Herramientas tecnológicas de administración de plantaciones de palma de aceite:

Alternativas de monitoreo Aeronaves Pilotadas Remotamente / Meteo-estaciones

Jorge Luis Torres-León

Junio 19 de 2020 – Seminario virtual

PROGRAMA DE AGRONOMÍA – ÁREA GEOMÁTICA

Público general

Esta presentación es propiedad de la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma, por tanto, ninguna parte del material ni su contenido, ni ninguna copia del mismo puede ser alterada en forma alguna, transmitida, copiada o distribuida a terceros sin el consentimiento expreso de Cenipalma. Al realizar esta presentación, Cenipalma ha confiado en la información proveniente de fuentes públicas o fuentes debidamente publicadas. Contiene recomendaciones o sugerencias que profesionalmente resultan adecuadas e idóneas con base en el estado actual de la técnica, los estudios científicos, así como las investigaciones propias adelantadas. A menos que este expresamente indicado, no se ha utilizado en esta presentación información sujeta a confidencialidad ni información privilegiada o aquella que pueda significar incumplimiento a la legislación sobre derechos de autor. La información contenida en esta presentación es de carácter estrictamente referencial y así debe ser tomada y está ajustada a las normas nacionales de competencia, Código de Ética y Buen Gobierno de la Federación, respetando en todo momento la libre participación de las empresas en el mercado, el bienestar de los consumidores y la eficiencia económica.

Contenidos

Definiciones básicas en torno a las plataformas aéreas pilotadas remotamente
Referencia al uso en agricultura

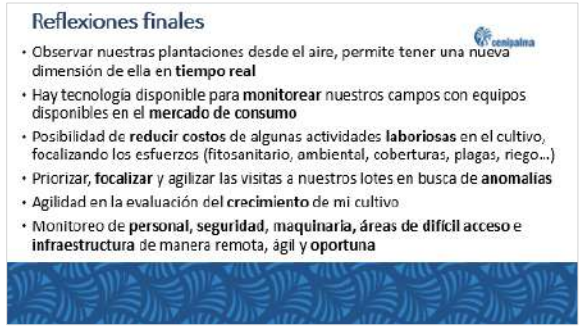
Monitoreo de plantaciones de palma de aceite con ARP
Referencia al uso en agricultura

Aplicaciones de las ARP para la Agricultura de Precisión
Referencia al uso en palma de aceite

Aplicaciones de los ARP para aspersión aérea
Referencia al uso en agricultura

¿Qué nos depara esta tecnología en el corto/mediano plazo?
Referencia al uso en agricultura

Monitoreo agroclimáticos automatizados
Referencia al uso en palma de aceite
http://geoportal.cenipalma.org/
Desde cualquier dispositivo móvil o equipo de escritorio
GeoPalma


Reflexiones finales
Observar nuestras plantaciones desde el aire, permite tener una nueva dimensión de ella en tiempo real
Hay tecnología disponible para monitorear nuestros campos con equipos disponibles en el mercado de consumo
Posibilidad de reducir costos de algunas actividades laboriosas en el cultivo, focalizando los esfuerzos (fitosanitario, ambiental, coberturas, plagas, riego...)
Priorizar, focalizar y agilizar las visitas a nuestros lotes en busca de anomalías
Agilidad en la evaluación del crecimiento de mi cultivo
Monitoreo de personal, seguridad, maquinaria, áreas de difícil acceso e infraestructura de manera remota, ágil y oportuna

Definiciones básicas en torno a las plataformas aéreas pilotadas remotamente

Referencia al uso en agricultura

cenipalma

Motivación Seminario

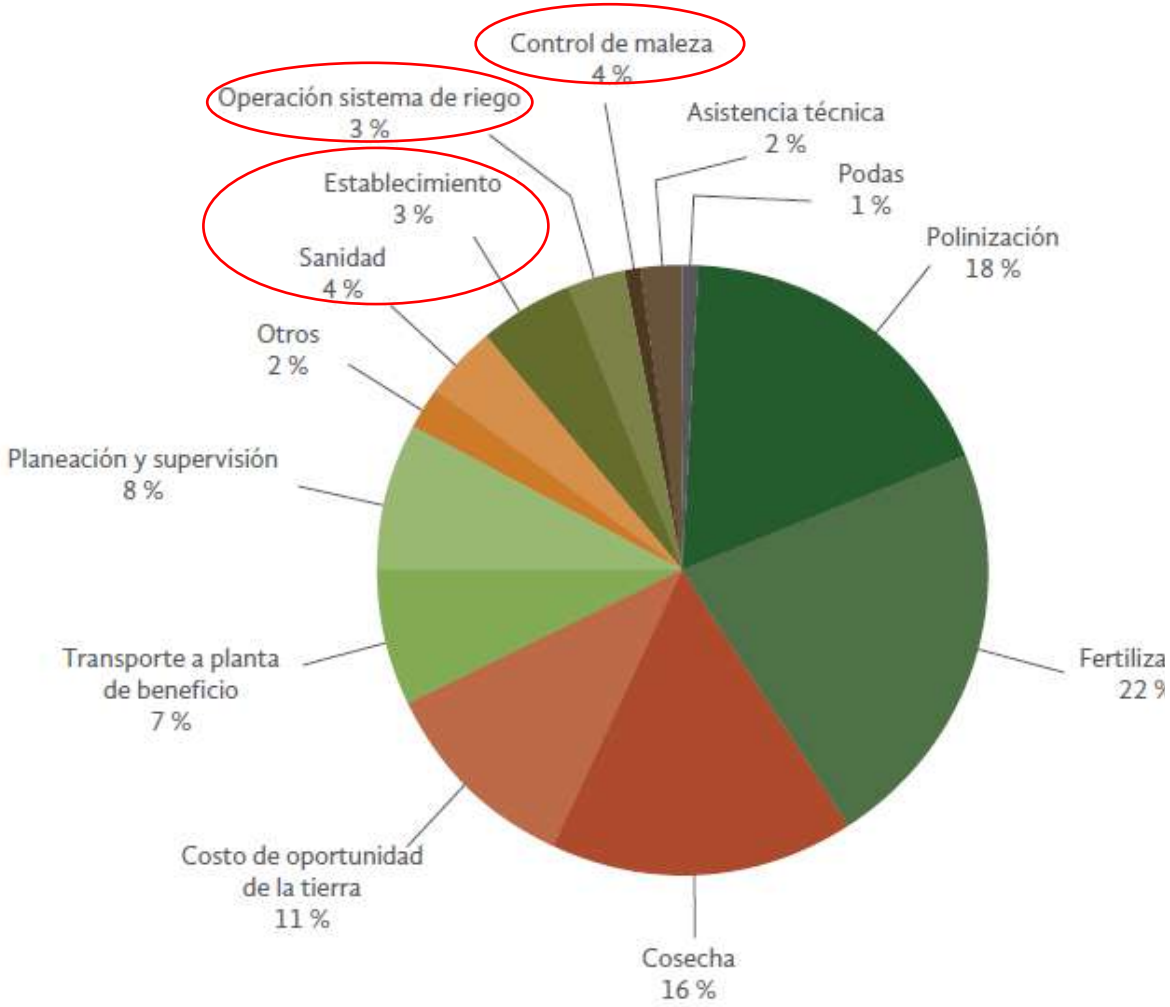
Fuente: Cenipalma

- Más cerca a ustedes!.
- Generar alternativas al desplazamiento restringido debido al aislamiento obligatorio
  - Personas mayores que no se puedan dirigir a sus plantaciones por AO
- Identificar herramientas asequibles para hacer monitoreos de lotes e infraestructuras de manera eficiente, rápida y remota. Conocer las tendencias y futuro en el uso de ARPs. Monitoreo climático remoto

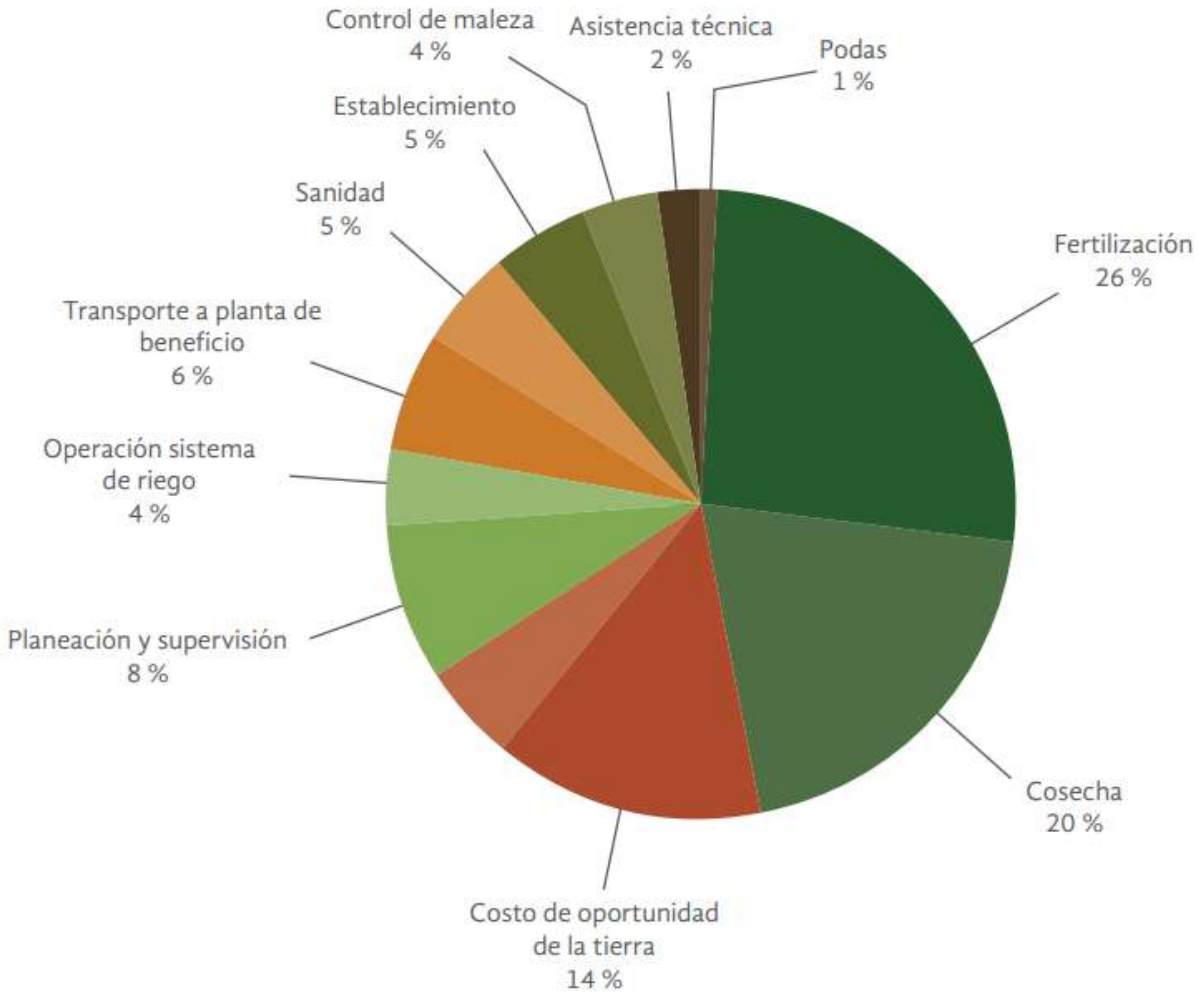
Costos en el cultivo de palma (2018)

Contexto

Híbridos OxG



Elaeis *Guineensis*

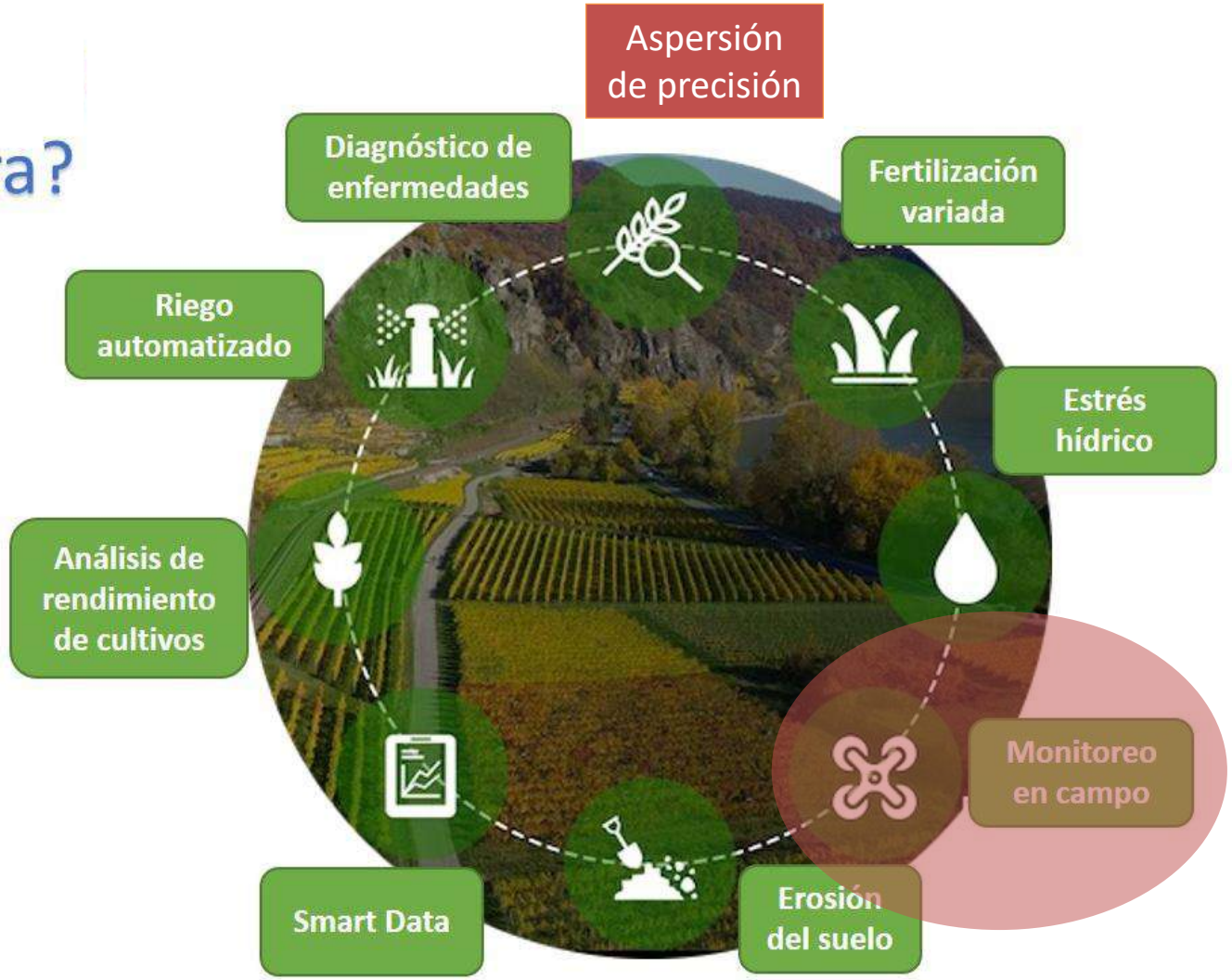


Mosquera, M. et al. (2019). Estimación del costo de producción para productores de palma de aceite de Colombia que han adoptado buenas prácticas agrícolas. Palmas, 40(2), 3-20.

cenipalma

¿Cómo una nueva realidad está transformando la agricultura?

Agricultura 4.0



Adaptado de: octalsoftware.com. (2019). *How Internet of Things (IoT) is transforming the agriculture sector? - Business of Apps*. Retrieved February 25, 2020, from https://www.businessofapps.com/insights/internet-of-things-iot-agriculture-sector/

Dr. Helmi Zulhaidi Mohd Shafri
Universiti Putra Malaysia (UPM)

cenipalma

Plataformas para Teledetección

Red de sensores ambientales

Vehículo terrestre autónomo

Basado en tractores

Basado en torres

Plataforma de escaneo de campo

Vehículo aéreo Remotamente Pilotado (ARP)

Teledetección aérea

Imágenes satelitales

Fuente: Shakoor, Nadia, Scott Lee, and Todd C. Mockler. "High throughput phenotyping to accelerate crop breeding and monitoring of diseases in the field." *Current Opinion in Plant Biology* 38 (2017): 184-192.

cenipalma

Clasificación de las aeronaves

Aerostatos:

Aeronave provista de uno o más recipientes llenos de un gas más ligero (de menor densidad) que el aire, que puede elevarse o permanecer inmóvil en el mismo

- Globo aerostático
- Dirigible

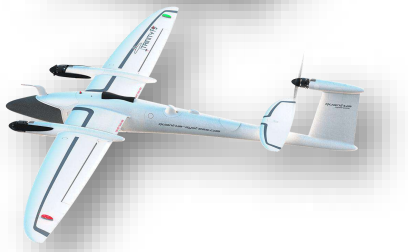
Aerodinos:

Es una aeronave más pesada que el aire capaz de generar sustentación por sus propios medios

- Ala fija

- Ala rotatoria

- Híbridos (VTOL)



cenipalma

DRONES: ROBOTS DEL FUTURO

Un dron es un **vehículo aéreo** no tripulado que puede ser controlado de forma remota. Esta pequeña máquina puede ser tripulada para **diversas actividades** que generalmente las personas no pueden realizar.

En un principio fueron utilizados por **motivos militares.**

A **fines** del **siglo XX** se comenzaron a explorar **otras utilidades.**

Hoy se utilizan incluso en hogares como **objeto de pasatiempo.**

Para **volar** uno debes seguir las **regulaciones** de **cada país.**

REGULACIONES GENERALES

(VARÍA SEGÚN LA LOCACIÓN) **NORMATIVA GENERAL:**

- Volar dentro del área especificada
- No pasar el peso determinado
- No volar sobre otras personas
- Operar un solo dron a la vez
- No sobrepasar la velocidad máxima
- Volar de día

FECHAS CLAVES

1849	El primer uso registrado fue el **22 de agosto.**
1980	La corte suprema decretó que pueden ser **usados por el gobierno para vigilancia y monitoreo.**
2007	En EEUU la administración federal de aviación anuncia el **libre uso de drones de modo comercial.**
2015	Los drones recreacionales se volvieron populares con aproximadamente **un millón de ellos vendidos solo en los Estados Unidos.**

https://blogs.upc.edu.pe/

cenipalma

TIPOS DE DRON

Según alas

DRONES DE ALAS FIJAS

Poseen alas estáticas y son similares a un avión en su diseño y su forma de vuelo.

DRONES MULTIROTOR

Tienen diversas hélices que giran en diferentes sentidos, se pueden mantener en el mismo sitio sin variar de posición.

Según el control

DRON AUTÓNOMO

No necesita de piloto que lo controle. Se guía por sus propios sistemas y sensores.

DRON CONTROLADO REMOTAMENTE

El dron es pilotado directamente por un técnico mediante un dispositivo de control.

DRON MONITORIZADO

El dron dirige su propio plan de vuelo y el técnico, a pesar de no poder controlar los mandos directamente, si puede decidir que acción llevará a cabo.

EN 2025 LOS SERVICIOS CON DRONES COMERCIALES ALCANZARÁN LOS 8.700 MILLONES DE DÓLARES

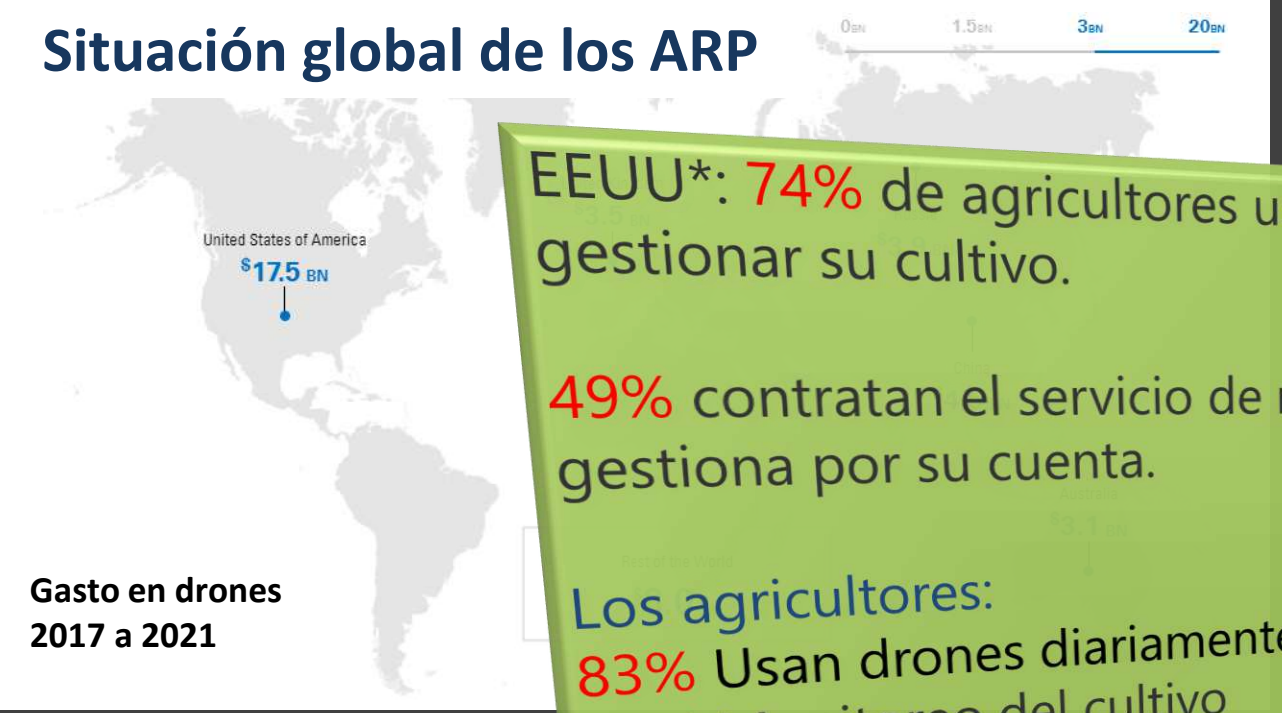
ALGUNOS USOS

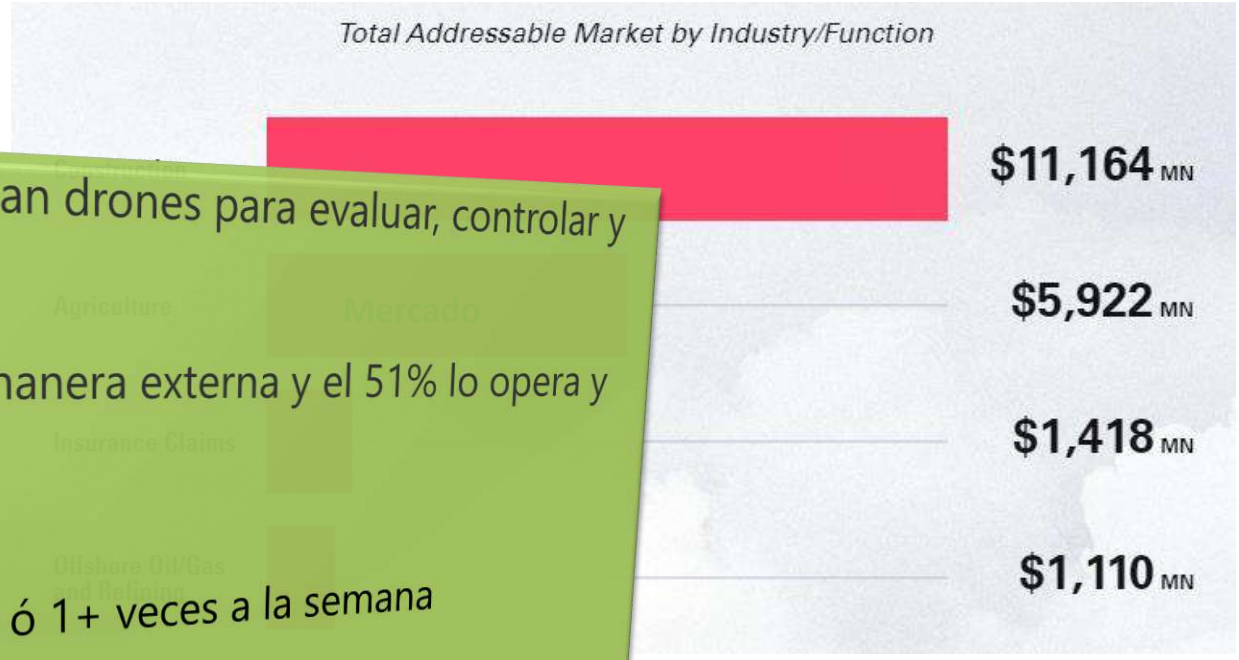
- Drones ambulancia
- Drones mensajeros
- Drones espías
- Drones de cobertura televisiva.
- Drones para estudios climáticos
- Drones para capturas del océano

INDUSTRIAS QUE UTILIZAN DRONES:

Fuente: https://blogs.upc.edu.pe/

Situación global de los ARP





EEUU*: 74% de agricultores usan drones para evaluar, controlar y gestionar su cultivo.

49% contratan el servicio de manera externa y el 51% lo opera y gestiona por su cuenta.

Los agricultores:

83% Usan drones diariamente ó 1+ veces a la semana

73% Monitoreo del cultivo

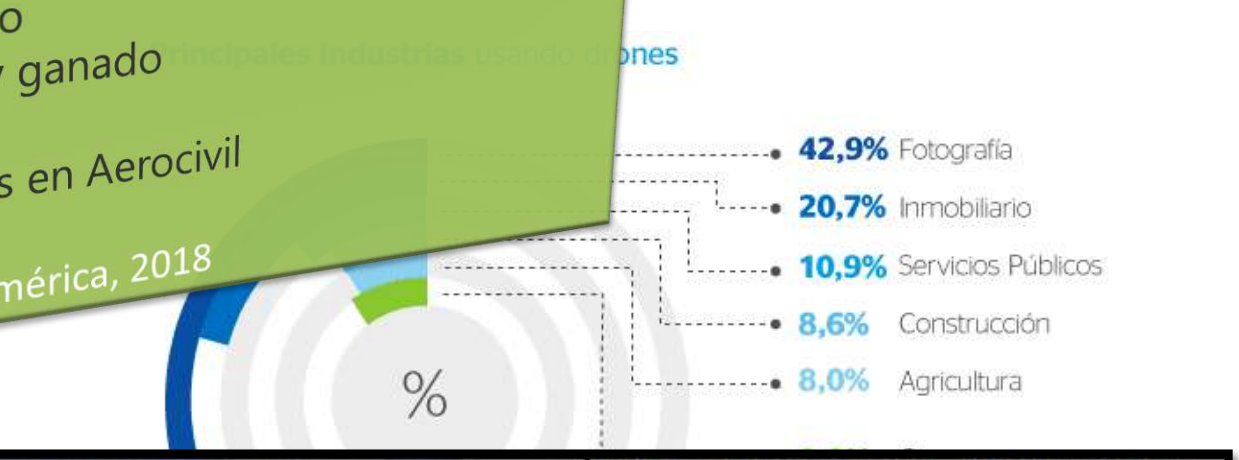
46% Análisis del suelo y campo

43% Evaluar la salud cultivos y ganado

COL: 379 empresas registradas en Aerocivil

*Fuente: Münich Reinsurance América, 2018

Gasto en drones
2017 a 2021



185	CENIPALMA	CLASE B	[redacted]	NUBA - AEROSPACE X4 AGRO, N/S 09211
				NUBA - AEROSPACE X4 AGRO, N/S 09212
				FOXTECH GAIA ASPERDRON S/N 09213
				FOXTECH NUBA ECODRON S/N 09211

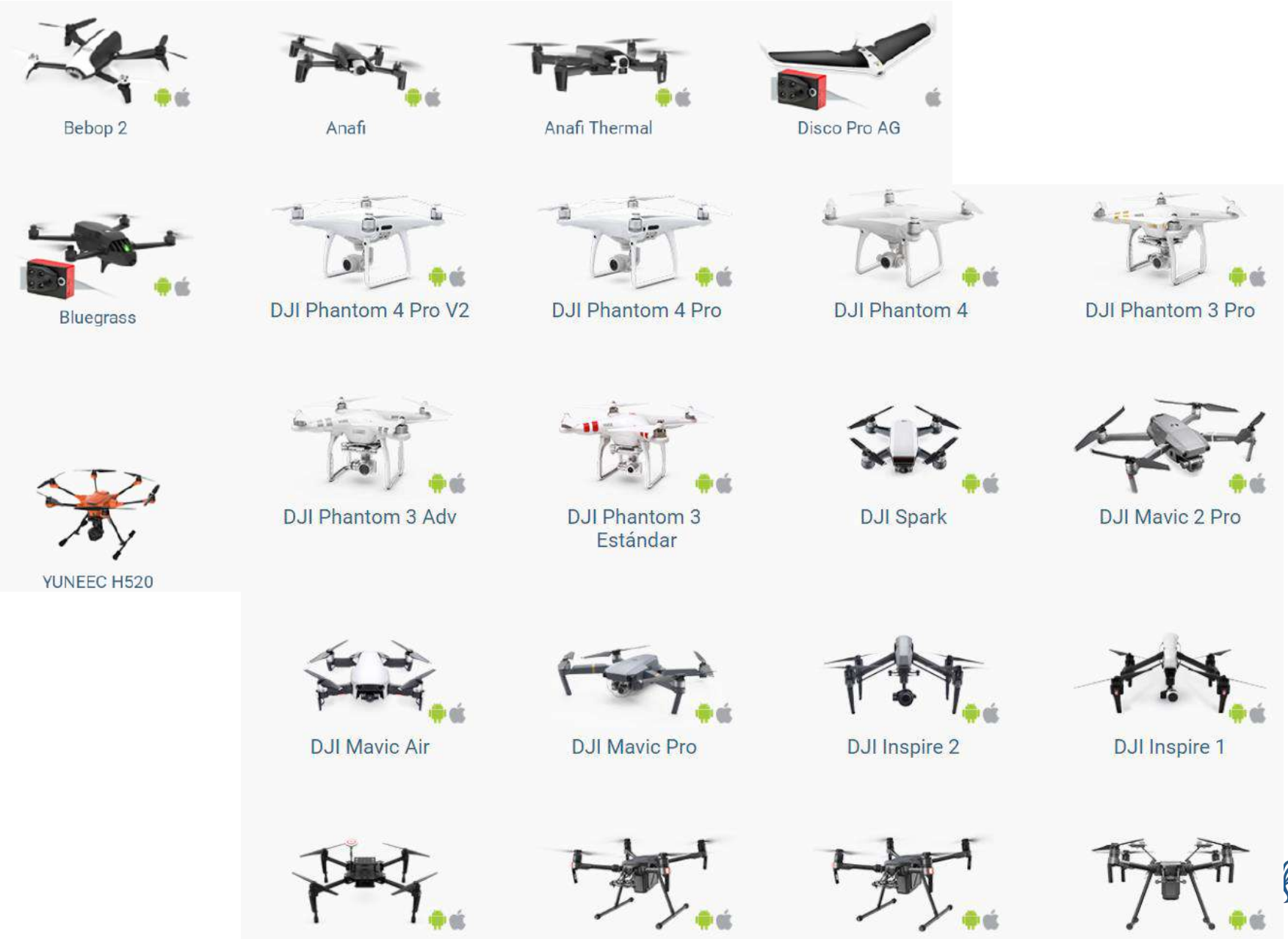
https://www.goldmansachs.com/

Monitoreo de plantaciones de palma de aceite con ARP

Referencia al uso en agricultura

cenipalma

Algunos drones comerciales disponibles (USD 599 – USD 7.600)



cenipalma

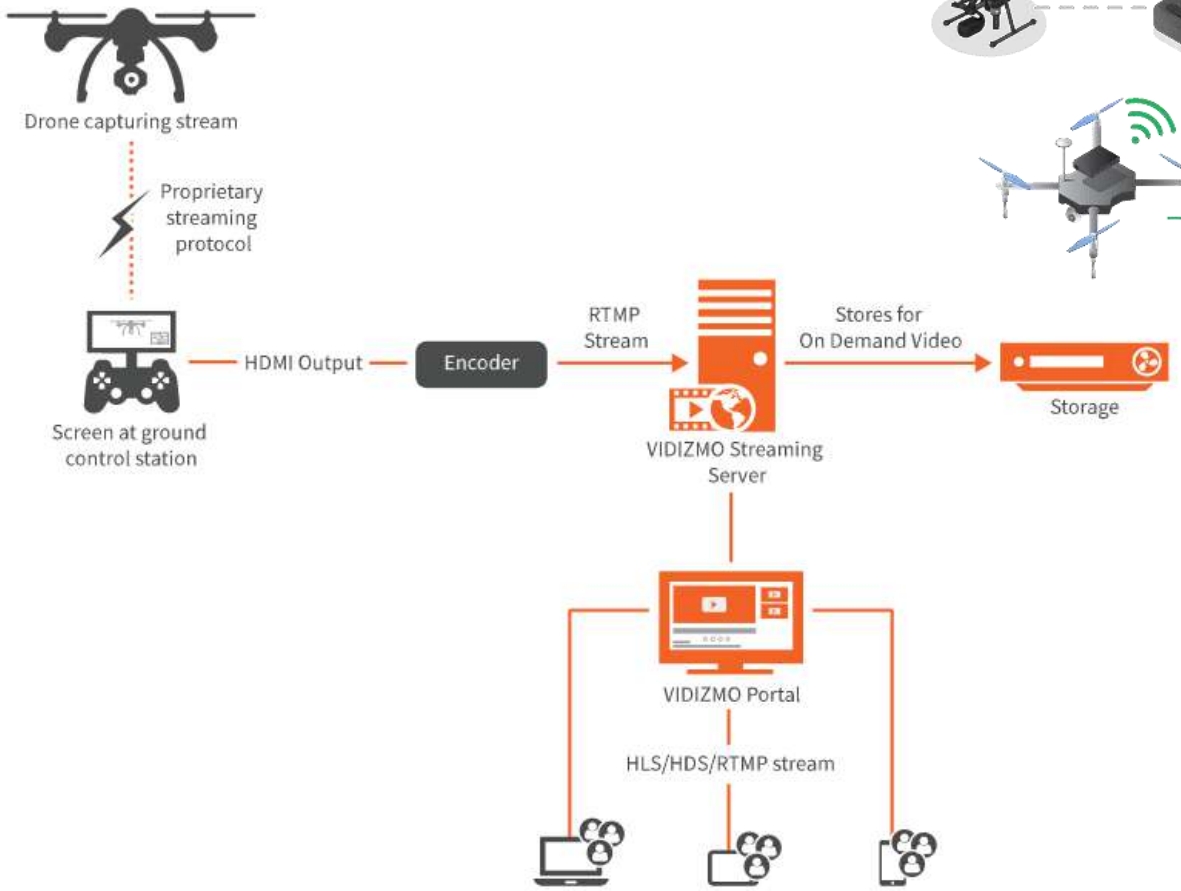
Algunos drones comerciales disponibles
Tipo VTOL (USD 15.000 – USD 30.000)

WingtraOne

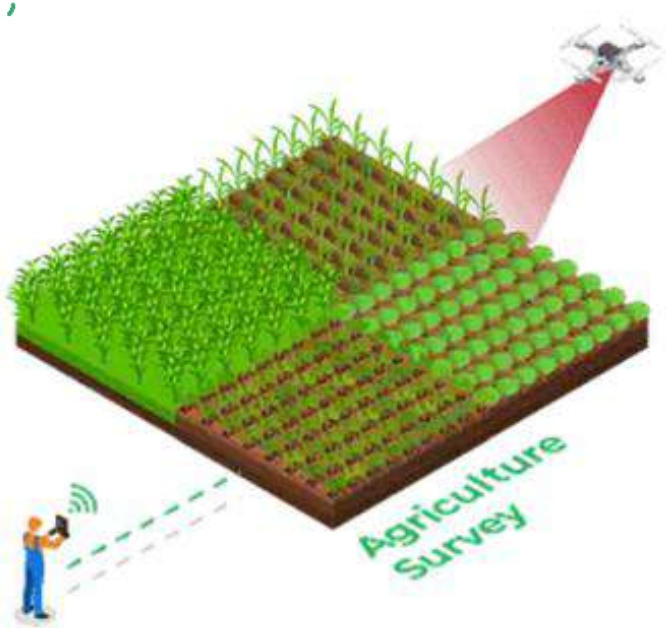
Quantum Trinity F9

cenipalma

Sistemas de transmisión directa

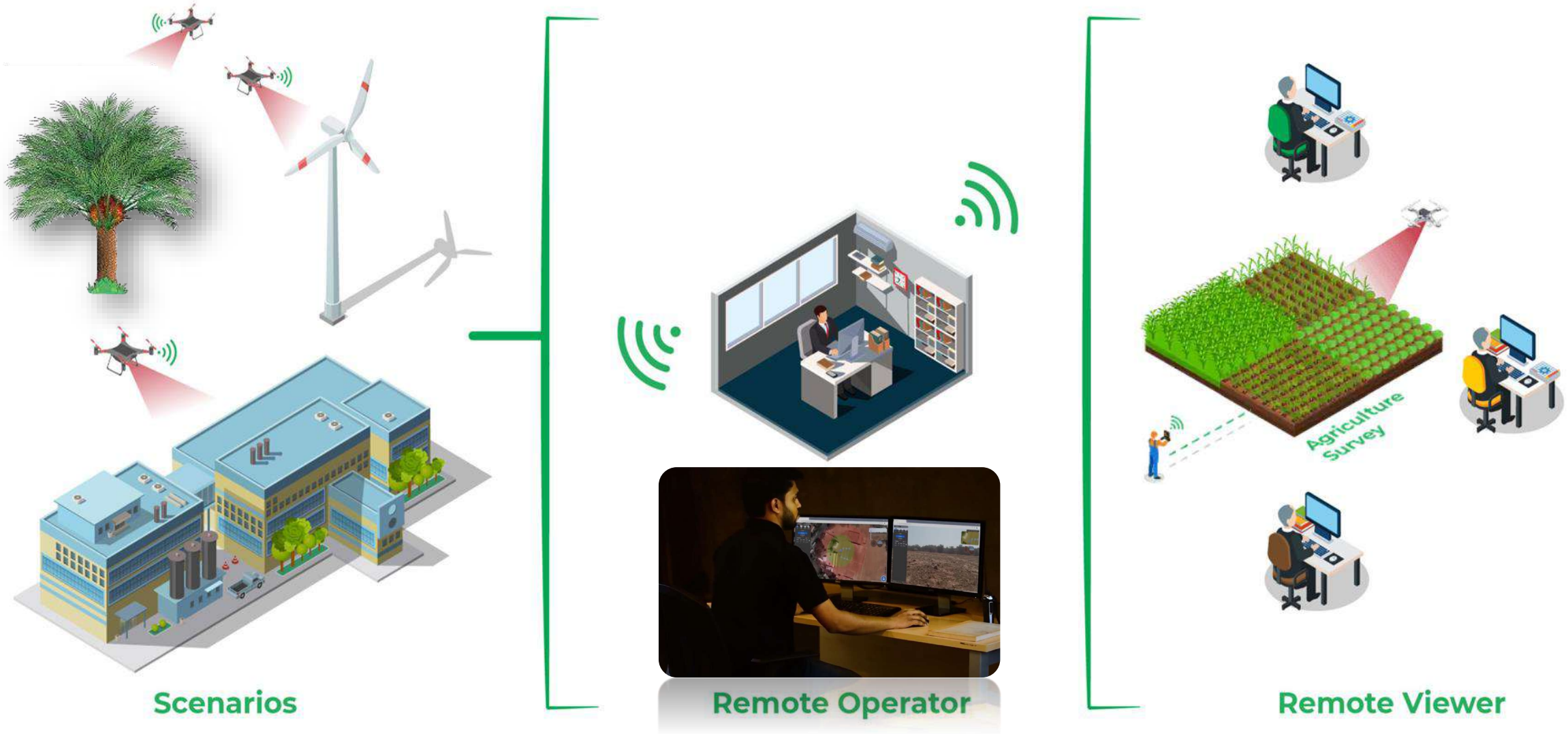


Sistemas de transmisión en la nube



cenipalma

Propuesta de Monitoreo Remoto – Geopalma fly

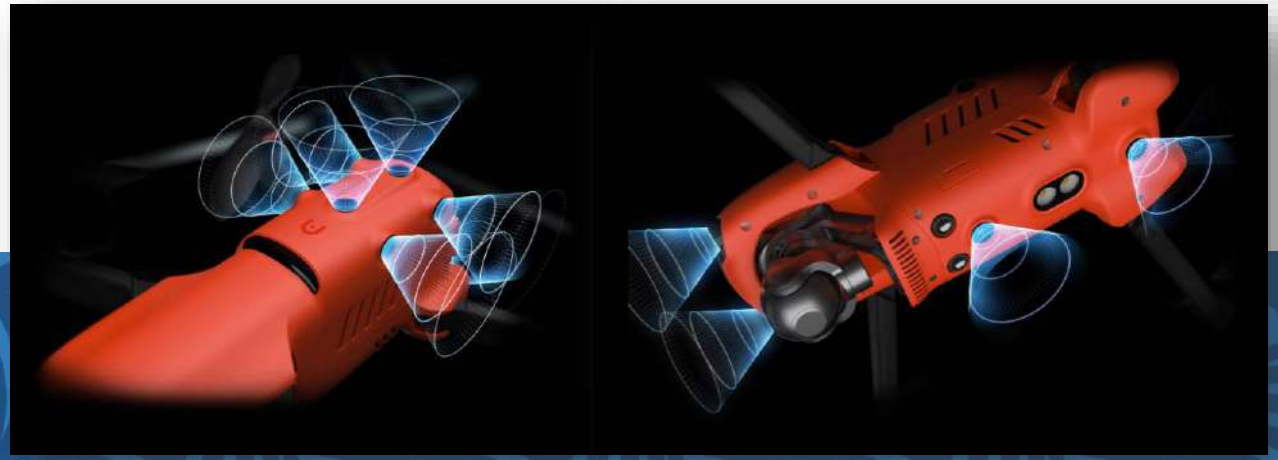


cenipalma

Sistema de monitoreo aéreo propuesto

Plantaciones de tamaño medio (50 – 200 ha)

USD 1,795 - bundle



AIRCRAFT

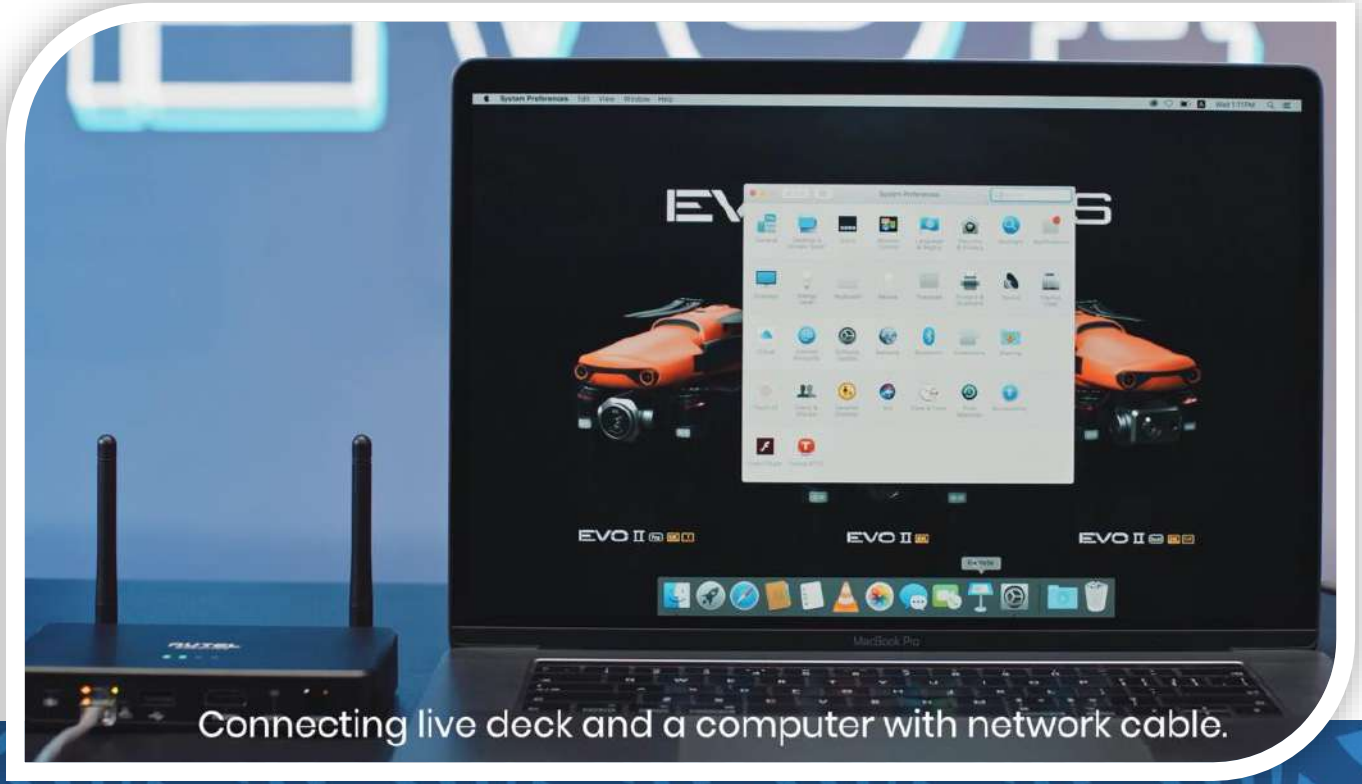
Takeoff Weight	1127g-1192g	
Wheelbase	397mm	
Max Speed	Standard: 15m/s	Ludicrous: 20m/s
Max Service Ceiling	7000m	
Max Flight Time	Hover: 35min	Moving: 40min
Transmission Type	FCC: 2.4GHz ALink	
Max Transmission Distance	9km	
Storage	Internal: 8GB	Max SD: 256GB
Battery Type	LiPo 3s	
Battery Size	7100mAh	
Controller Screen	3.3in OLED 330 Nits	
Controller Battery	5000mAh	

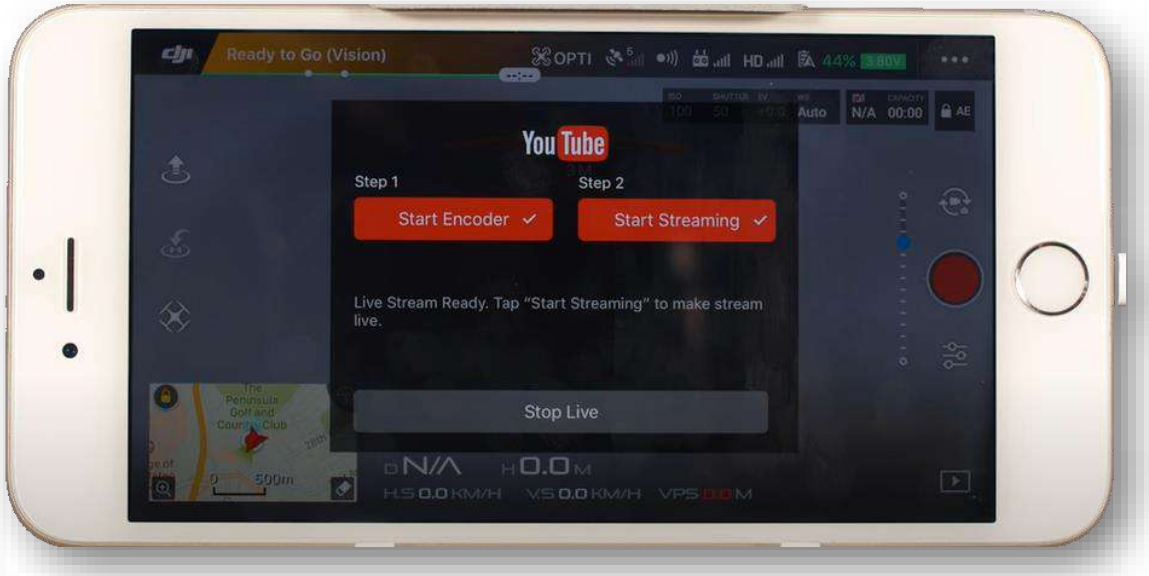
Autel Robotics

Generación de misión de vuelo

Transmisión de video en tiempo real

Protocolos RTSP & RTMP





Transmisión en vivo

Demostración real vuelo en campo

Inventario automatizado en plantación

Cálculo de áreas:

- Bloque / sembrada
- Por lote
- Densidad (palma/ha)

Identificación /Conteos:

- Palmas vivas
- Volcadas
- Inclinadas
- Replantadas
- Eliminadas
- Etioladas
- Improductivas

Inventario automatizado de plantación

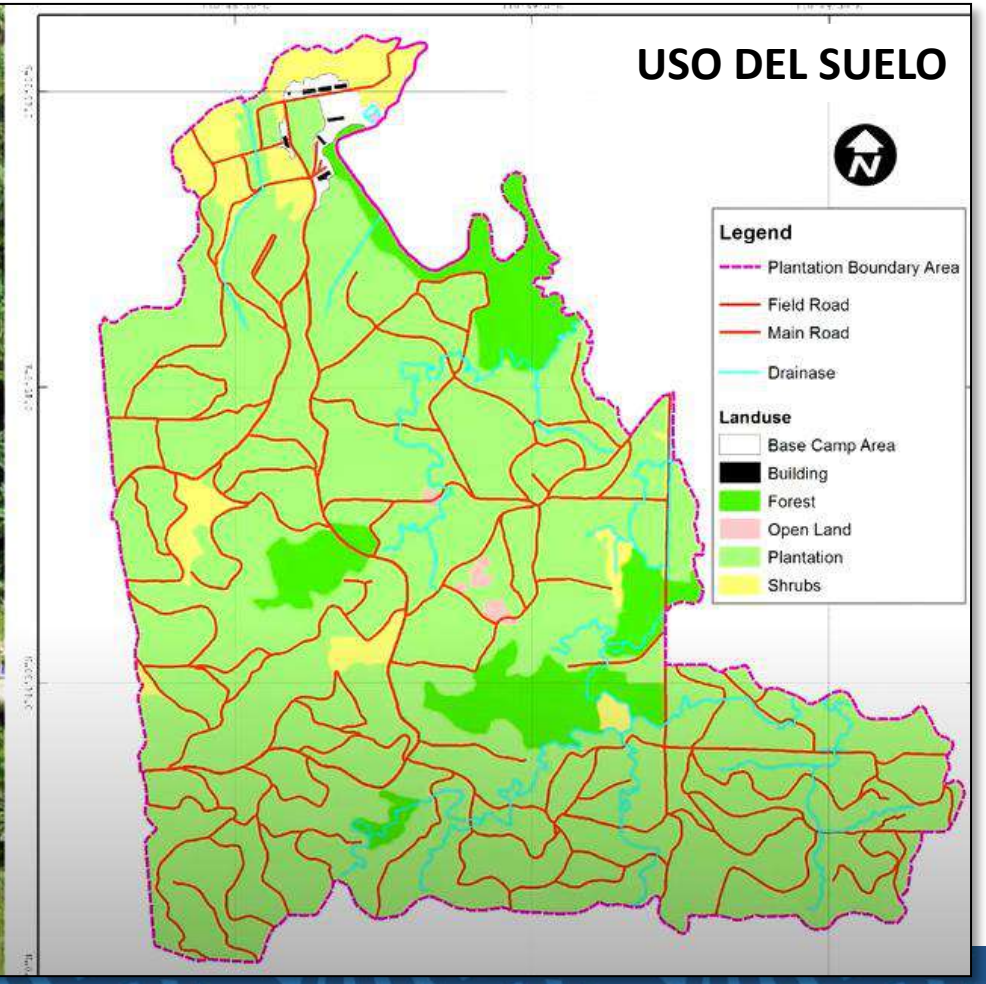
Cálculo de áreas:

- Naturales
- Conservación
- Amortiguación
- Rondas de ríos

Delimitación de:

- Coberturas vegetales
- Áreas administrativas
- Uso del suelo
- Infraestructura
- Vías
- Drenajes
- Canales
- Cuerpos de agua

GeoPalma®



Nombre	CCP	Longitud (m)
Drenaje	D233	80
Drenaje doble	D455	233
Drenaje Vizcaya	D456	122

Nombre	CCP	Longitud (m)
Via a mulera	C233	30
Via a oficinas	C234	199
Via a lote AA	C235	555

Detección de características desde el aire

GeoPalma®

Detección de características desde el aire

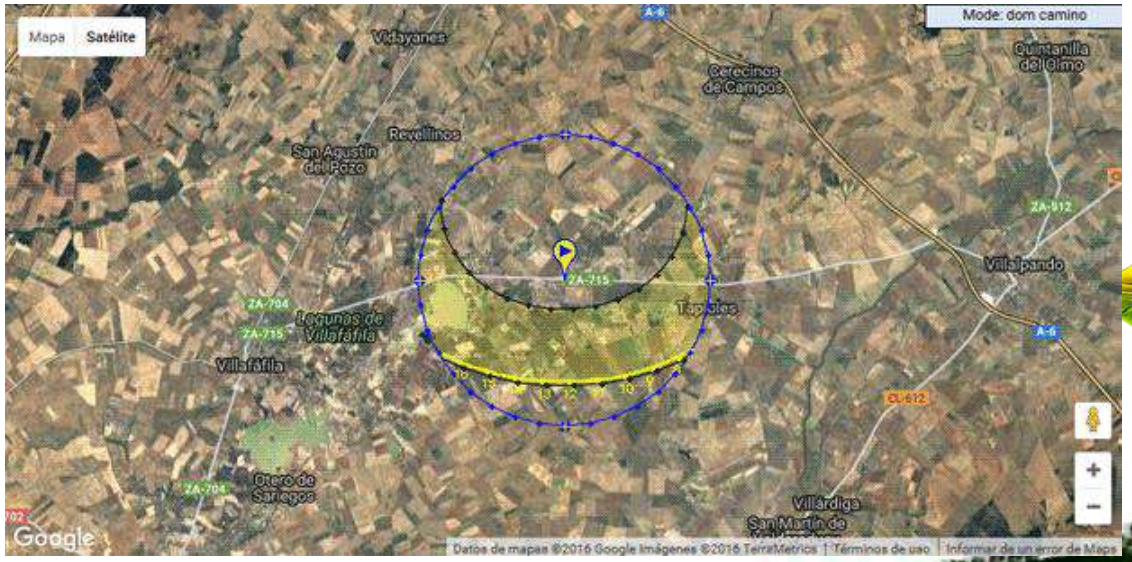
SEGUIMIENTO A MAQUINARIA

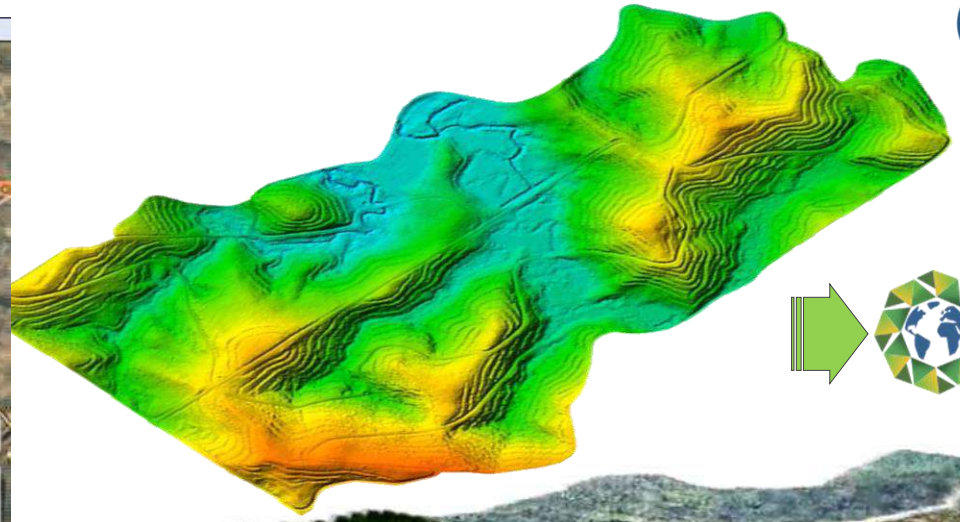
VIGILANCIA A INFRAESTRUCTURA

VIGILANCIA A PERSONAL

SUELO EROSIONADO

Uso en topo/morfología de suelos



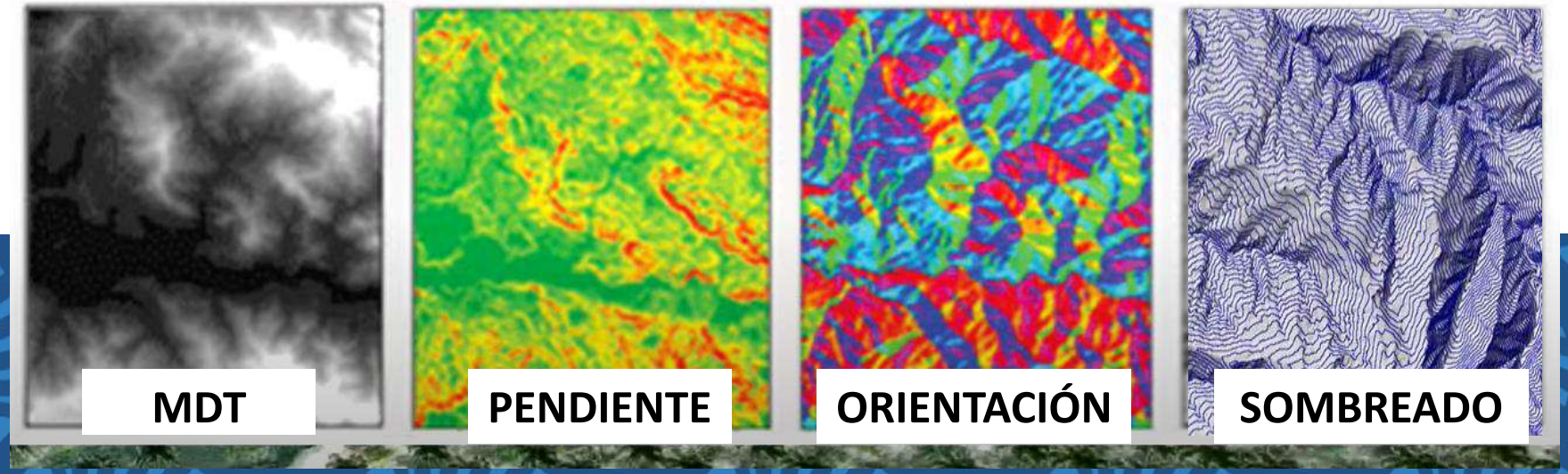


cenipalma

GeoPalma®

ANALISIS DE PENDIENTES EN SUELO

- **Cálculo de escorrentías**
- **Topografía del terreno antes / después de siembra**
- **Dirección de siembra**
- **Drenajes**



Aplicaciones de las ARP para la Agricultura de Precisión

Referencia al uso en palma de aceite

cenipalma

Agricultura de precisión moderna (AP)

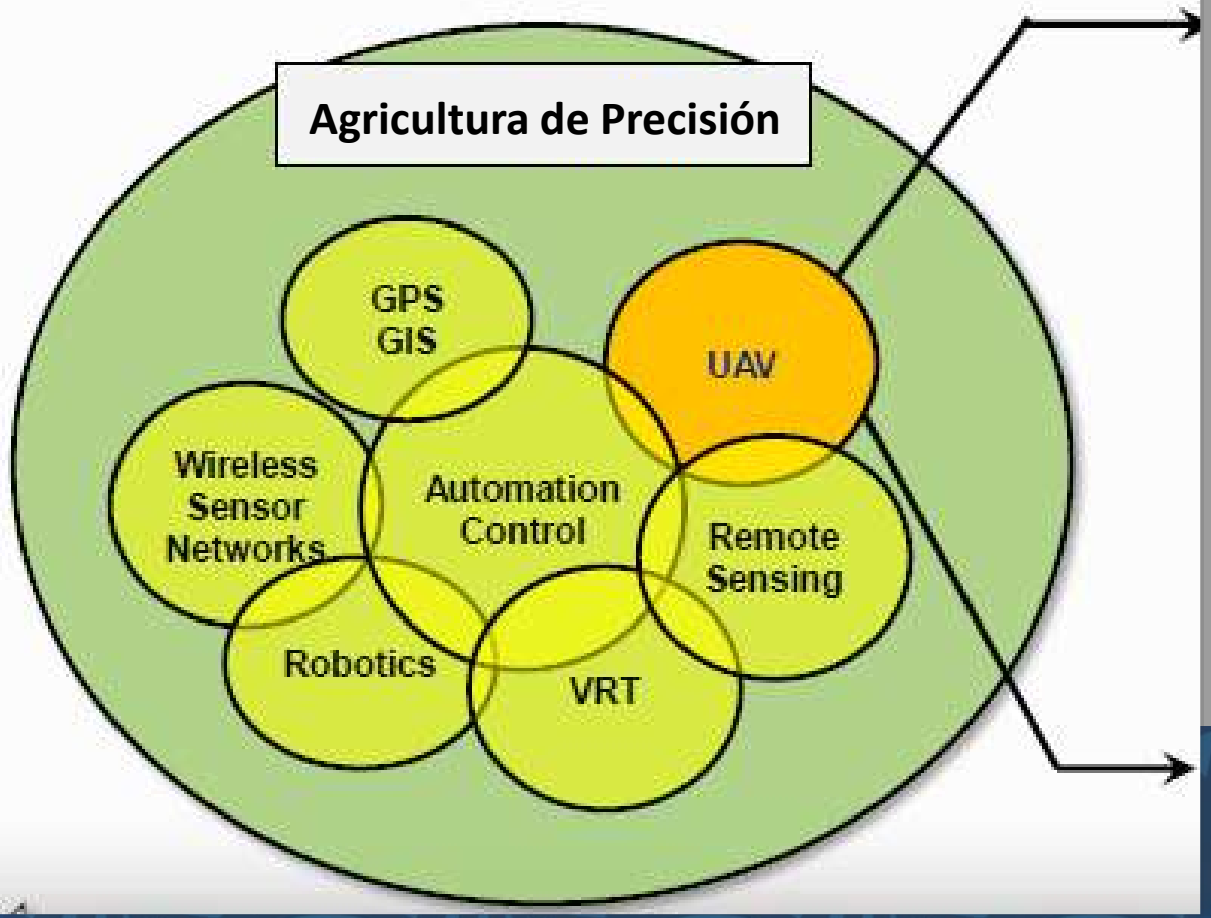
Énfasis en ARS

Estrategia de gestión que recoge, procesa y analiza datos temporales, espaciales e individuales y los combina para respaldar las decisiones de manejo de acuerdo con la **variabilidad estimada**, y así mejorar la eficiencia en el uso de recursos, la productividad, la calidad, la **rentabilidad** y la **sostenibilidad** de la **producción** agrícola (ISPA, 2017)

AP se trata de **optimizar productividad** preservando **recursos** e insumos

AP en un concepto de **manejo de plantaciones** basado en **percepción** (remota o proximal), medición y evaluación

- ✓ **ARPs y Robótica son el futuro de la Ag. Precisión**
- ✓ **La Ag. Precisión apoyada en ARPs, es una de las tecnologías emergentes que más impactará al negocio de la palma de aceite en Colombia y el mundo**



Shamshiri Redmond *et al*, 2018

Mediciones / estudios tradicionales en palma

- Operaciones manuales
- Alto uso de mano de obra / laborales (no por demanda)
- Tareas tediosas y repetitivas (censos en palma)
- Ambiente inhóspito (clima caliente, húmedo, alta radiación)
- Peligro / Seguridad (Caída de alturas, insectos, serpientes, etc.)
- Requiere conocimiento experto / Posprocesamiento (análisis de datos)
- Genera datos limitados (no proporciona resultados completos)
- Parámetros ignorados debido a las dificultades de medición (altura, diámetro dosel, tareas que implican subir a palmas)

Shamshiri Redmond *et al*, 2018

Mediciones / estudios tradicionales en palma

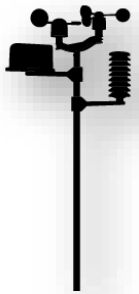
Teledetección satelital

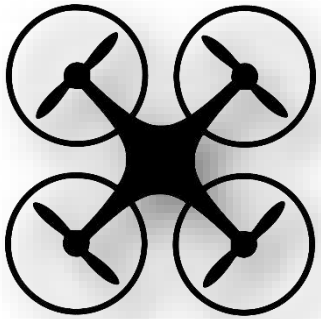
- Alto costo
- Resolución algunas veces insuficiente
- Dificultad de procesamiento y de acceso

Teledetección en terreno

- Demanda mucho tiempo y esfuerzo
- Cobertura limitada
- Alto costo

Shamshiri Redmond *et al*, 2018





Nivel de planta

Nivel de lote

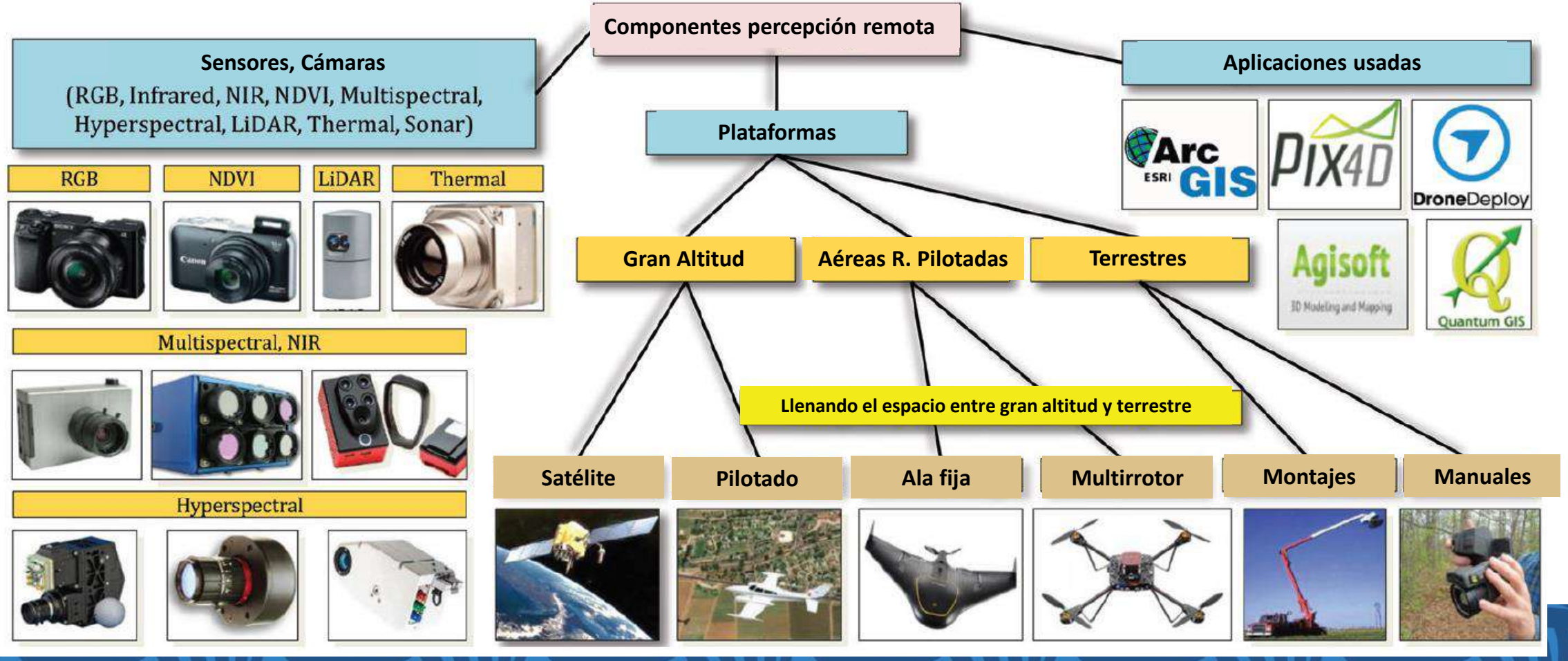
Nivel regional

Escalando los datos – entendiendo las diferentes escalas de variabilidad

cenipalma

Componentes teledetección con drones

Llenando el espacio entre el satélite y el terreno



Shamshiri Redmond *et al*, 2018

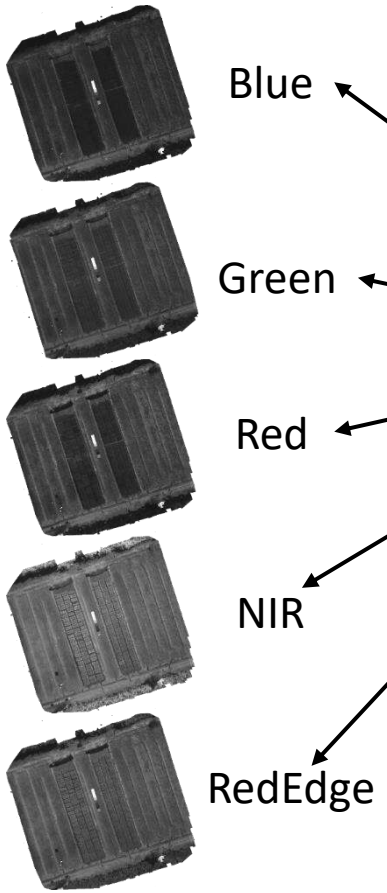
Monitoreo aéreo

Algunas aplicaciones de la tecnología

- Monitoreo de plagas & enfermedades con cámaras térmicas aéreas o ME
- Mapeo de rendimientos
  - Detección / cuantificación RFF con Imágenes de ARP
  - Rendimiento por palma y por hectárea
- Identificación y conteo de insectos con imágenes ópticas de muy alta resolución
- Adquisición de imágenes georreferencias para mapas base de SIG
- Teledetección de contenido de clorofila y nutrientes en dosel con imágenes multi/hiper espectrales

cenipalma

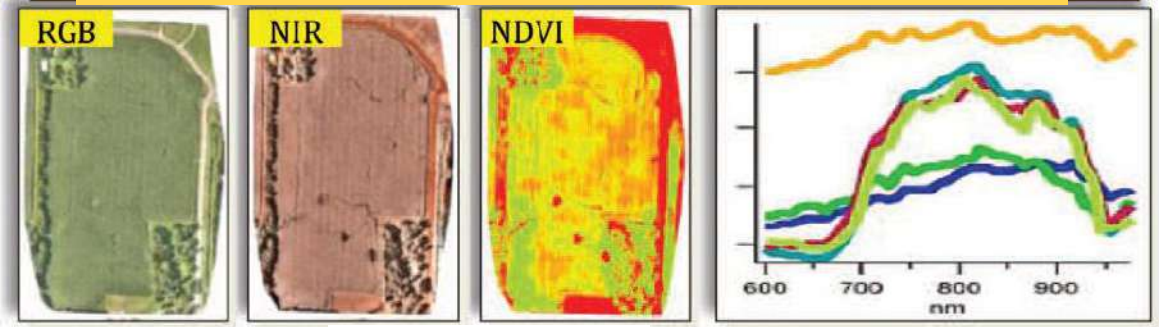
Sensores utilizados por ARP

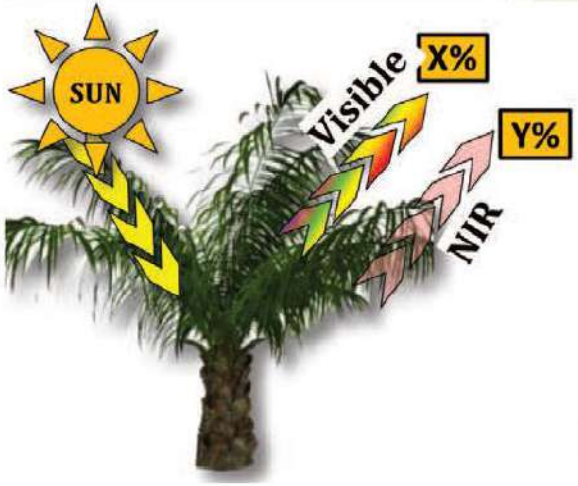


Algunos usos de los ARP en palma

Dron con NDVI

Mapas de crecimiento/fitosanitarios, estimación de nutrientes





NDVI<0 : Senescentes, NDVI < 0.33 Enferma

0.33< NDVI< 0.66: Sana, NDVI >0.66 Alto vigor

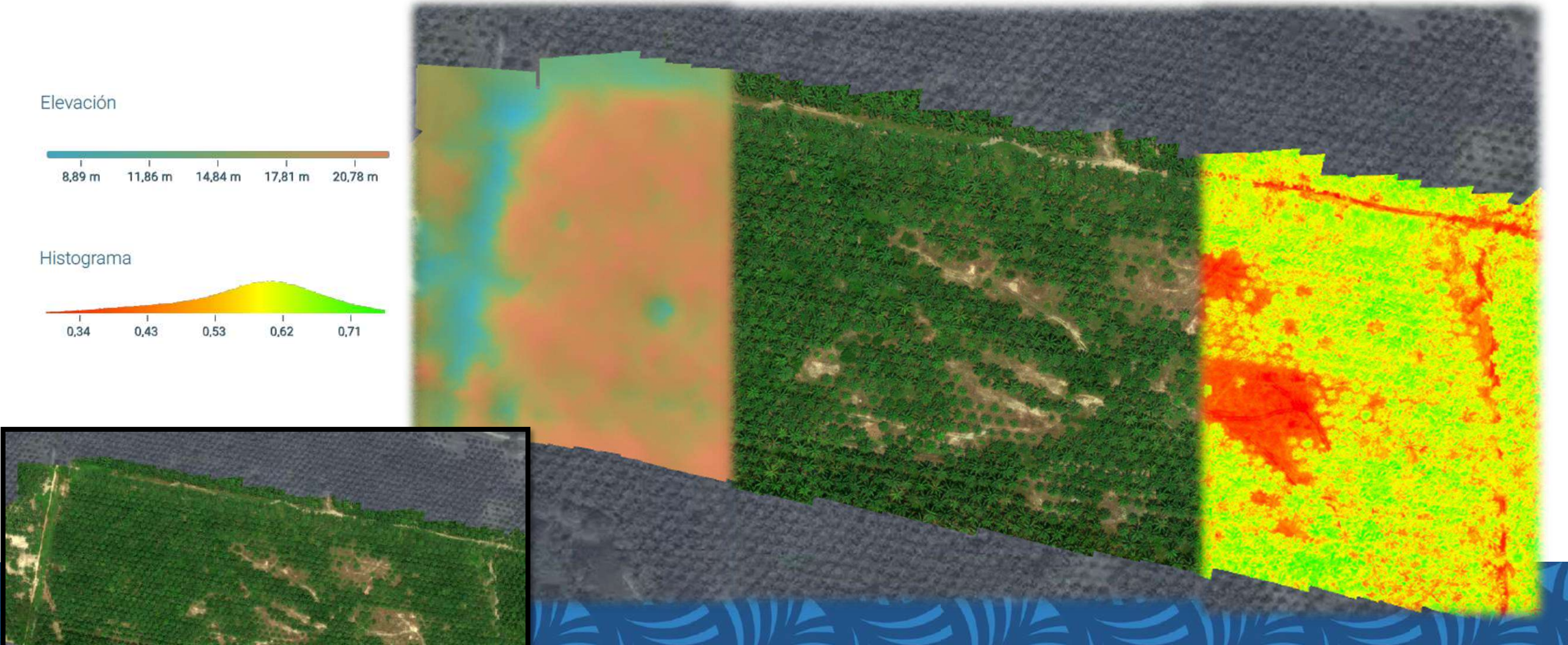
$$-1 \leq NDVI = \frac{X\% - Y\%}{X\% + Y\%} \leq +1$$

Shamshiri Redmond *et al*, 2018

Procesamiento de productos de ARP

Productos de drones para agricultura

MDS, Índices de vegetación, ortomosaicos



GSD	8,07 cm/px

Fuente: Propia, 2020

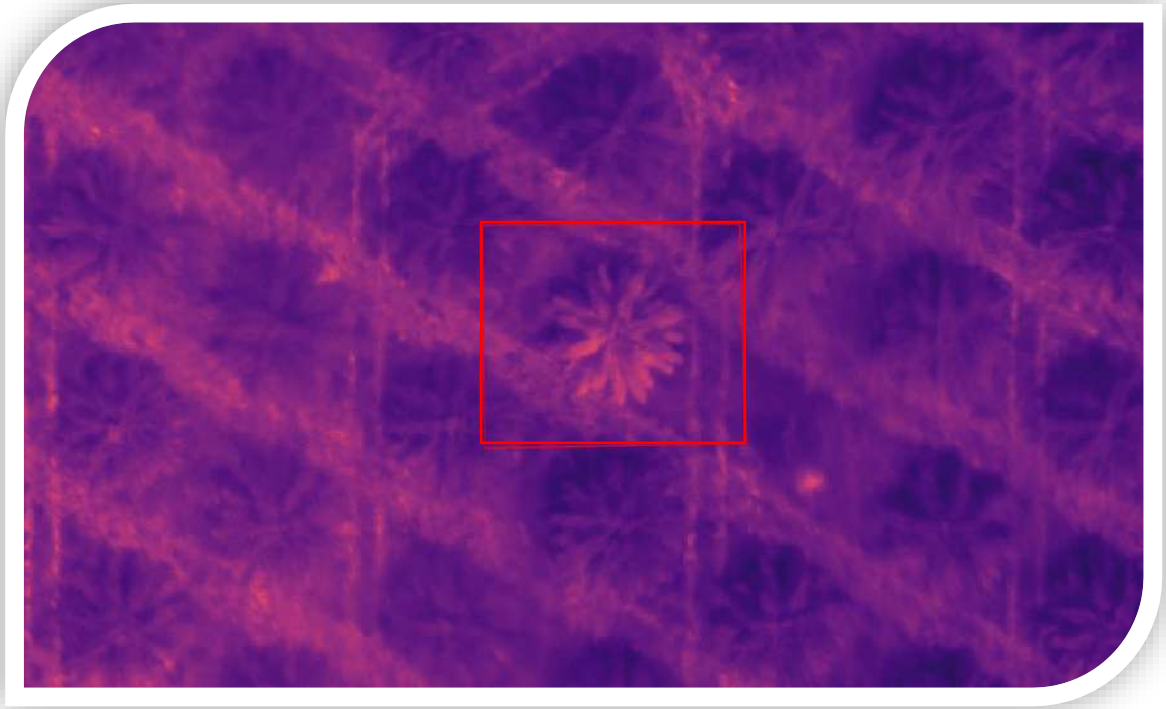
Productos de drones para agricultura

Mapas térmicos aéreos

Lote palma 1-2016: Palma 9 Línea 313 (Fecha de vuelo : 2019/11/19)

Ortomosaico RGB

Ortomosaico térmico



32.46	35.33	38.20	41.08	43.95	46.82
32.87	35.74	38.61	41.49	44.36	47.23
33.28	36.15	39.02	41.90	44.77	47.64
33.69	36.56	39.43	42.31	45.18	48.05
34.10	36.97	39.84	42.72	45.59	48.46
34.51	37.38	40.25	43.13	46.00	48.87
34.92	37.79	40.67	43.54	46.41	49.28

Temperaturas (°C)

- No se obervan síntomas visibles en la imagen RGB
- Se puede observar diferentes temperaturas en cada área observada.

Aplicaciones de los ARP para aspersión aérea

Referencia al uso en agricultura

cenipalma

Contexto

Aspersión dirigida de productos en

cos

cos

o de plagas (Tiquadra

o de enfermedades

Palma adulta

Fuente: http://www.emdek.com.my

Tecno

-
-

7.2.9 **(C)** La fumigación aérea de pesticidas está prohibida, salvo en circunstancias excepcionales en las que no se dispone de otras alternativas viables. Esto requiere la aprobación previa de las autoridades gubernamentales. Se proporciona toda la información relevante a las comunidades locales afectadas al menos 48 horas antes de la aplicación de una fumigación aérea.

7.2.10 **(C)** Se demuestra que se hace una evaluación médica anual específica para los operadores que manejan pesticidas, y se toman medidas documentadas para tratar las condiciones de salud relacionadas.

Aspersión en palma de aceite – caso real

Fuente: AeroScanTech

Aspersión avanzada – caso real

Fuente: XAG drones

Aspersión de sólidos en campo

Fuente: XAG drones

¿Qué nos depara esta tecnología en el corto/mediano plazo?

Referencia al uso en agricultura

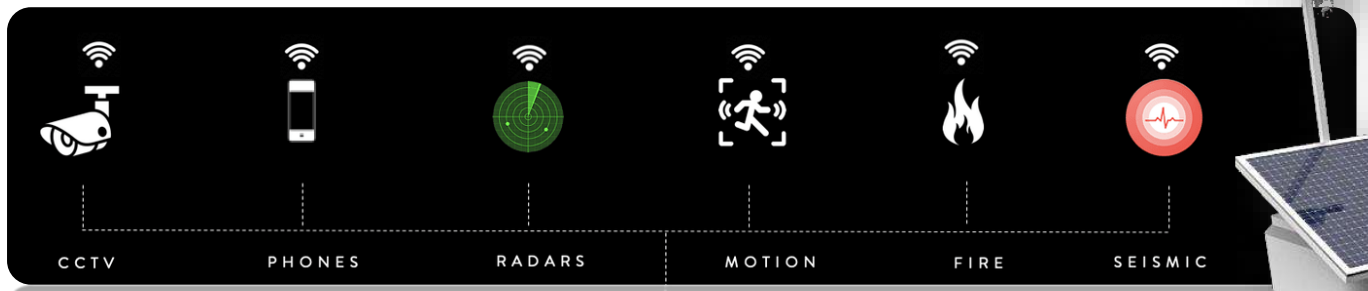
cenipalma

cenipalma

Drone-in-a-box

Soluciones autónomas en la nube

Drone-in-a-box



Monitoreo agroclimáticos automatizados

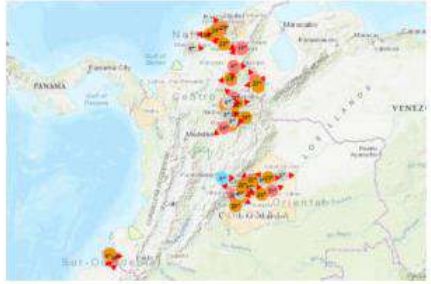
Referencia al uso en palma de aceite

http://geoportal.cenipalma.org/

Desde cualquier dispositivo móvil
o equipo de escritorio

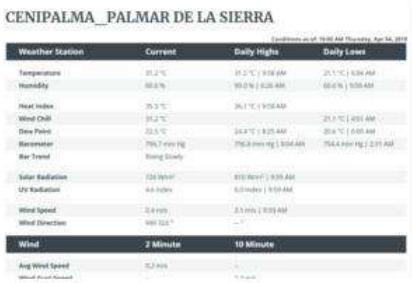
cenipalma

Extensión de Monitoreo Agroclimático - XMAC



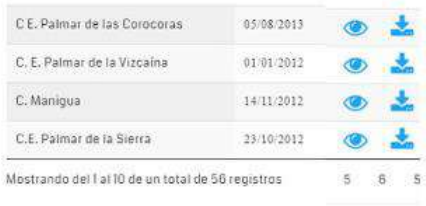
Geoservicio Estaciones

Consulte el mapa completo de estaciones adscritas a XMAC



Condiciones Actuales

Consulte el último registro de cada estación automatizada de la red XMAC



Banco de datos meteorológicos

Descargue el histórico completo de cada estación o visualicelo por años. (*)

Consolidado Histórico Diario XMAC

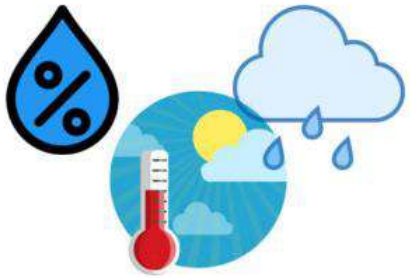
Consulte el reporte diario de cada estación, datos mínimos, máximos y promedio de cada sensor (*)

Consolidado Histórico Mensual XMAC

Consulte el reporte mensual de cada estación, datos mínimos, máximos y promedio de cada sensor (*)

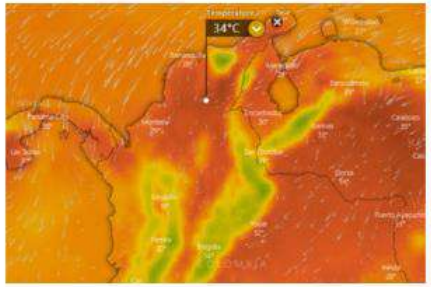
Reportes Gráficos

Calcule Balance Hídrico, Evapotranspiración, Precipitación Acumulada, Rangos de Temperatura y Humedad Relativa. (*)



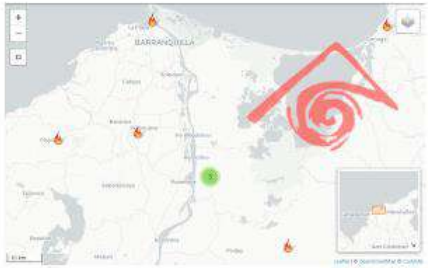
XMAC Hoy

Consulte los gráficos de Temperatura, Precipitación y Humedad relativa de una estación. (*)



Mapa de Vientos y Temperatura

Consulte el clima en todas las estaciones de la red XMAC



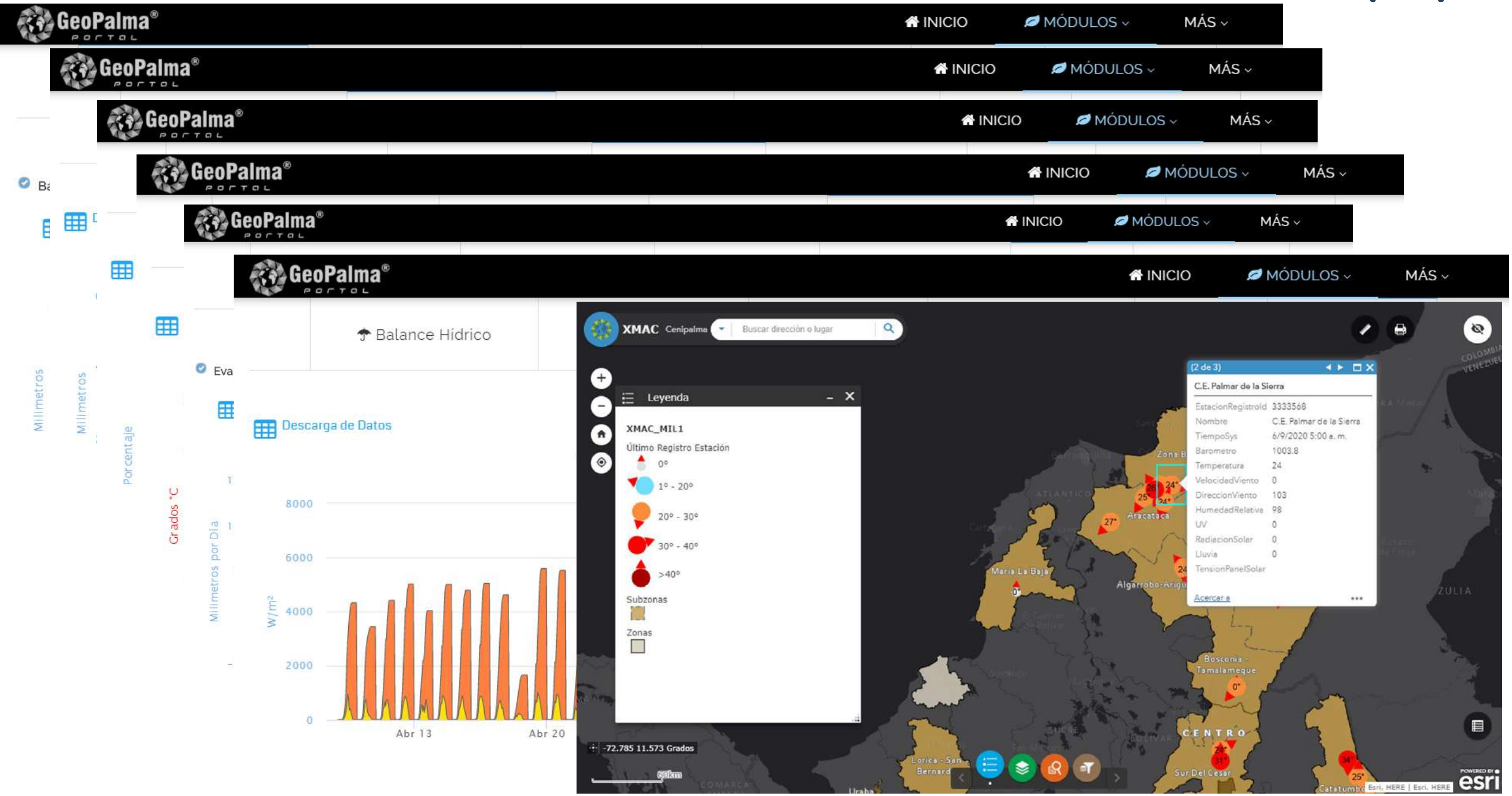
Puntos activos de calor IDEAM

Consulte el geoservicio con el sistema para el monitoreo de puntos de calor sobre la superficie de Colombia detectados satelitalmente

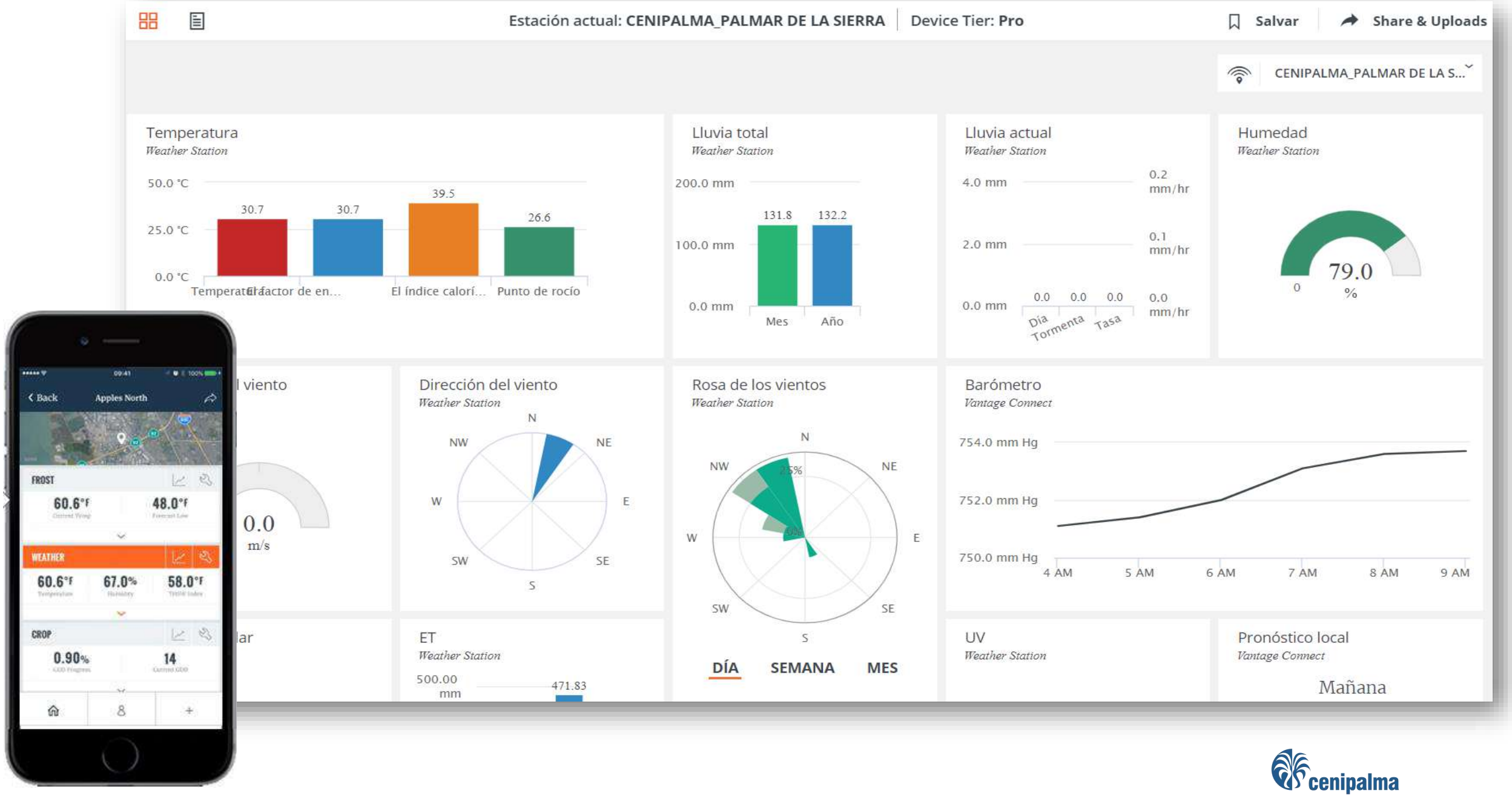
Tablero de control acceso a diferentes funcionalidades

cenipalma

Gráficos de apoyo



Consulta de datos meteorológicos por web o por app en celular



cenipalma

GeoPalma® PORTAL

Reporte XMAC:

Estación: C.E. Palmar de la Sierra

Fecha reporte: 04/06/2020

Resumen día anterior (00:00 - 23:59):

Precipitación : 14.8mm

Temperatura: Min: 23.7°C, Max: 34.1°C, Media: 27.21°C

Radiación solar: Min: 0 W/m^2, Max: 936 W/m^2, Acum: 5193 kWh/m^{2}Día

Indice UV: Min: 0 rads, Max: 10 rads

Velocidad del Viento: Min: 0 Km/h, Max: 6.44 Km/h, Media: 0.34Km/h

Dirección del Viento: Moda: 182°, Dir Max: 336°

Humedad Relativa: Min: 60%, Max: 100%, Media: 88.46%

Evapotransporación de Referencia: 7.299mm/día

Resumen mes (01 a Hoy):

Precipitación : 293.2mm

Temperatura: Min: 23.7°C, Max: 34.8°C, Media: 27.7°C

Radiación solar: Min: 0 W/m^2, Max: 936 W/m^2, Acum: 14858 kWh/m^{2}Mes

Indice UV: Min: 0 rads, Max: 10 rads

Velocidad del Viento: Min: 0 Km/h, Max: 6.44 Km/h, Media: 0.22Km/h

Dirección del Viento: Moda: 308°

Humedad Relativa: Min: 58%, Max: 100%, Media: 88.19%

Evapotransporación de Referencia: 20.904mm/mes

Cantidad de registros en XMAC

	Esperados	Registrados	%Perdida de datos
Día (ayer)	24	24	0%
Mes (Actual)	79	79	0%

Correos electrónicos diarios

Reciba a diario en su correo electrónico a la hora por usted indicada un resumen de los registros de su estación.

cenipalma

Reflexiones finales

- Observar nuestras plantaciones desde el aire, permite tener una nueva dimensión de ella en **tiempo real**
- Hay tecnología disponible para **monitorear** nuestros campos con equipos disponibles en el **mercado de consumo**
- Posibilidad de **reducir costos** de algunas actividades **laboriosas** en el cultivo, focalizando los esfuerzos (fitosanitario, ambiental, coberturas, plagas, riego…)
- Priorizar, **focalizar** y agilizar las visitas a nuestros lotes en busca de **anomalías**
- Agilidad en la evaluación del **crecimiento** de mi cultivo
- Monitoreo de **personal, seguridad**, **maquinaria, áreas de difícil acceso** e **infraestructura** de manera remota, ágil y **oportuna**

Gracias