



**Mario Alejandro Celis Torres**

Ing. Agrónomo

Est. M. Sc. Geomática

## DJI AGRAS T25

Áreas pequeñas y medianas



## DJI AGRAS T50

Áreas grandes



## Sistema de pulverización o esparcimiento



**VTOL:** Vertical Take-Off  
and Landing

## Alta eficiencia



Cultivo: **21 ha/h** [1]



Esparcir fertilizante: **1.5 t/h** [2]



Frutales: **4.8 ha/h** [3]

[1] Parámetros de vuelo del T50 : Tasa de aplicación: 15 L/ha, interlineado: 11 m, velocidad de vuelo: 7 m/s 25.2 Km/h, altura: 3 m

[2] Parámetros de vuelo del T50 : Tasa de aplicación: 225 Kg/ha, interlineado: 8 m, velocidad de vuelo: 10 m/s 36 Km/h, altura: 4 m, velocidad del disco: 1000 RPM

[3] Parámetros de vuelo del T50 : Tasa de aplicación: 90 L/ha, interlineado: 4 m, velocidad de vuelo: 4 m/s 14.4 Km/h, altura: 3 m



# Sistema de pulverización T50

Caudal: **16 L/min (2 pulverizadores)**

Excelente atomización: Tamaño de gota ajustable de 50 a 500  $\mu\text{m}$  (Centrifugación)

Eliminación goteo: Válvula solenoide

Resistente a la corrosión: Bomba de impulsor de accionamiento magnético



# Sistema de pulverización T50



**Caudal: 24 L/min (4 pulverizadores) Operación flexible**  
**Sin giro en U en vuelo manual**



# Sistema de dispersión T50



Alta capacidad: **50 kg/75 L** <sup>[1]</sup>

Carga rápida: Puerta de recarga de tanques ultragrande

Esparcimiento rápido de fertilizante: 108 kg/min (urea de tamaño medio) <sup>[2]</sup>

Alta eficiencia: 1.5 toneladas de fertilizante por hora <sup>[3]</sup>

Ancho de esparcimiento: 8m


[1] Los datos se midieron al nivel del mar. La aplicación DJI Agras recomienda el peso de la carga útil según el estado actual y el entorno de la aeronave. Al agregar materiales, el peso máximo no debe exceder el valor recomendado; de lo contrario, la seguridad del vuelo puede verse comprometida.

[2] El caudal de T25 es de 72 Kg/min.

[3] Parámetros de vuelo del T50: tasa de consumo: 225 Kg/ha; ancho de esparcimiento: 8 m; velocidad de vuelo: 10 m/s – 36 Km/h; altitud de vuelo: 4 m; Velocidad de rotación del disco: 1000 rpm.



# Sistema de seguridad



Dos conjuntos de visión binocular (Mayor FOV (campo de visión) más amplio y más lejos)  
Radar de matriz en fase activo hacia adelante/atrás a altura constante en pendientes de 50°\*  
Detección y evitación de obstáculos  
\*20° en mapeo



# Evitación de obstáculos

A close-up, low-angle shot of a drone's front section. The drone is white and black, with a prominent blue sensor unit on top. From this unit, several bright blue laser-like beams fan out to the right, illuminating the dark background. The drone's propellers and other components are visible in the foreground, slightly out of focus.

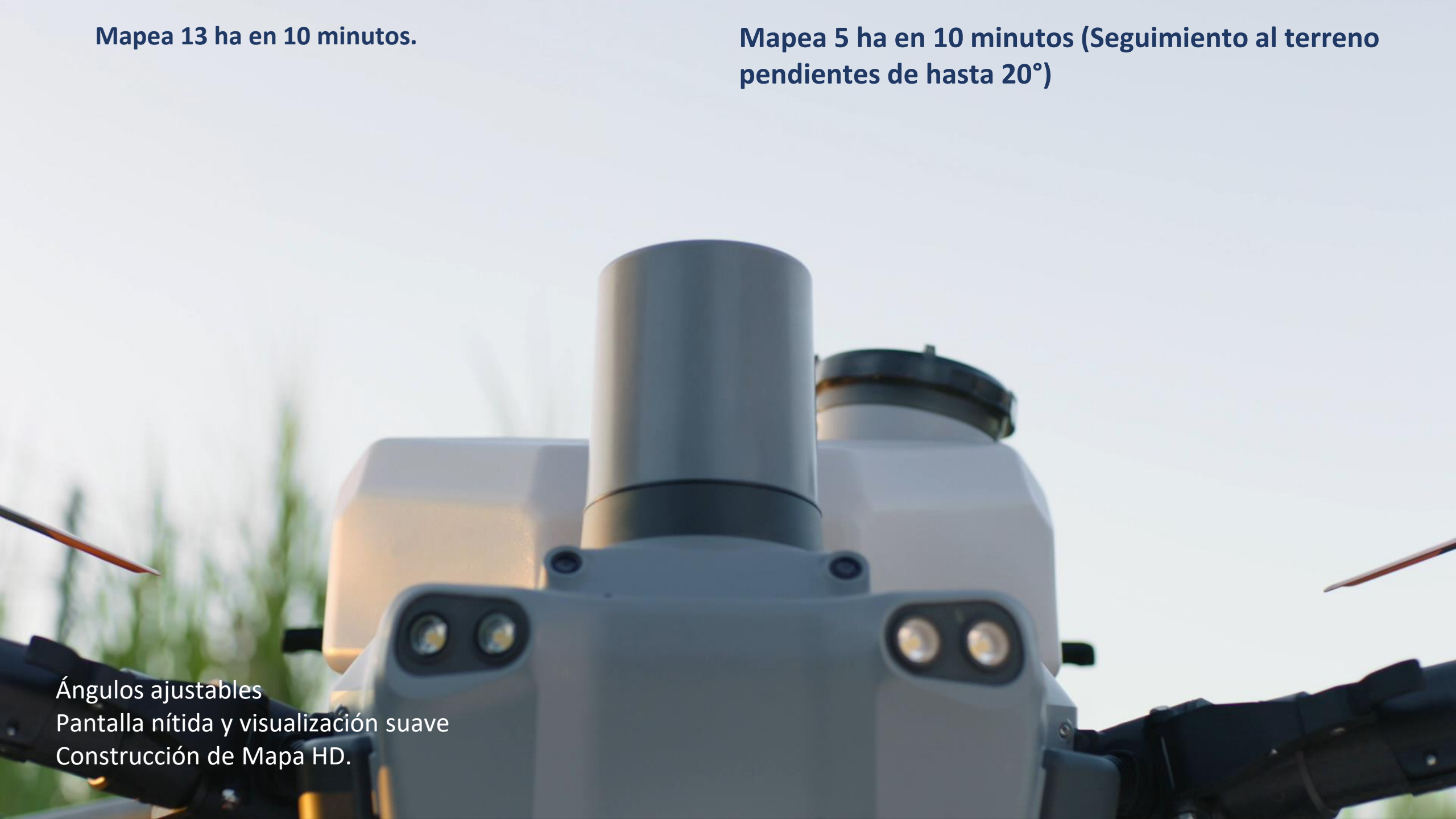
Seguimiento terreno sin necesidad de levantamiento aéreo (hasta  $50^\circ$ )  
Evitar obstáculos sin problemas en un entorno complejo  
Vuelo preciso y seguro en un terreno montañoso



**Mapea 13 ha en 10 minutos.**

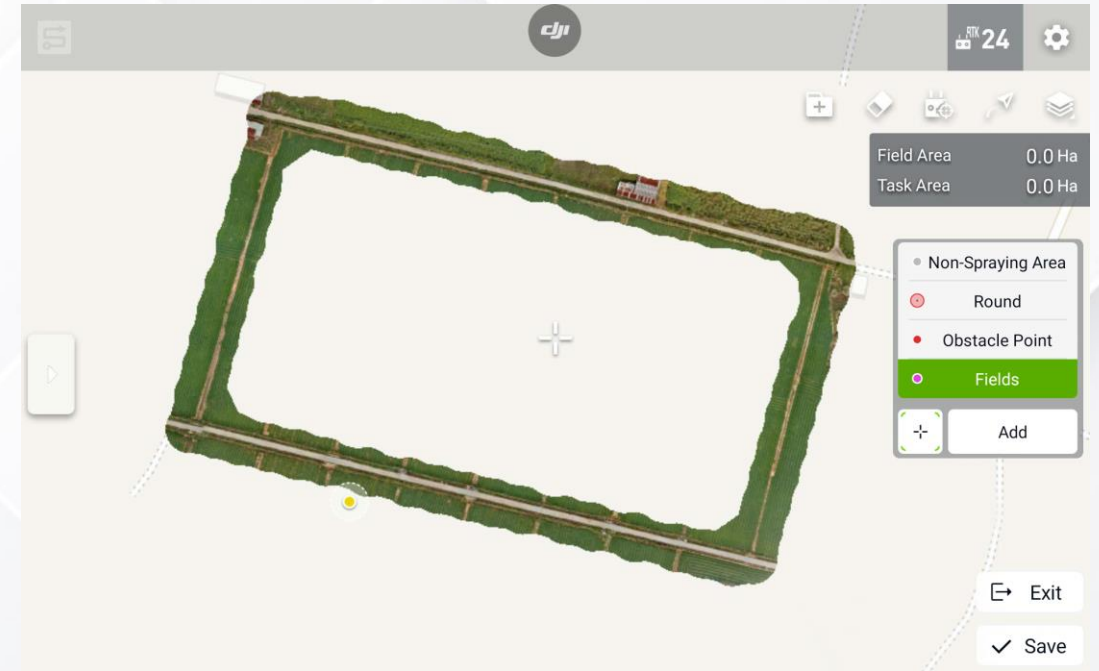
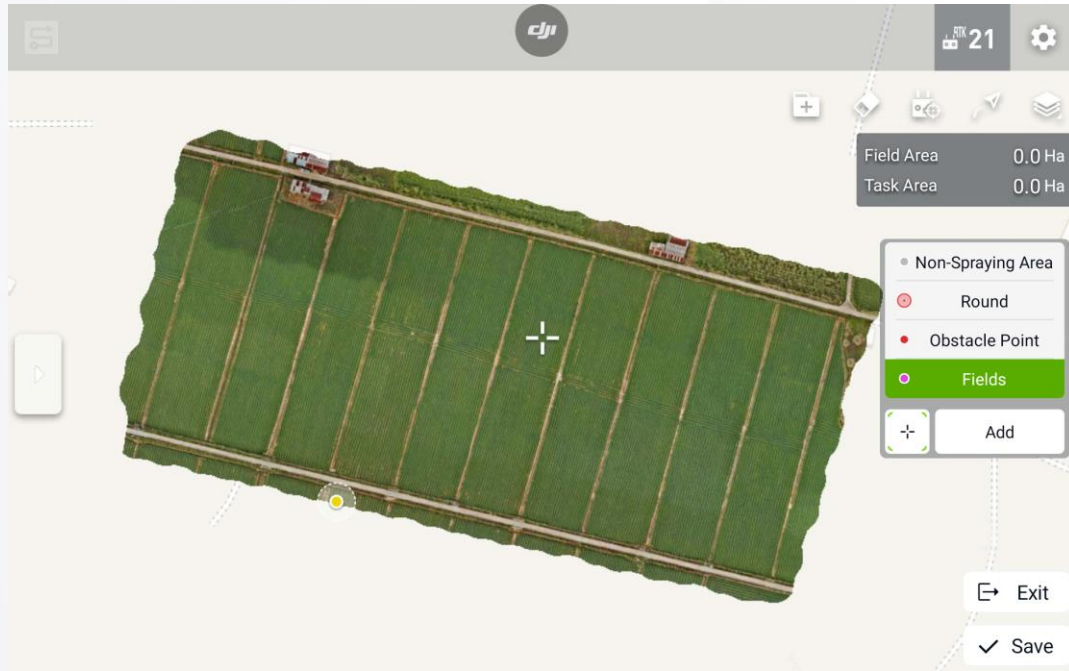
**Mapea 5 ha en 10 minutos (Seguimiento al terreno  
pendientes de hasta 20°)**

Ángulos ajustables  
Pantalla nítida y visualización suave  
Construcción de Mapa HD.





## Construcción de Mapa HD



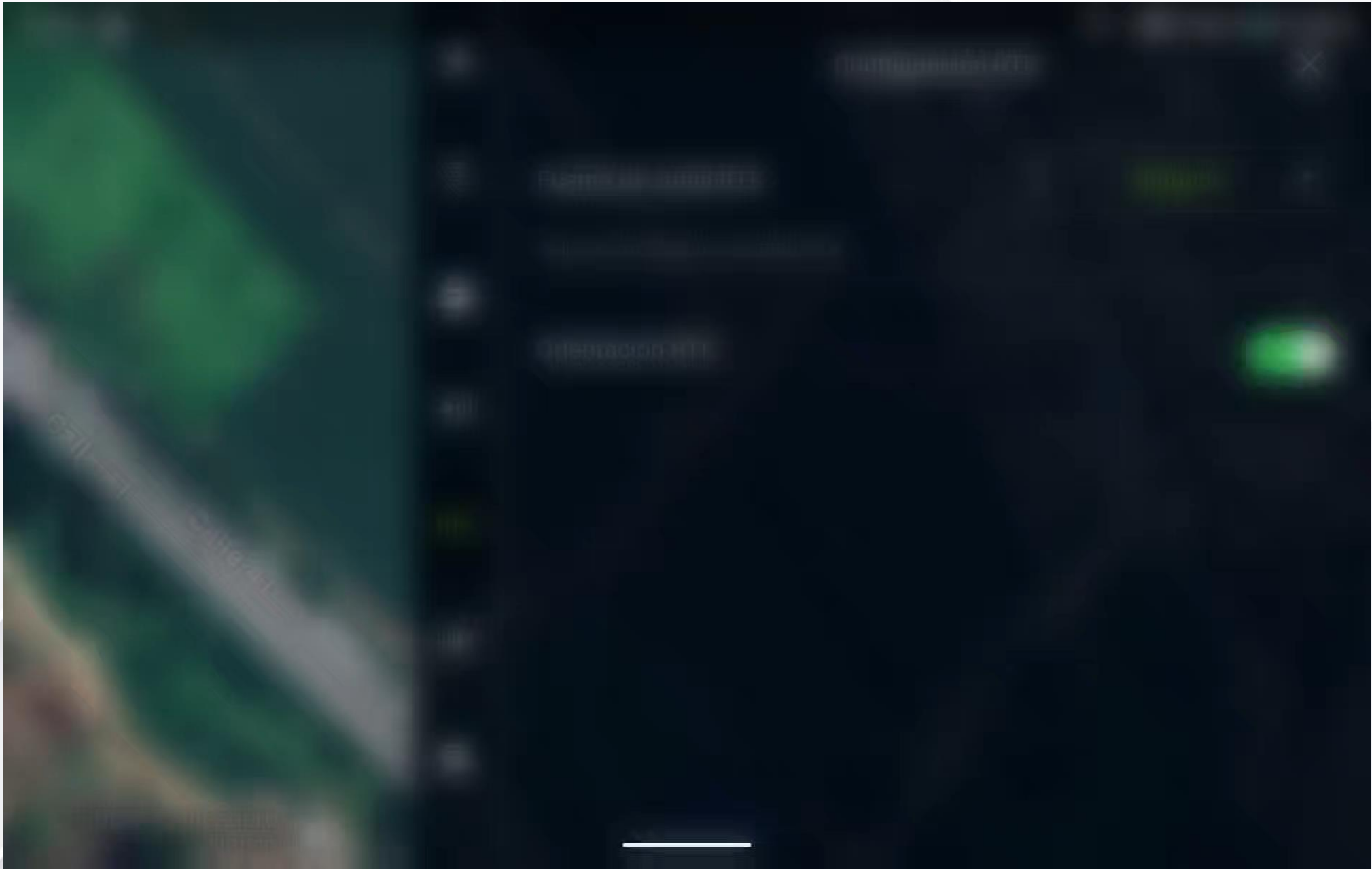
**Mapea 13 ha en 10 minutos**

Mapeo de área (con obstáculos en el terreno)

**Mapea 13 ha en 3 minutos**

Mapeo de límites (sin obstáculos en el terreno)



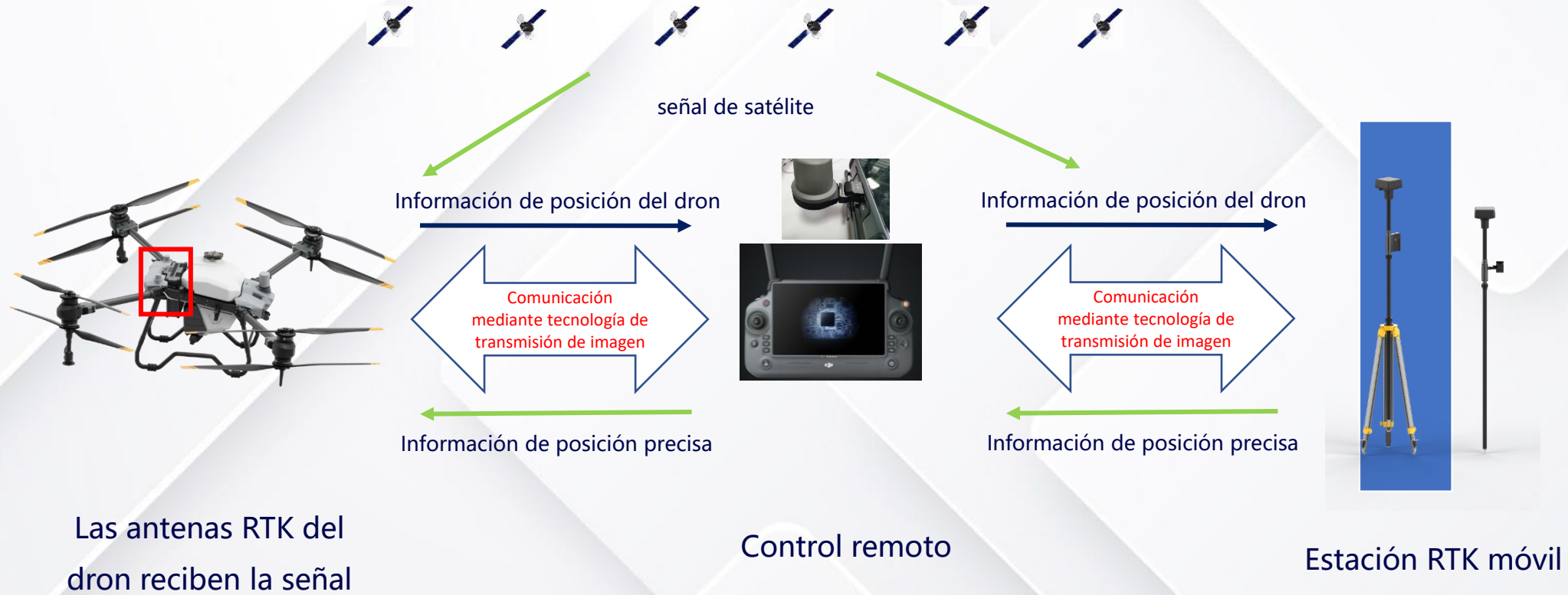


- Pantalla de 7 pulgadas de alto brillo
- Procesador de 8 núcleos
- Transmisión de vídeo de 4 antenas (Ocusync 3)
- Distancia control y aeronave de hasta 2 km





# RTK



**Posicionamiento de alta precisión, clase centimétrica**  
**La falta de cualquier enlace por este medio hará que la estación RTK**  
**no se conecte**





# Sistemas de suministro de energía (T50)



## Batería de Vuelo Inteligente DB1560

Una capacidad de 30 Ah  
1500 ciclos dentro de la garantía  
Protección mejorada



## Generador inversor multifuncional

15% de ahorro de gasolina  
Salida de CA de 1500 W  
Carga rápida de 9 minutos\*



## Cargador de batería inteligente C10000

Potencia de carga de 9.000 W  
Protección adaptativa de energía  
Cable de carga de 1.5 metros

\* Del 30% al 95%

# Sistemas de suministro de energía (T25)



**Batería de Vuelo Inteligente DB800**

Una capacidad de 15.5 Ah  
1500 ciclos dentro de la garantía  
Protección mejorada



**D6000i Generador inversor multifuncional**

10% de ahorro de gasolina  
Salida de CA de 1500 W  
Carga rápida de 9 minutos



**Cargador inteligente C8000**

Potencia de carga de 5400 W  
Protección adaptativa de energía  
Carga de ciclo con doble canal



## Nuevas funciones de la aplicación



### División de campo

Divida el campo en varias partes para diferentes misiones de pulverización.



### Guardar la misión de ruta AB

Guarde la misión AB para uso futuro.



## Nuevas funciones de la aplicación



### Tarea múltiple

Seleccione múltiples campos para una aplicación continua

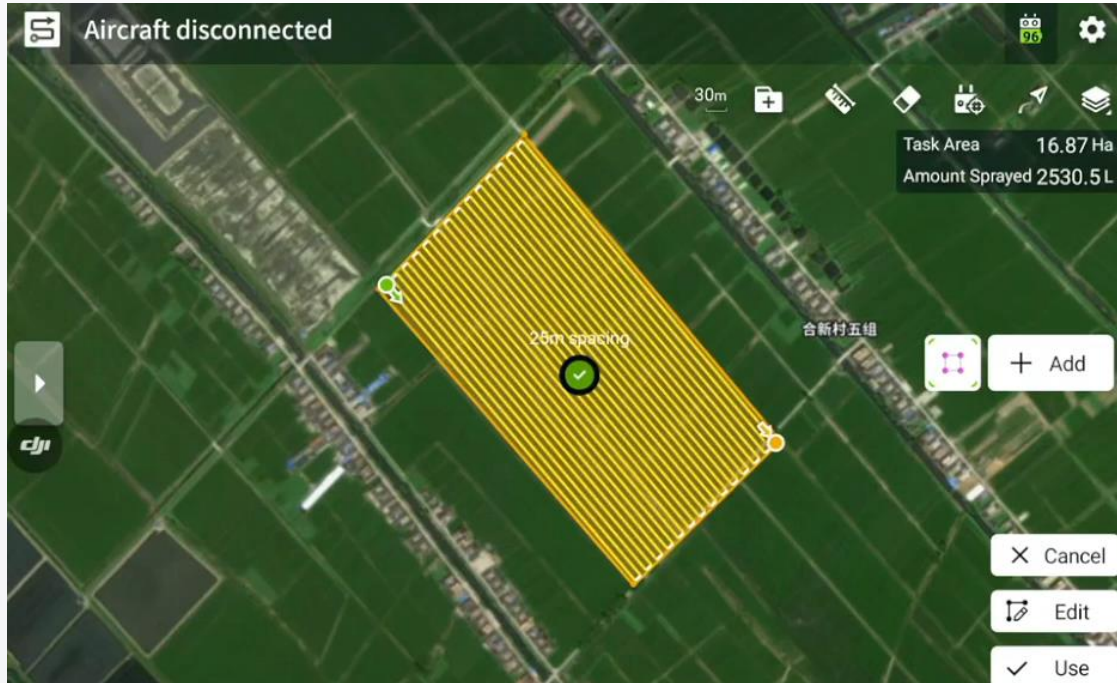


### Pulverización lateral

Aumente la eficacia de la pulverización al volar hacia el límite y el obstáculo.



## Nuevas funciones de la aplicación



### Gran espacio entre rutas

Adecuado para aplicaciones que requieren un gran espacio entre rutas, como la pulverización de biocebos.



### Segmentación de la ruta del huerto

Ajuste la ruta del huerto para una mejor experiencia.





	Altitud(m)	vertical(km/h)	Distancia(m)
	<b>3.0</b>	<b>17.4</b>	<b>84.3</b>
	Caudal(L/min)	Área completa	
	<b>2.52</b>	<b>0.8</b>	

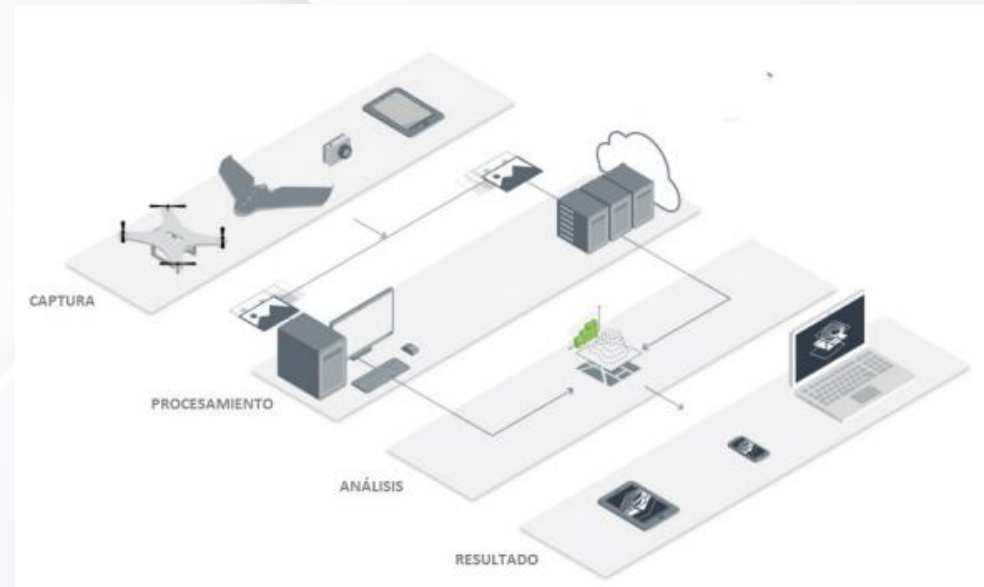
⊙ Fin

|| En pausa

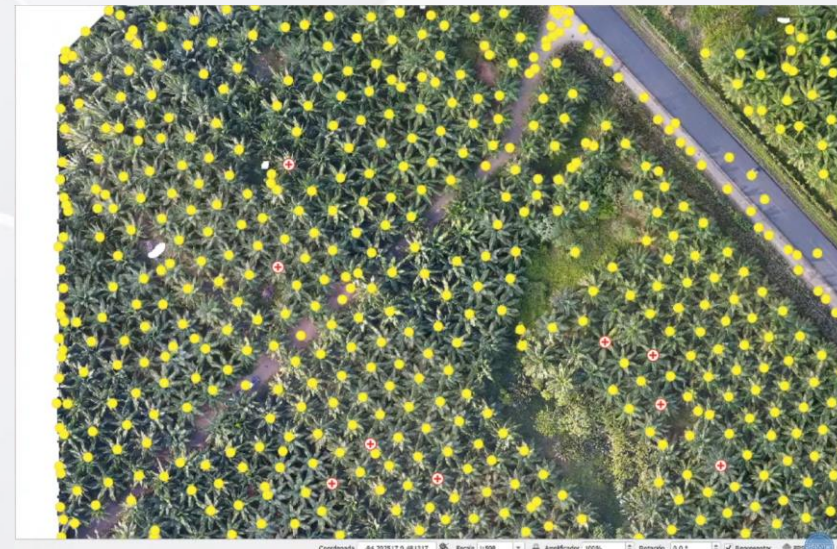


# Agricultura de precisión

- **Índices de Vegetación:** Reflectancia de diferentes longitudes de onda.  
NDVI infrarrojo cercano y el rojo
  - **Georreferenciación:** Posición (X,Y)
  - **Teledetección:** Identificación estados sanitarios de los cultivos y su relación con el rendimiento. **MIPE**
- “Detección temprana de Sigatoka Negra en el cultivo de banano con el uso de sensores multiespectrales; el procesamiento de imágenes y su posterior análisis de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)”
- **Clasificación supervisada de imágenes:** Extracción de información para crear mapas temáticos.



**Modelo de Agricultura de precisión aplicado**  
Medina, 2017



## Teledetección para enfermedades (PC) *Phytophthora palmivora*

### Ciencia y Tecnología

Noticia Agencia - UNAL 2019

## Drones identifican pudrición del cogollo en palmas

### Alturas de 30, 60 y 100 m

Nicolás Álvarez Perdomo

Método de monitoreo control PC con un sensor multiespectral RPAS para capturar información en fotografías y bandas electromagnéticas.

Observar palma por palma **para ver si presentan síntomas**, dificultad en palmas altas.

### Preventivo

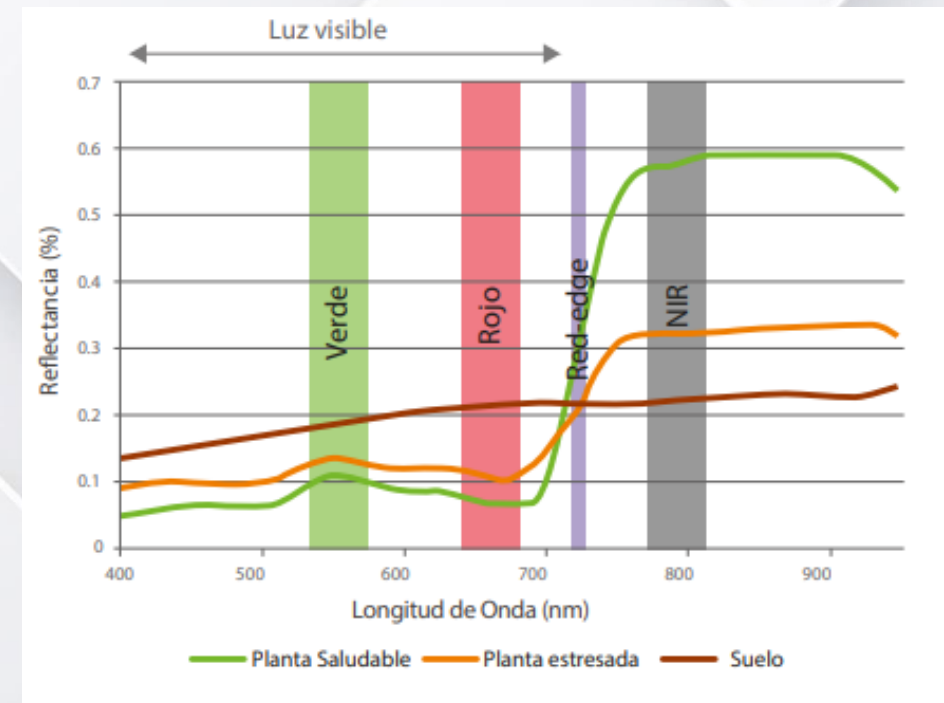
Disminuir la posibilidad de que los cultivos de Palma sean afectados por la Pudrición de Cogollo.

### Monitoreo

Recopilar información sobre el patrón de dispersión de la enfermedad a través de los cultivos.

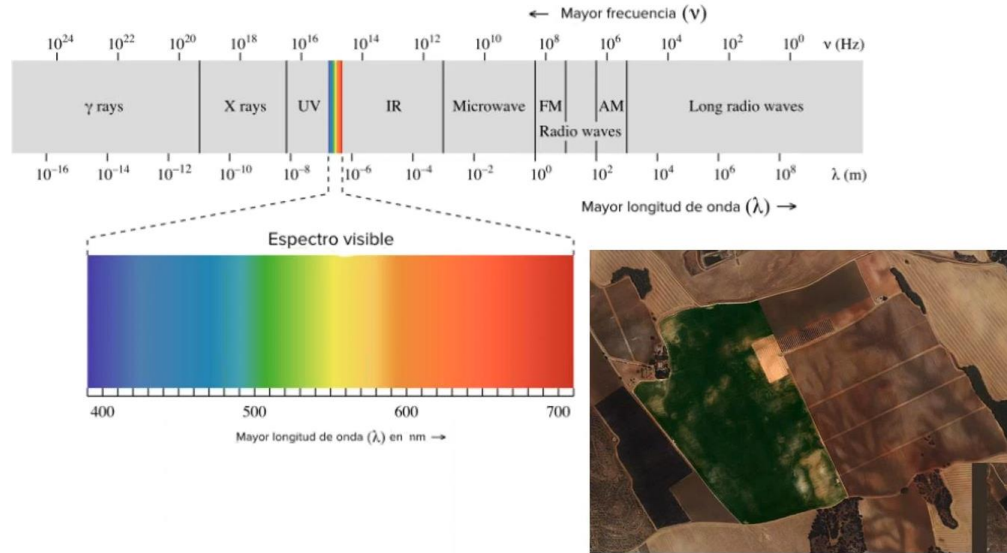
### Control

Analizar la evolución que tienen las palmas que se encuentran bajo tratamiento.





Rayos X, Ultravioleta, Espectro Visible, Infrarojo (Cercano, Medio) MicroOnda



- ✓ Estado fitosanitario de la planta
- ✓ Estado hídrico de la planta
- ✓ Evaluación del estado nutricional
- ✓ Estimación del rendimiento
- ✓ Medición fenotípica
- ✓ Humedad del suelo

**Productividad**  
**Rendimiento**  
**Sostenibilidad ambiental**

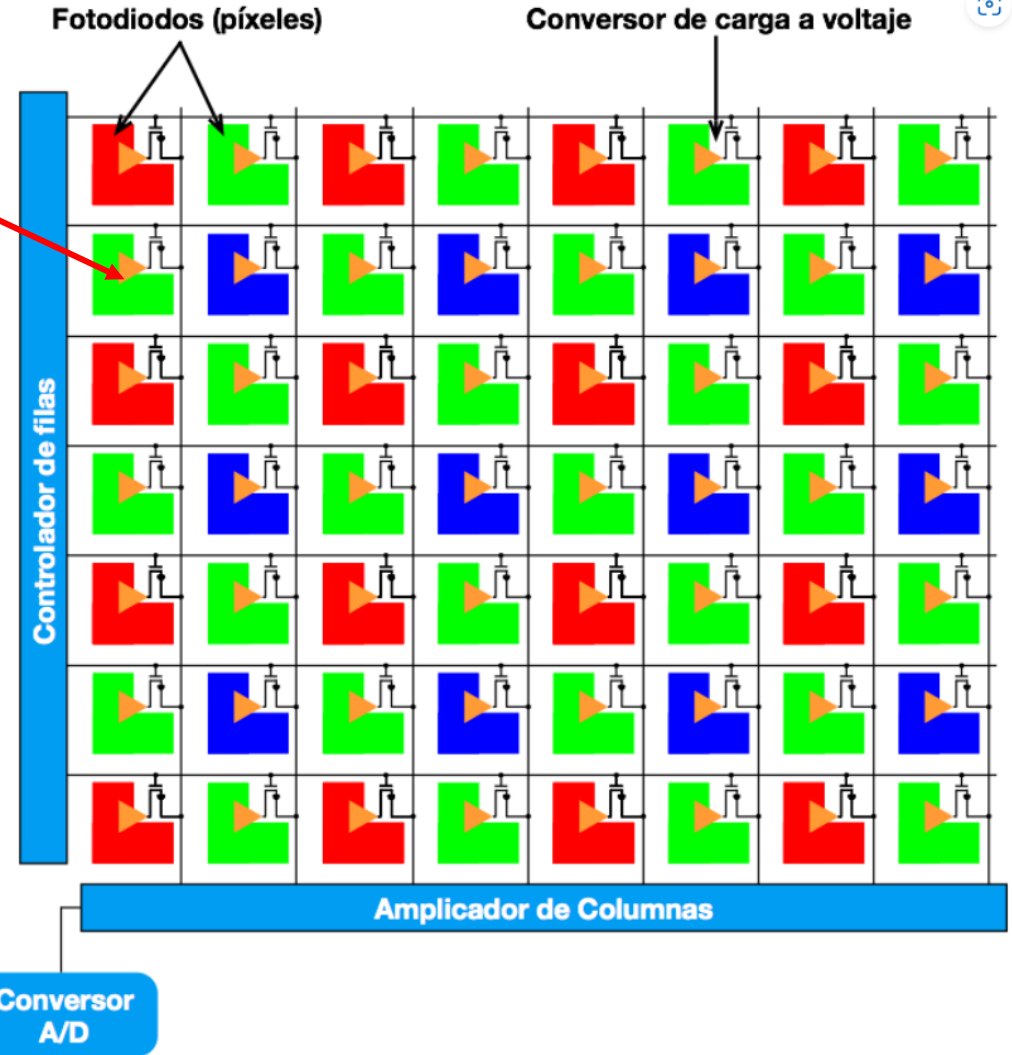
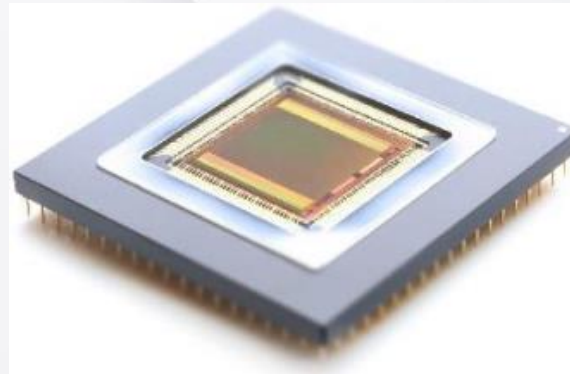
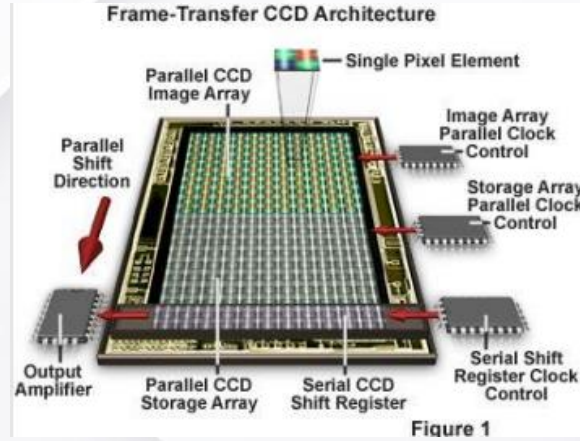


# Sensores con tecnología CMOS

Semiconductor complementario de óxido metálico

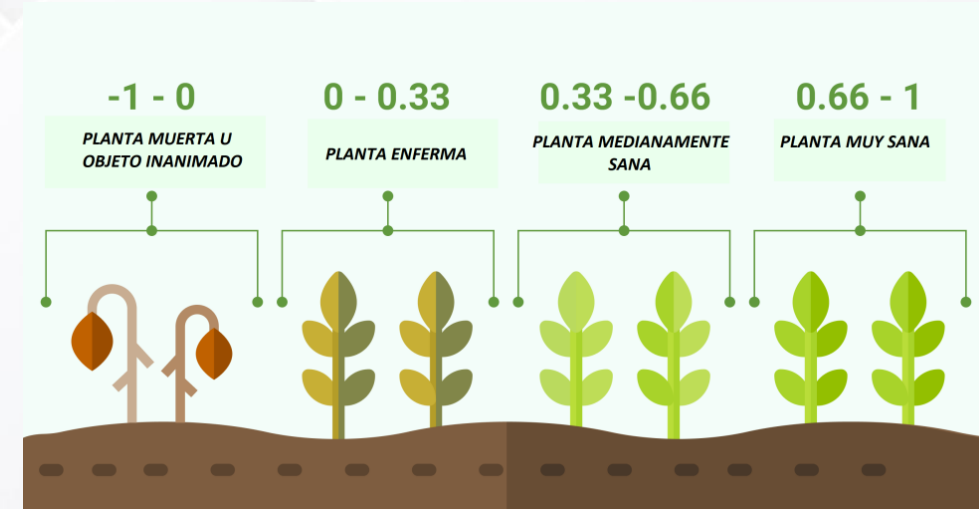
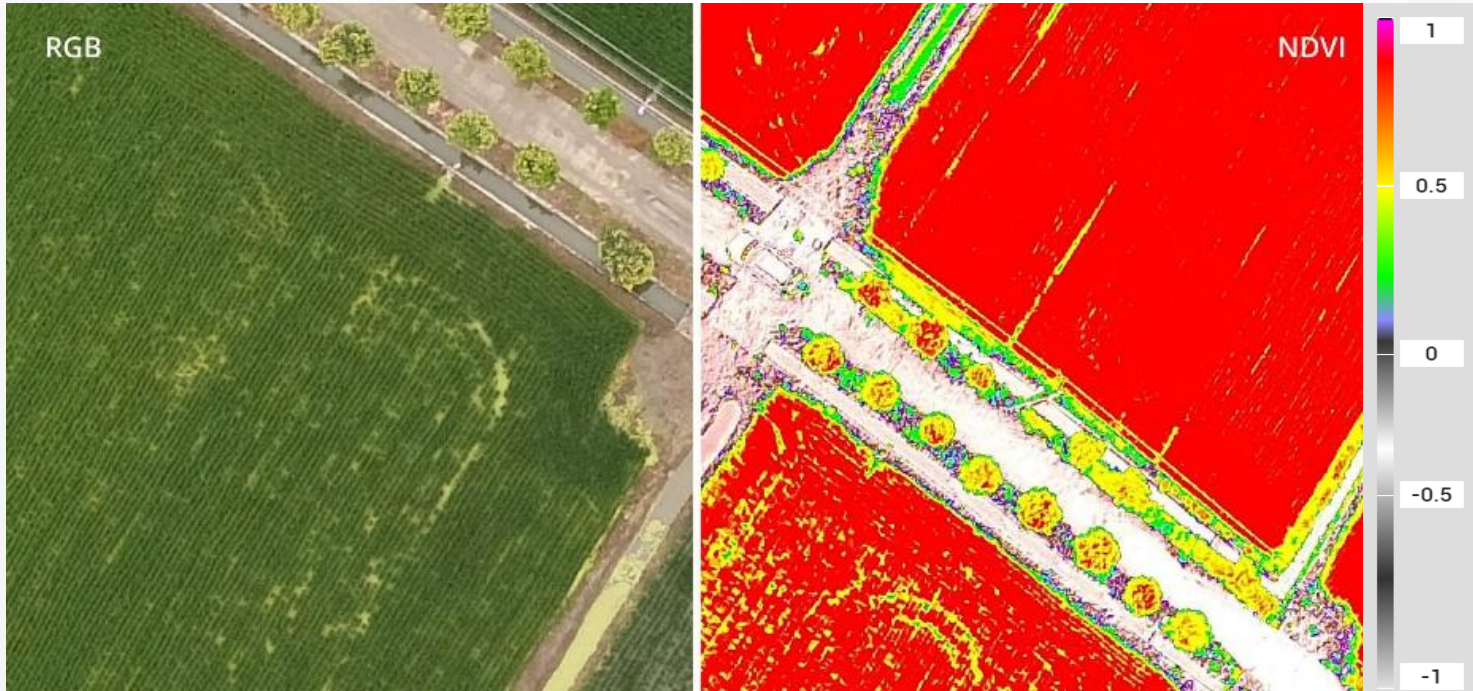


Incidencia de luz



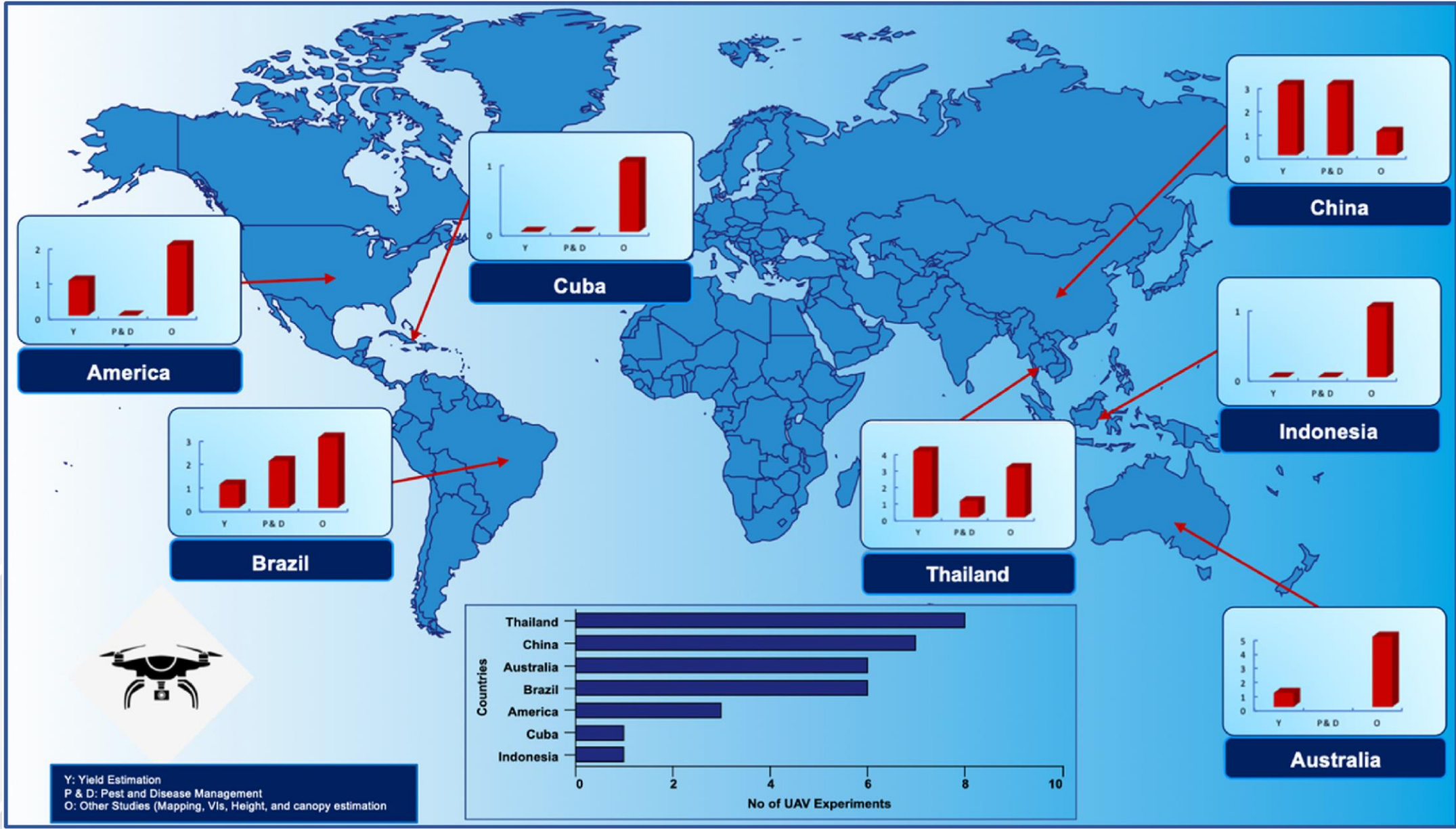


# Indices de vegetación

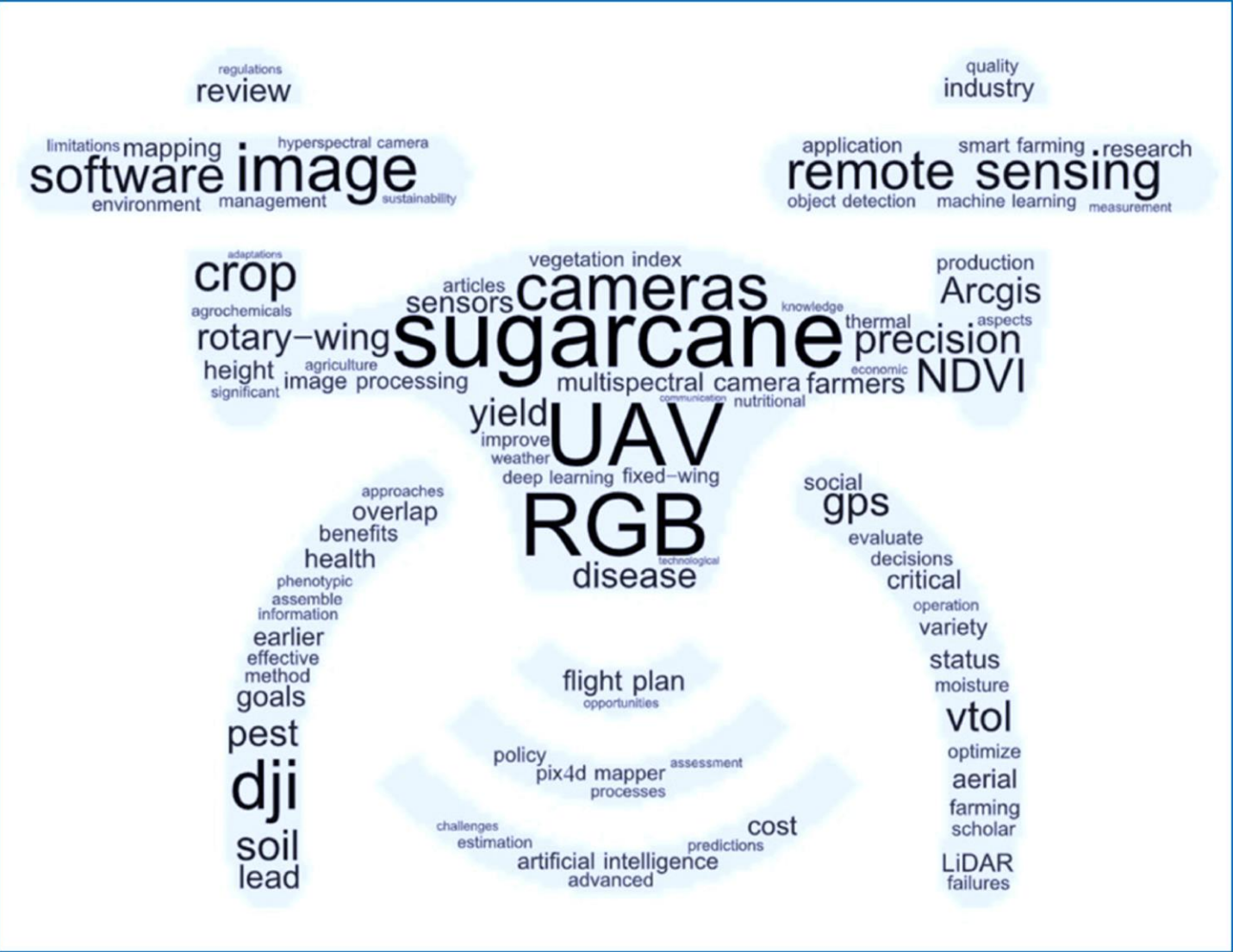


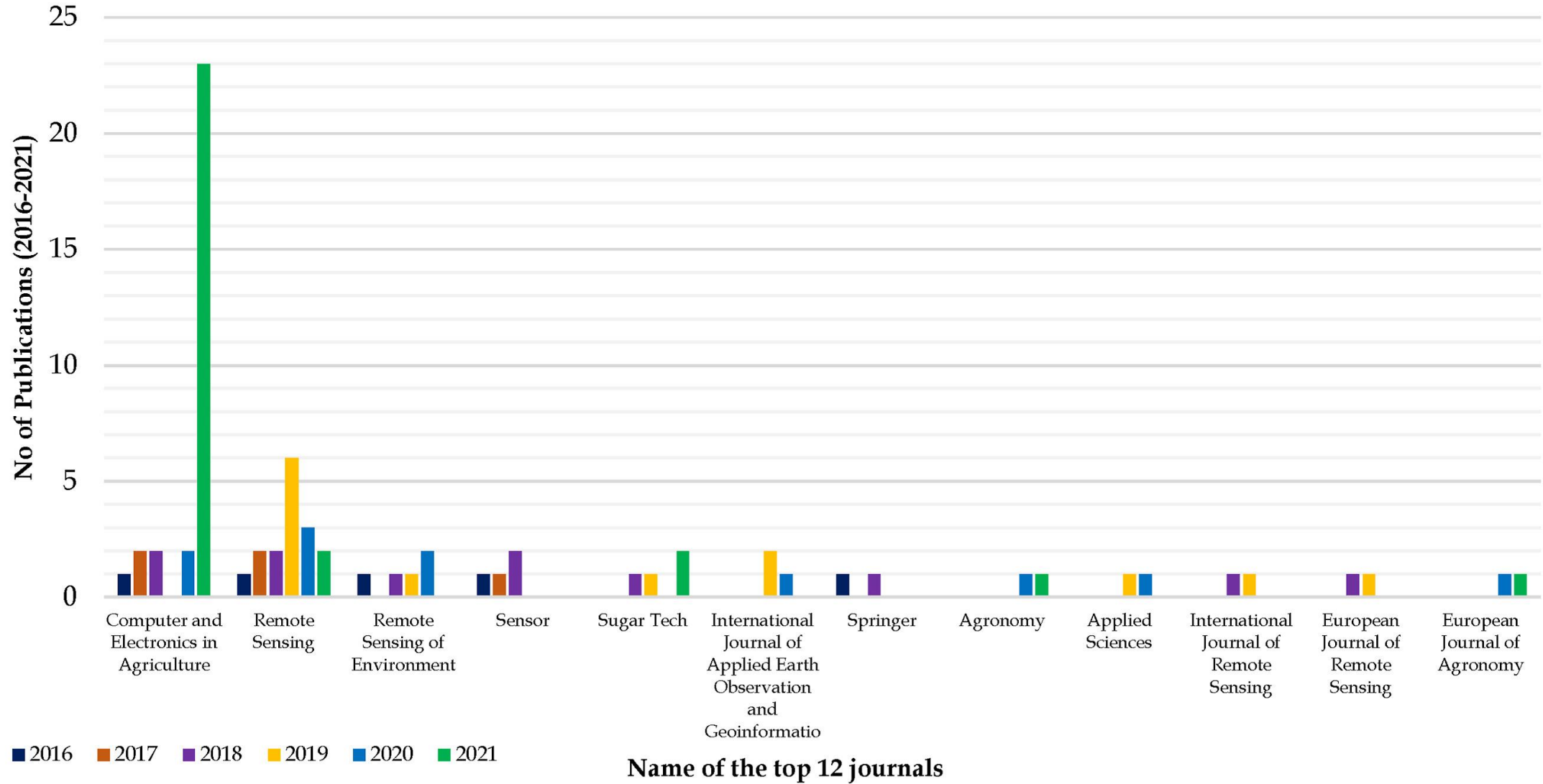
NDVI (-1 a 1.  $-1 \leq \text{NDVI} \leq 1$ )

1. Un número positivo indica cobertura vegetal, y más cercano a 1, la vegetación es más densa.
2. Un número negativo indica que el suelo está cubierto de objetos que reflejan mucho la luz visible, como nubes, agua, nieve, etc.
3. 0 significa roca, suelo desnudo, etc.



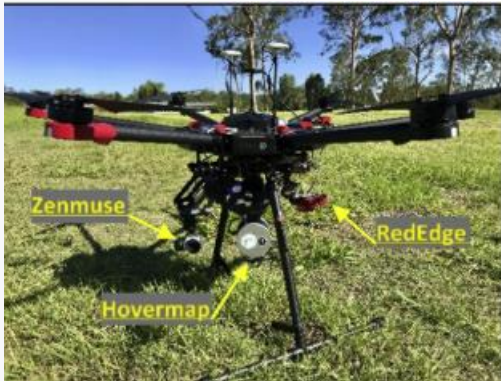




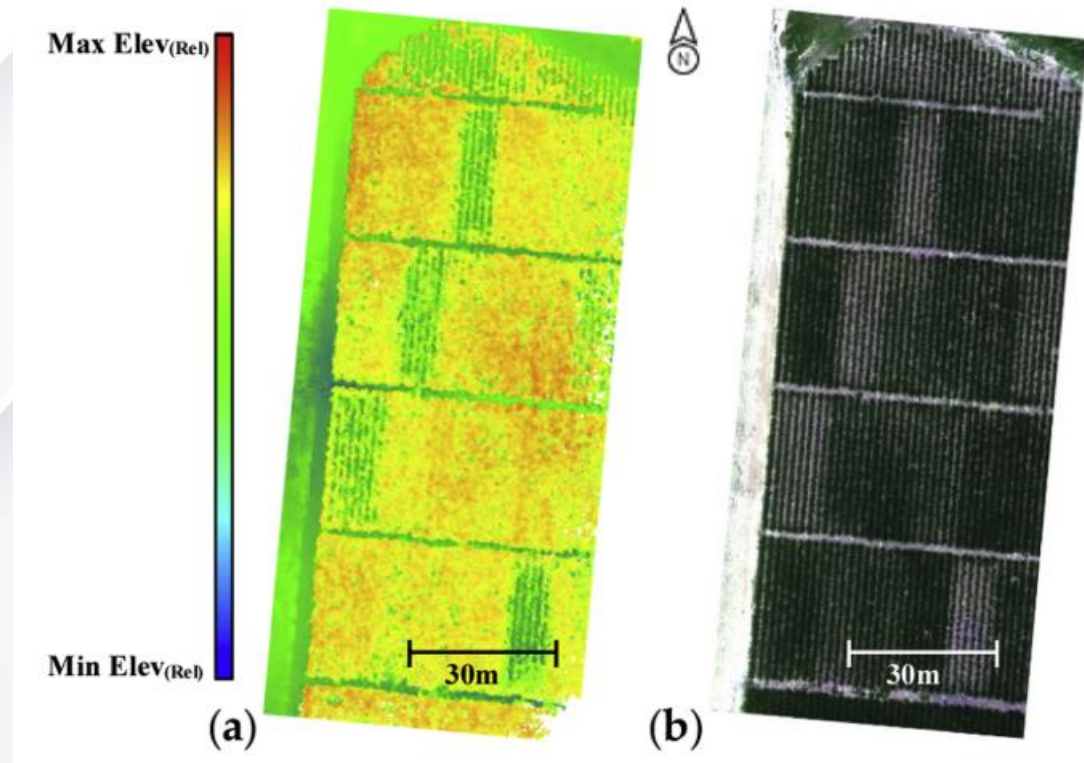




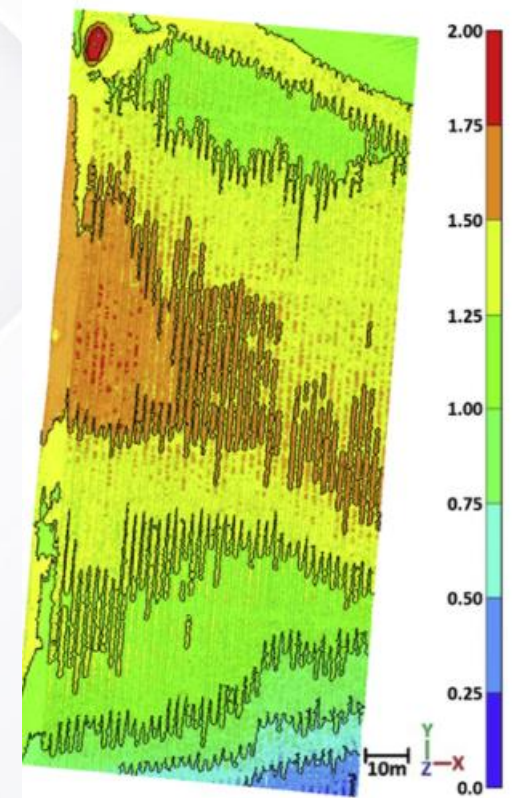
Seguimiento de la respuesta del crecimiento de la caña de azúcar a la variación de las tasas de aplicación de nitrógeno: Una comparación de UAV SLAM LiDAR y fotogrametría Sofonia et al., 2019



Queensland, Australia



Modelo Digital de Terreno (DTM)



**a)** Nube de puntos densificada **b)** Modelo Digital de Superficie (DSM)

“Las técnicas de Sensores Remotos ( [Shafiee et al., 2021](#) ), aprendizaje automático y aprendizaje profundo se pueden utilizar para monitorear y medir en las industrias de la caña de azúcar para mejorar el rendimiento y la calidad.”

# Uso de índices de vegetación en el seguimiento de los síntomas de la enfermedad de la hoja blanca de la caña de azúcar en campos de caña de azúcar utilizando imágenes aéreas multiespectrales de vehículos aéreos no tripulados

Sanseechan et al., 2019

Name	Abbrev.	Formula
NIR and Red edge group		
Normalized Difference Red edge Index	NDREI	$(NIR^a - RE^b)/(NIR+RE)$
Green NDVI	GNDVI	$(NIR-G^c)/(NIR+G)$
Ratio Vegetation Index	RVI	$NIR/R^d$
Simplified Canopy Chlorophyll Content Index	SCCCI	NDREI/ NDVI
Normalized Difference Vegetation Index	NDVI	$(NIR-R)/(NIR+R)$
Optimized Soil Adjusted Vegetation Index	OSAVI	$1.16(NIR-R)/(NIR+R+0.16)$
Triangular Vegetation Index	TVI	$0.5[120(NIR-G^e)-200(NIR-G)]$
Soil Adjusted Vegetation Index	SAVI	$1.5(NIR-R)/(NIR+R+0.5)$
Enhanced Vegetation Index	EVI	$2.5(NIR-R)/(NIR+6R-7.5B+1)$
Anthocyanin Reflectance Index	ARI	$(1/G)/(1/RE)$
Transformed Chlorophyll ARI	TCARI	$3[(RE-R)-0.2*(RE-G)(RE/R)]$
Chlorophyll Vegetation Index	CVI	$(NIR*R)/(G^2)$
Chlorophyll Index-Green	CIG	$NIR/(G-1)$
Chlorophyll Index-Red edge	CIRE	$NIR/(RE-1)$
RGB group		
Greenness Index	GI	$G/R$
Nitrogen Reflectance Index	NRI	$(G-R)/(G+R)$
Green Leaf Index	GLI	$(2G-R-B)/(2G+R+B)$
Triangular Greenness Index	TGI	$-0.5*190*(R-G)-(120)*(R-B)$

<sup>a</sup> Near-infrared band

<sup>b</sup> Red Edge band

<sup>c</sup> Green band

<sup>d</sup> Red band

<sup>e</sup> Blue band

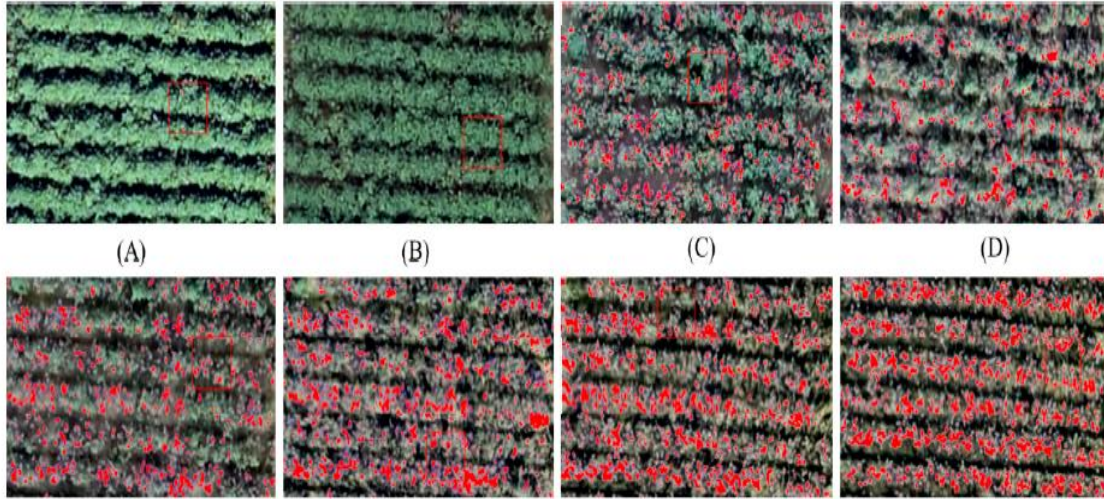
La detección de la enfermedad de la hoja blanca de la caña de azúcar en campo puede detectarse con índices de vegetación con banda NIR y borde rojo (NDREI y GNDVI), a partir de la banda RGB (GI y NRI) también tienen potencial en la detección de los síntomas de la hoja blanca con una calidad aceptable y bajo coste

Sanseechan et al., 2019



# Monitorización de la tasa de apertura de las cápsulas de algodón a partir de datos multispectrales de UAV

(Wang Y et al., 2024)



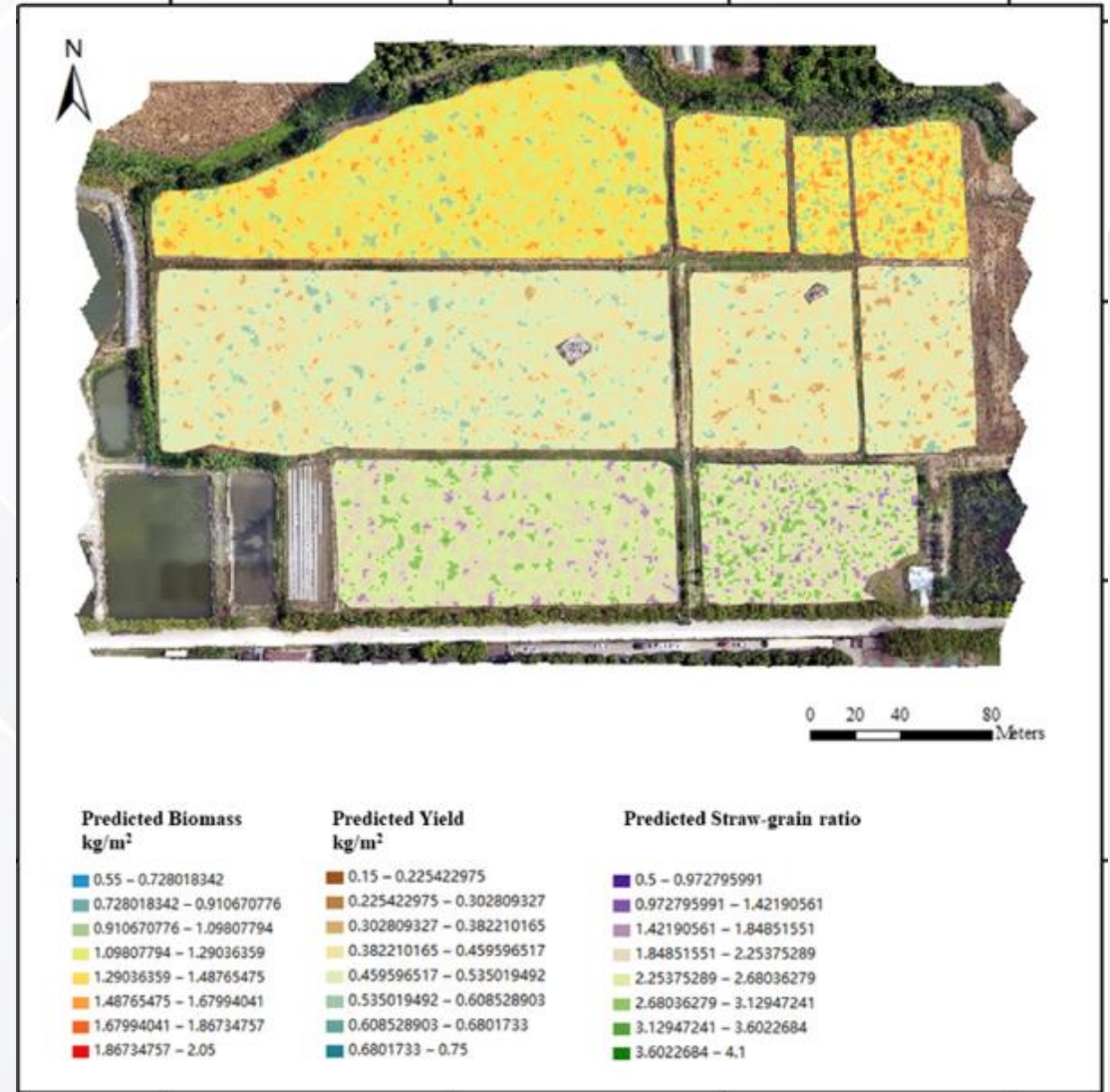
# Zonificación de viñedos y detección de vides mediante aprendizaje automático en imágenes de vehículos aéreos no tripulados



(Gavrilović et al., 2024)

# Biomasa de trigo, rendimiento y relación paja-grano a partir de imágenes multitemporales RGB y multispectrales basadas en UAV

Wei L et al., 2023

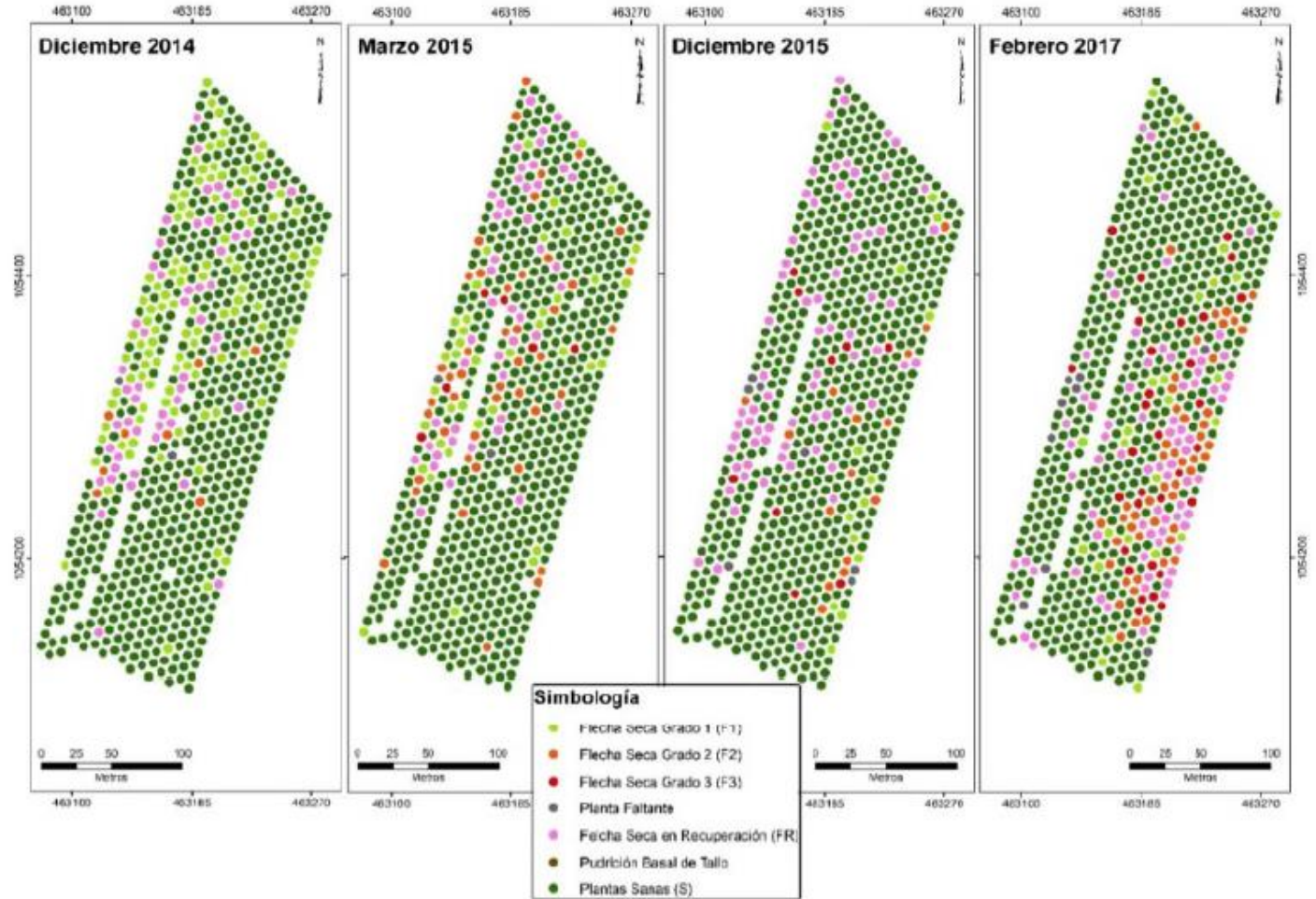




# Predicción de biomasa y rendimiento en un experimento de fenotipado de tomate mediante imágenes de UAV y Random Forest Johansen K et al.,2020

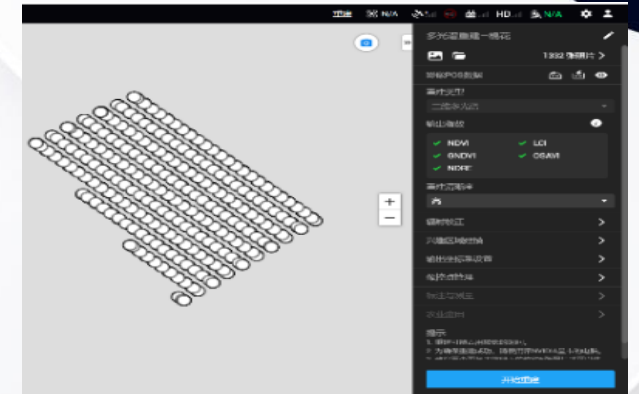
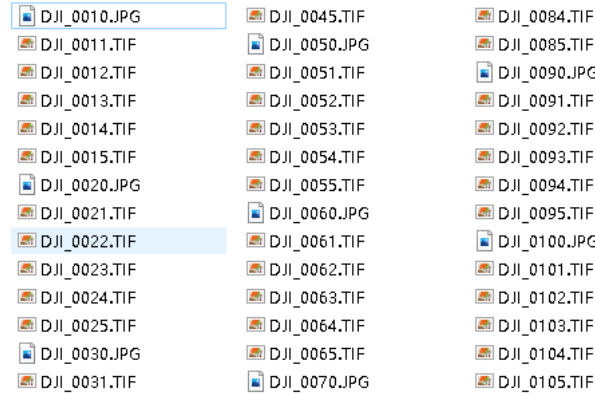
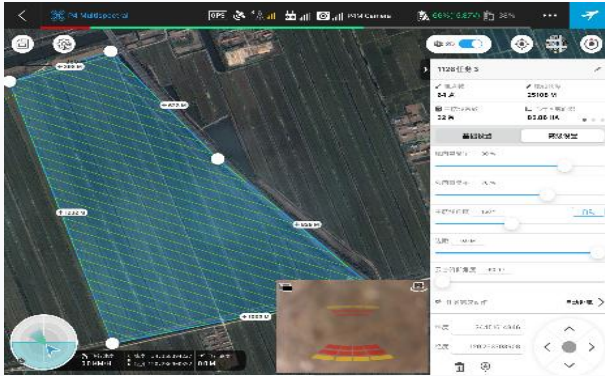


## Evaluación de pudrición en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) mediante imágenes multispectrales, Costa Rica. Alemán B., et al.,2022





# Proceso operativo multispectral



**Drone DJI multispectral**  
Planifica rutas para sondeos y mapeos

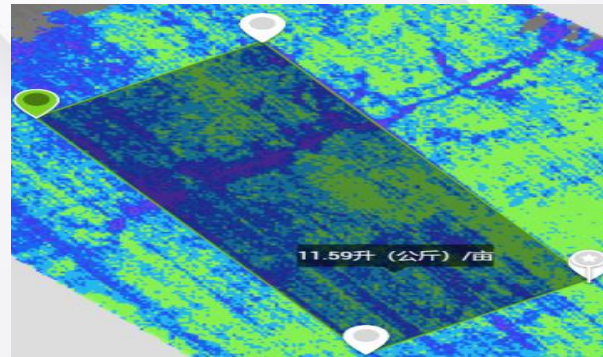
**Drone DJI multispectral**  
Tomar fotos para obtener una ortoimagen

**DJI Terra o plataforma agrícola inteligente de DJI en la nube**  
Reconstrucción de tareas variables

**Drones de la serie T**  
Operaciones de tareas variables

**DJI Terra o plataforma agrícola inteligente de DJI en la nube**  
Generar rutas de operación variables

**DJI Terra o plataforma agrícola inteligente de DJI en la nube**  
Reconocimiento de objetivos por IA



# Caso de operación variable

## Aplicación de defoliante variable para algodón

Por ejemplo: luego de generar el mapa de prescripción, el software calculará automáticamente los requisitos de las diferentes áreas en función de las condiciones del cultivo y aplicará los pesticidas según sea necesario.

Por ejemplo, las dosis para diferentes áreas en la parcela de ejemplo son las siguientes: 20,25 l/ha, 22,35 l/ha y 25,35 l/ha.





Campo

1

Punto de límite

1

Área

4.76 ha

Cantidad total utilizada

28.05 Litro (kg)

Campo

2

Punto de límite

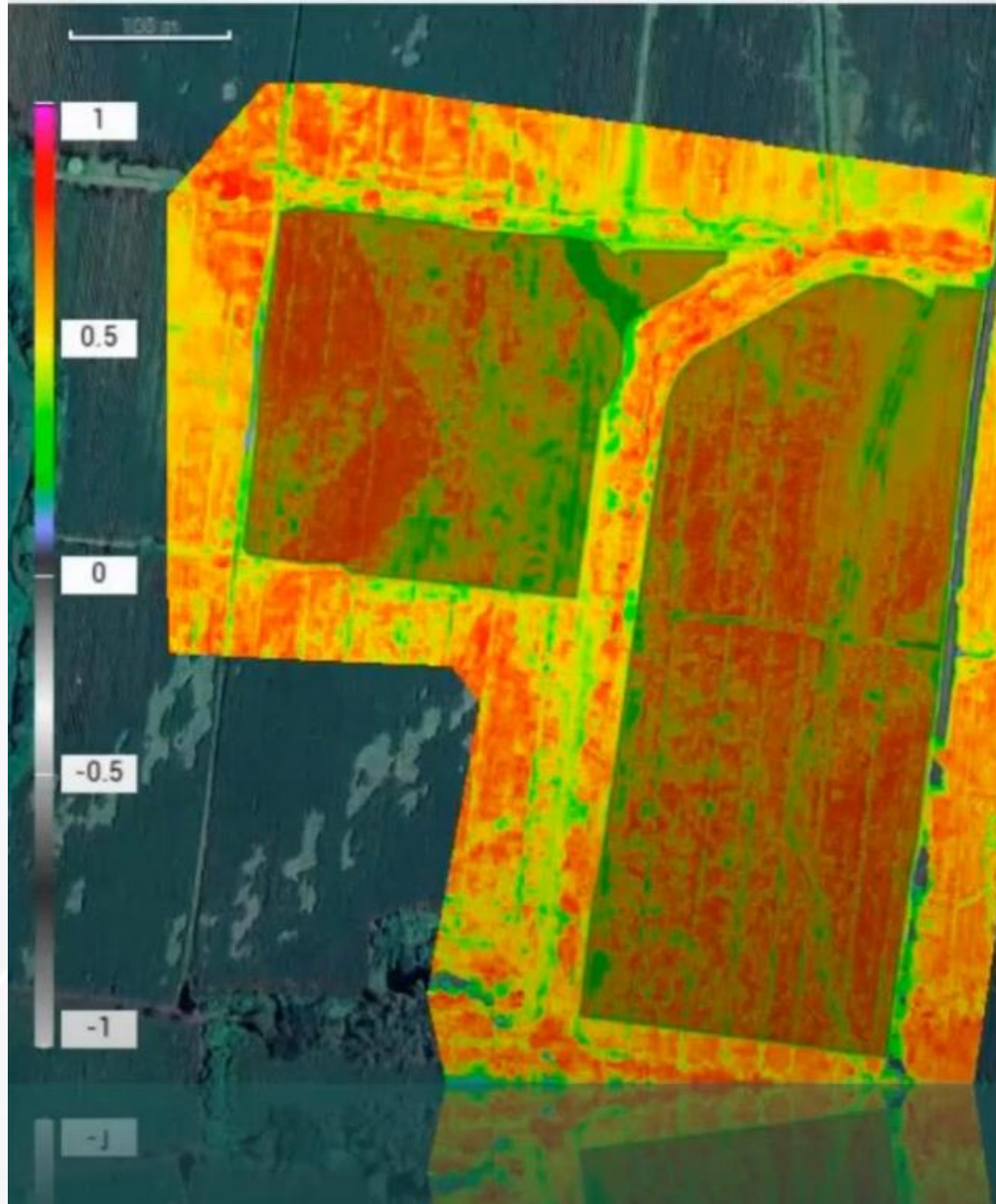
1

Área

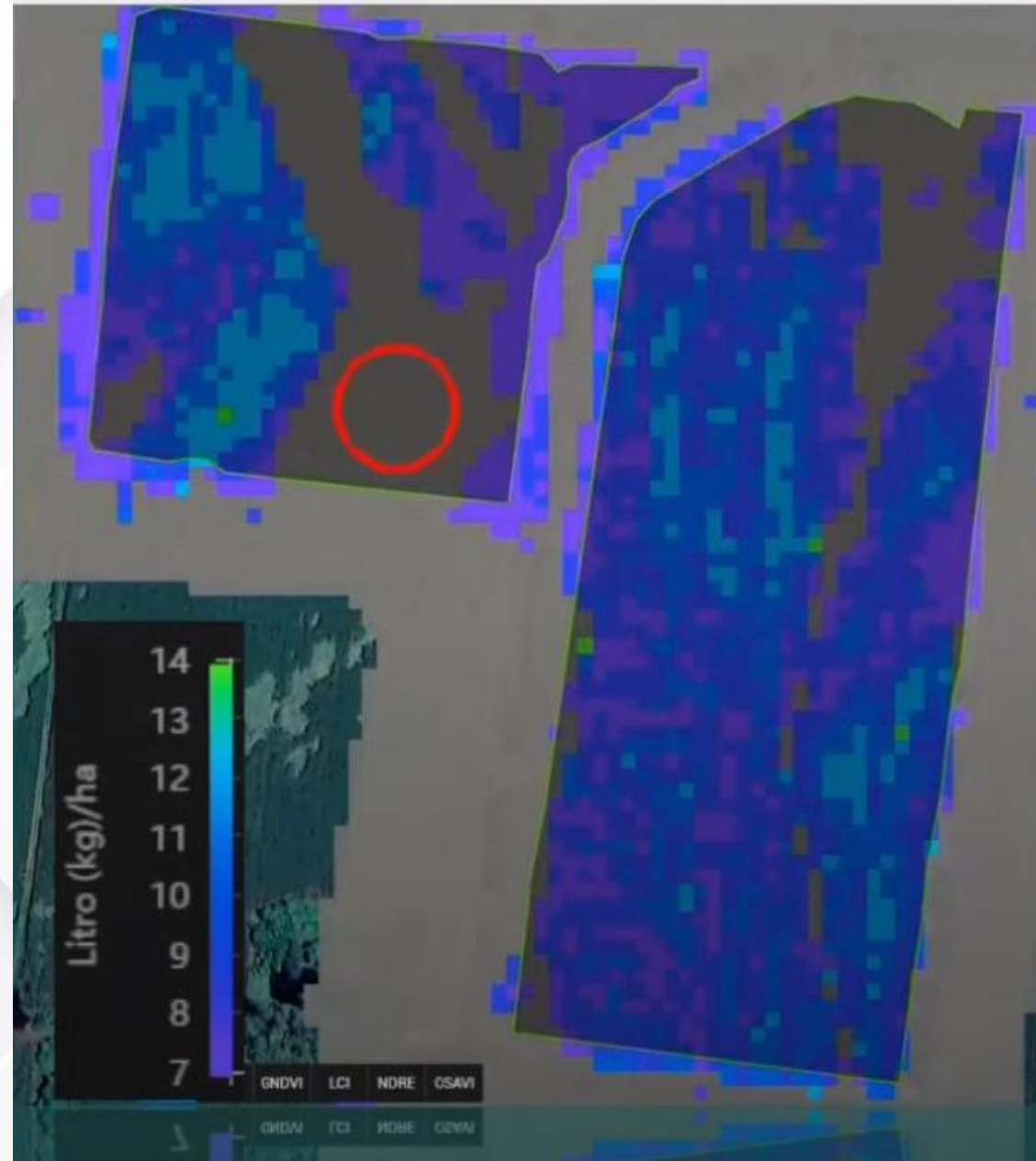
8.45 ha

Cantidad total utilizada

69.00 Litro (kg)



Las zonas que no cuentan con ningún color de la escala (ejemplo: el área dentro del círculo rojo del campo 1), están siendo consideradas con aplicación a taza 0, es decir que, no se aplicara producto sobre estas zonas. Esto es así ya que la taza de aplicación fue configurada con basa en el índice NDVI colocando los siguientes parámetros, y toda área con promedio menor al valor 0.55 fue excluida.

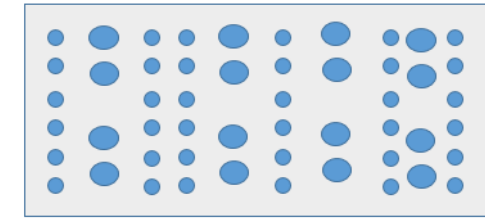
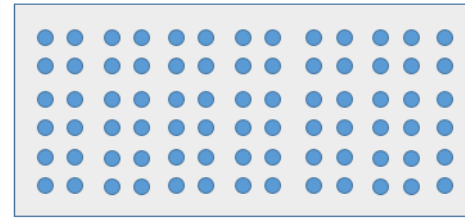


	NDVI (0~1)	Litro (kg)/ha
Min.	0.55	7.00
Media	0.7	10.00
Máx.	0.8	14.00
Longitud de cuadrícula	7	m



# Beneficios

1. El operario no está en contacto directo con los agroquímicos.
2. Reducción de agua hasta del 90%.
3. Eficiencia en tiempos de aplicación (Aprox. 1 Ha/Batería) Equivalente a 7 a 9 min.
4. Mejor cobertura en hoja y mayor concentración del agroquímico (i.a.).
5. Diferentes tamaños de gota para diferentes mecanismos de acción de los agroquímicos.
6. Manejo de diferentes alturas de vuelo.
7. Adaptabilidad a diferentes relieves.
8. Aplicaciones en ventanas de aplicación cortas por condiciones climáticas adversas.
9. Georreferenciación y posicionamiento (RTK).
10. Trabajo automatizado.



# Referencias

- Amarasingam, N., Ashan Salgadoe, A. S., Powell, K., Gonzalez, L. F., & Natarajan, S. (2022). A review of UAV platforms, sensors, and applications for monitoring of sugarcane crops. In *Remote Sensing Applications: Society and Environment* (Vol. 26). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100712>
- Gavrilović, M.; Jovanović, D.; Božović, P.; Benka, P.; Govedarica, M. Vineyard Zoning and Vine Detection Using Machine Learning in Unmanned Aerial Vehicle Imagery. *Remote Sens.* 2024, 16, 584. <https://doi.org/10.3390/rs16030584>
- Johansen K, Morton MJL, Malbeteau Y, Aragon B, Al-Mashharawi S, Ziliani MG, Angel Y, Fiene G, Negrão S, Mousa MAA, Tester MA and McCabe MF (2020) Predicting Biomass and Yield in a Tomato Phenotyping Experiment Using UAV Imagery and Random Forest. *Front. Artif. Intell.* 3:28. doi: 10.3389/frai.2020.00028
- Medina, P Niño, J. (2017). Diseño de un modelo de agricultura de precisión utilizando drones y un sistema de captura, almacenamiento y análisis de datos que permita identificar a tiempo la generación de la pudrición del cogollo en cultivos de palma de aceite que se encuentran en los departamentos de bolívar y santander. Universidad Distrital. Facultad de Ingeniería. Bogotá D.C.
- Sanseechan, P., Saengprachathanarug, K., Posom, J., Wongpichet, S., Chea, C., & Wongphati, M. (2019). Use of vegetation indices in monitoring sugarcane white leaf disease symptoms in sugarcane field using multispectral UAV aerial imagery. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 301(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/301/1/012025>
- Sofonia, J., Shendryk, Y., Phinn, S., Roelfsema, C., Kendoul, F., & Skocaj, D. (2019). Monitoring sugarcane growth response to varying nitrogen application rates: A comparison of UAV SLAM LiDAR and photogrammetry. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 82. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.05.011>
- Wang, Y.; Xiao, C.; Wang, Y.; Li, K.; Yu, K.; Geng, J.; Li, Q.; Yang, J.; Zhang, J.; Zhang, M.; et al. Monitoring of Cotton Boll Opening Rate Based on UAV Multispectral Data. *Remote Sens.* 2024, 16, 132. <https://doi.org/10.3390/rs16010132>
- Wei, L., Yang, H., Niu, Y., Zhang, Y., Xu, L., & Chai, X. (2023). Wheat biomass, yield, and straw-grain ratio estimation from multi-temporal UAV-based RGB and multispectral images. *Biosystems Engineering*, 234, 187–205. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2023.08.002>



**Gracias**