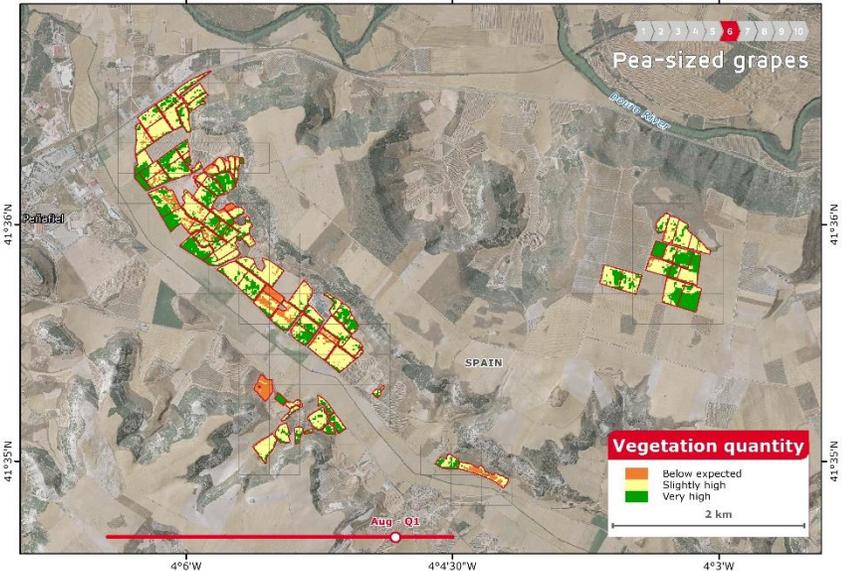
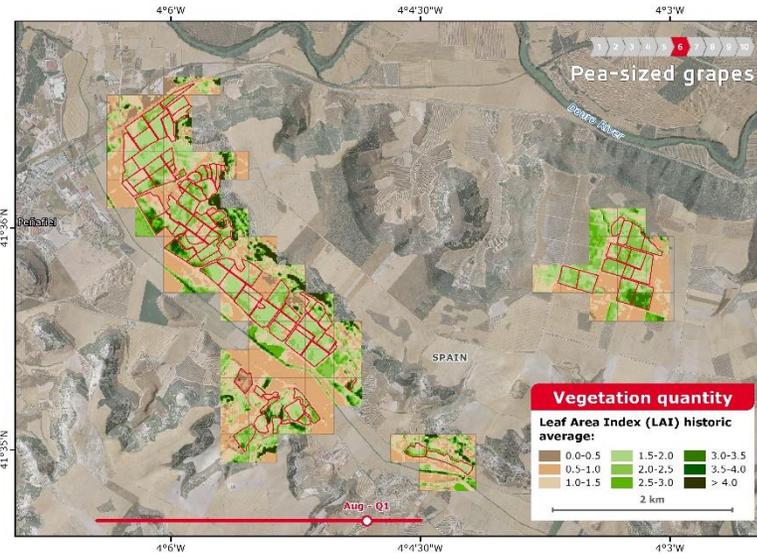
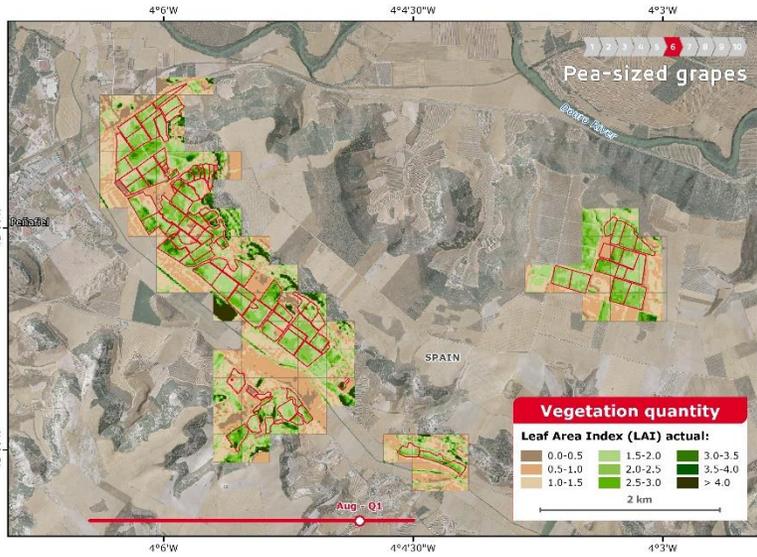
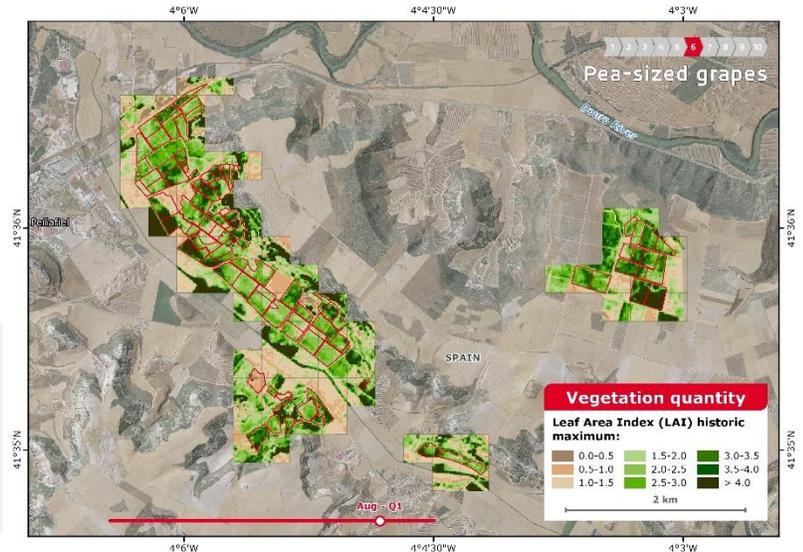
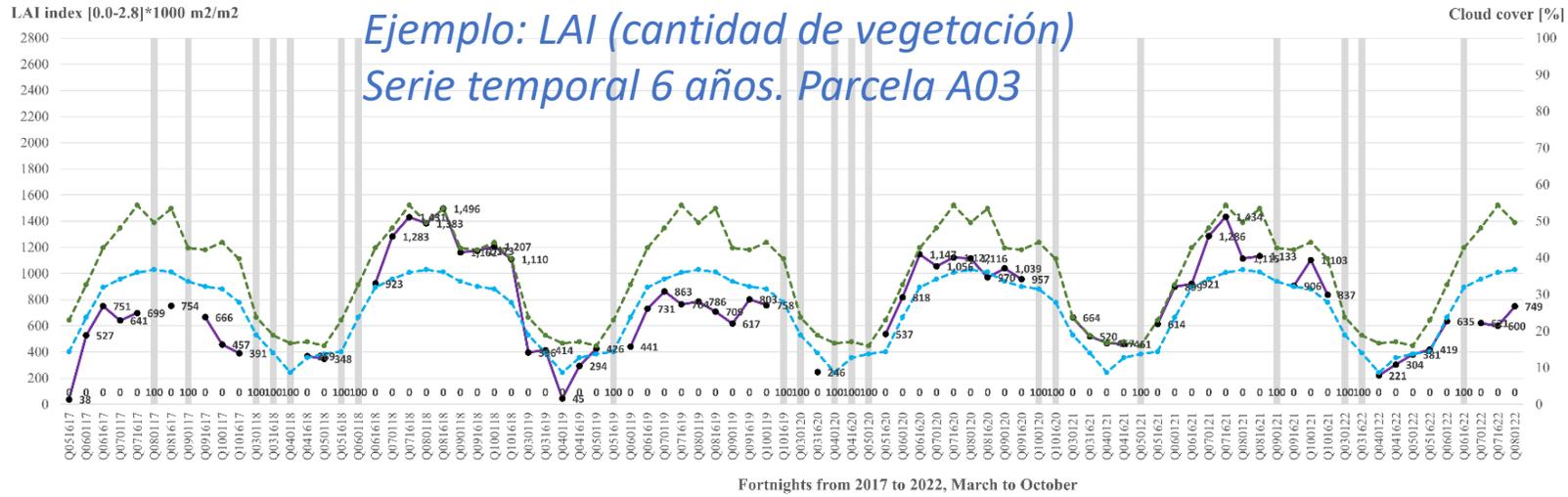
2 LAI index Índice de área foliar, proporciona información sobre la superficie de la cubierta vegetal (cantidad de vegetación).

3 fAPAR index cuantifica la fracción de radiación solar absorbida por las hojas por actividad fotosintética.

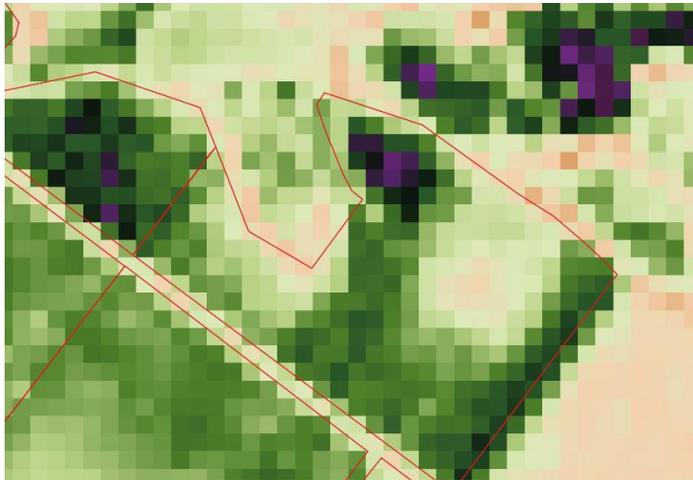
4 DSWI index Representa la humedad en la interfaz suelo/vegetación.

Acronym	Name	Algorithm	Inputs
SAVI	Soil Adjusted Vegetation Index	$(NIR - RED) / (NIR + RED + L) * (1.0 + L)$	B04, B8A, L
LAI	Leaf Area Index	$(-1 / a2) * Ln ((SAVI - a0) / (-a1))$	SAVI, a0, a1, a2
fAPAR	fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation	<i>Function of GREEN, RED, REDEGE1, REDEGE2, REDEGE3, NIR, SWIR1, SWIR2, ViewZen, SunZen, RelAzim</i>	B03, B04, B05, B06, B07, B8A, B11, B12, ViewZen, SunZen, RelAzim
DSWI	Disease water stress index	$(NIR + B03) / (B11 + B04)$	B03, B04, B8A, B11

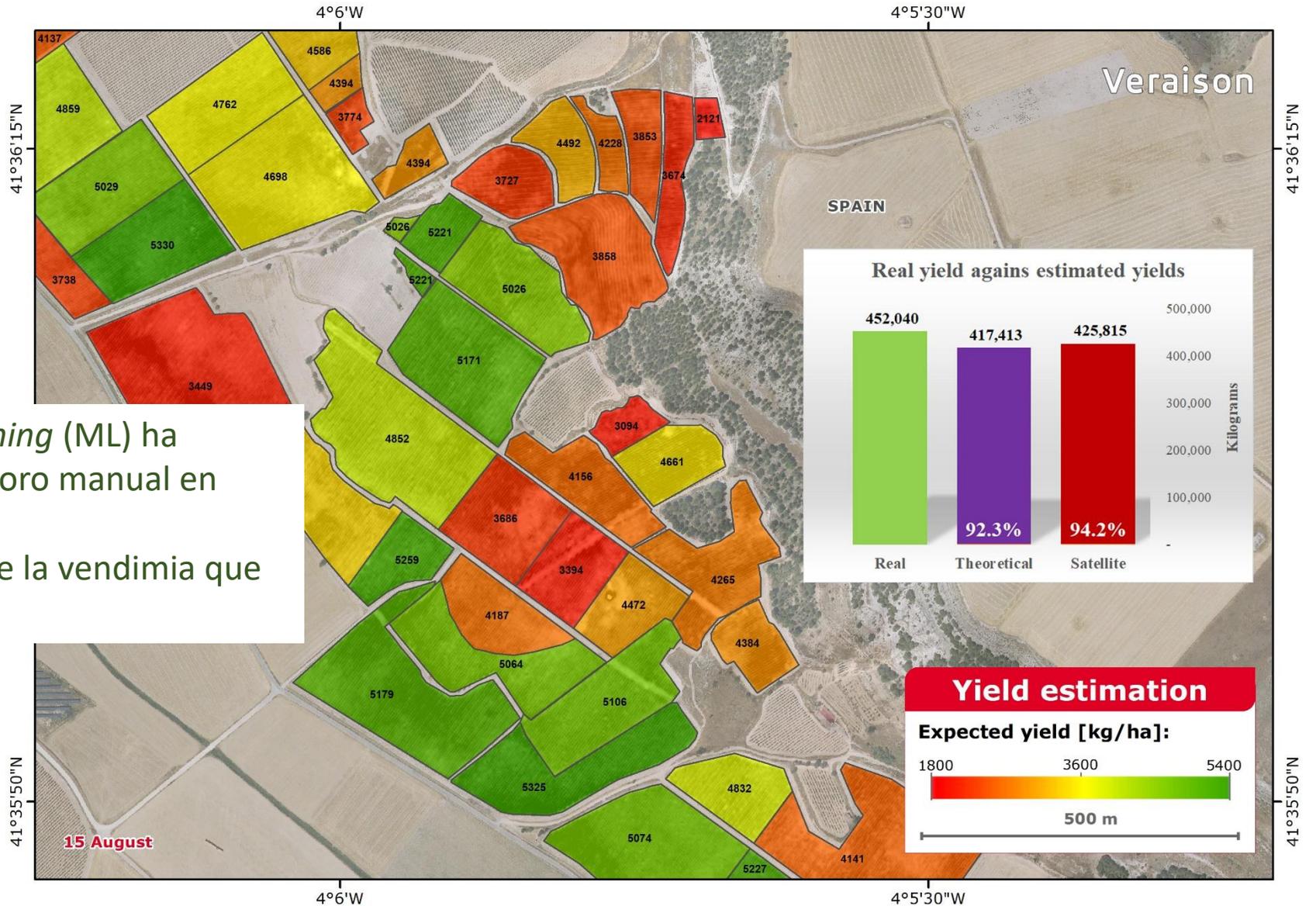
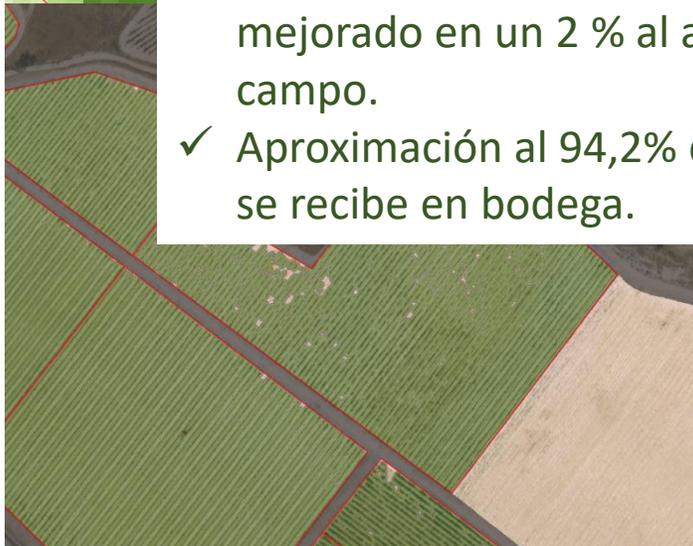
Serie temporal y espacial obtenida por satélite – análisis quincenal



Aprendizaje automatico y validación



- ✓ El modelo *Machine Learning* (ML) ha mejorado en un 2 % al aforo manual en campo.
- ✓ Aproximación al 94,2% de la vendimia que se recibe en bodega.



Conclusiones

- 1 Predicción de rendimiento de vendimia: Precisión global: 90 al 95 %(2022)**
- 2 Estimación de rendimiento desde tamaño guisante (segunda quincena de julio) y quincenalmente hasta cosecha.**
- 3 Se realiza la medida en todos los puntos de la finca al mismo tiempo**
- 4 Estimación del rendimiento para otros viñedos (proveedores).**
- 5 El trabajo de campo se puede reducir a la visita de pocas parcelas de referencia.**
- 6 Información agronómica de interés, que posibilita la toma de decisiones en viñedo (poda en verde, aclareo de racimos).**

¡MUCHAS GRACIAS!



ALMA CARRAOVEJAS

PAGO DE CARRAOVEJAS

FINCA Y BODEGA

