



Juanmi Círez / Joaquín Toledo

# Agricultura de precisión: drones y gestión agrícola moderna





# ¿Qué es la agricultura de precisión?

La agricultura de precisión consiste en la aplicación de tecnologías avanzadas para optimizar el estado de los cultivos, recopilando y analizando en tiempo real datos sobre factores como las condiciones del suelo, los cultivos, el agua y el aire.





# Principales beneficios del uso de drones en la agricultura de precisión

Reducir costes



Sostenibilidad



Aumento rentabilidad





# Teledetección

La **agricultura de precisión** se basa en el uso de tecnologías avanzadas para recopilar, analizar y utilizar datos que permitan tomar decisiones más informadas y específicas sobre la **gestión de cultivos y recursos**.

Dentro de este marco, la **teledetección** aporta información clave mediante **sensores** montados en drones, satélites o aviones. Estos datos permiten monitorear las **condiciones del suelo**, el estado vegetativo de los cultivos, el uso del agua, y más, con una alta resolución y en tiempo real.





# Proceso de teledetección

## Sensores

- RGB
- Multiespectral
- Hiperespectral
- Térmico
- Lidar

## Índices derivados

- NDVI
- VARI
- TGR
- LCI
- OSAVI

## Aplicaciones

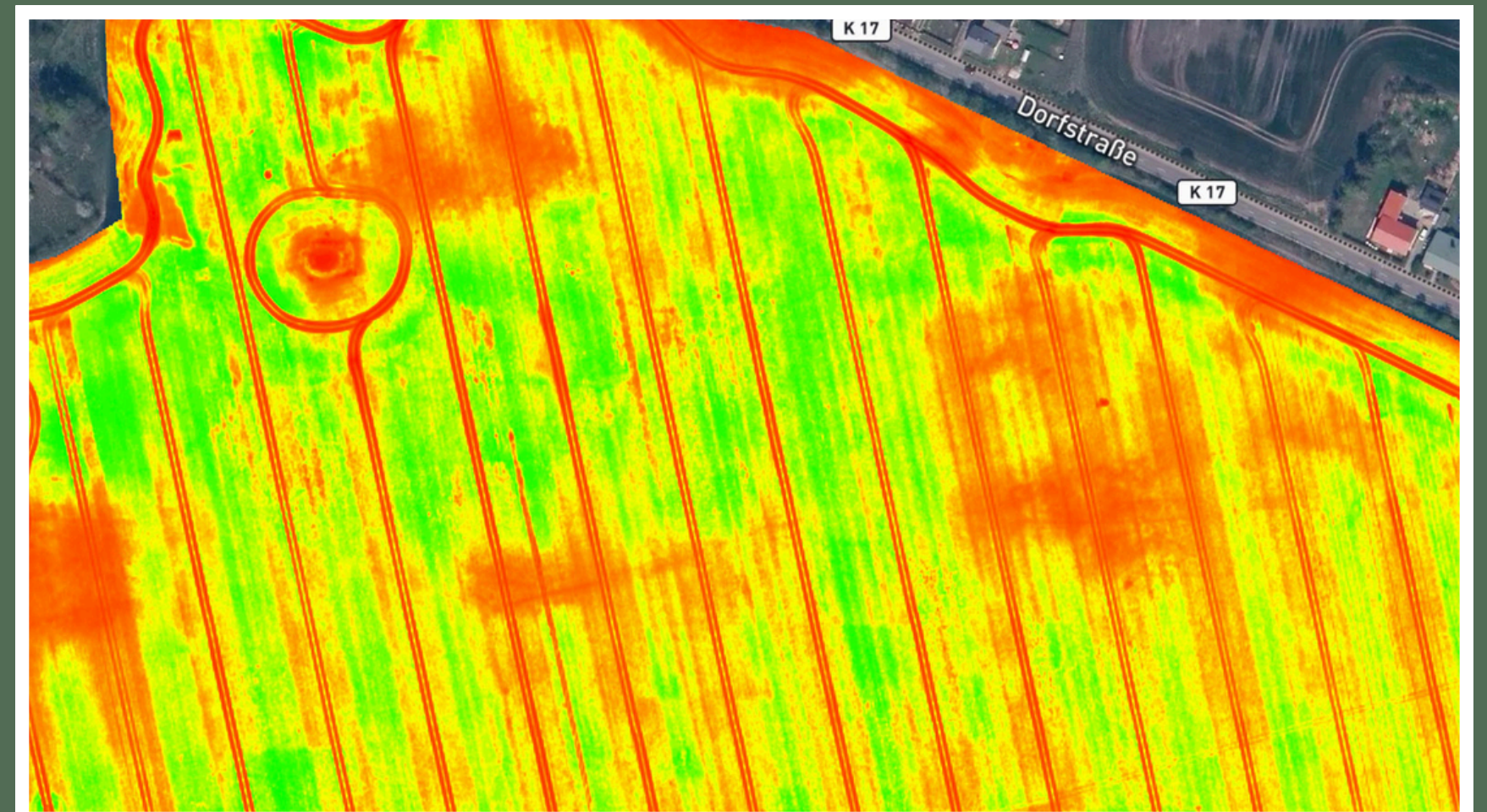
- Gestión del riego
- Monitoreo del crecimiento de cultivos
- Monitoreo y gestión de fertilización
- Control de insectos y plagas
- Prediagnostico de enfermedades





# ¡Lo que el ojo no ve!

Sensor RGB o normal



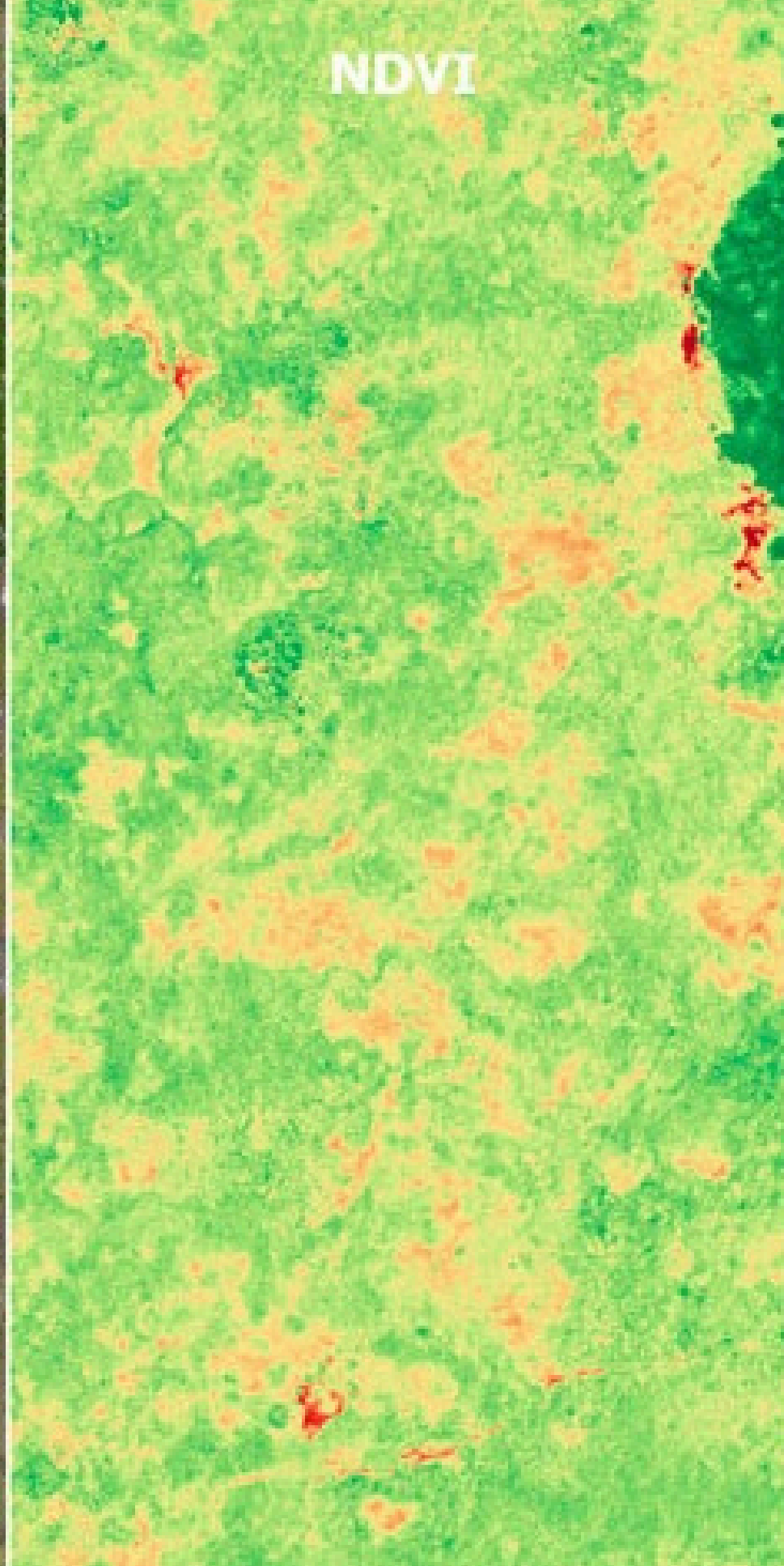
Sensor Multispectral



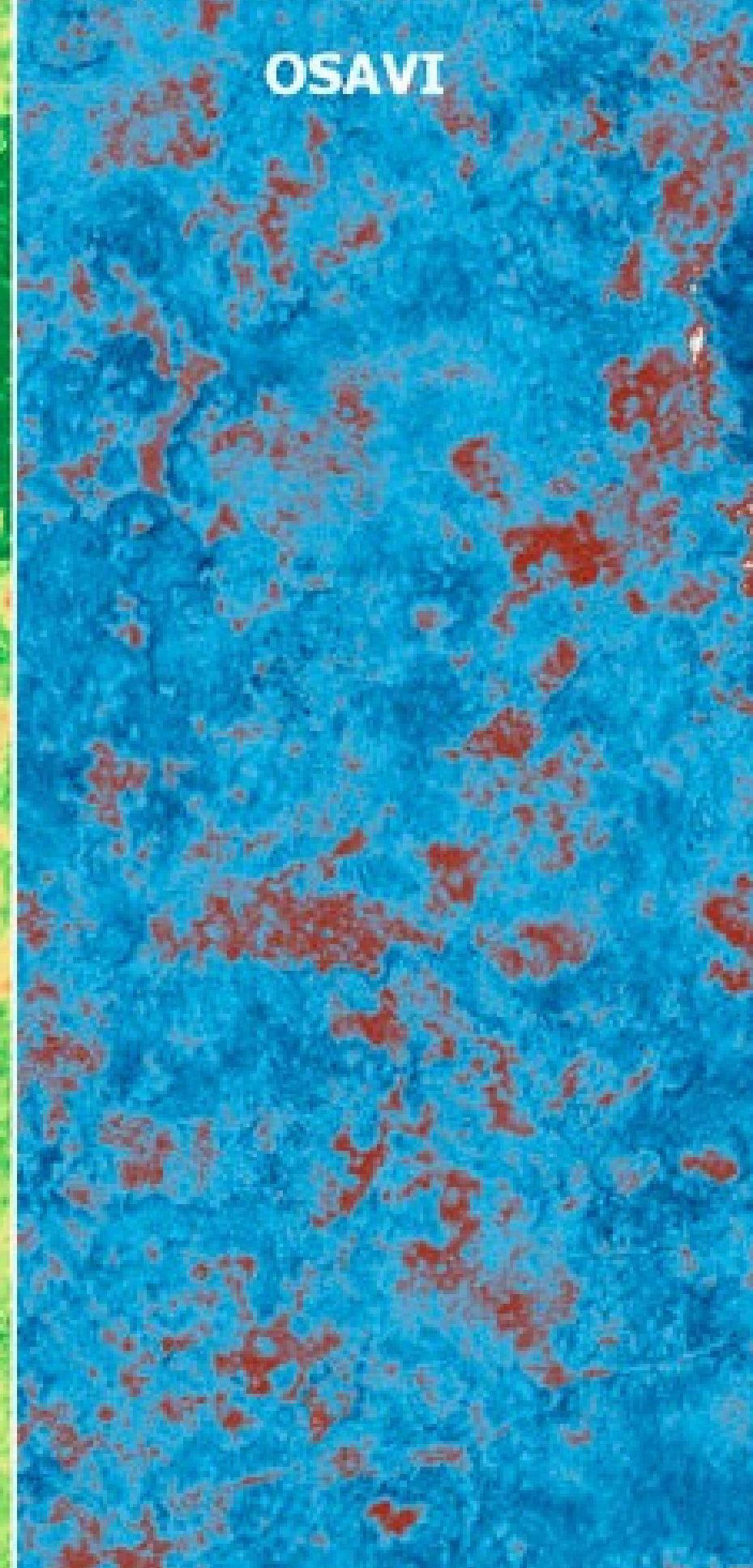
ORTOFOTO  
COLOR REAL



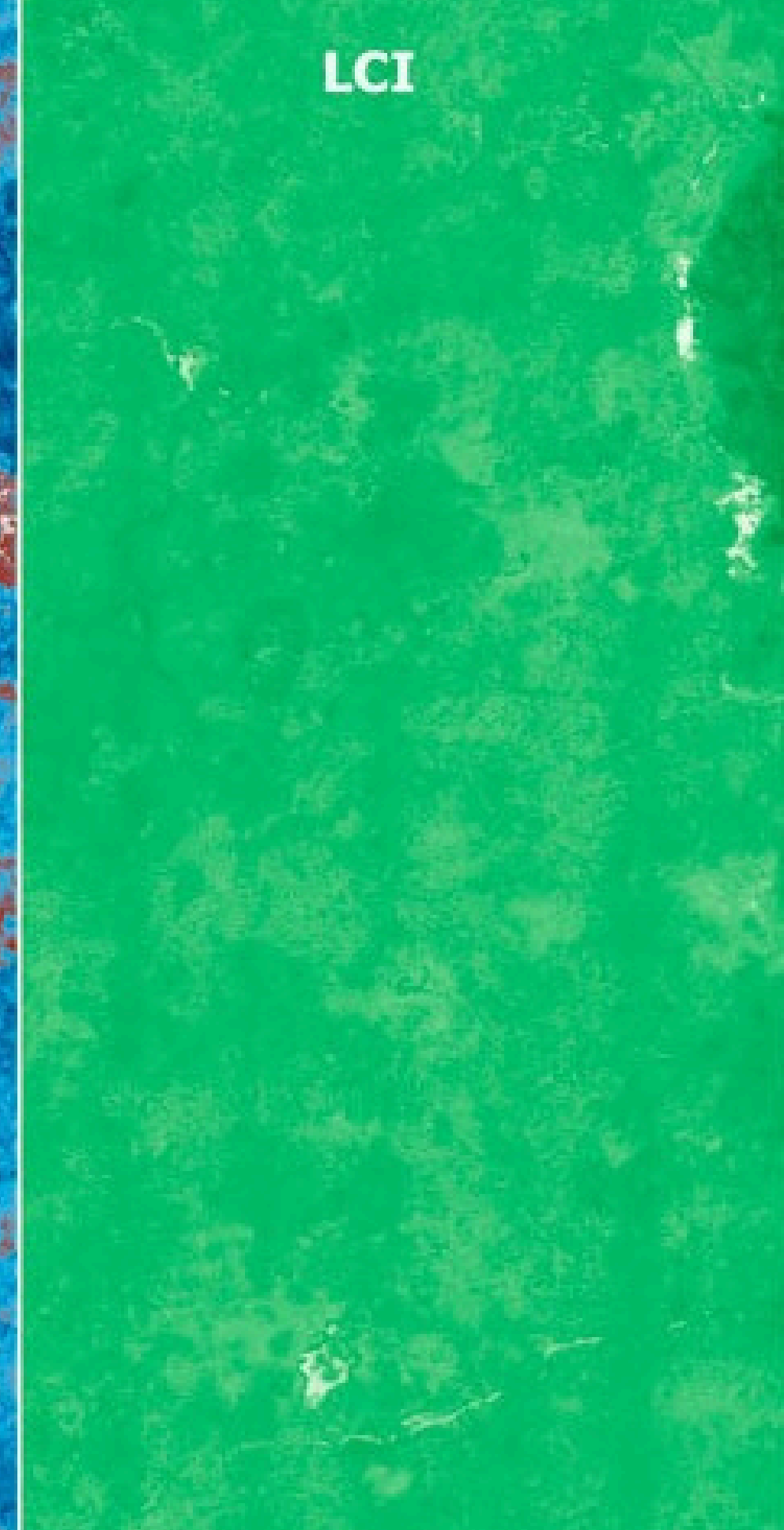
NDVI



OSAVI



LCI





# NDVI

El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés) es un indicador utilizado en agricultura, ecología y teledetección para evaluar la salud y el vigor de la vegetación en una superficie determinada. Este índice se calcula a partir de las reflexiones de la luz en el espectro visible (rojo) y en el infrarrojo cercano (NIR), captadas mediante sensores remotos, como los que se encuentran en drones, satélites o cámaras multispectrales.

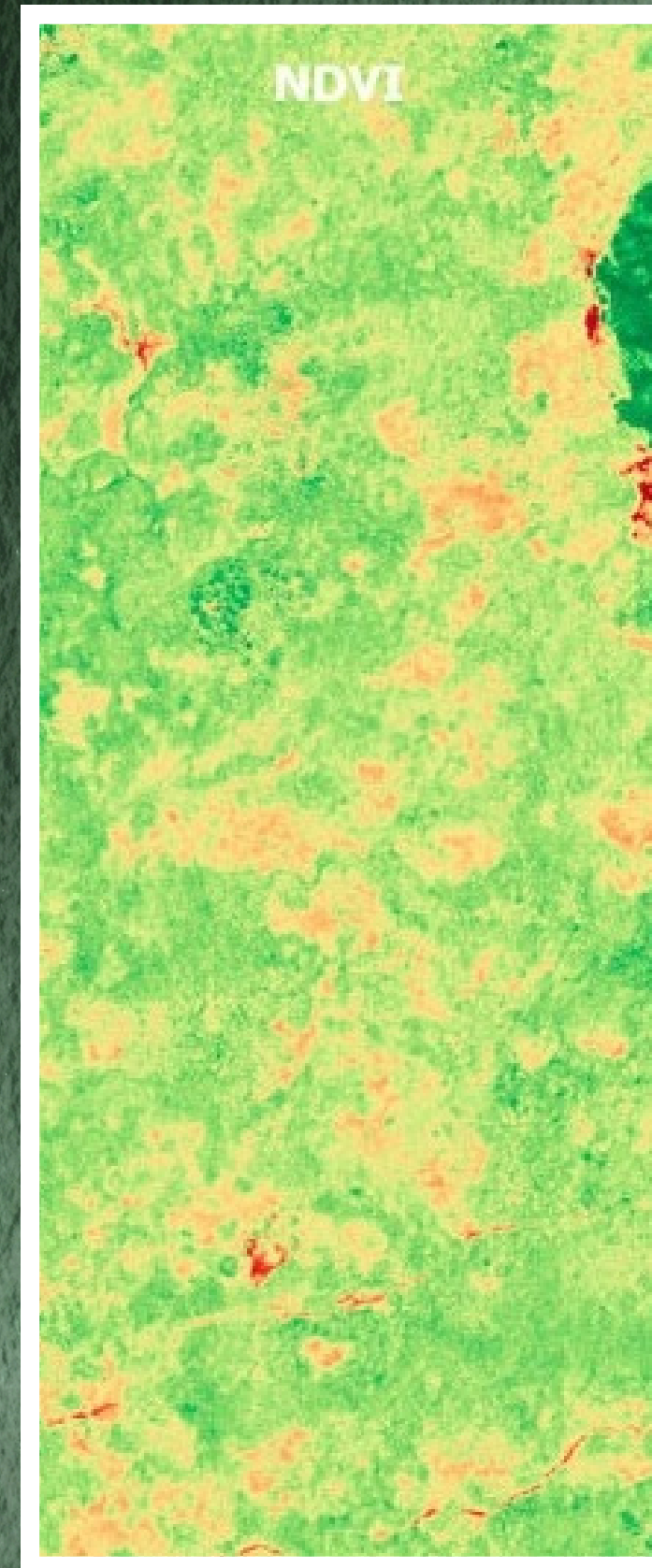
$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{Rojo}) / (\text{NIR} + \text{Rojo})$$

- Los valores del NDVI oscilan entre -1 y 1:
  - Valores cercanos a 1 indican vegetación densa y saludable (alta actividad fotosintética).
  - Valores cercanos a 0 representan áreas sin vegetación significativa, como suelo desnudo o rocas.
  - Valores negativos suelen asociarse con superficies como agua o nieve.

El NDVI es ampliamente utilizado en la agricultura de precisión para:

- Monitorear el desarrollo y la salud de los cultivos.
- Detectar estrés hídrico, enfermedades o deficiencias de nutrientes.
- Optimizar el uso de insumos como agua, fertilizantes y pesticidas.

Es una herramienta clave para mejorar la sostenibilidad y la productividad agrícola.





# OSAVI

El Índice de Vegetación Ajustado Optimizado para Suelos (OSAVI, por sus siglas en inglés) es un indicador que mejora la evaluación de la vegetación en áreas donde el suelo tiene una influencia significativa en la reflectancia observada. Es una variación del NDVI que incluye un factor de corrección para minimizar el impacto del brillo del suelo en los resultados, siendo especialmente útil en terrenos con poca cobertura vegetal o donde el suelo es visible entre las plantas.

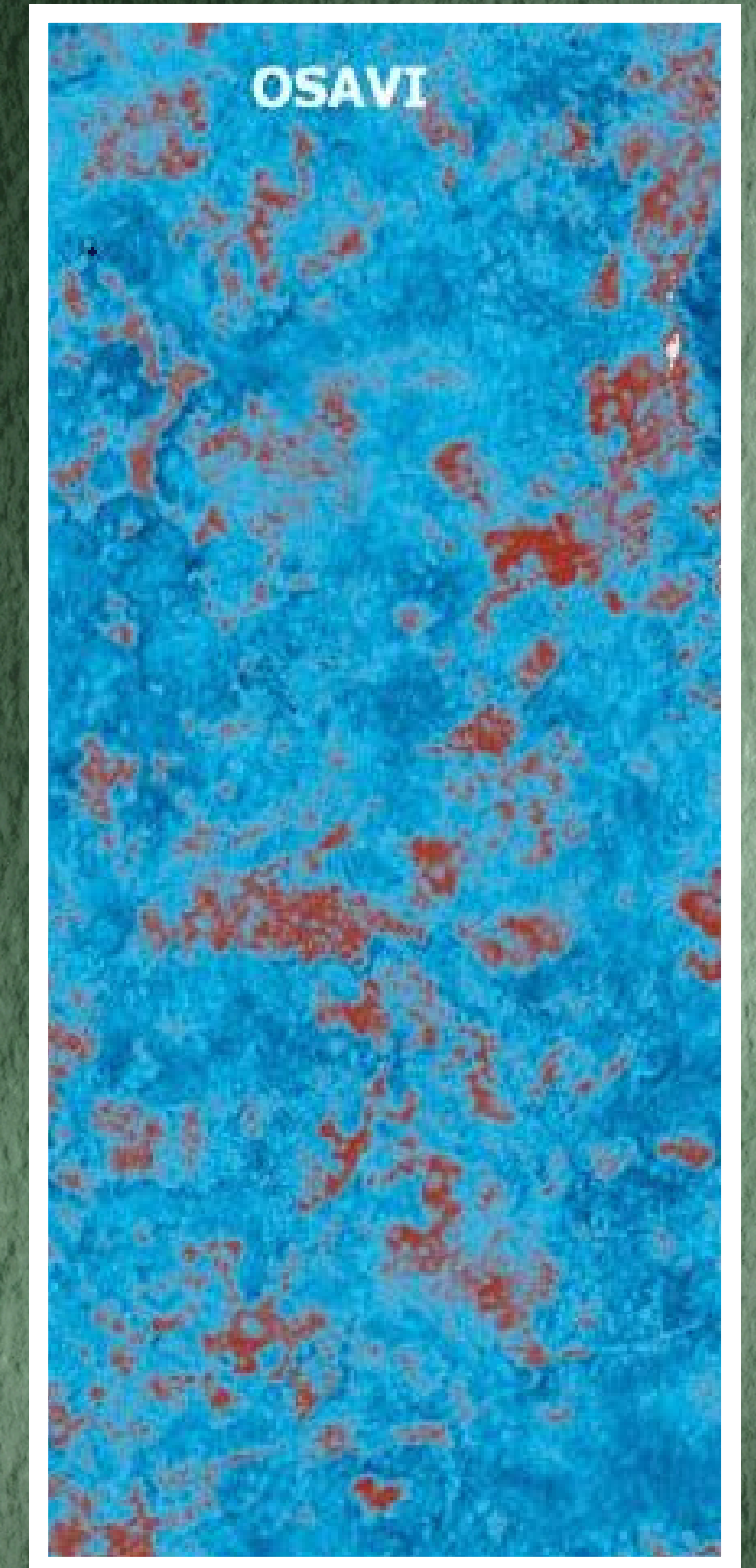
$$\text{OSAVI} = (\text{NIR} - \text{Rojo}) / (\text{NIR} + \text{Rojo} + 0.16)$$

- NIR (Infrarrojo cercano): Reflectancia en el espectro del infrarrojo cercano.
- Rojo: Reflectancia en el espectro visible rojo.
- 0.16: Es un factor de corrección que ajusta la influencia del suelo.

Características principales del OSAVI:

- 1.Reducción del impacto del suelo: Este índice es más preciso que el NDVI en áreas con vegetación dispersa o suelos expuestos.
- 2.Detección de estrés en cultivos: Es útil para monitorear el estado de los cultivos, identificando estrés hídrico, deficiencia de nutrientes u otros problemas.
- 3.Aplicación en agricultura de precisión: Permite una mejor gestión de recursos como agua, fertilizantes y pesticidas en terrenos con cobertura vegetal limitada.

El OSAVI es ideal en escenarios donde el suelo tiene un papel importante en la reflectancia, mejorando la interpretación de los datos en comparación con otros índices de vegetación.





# LCI

El Índice de Clorofila de la Hoja (LCI, por sus siglas en inglés: Leaf Chlorophyll Index) es un indicador diseñado para medir el contenido de clorofila en las hojas, que está directamente relacionado con la salud y el vigor de la vegetación. Se utiliza principalmente en estudios agrícolas y ecológicos para evaluar la actividad fotosintética de las plantas y detectar problemas como deficiencias de nutrientes o estrés ambiental.

$$\text{LCI} = (\text{NIR} - \text{Rojo}) / (\text{NIR} + \text{Verde})$$

- NIR (Infrarrojo cercano): Reflectancia en el espectro del infrarrojo cercano.
- Rojo: Reflectancia en el espectro visible rojo.
- Verde: Reflectancia en el espectro visible verde.

## Características principales:

1. Medición directa de clorofila: Refleja la cantidad de clorofila presente en las hojas, que es un indicador clave del estado nutricional de las plantas.
2. Detección de estrés temprano: Identifica estrés hídrico, carencias de nutrientes o enfermedades antes de que sean visibles al ojo humano.
3. Uso en agricultura de precisión: Ayuda a optimizar el manejo de fertilizantes y recursos, maximizando la eficiencia y reduciendo el impacto ambiental.
4. Especialmente sensible: Ideal para detectar diferencias pequeñas en el contenido de clorofila, incluso en áreas con densidad vegetal uniforme.

El LCI es ampliamente utilizado para monitorear cultivos, planificar aplicaciones específicas de insumos y mejorar el rendimiento agrícola. Su sensibilidad y precisión lo convierten en una herramienta clave para gestionar la productividad y la sostenibilidad en la agricultura.



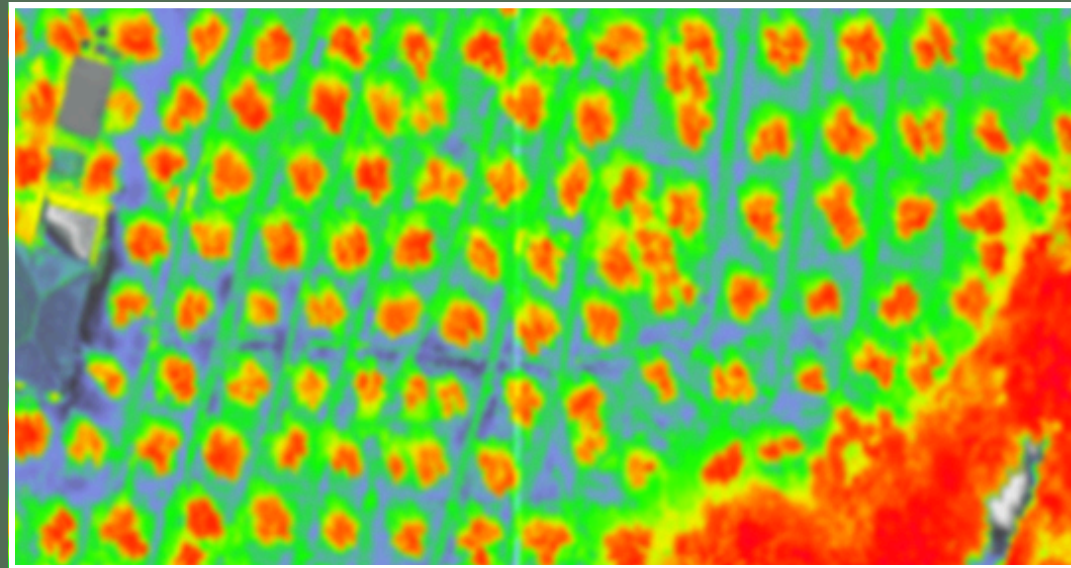


# Teledetección (otros datos relevantes)

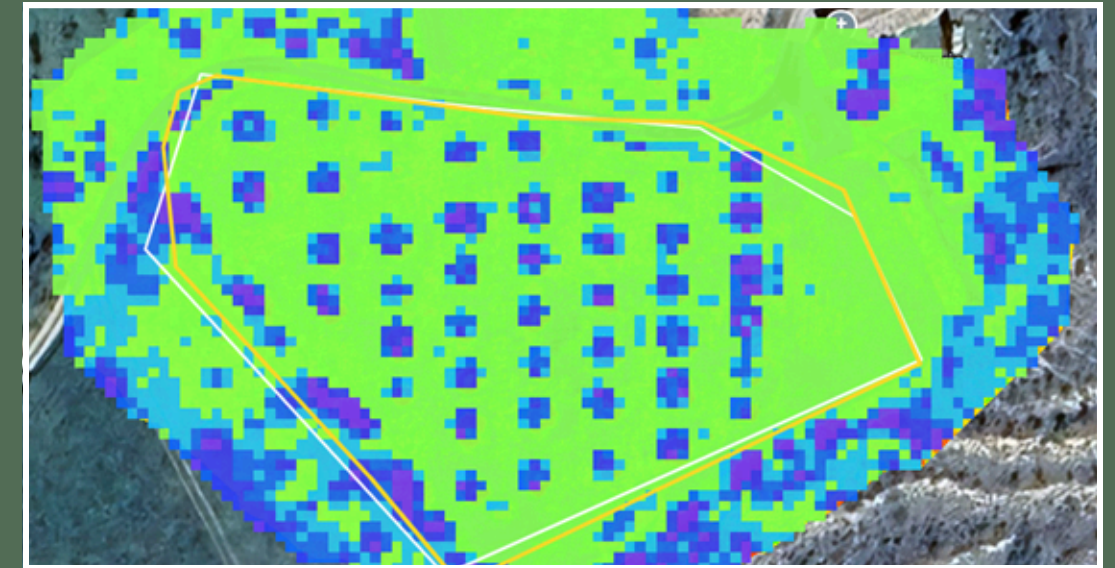
Ortomosaico en HD  
(Alta definición)



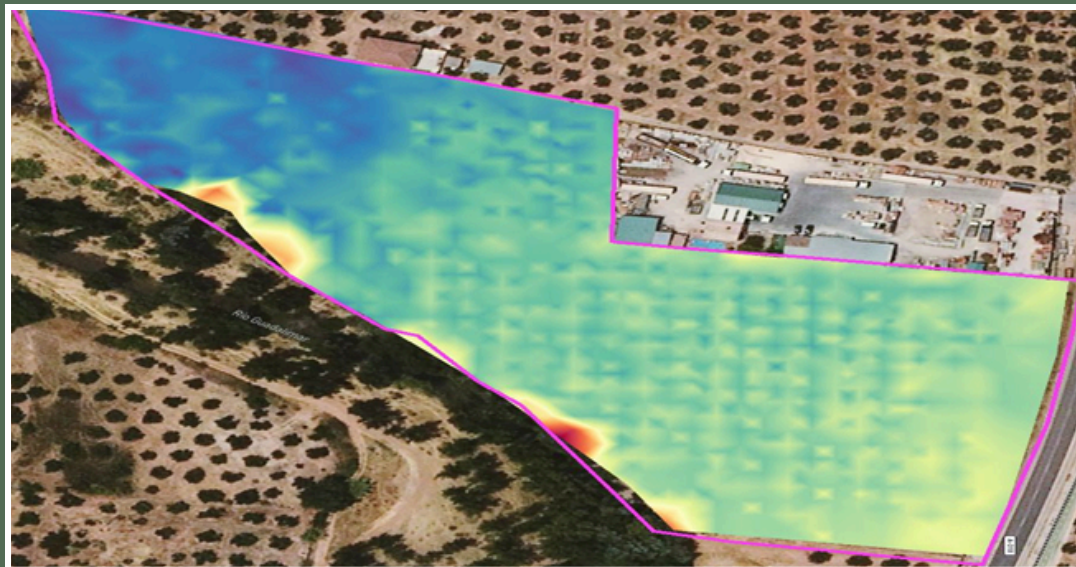
Mapas de vigor vegetativo  
(Índices de vegetación)



Optimización de tratamientos  
(dosis variable)



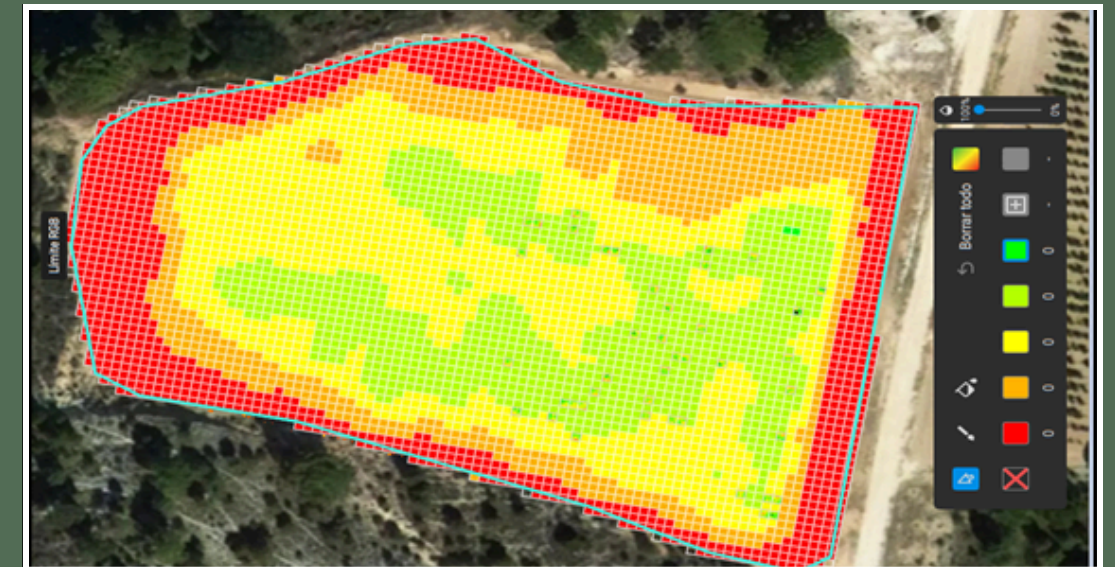
Modelo digital del terreno



Conteo



Zonificación intra parcelaria





# 100% una agricultura más eficiente

## 1. Mineralización

Estos cuatro índices clave permiten comprender mejor las condiciones del suelo y los cultivos, ofreciendo información esencial para optimizar el manejo agrícola.

## 3. Materia orgánica del suelo

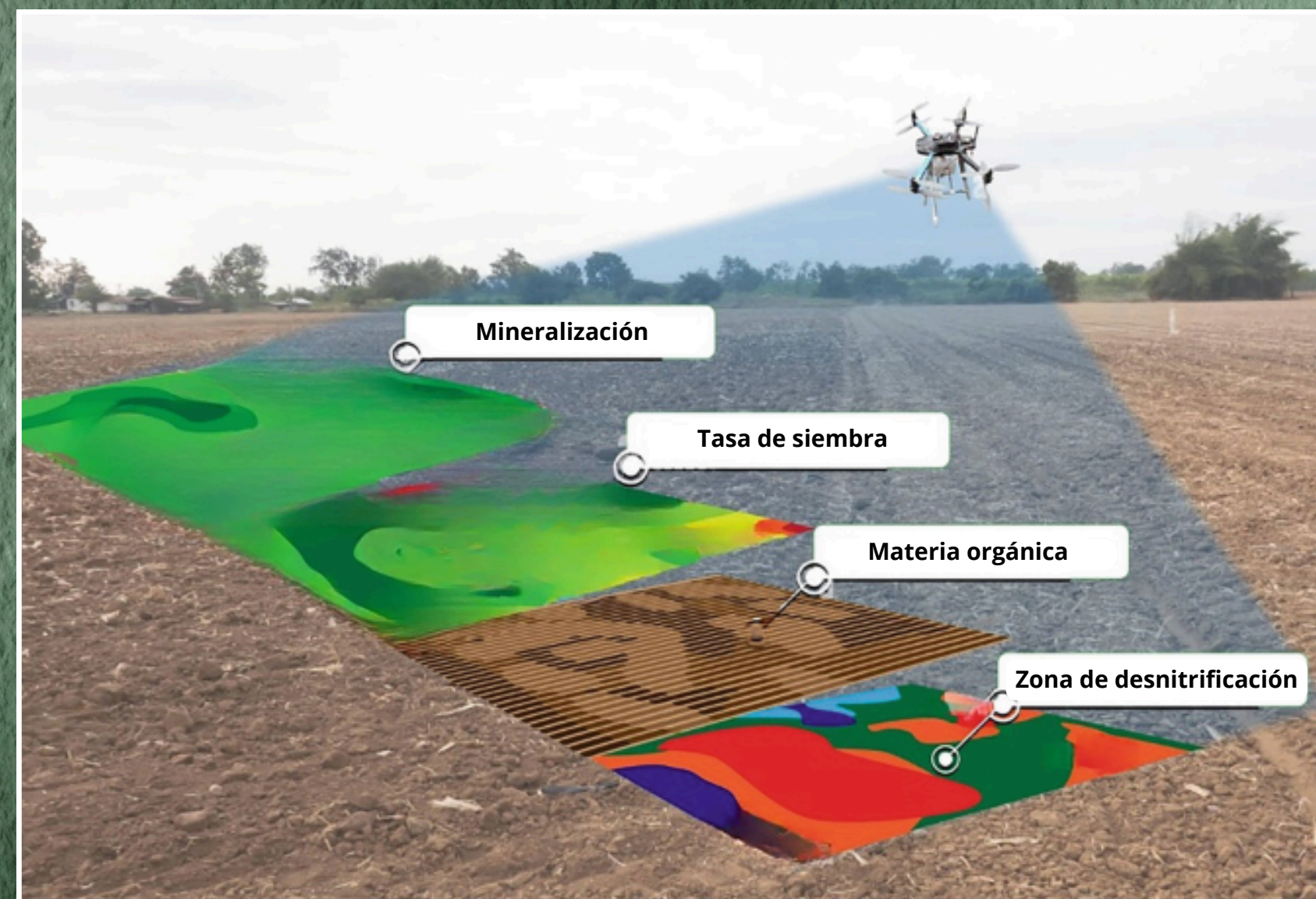
Drones equipados con sensores avanzados pueden detectar variaciones en la materia orgánica del suelo y ayudar a los agricultores a planificar estrategias como la rotación de cultivos o la aplicación de compost.

## 2. Tasa de siembra

Estos cuatro índices clave permiten comprender mejor las condiciones del suelo y los cultivos, ofreciendo información esencial para optimizar el manejo agrícola.

## 4. Zona de desnitrificación

Drones equipados con sensores avanzados pueden detectar variaciones en la materia orgánica del suelo y ayudar a los agricultores a planificar estrategias como la rotación de cultivos o la aplicación de compost.





# Beneficios de la teledetección con drones

La teledetección con drones en la agricultura ha revolucionado la forma en que se gestionan los cultivos, permitiendo a los agricultores tomar decisiones más informadas y precisas.



- Ver lo que no ve nuestro ojo humano
- Detectar deficiencias
- Seguimiento del estado vegetativo
- Reducir el uso de productos y agua
- Tomar decisiones a tiempo
- Supervisar el crecimiento



- Mejorar el rendimiento del cultivo
- Optimización del riego
- Mapeo de áreas problemáticas
- Cumplimiento normativo
- Predicción de rendimiento
- Reducción de riesgos climáticos



# ¿Cómo funciona el NDVI?

(Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada)

NDVI mide el estado de salud de la planta en función de cómo la planta refleja la luz en ciertas frecuencias.

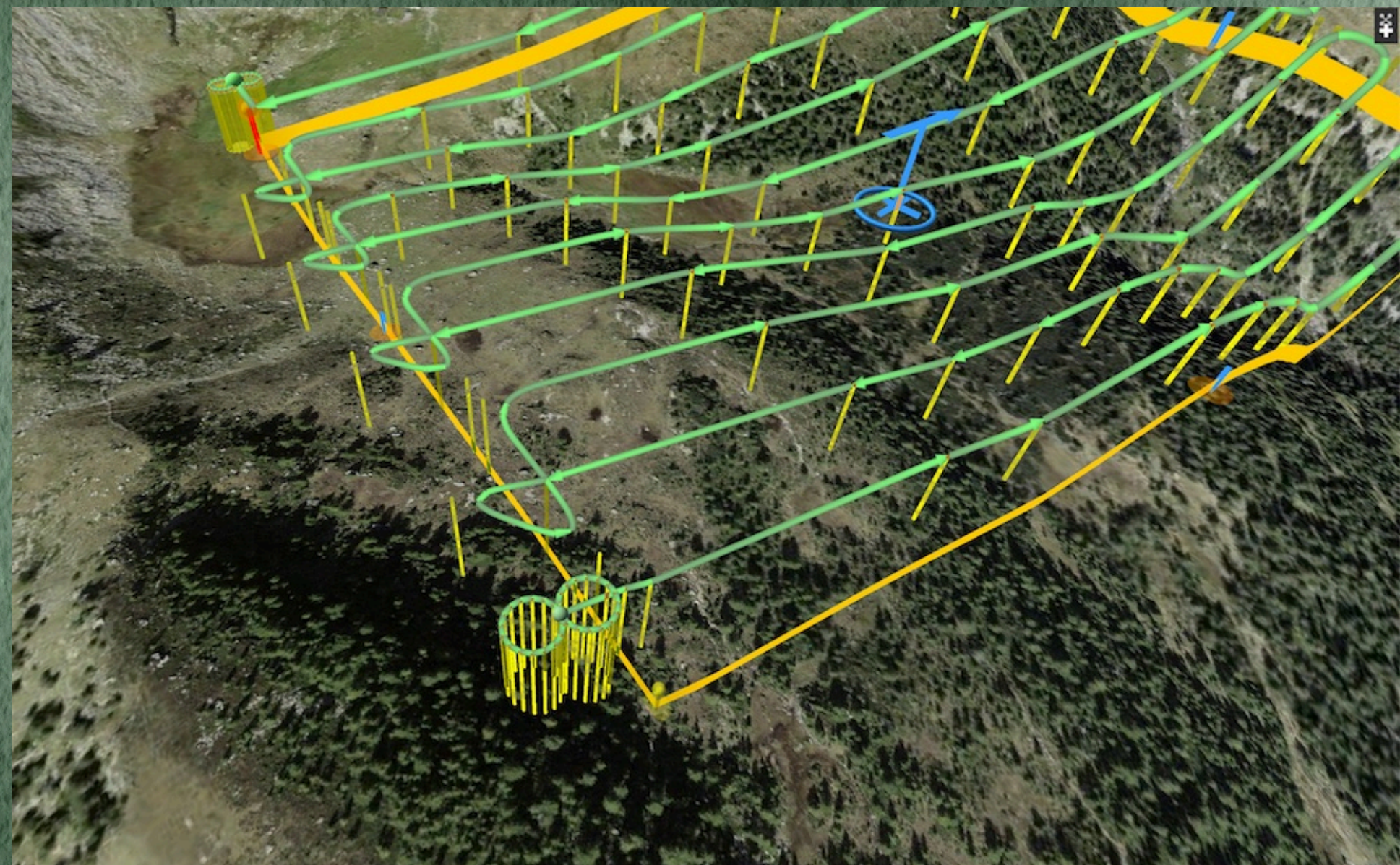
## Ciclo de trabajo simple

Paso 1. Planificamos el vuelo del dron

Paso 2. Mapeamos por primera vez

Paso 3. Aplicamos la solución

Paso 4. Mapeamos cada semana





# Aplicando la fórmula NDVI

PLANTA SANA



8% ROJO (VIS)

PLANTA ESTRESADA



30% ROJO (VIS)

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS}$$

NIR Es la reflectancia del infrarrojo cercano, que las plantas saludables reflejan con mayor intensidad debido a su estructura celular.

RED: Es la reflectancia en la banda roja, que las plantas absorben en mayor medida para la fotosíntesis

Planta  
Sana

$$50 - 8 = 42$$

$$50 + 8 = 58$$

$$42 / 58 = \mathbf{0,72}$$

Planta  
estresada

$$40 - 30 = 10$$

$$40 + 30 = 70$$

$$10 / 70 = \mathbf{0,14}$$



# Mapeo NDVI en viñedo

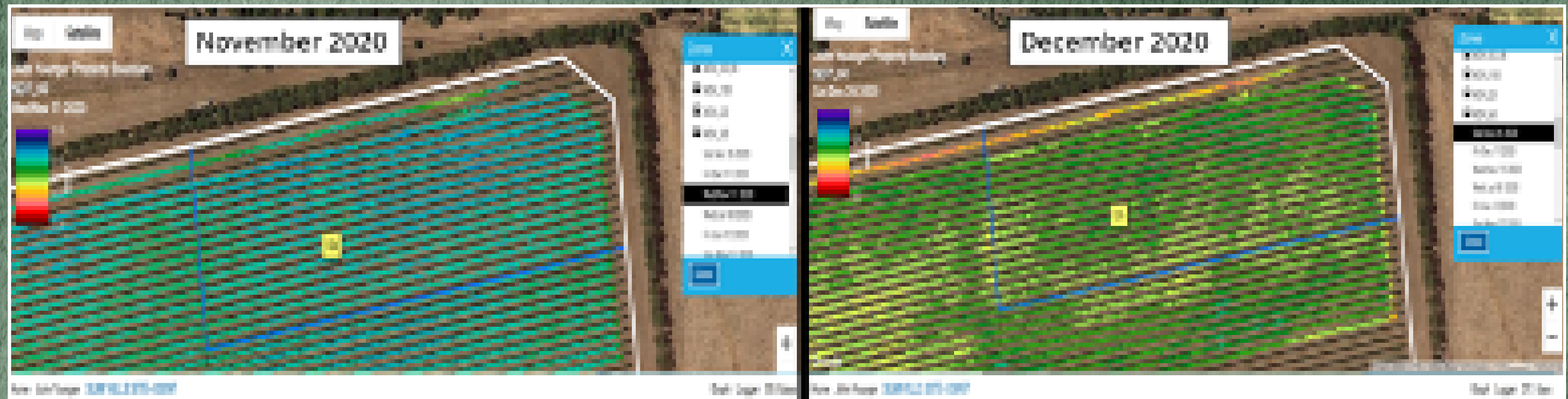
Imágenes NDVI de un viñedo en noviembre y diciembre de 2019 con gráficos de humedad del suelo asociados que muestran el estrés hídrico del cultivo.





# Mapeo NDVI en viñedo

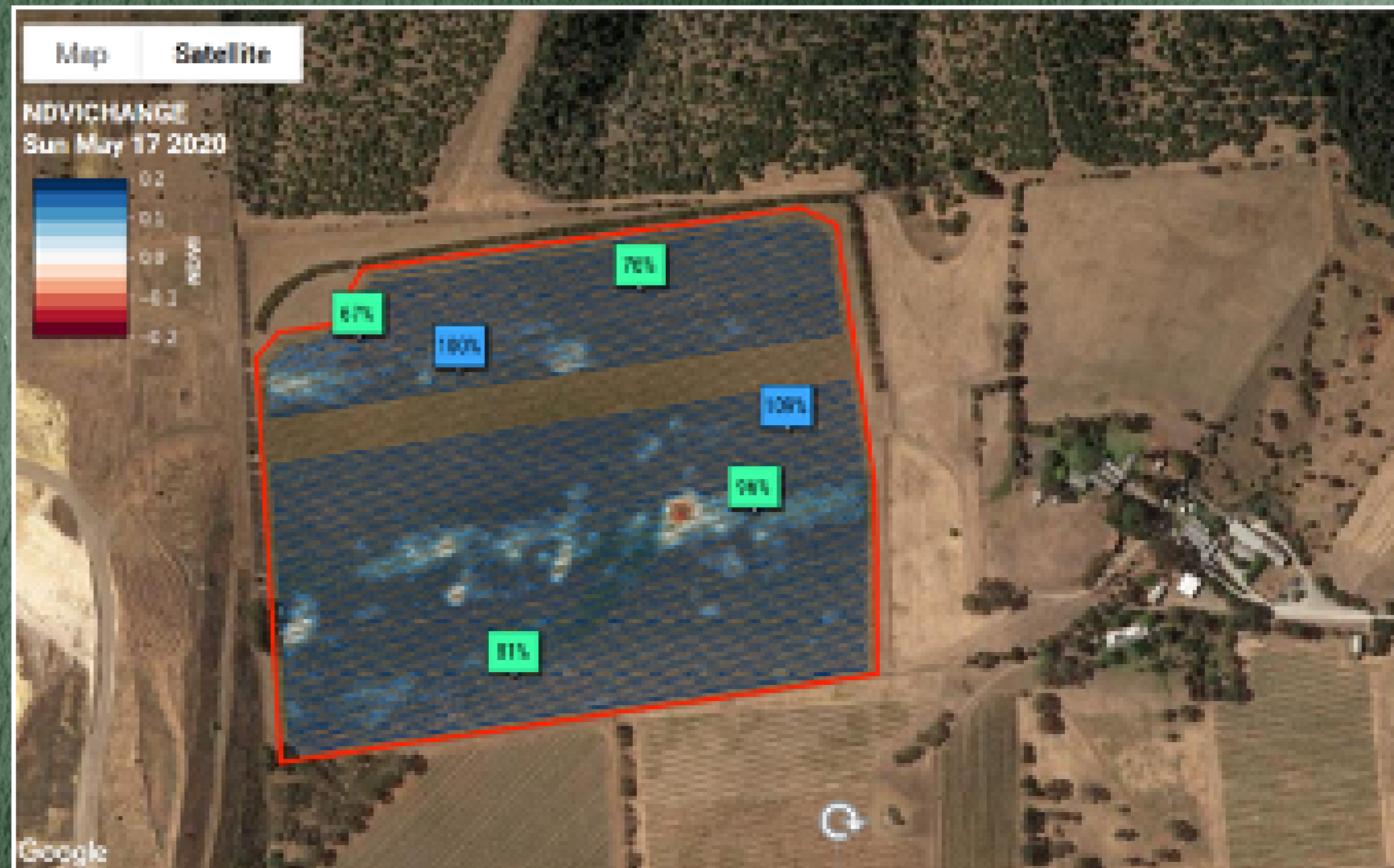
Imágenes NDVI tomadas un año después de implementar una mejor estrategia de gestión del riego evitando el estrés por humedad del suelo





# Mapeo NVDI en viñedo

Cambio del NDVI desde la última imagen. Los colores azules indican una mejora y los colores rojizos indican una reducción en el rendimiento del cultivo. El color blanco no cambia.

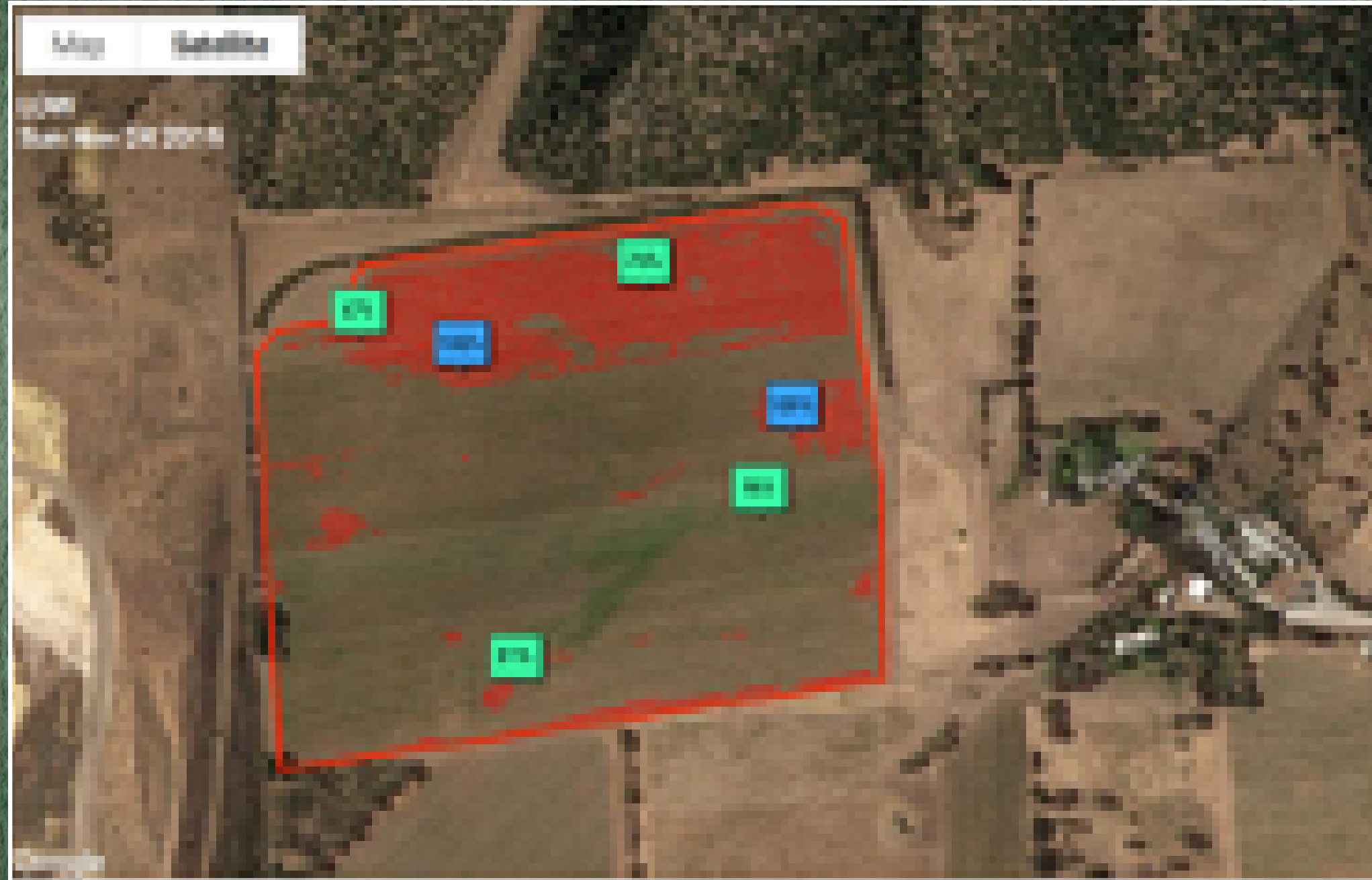




# Maapeo NVDI en viñedo

## IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE ALTO Y BAJO RENDIMIENTO

Esto le ayudará a determinar en qué áreas puede centrarse para realizar riego, fertirrigación, aplicación de mantillo, poda, etc. personalizados.



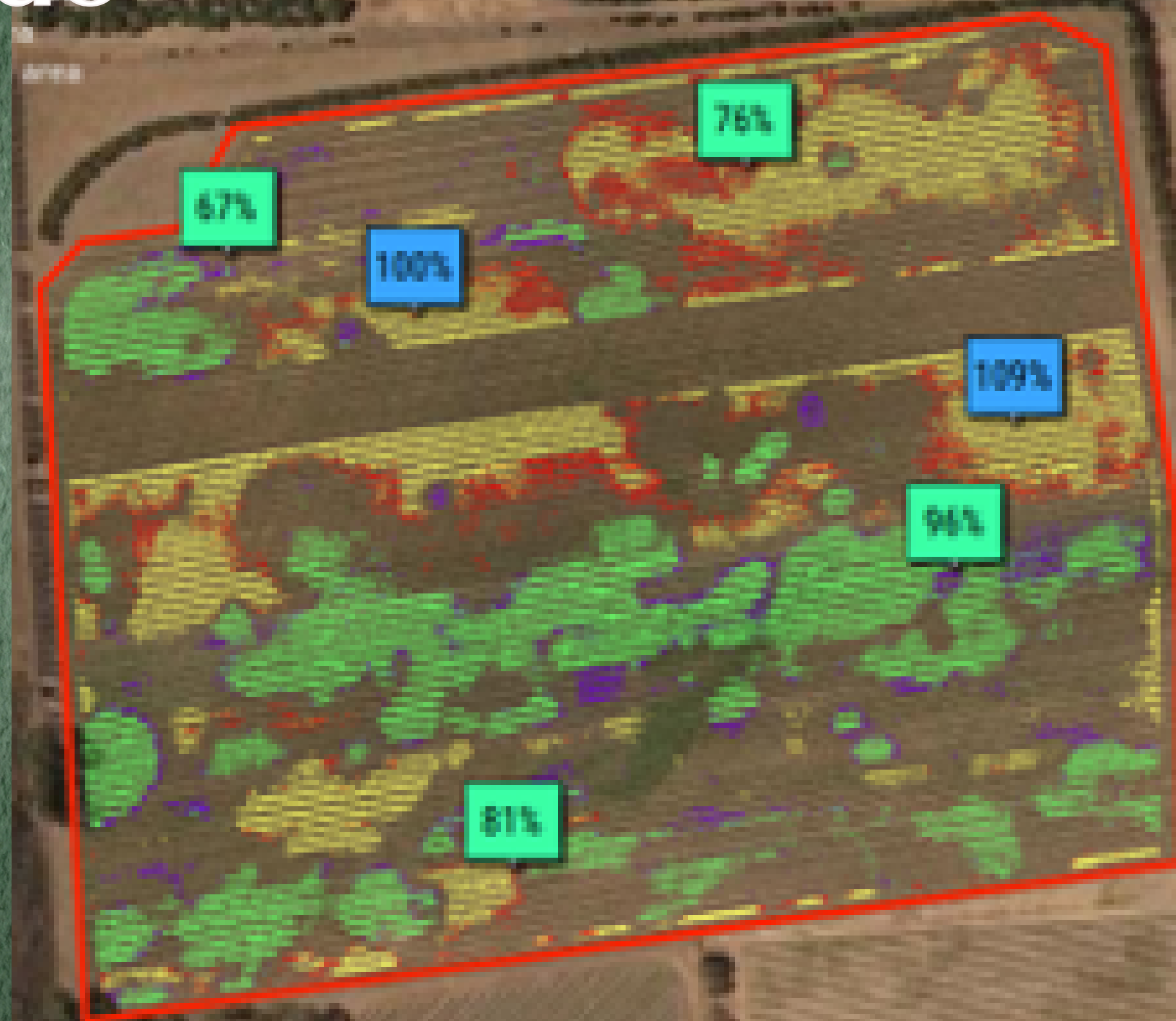


# Mapeo NVDI en viñedo

CAMBIOS EN ÁREAS DE ALTO Y  
BAJO RENDIMIENTO.

Esto le indica si las estrategias de  
gestión personalizadas están  
funcionando o no.

Área de alto rendimiento  
existente (verde) y área de alto  
rendimiento nueva (azul) desde la  
última imagen.





# Pasos para implementar la agricultura de precisión con drones

- **Formación como piloto de drones.**
  - Certificado A1/A3 en 20 horas (1 tutoría)
- **Equipo multispectral**
- **Licencia de software Terra/Pix4D Fields.**
- **Formación y asesoramiento de la mano de Drondynamics**
  - Aprender a Volar y mantener el dron
  - Saber capturar imagenes y procesarlas en el ordenador
  - Aprender a analizar imágenes multispectrales y generar índices vegetales.
  - Enviar la planificación a un dron de aplicación



# Certificado A1/A3



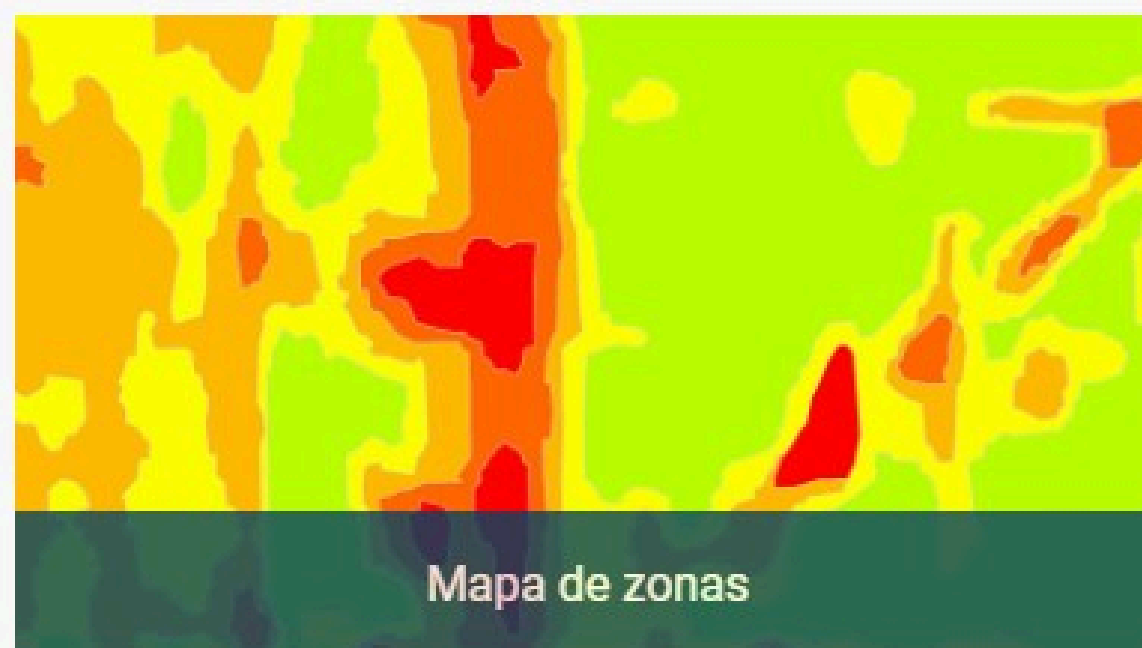
Empresa reconocida  
por **AESA** para la  
formación de pilotos de  
drones





# Cree y analice mapas de sus cultivos en tiempo real para mejorar su proceso de trabajo agrícola

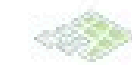
Explore fácilmente su granja y genere la producción adecuada para sus necesidades







# Inspeccione, analice y visualice los cambios en sus cultivos durante todo el año



MAPEO RÁPIDO



GENERE ÍNDICES



MARQUE ZONAS Y DESIGNE



COMPARE



DIBUJE Y HAGA ANOTACIONES



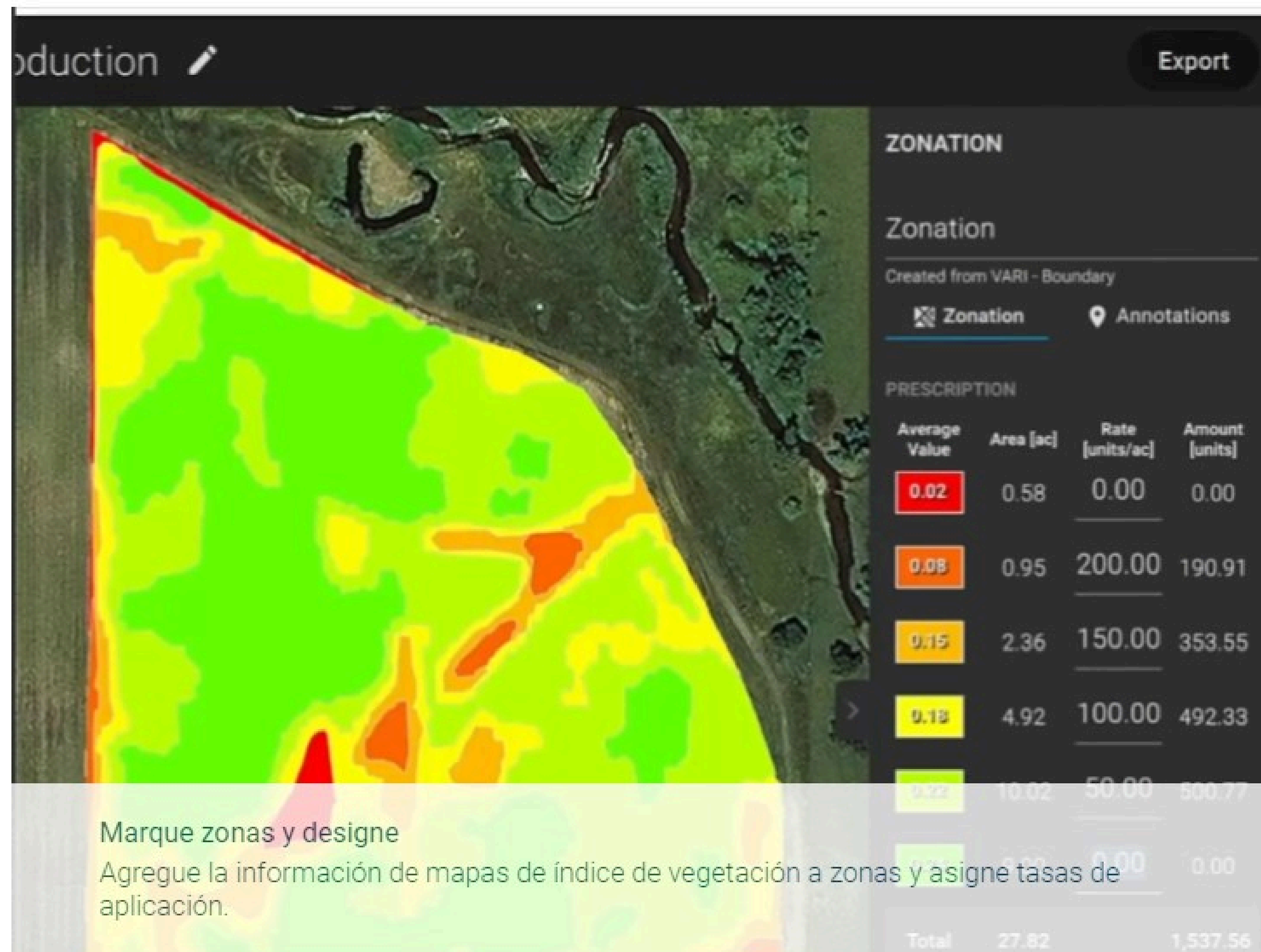
CALCULAR ESTADÍSTICAS



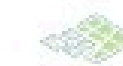
EXPORTE UN INFORME PDF

[Ver la lista completa de características](#)





# Inspeccione, analice y visualice los cambios en sus cultivos durante todo el año



MAPEO RÁPIDO



GENERE ÍNDICES



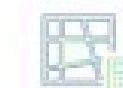
MARQUE ZONAS Y DESIGNE



COMPARE



DIBUJE Y HAGA ANOTACIONES



CALCULAR ESTADÍSTICAS

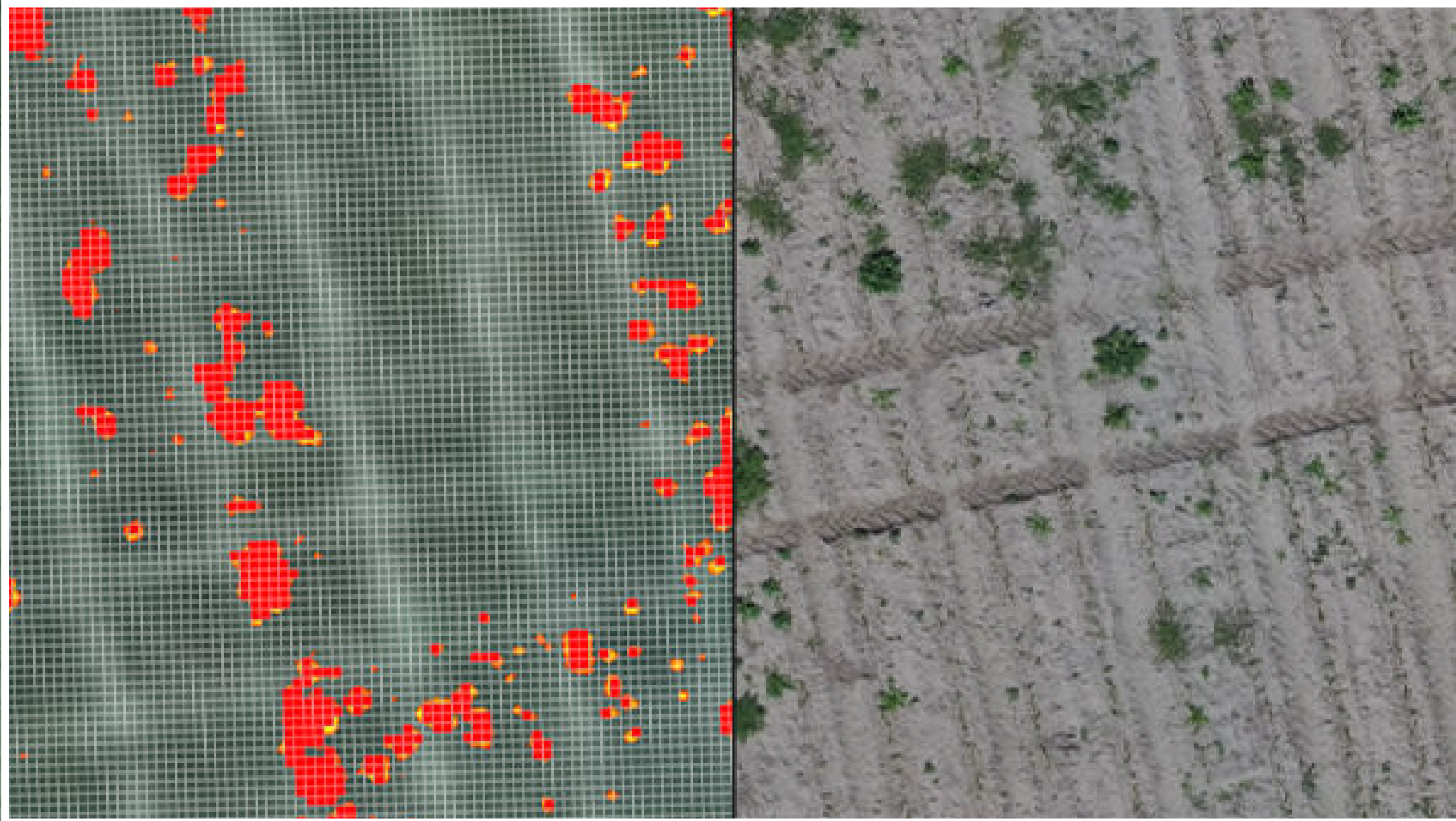


EXPORTE UN INFORME PDF

[Ver la lista completa de características](#)



# Pulverización Puntual – Mapas de Prescripción



Identifique malezas, áreas de baja emergencia o daños en cultivos y cree un mapa de prescripción de aplicación puntual para ahorrar **insumos**.





## Mavic 3M Multispectral

### Equipo completo

- Dron Mavic 3M
- 3 Baterías para el dron
- Arnés
- Ordenador portátil
- Software Terra/Pix4D
- Batería portátil recarga
- Panel de reflectancia
- Antena RTK



# Formación para Uso de Drones Multiespectrales en Agricultura

- **Pilotaje de Drones.**
  - Normativa, certificación y seguridad.
  - Control básico, maniobras y vuelo automático.
- **Tecnología Multiespectral**
  - Conceptos básicos y tipos de sensores.
  - Instalación y configuración.
- **Captura de Imágenes**
  - Planificación de vuelos.
  - Configuración del dron y sensor.
  - Buenas prácticas en campo.
- **Planificación de Misiones**
  - Uso de software (e.g., DJI Terra, Pix4D).
  - Diseño y simulación de rutas.
- **Mantenimiento del Dron**
  - Inspección previa y post-vuelo.
  - Mantenimiento y limpieza de sensores.
- **Generación de Índices Vegetales**
  - Conceptos: NDVI, NDRE, etc.
  - Procesamiento en software (e.g., QGIS, DroneDeploy).
  - Creación de mapas multiespectrales.
- **Interpretación y Aplicación**
  - Diagnóstico de cultivos (estrés hídrico, plagas).
  - Decisiones basadas en mapas.
  - Integración con sistemas agrícolas.
- **Proyecto Final**
  - Ejecución de misión completa.
  - Informe técnico y recomendaciones.
  - Evaluación final.





¡Muchas  
gracias!

---

Juanmi Círez / Joaquín Toledo

info@drondynamics.es  
630967831