



Tecnología de percepción remota para la estimación del rendimiento y mejorar el monitoreo de la salud de los cítricos

Dr. Luz Angelica Suarez¹, Andrew Robson¹

Enzo Lucchetti² and Genaro Delgado²

¹ AARSC

² ProCitrus



Australian Government

Department of Foreign Affairs and Trade

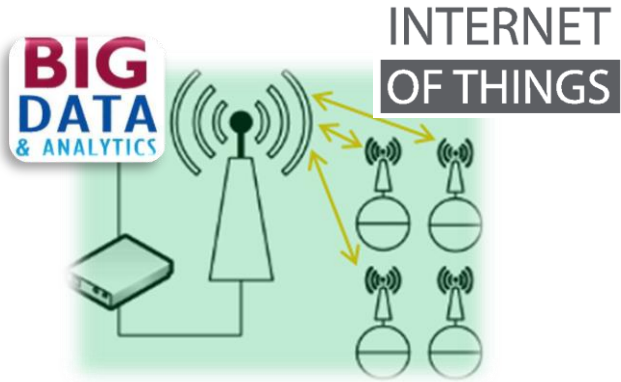


Proposito de la presentación

Como las herramientas de
teledetección pueden ayudar a
monitorear la salud y estimar el
rendimiento de los cítricos?
Proyecto COALAR (UNE-ProCitrus)



Hay muchas herramientas disponibles



Sensor Networks



Mobile Apps



Proximal Sensing



Asset tracking



LiDAR



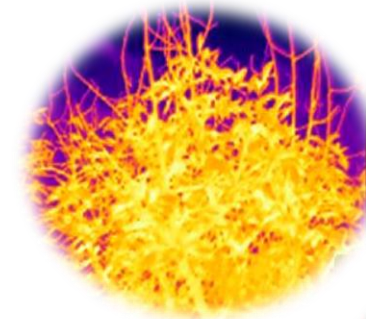
UAV



Satellite



NIR



Thermal



Machine vision



Airborne

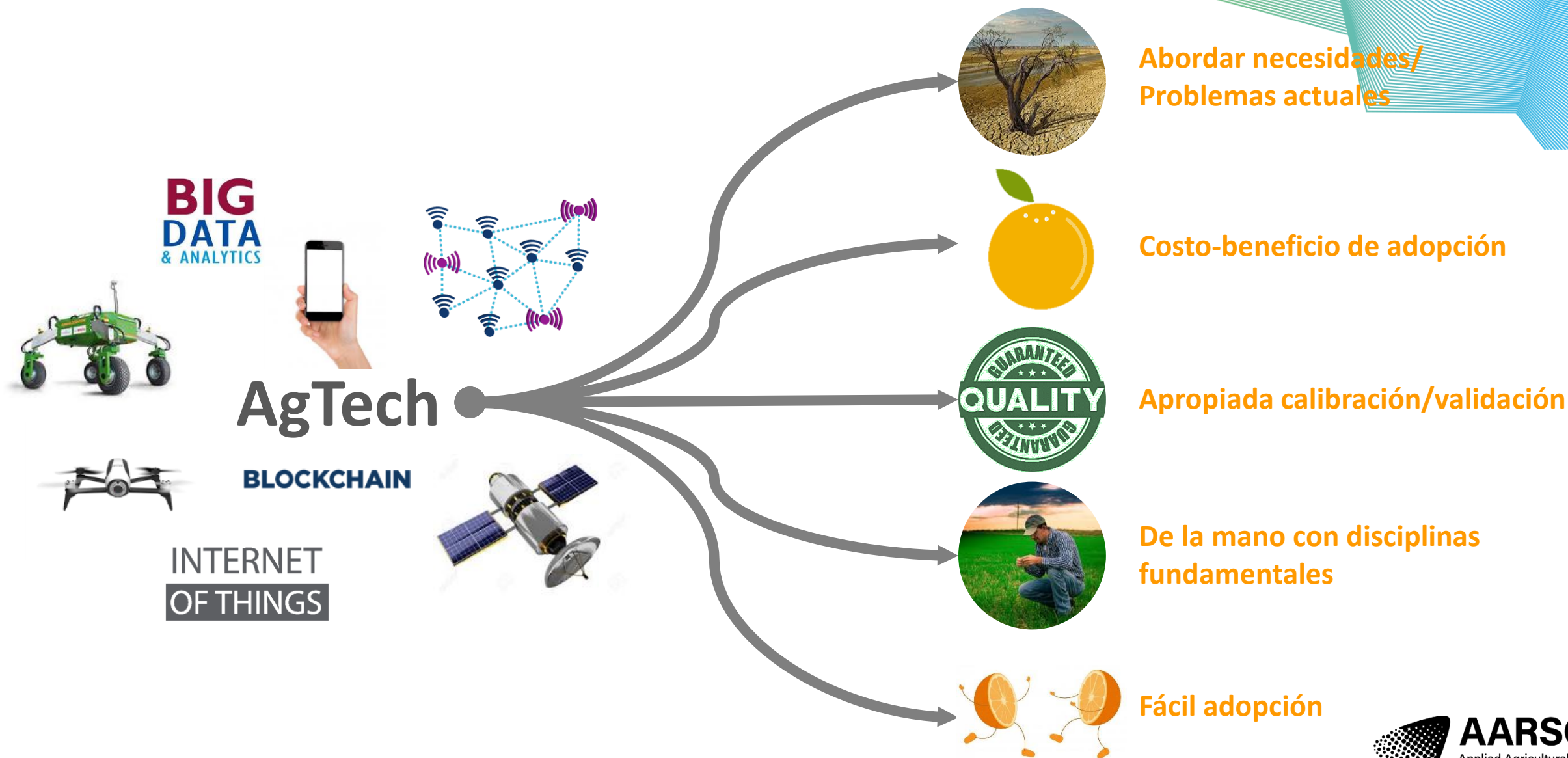


Robotics



Spore trapping

La aplicación es elemental, no la tecnología



Aplicación 1: Donde estan todas las plantaciones ubicadas?

Es la capa de información mas fundamental de para cualquier industria, en cualquier país.

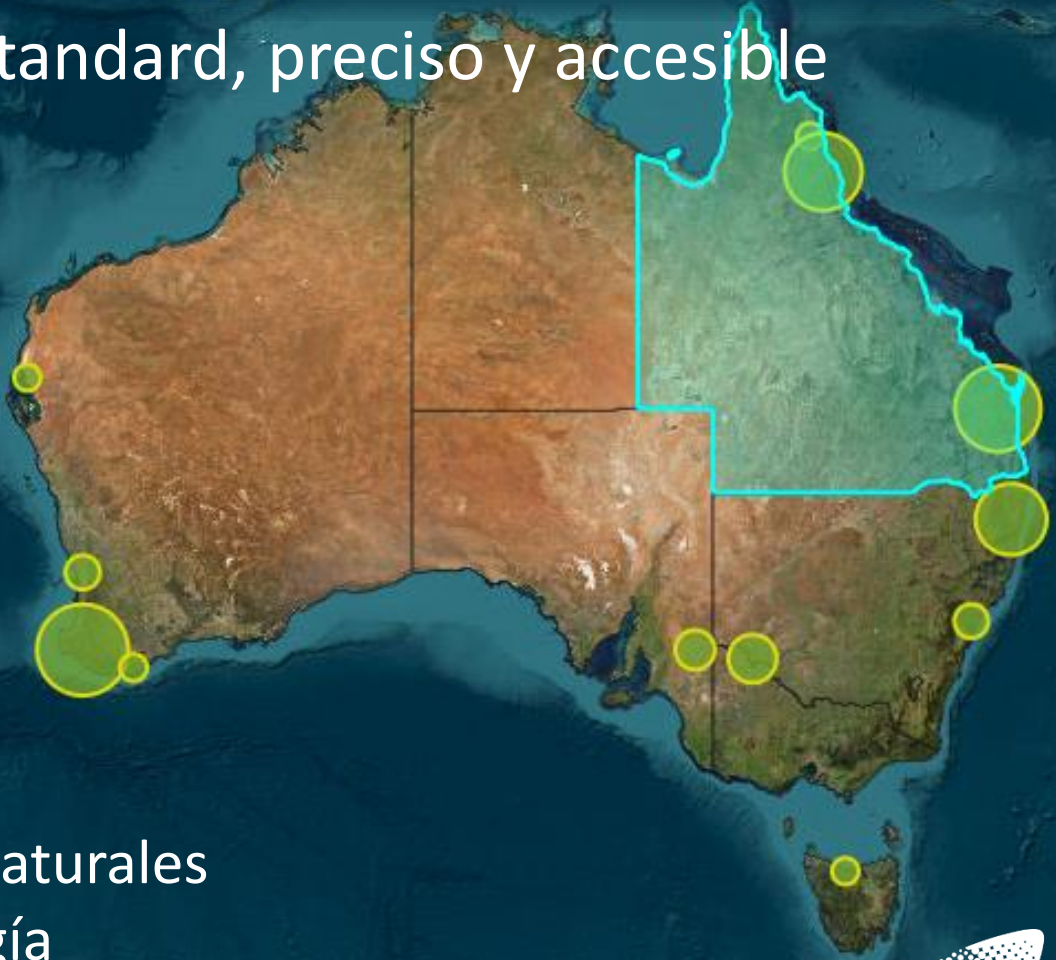
Raramente disponible en un formato standard, preciso y accesible

Apoya y cuantifica:

- Localización y área de producción
- Cambios anuales (nuevas plantaciones)
- Venta a plazo /marketing
- Logística de cosecha
- Trazabilidad

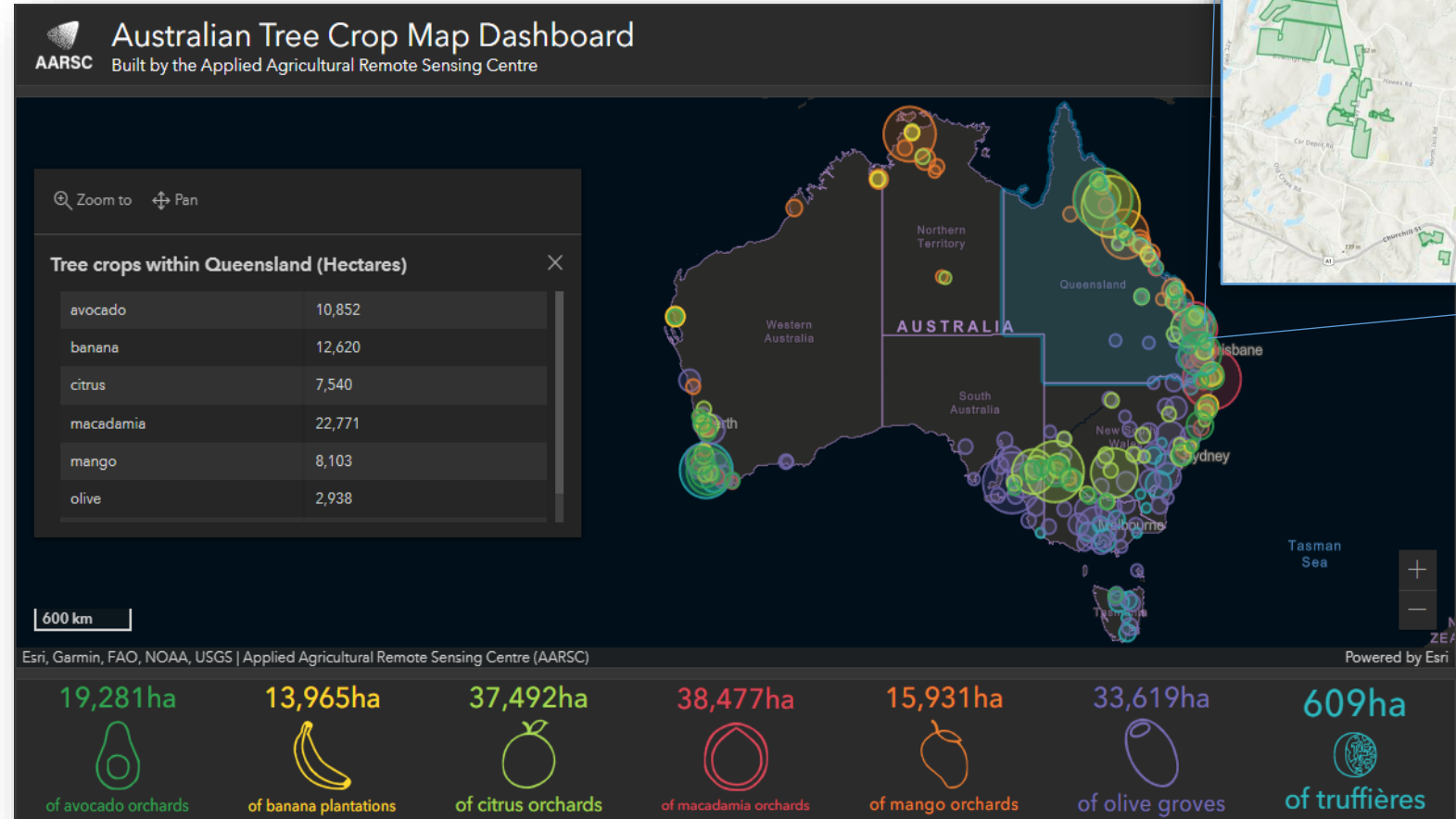
Dato fundamental para la industria:

- Bioseguridad
- Respuesta y recuperación a desastres naturales
- Adopción y automatización de tecnología
- (ej. Sensores remotos/IoT y análisis de Big Data)



The Australian Tree Crop Map

- Adopta estándares Australianos de mapeo
- Construida a partir de varias fuentes (no solo RS)
- Fácil acceso (Libre)
- Desarrollada para apoyar a las industrias



Esri showcase: https://www.youtube.com/watch?v=xIL2qBJ_p88

ATCM Dashboard: <https://arcg.is/9n95e>

Trazabilidad: Citrus Australia lo esta llevando a otro nivel

Mapa construido por la industria citricola, para la industria!

Valor añadido:

- Información a nivel de lote
- Variedad/ rootstock
- Año de plantación
- Manejo
- Densidad de plantación
- Sistema de Trazabilidad Internacional ID standard (GS1)



<https://citrusaustralia.com.au/wp-content/uploads/Citrus-Mapping-Report-FINAL.pdf>



Bioseguridad: Establecimiento: zonas de exclusión y monitoreo estrategico

Vegetación nativa

Cultivos adyacentes

Rutas vehiculares

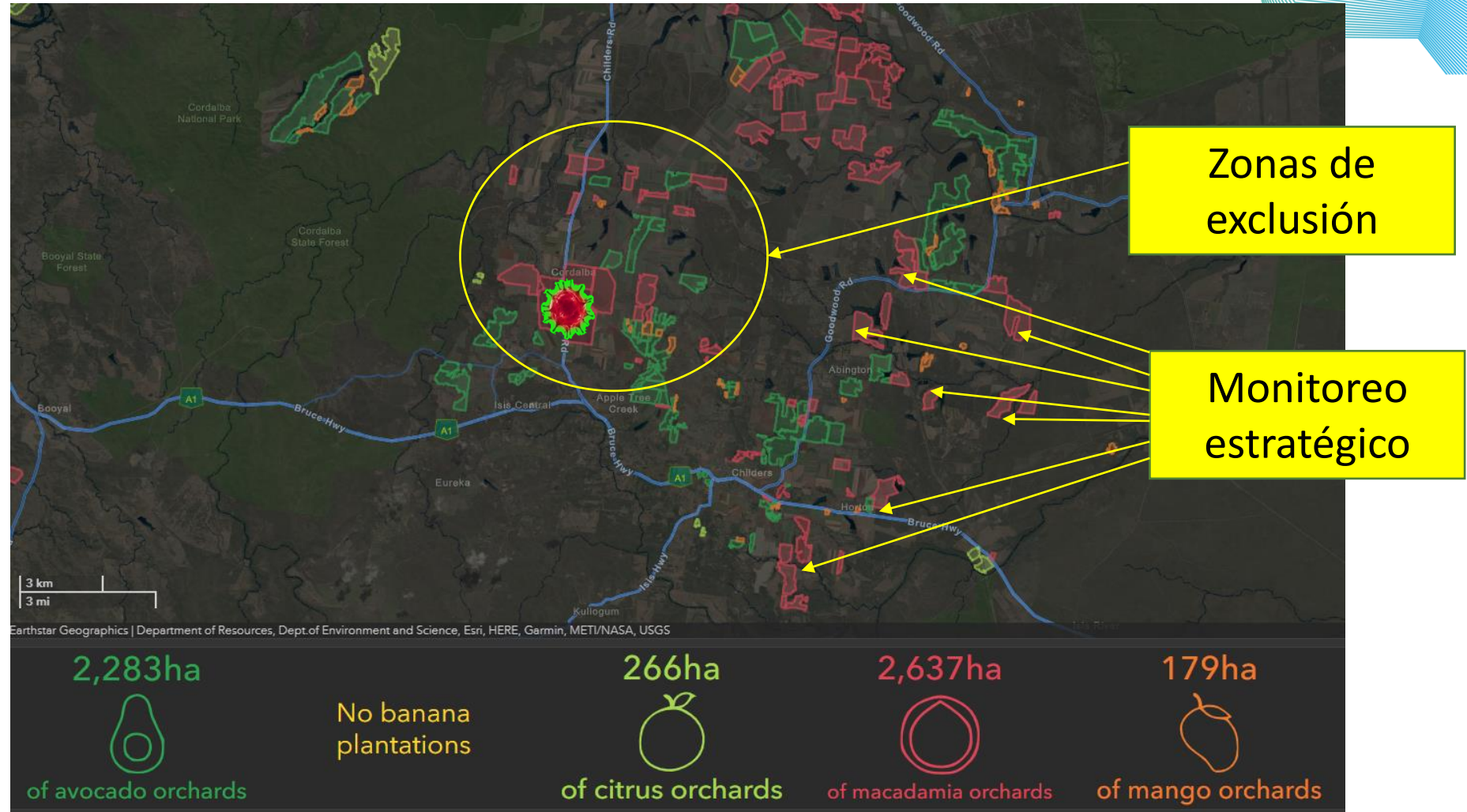
Topografía

Cursos de agua

Rutas bursátiles

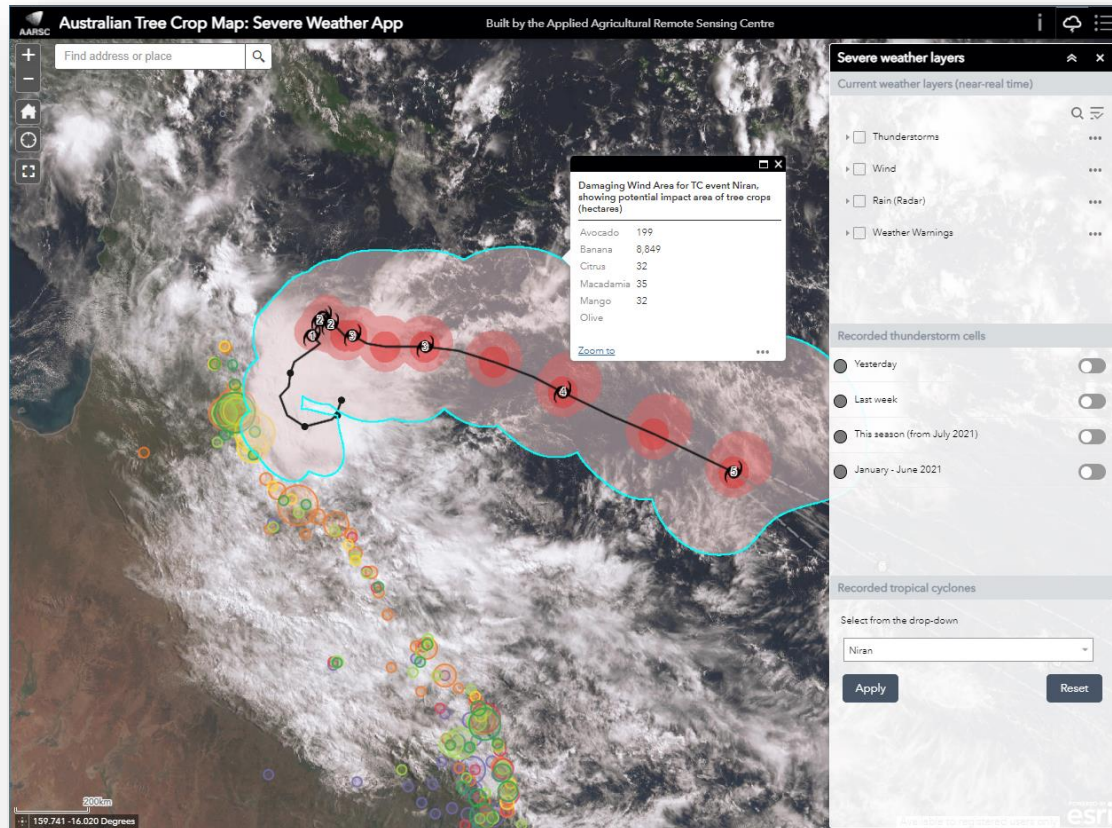
Senderos

Líneas de drenajes



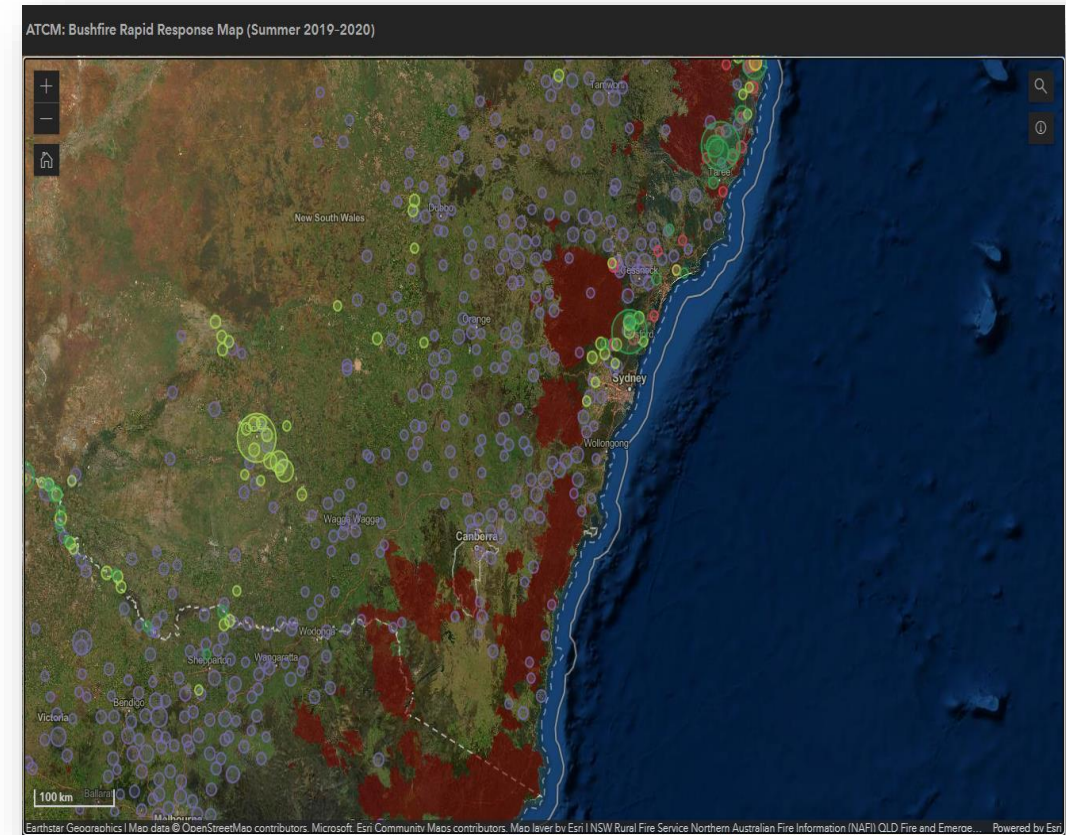
Desastres naturales: Respuesta y Recuperación

Plantaciones potencialmente impactadas, identificadas y actualizadas en tiempo real



ATCM Severe Weather App

<https://arcg.is/0PvH54>



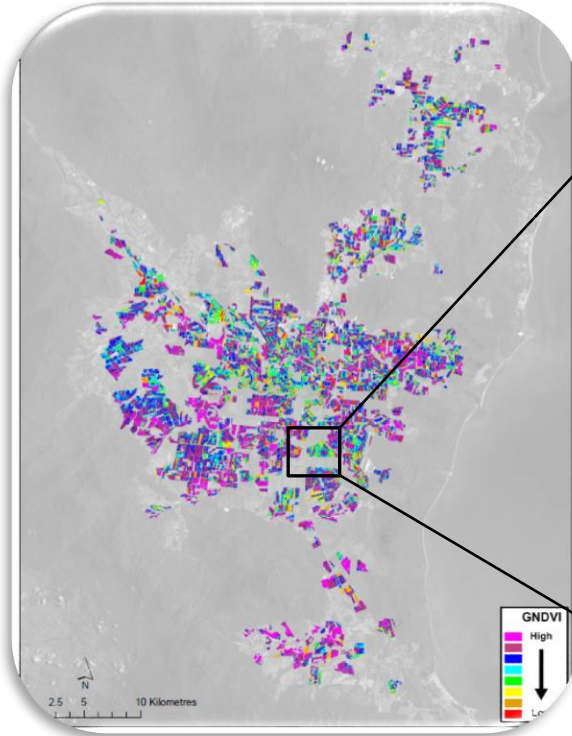
Bushfire Rapid Response Map

<https://arcg.is/19P55n>

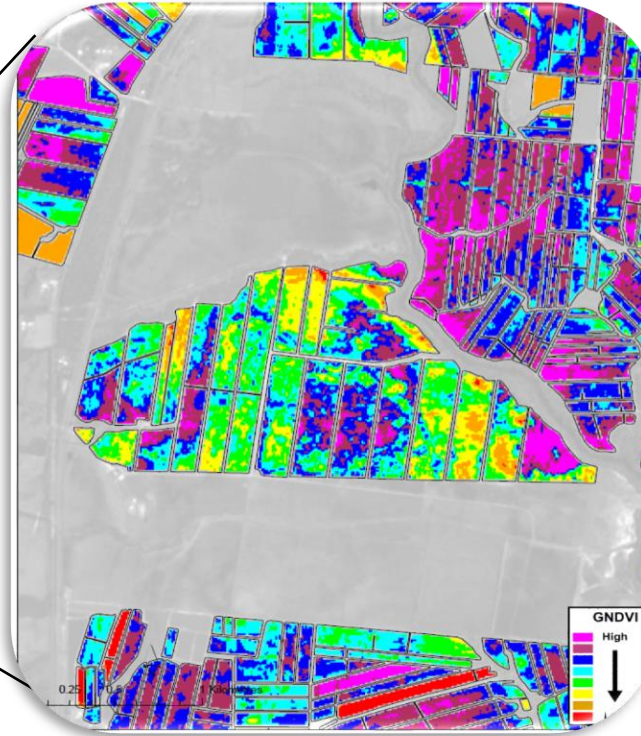
Aplicación 2: Monitoreo de cultivos



Sensoramiento remoto o próximo identifica variabilidad



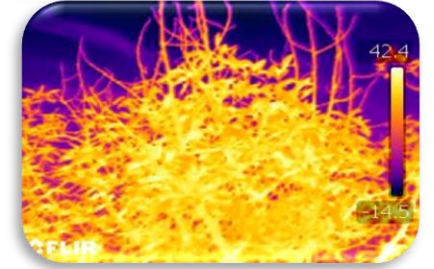
Nivel regional



Nivel Fondo



Nivel de lote



Nivel de árbol



Nivel de hoja

QUE es Sensoramiento Remoto?

Es la adquisición de información de un objeto/fenómeno sin hacer contacto físico

Plataformas de sensoramiento remoto



Satelitales



Sensores de mano



UAV/ Drones

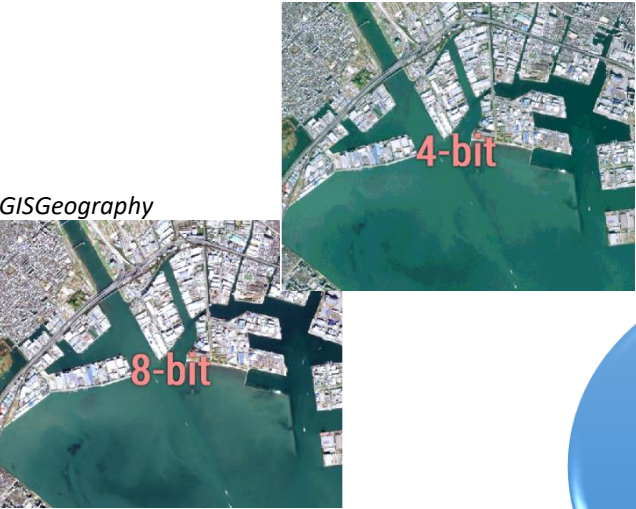


Tractores

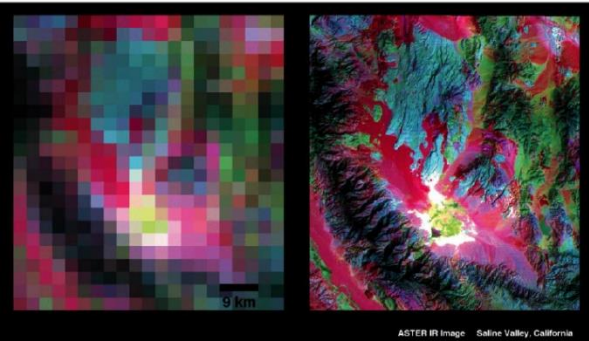
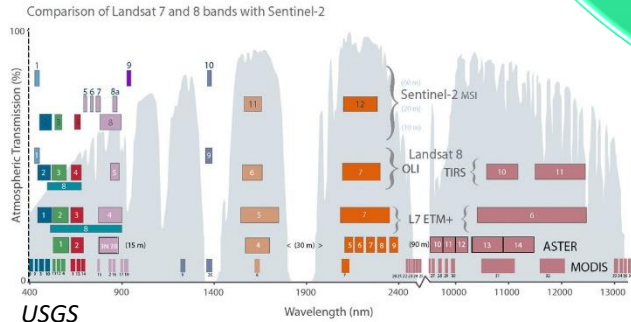
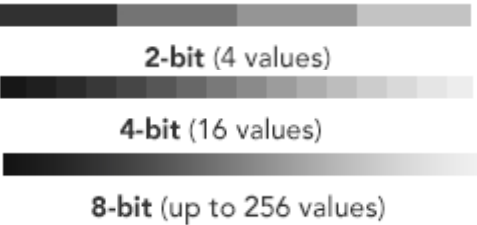


Aviones

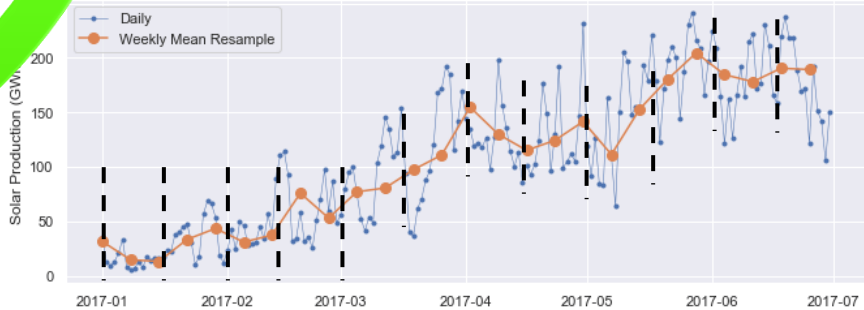
Resoluciones



GISGeography



Christensen et al 2004



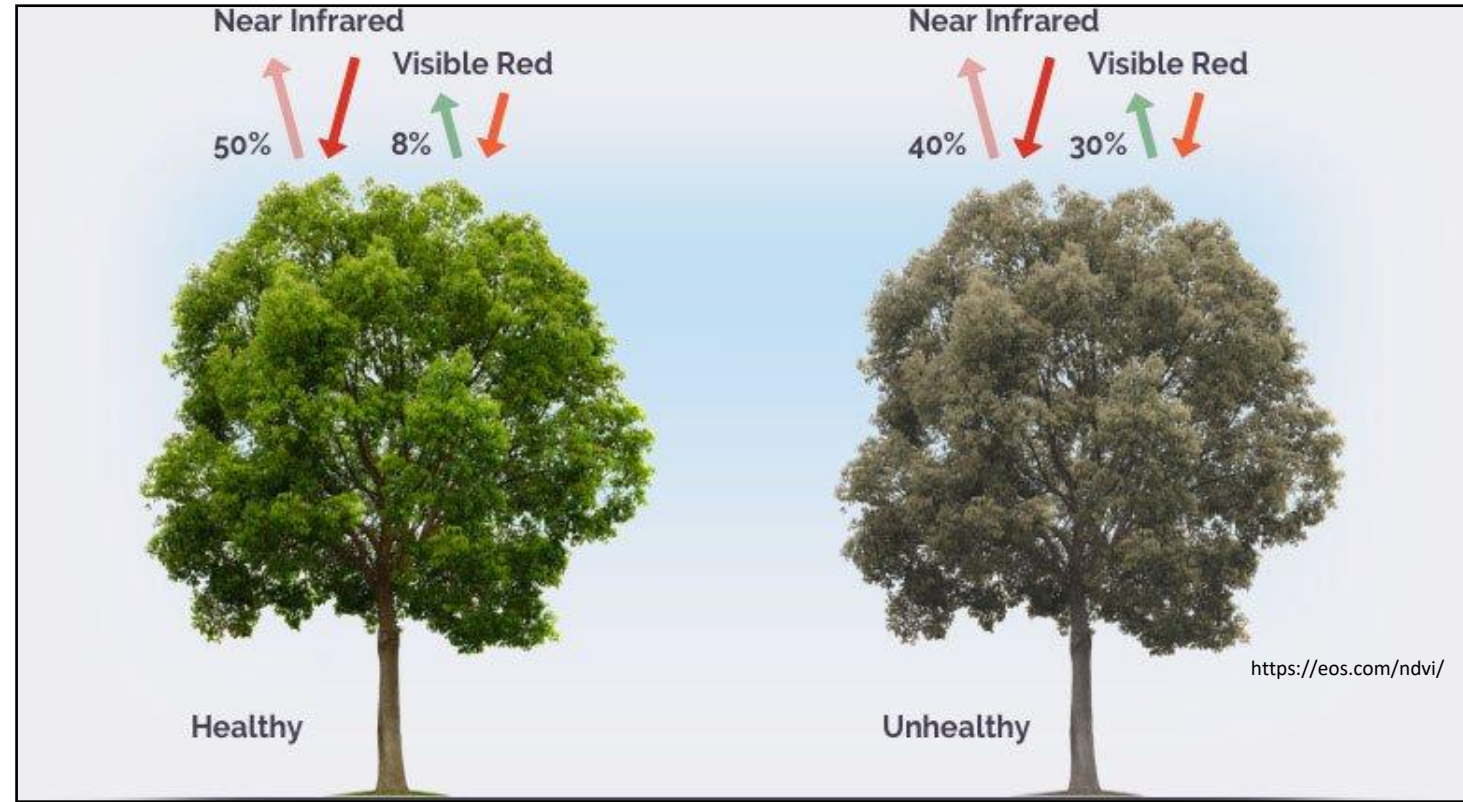
<https://www.dataquest.io/blog/tutorial-time-series-analysis-with-pandas/>

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

- Uno de los índices mas usados para monitorear cultivos

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

- Es una medida de vegetación verde y densidad de dosel



$$NDVI = 0.72 = \frac{(0.50 - 0.08)}{(0.50 + 0.08)}$$

$$NDVI = 0.14 = \frac{(0.40 - 0.30)}{(0.40 + 0.30)}$$

Ejemplos de índices de vegetación

	Name	Formula
1	Red-edge Normalized Difference Vegetation Index (RENDVI)	$(RE - R) / (RE + R)$
2	Transformed Chlorophyll Absorption in Reflectance Index (TCARI)	$3 \times ((RE - R) - 0.2 \times (RE - G) \times (RE / R))$
3	Structure Insensitive Pigment Index (SIPI)	$(NIR1 - B) / (NIR1 + R)$
4	Structure Insensitive Pigment Index (CB SIPI)	$(NIR1 - CB) / (NIR1 + CB)$
5	Normalized difference Red-edge index (N1/RENDVI)	$(NIR1 - R) / (NIR1 + RE)$
6	Normalized difference NIR index (N1/N2NDVI)	$(NIR1 - R) / (NIR1 + NIR2)$
7	Green normalized difference vegetation index (NIR1GNDVI)	$(NIR1 - G) / (NIR1 + G)$
8	Modified Simple Ratio (MSR)	$(NIR1 / R - 1) / (SQRT((NIR1/R) + 1))$
9	Ratio Vegetation Index (RVI)	$NIR1 / R$

	Name	Formula
10	Normalized Difference Vegetation Index (N1NDVI)	$(NIR1 - R) / (NIR1 + R)$
11	Normalized Difference Vegetation Index (N2NDVI)	$(NIR2 - R) / (NIR2 + R)$
12	Normalized difference red edge index 1 (N1RENDVI)	$(NIR1 - RE) / (NIR1 + RE)$
13	Normalized difference red edge index 2 (N2RENDVI)	$(NIR2 - RE) / (NIR2 + RE)$
14	RDVI1	$(NIR1 - R) / (SQRT(NIR1 + R))$
15	RDVI2	$(NIR2 - R) / (SQRT(NIR2 + R))$
16	Transformed difference vegetation index (TDVI)	$1.5 \times ((NIR1 - R) / (SQRT(NIR1^2 + R + 0.5)))$
17	Transformed difference vegetation index 2 (TDVI2)	$1.5 \times ((NIR2 - R) / (SQRT(NIR2^2 + R + 0.5)))$
18	Non Linear Index (NLI)	$(NIR^2 - R) / (NIR^2 + R)$

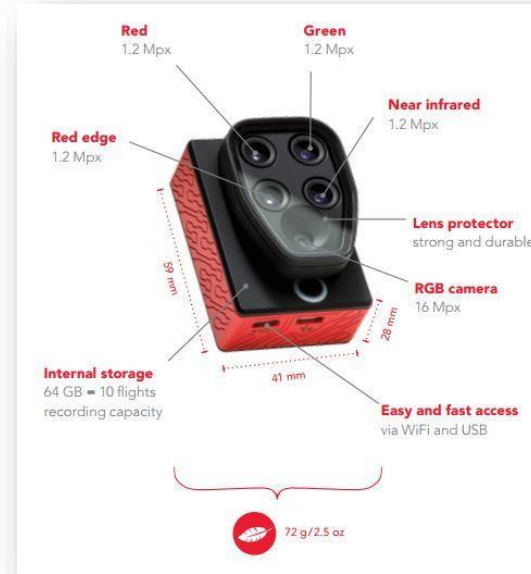
Ejemplos de Sistema de cámaras comerciales (drones)



Micro Sense

Blue: 475nm x 20nm
Green: 560nm x 20nm
Red: 668nm x 10nm
Red-Edge: 717nm x 10nm
Near Infrared: 840nm x 40nm

<https://www.micasense.com/rededge/>



Parrot Sequoia

Green: 500nm x 40nm
Red: 660nm x 40nm
Red-Edge: 735nm x 10nm
Near Infrared: 790nm x 40nm

<http://diydrones.com/profiles/blogs/sequoia-in-the-wild>



Slant Range

Green: 550nm x 40nm
Red: 650nm x 40nm
Red-Edge: 740nm x 10nm
Near Infrared: 850nm x 100nm

<http://www.slantrange.com/3p/>

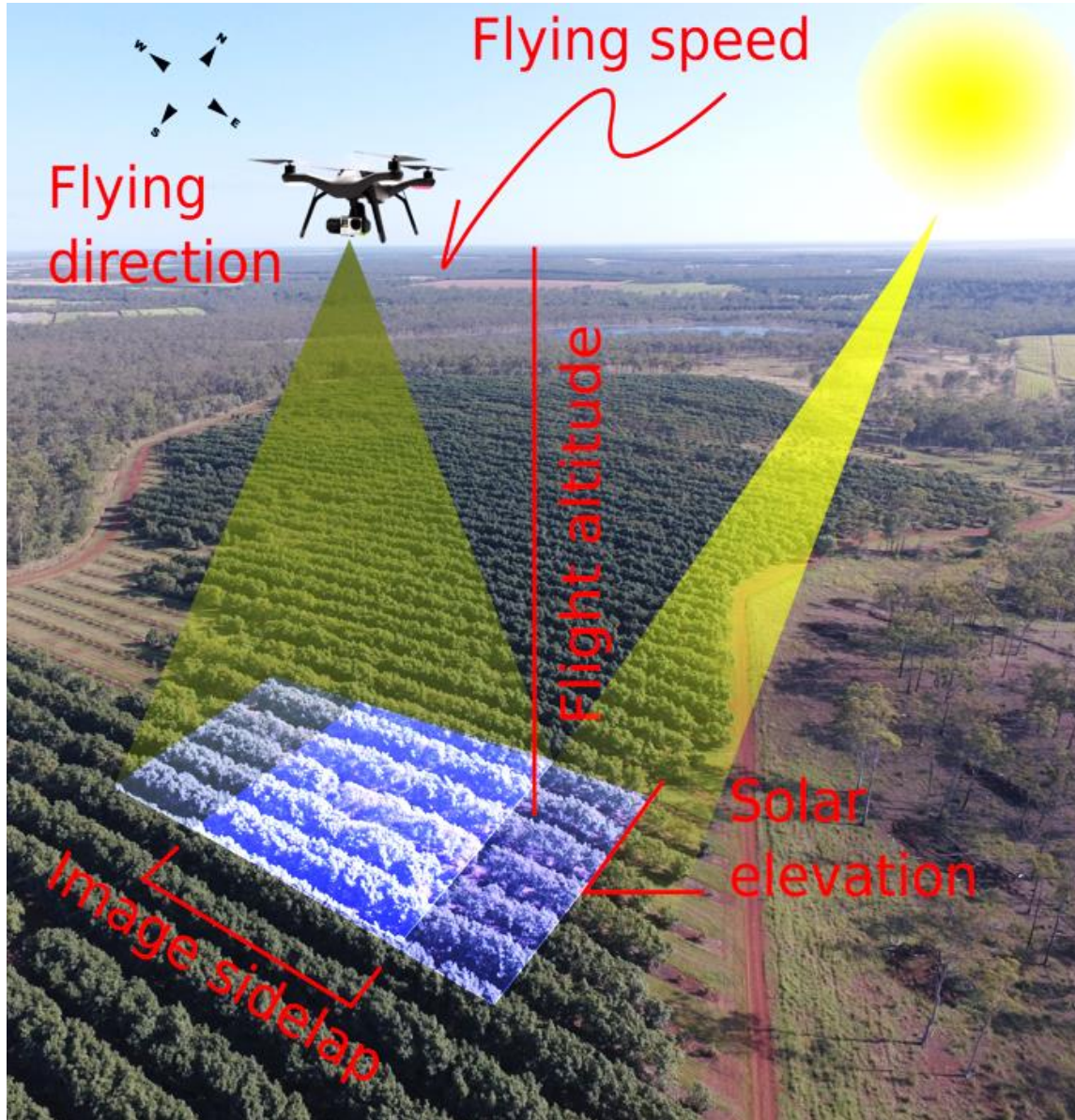


Sentera

Blue: 446nm x 60nm
Green: 548nm x 45nm
Red: 650nm x 70nm
Red Edge: 720 nm x 40nm
Near-Infrared (NIR): 840nm x 20nm

<https://sentera.com/product-category/sensors/>

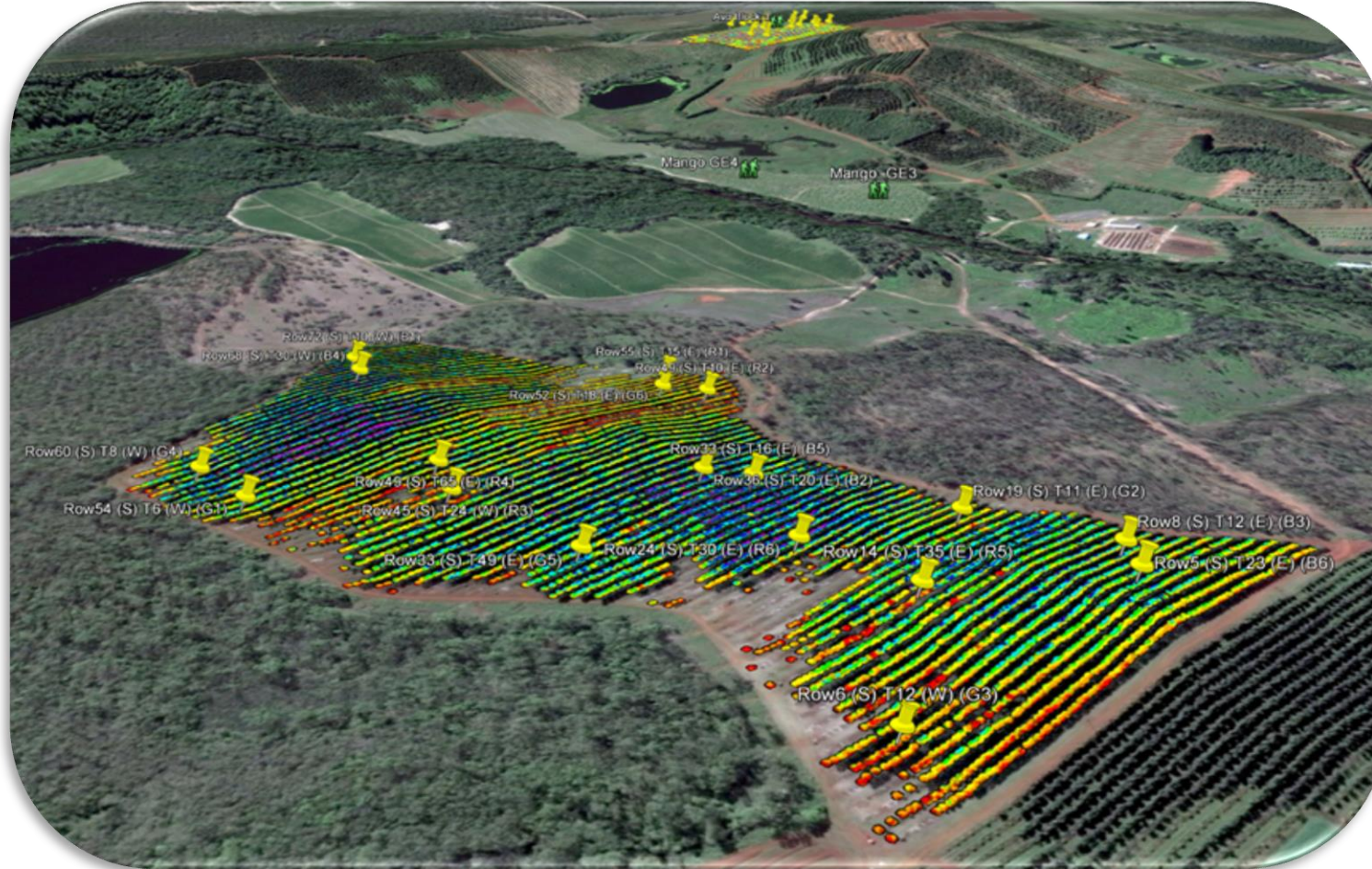
Optimos protocolos de vuelo



- Flying along the tree row;
- Flying at high solar elevation;
- Flying with a gimbal;
- Flying with high forward and side overlap;
- Recommended flying altitude is around 75 m AGL to obtain a 2 cm;
- Ground calibration panels for radiometric and geometric correction.

PhD study by Yu-Hsuan Tu (UQ and UNE)

Tenemos una imagen, y ahora que?



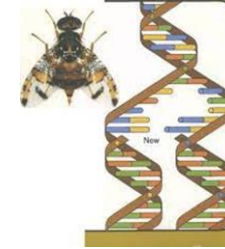
Facilitar agronomía estratégica



Rendimiento/
Calidad



Ubicación
de sensores



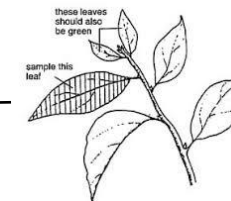
PCR barcoding



Muestras de suelo



Inspección
visual



Muestra de
hojas



Aplicaciones móviles
Enfermedad/pestes

Aplicación 3: Estimación y predicción de rendimiento





Proyecto:

Remote sensing technologies for improved citrus health monitoring and yield estimations

Métodos para estimar/predecir rendimiento en cítricos

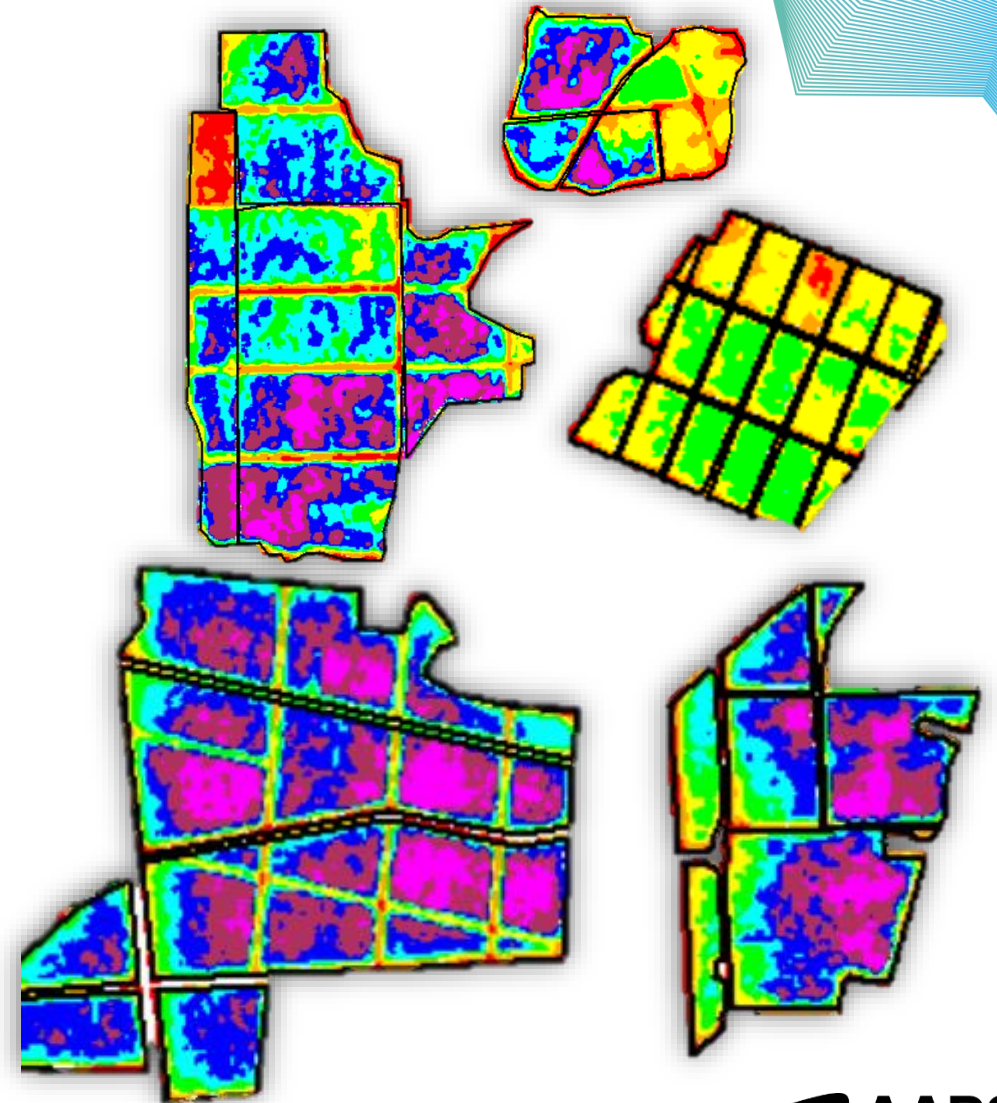
Metodo 1: 18 árboles de calibración (una image de captura)

Ventajas

- No requiere información previa (historica)
- Mejor representación de variabilidad
- Menor número de árboles requerido
- Posible mapear variabilidad a nivel de lote
- Se pueden incluir medidas de número de fruta por árbol, tamaño (peso) individual de fruta y otros parámetros de calidad

Desventajas

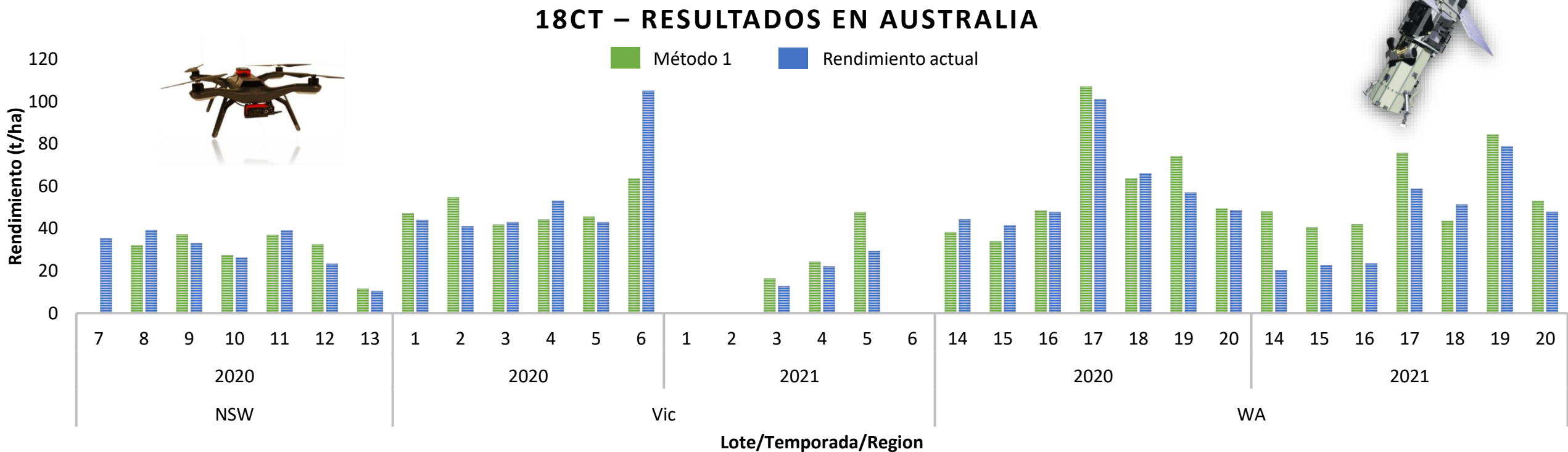
- Requiere imagenes de alta resolución (\$\$\$)
- Aún requiere toma de datos en campo
- Estimaciones cuando la fruta es visible



Métodos para estimar/predecir rendimiento en cítricos

Metodo 1: 18 árboles de calibración (una image de captura)

Antecedentes: Resultados prometedores que mejoran las actuales (rigurosas) labores de campo



Lote	
Precisión promedio (%)	75 %
Error promedio (t/ha)	9 t/ha

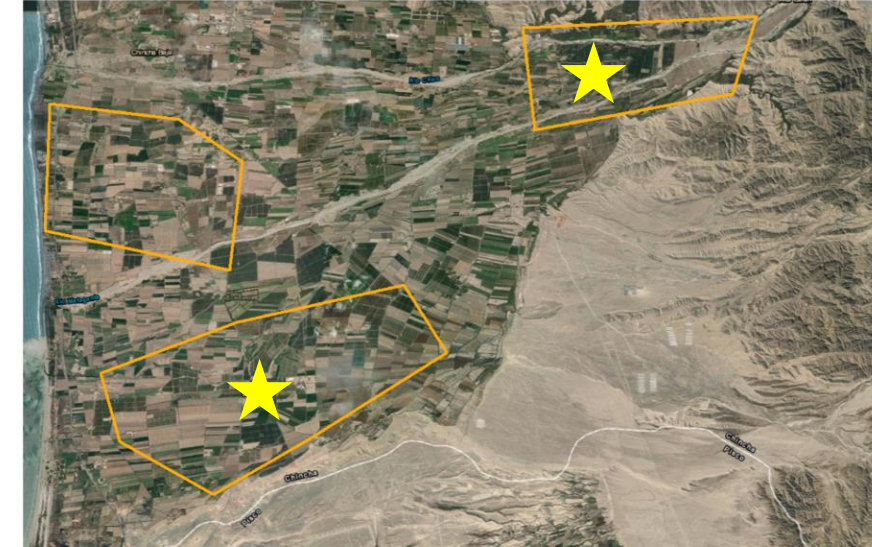
Áreas de estudio



Santa Rosa: 6 Lotes

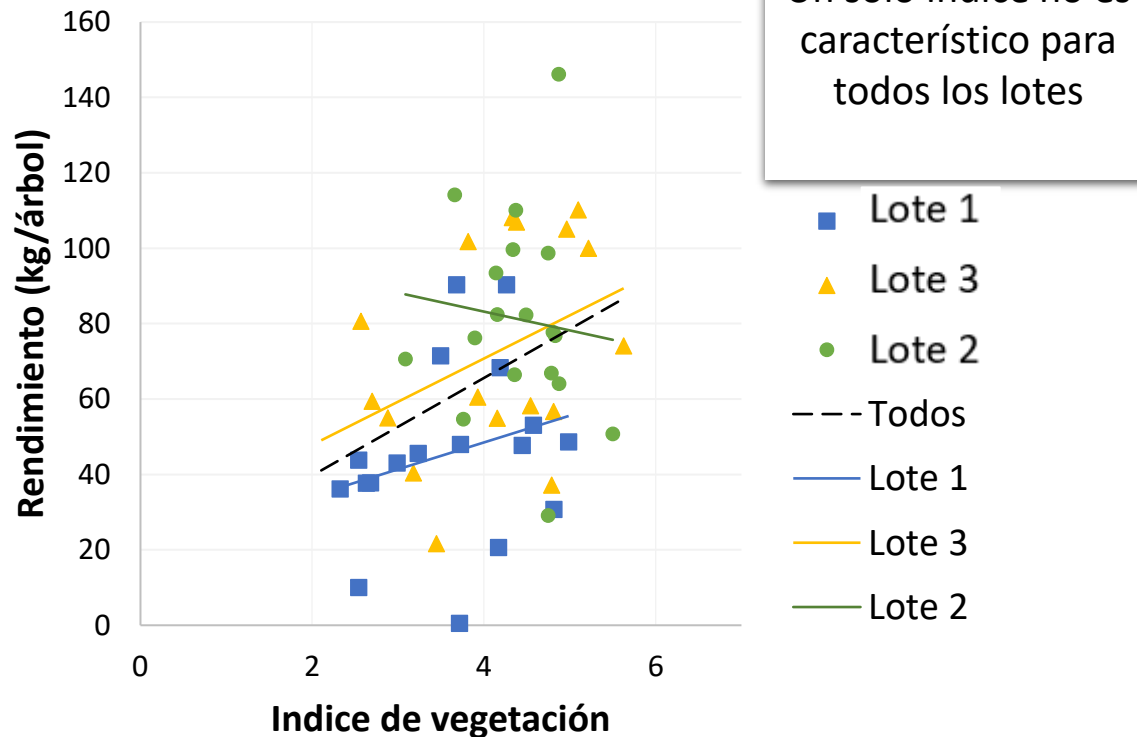


Chíncha: 15 Lotes



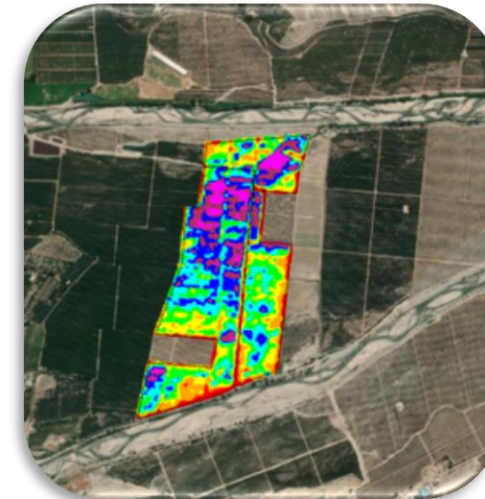
La relación entre rendimiento y reflectancia varia

En una región: muestra en 3 lotes y 54 árboles



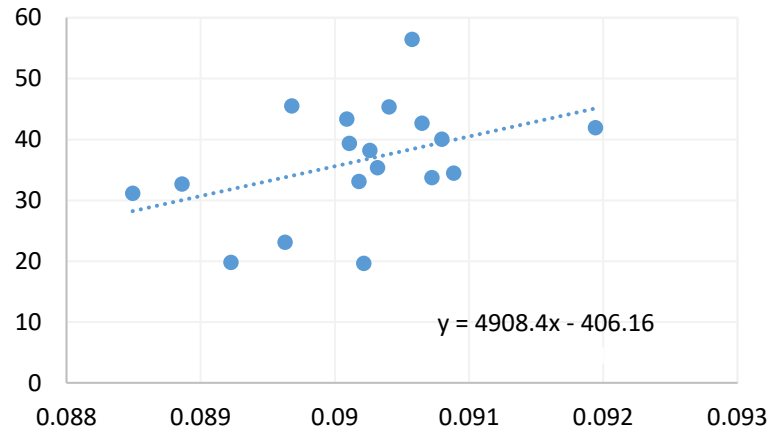
Influencia por

- ☐ temporada,
- ☐ ubicación,
- ☐ variedad,
- ☐ manejo,
- ☐ alternancia

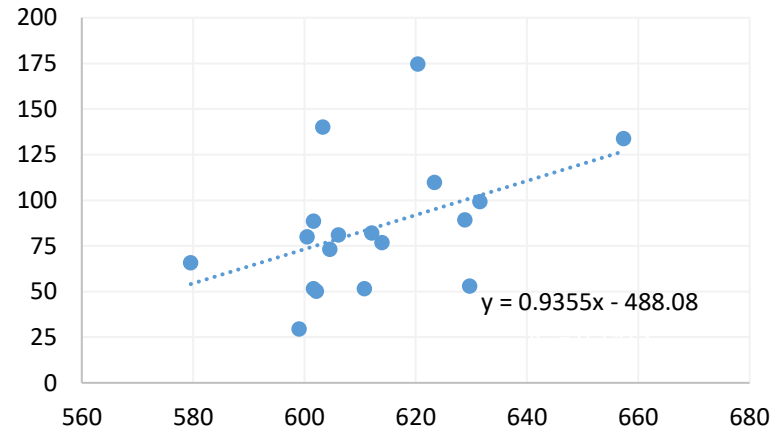


Establecer una relación por cada lote

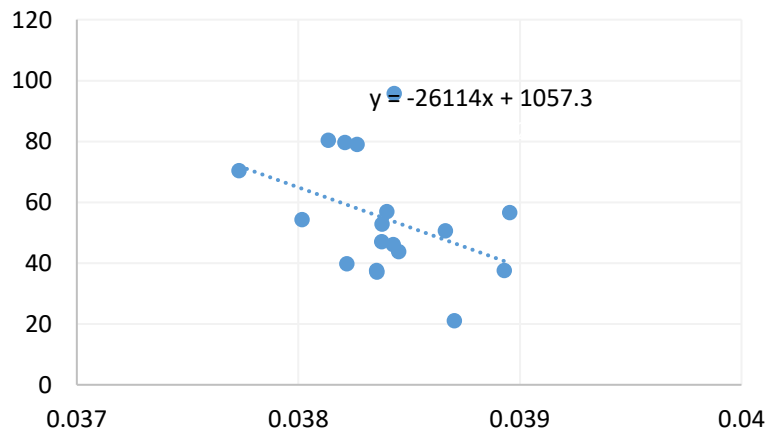
Lote 1



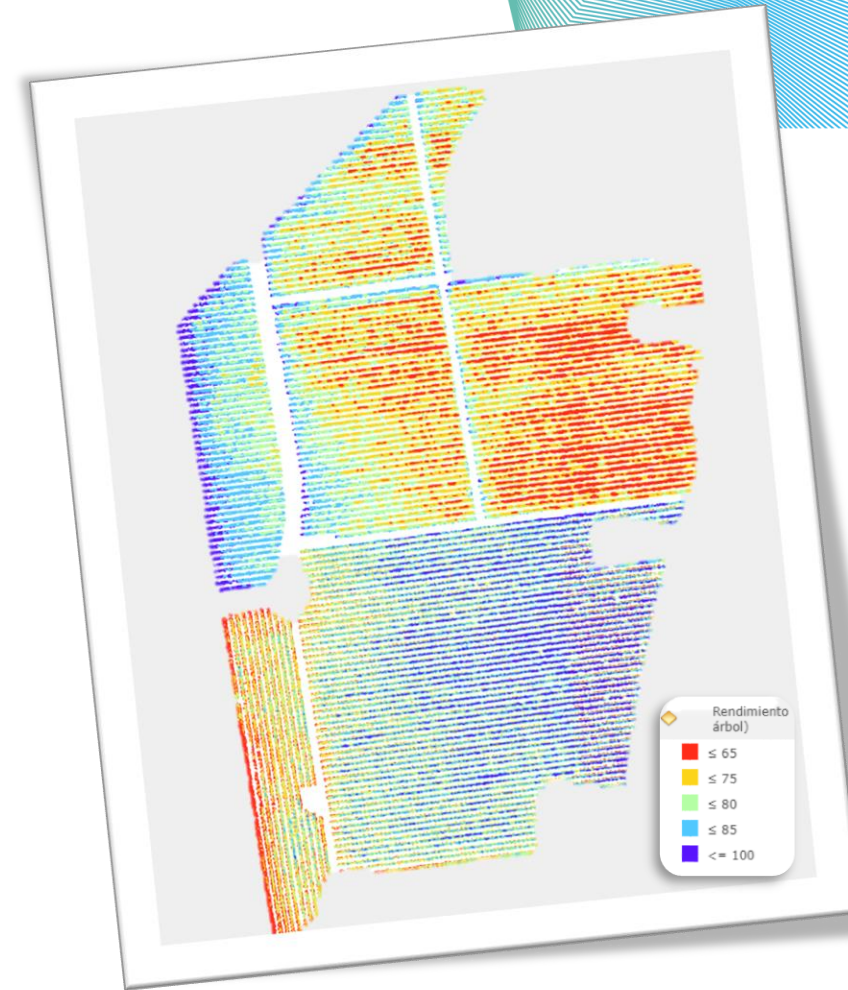
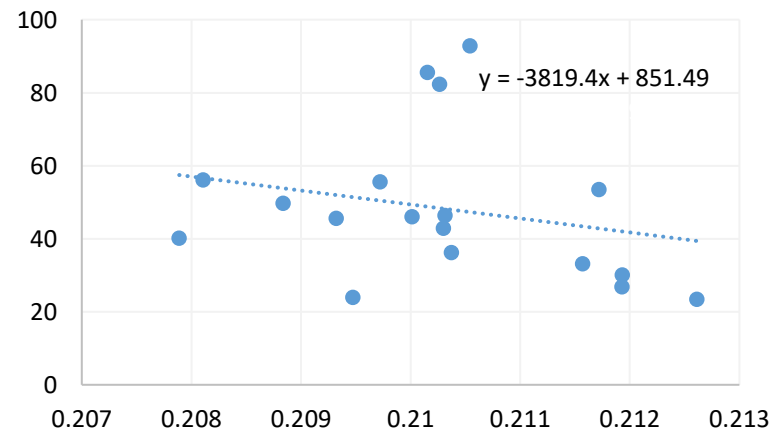
Lote 2



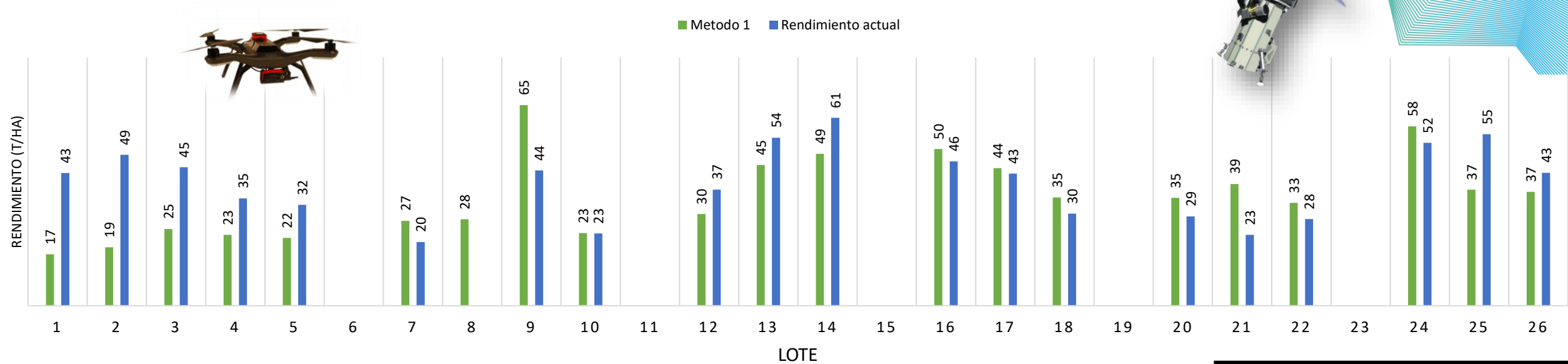
Lote 3



Lote 4

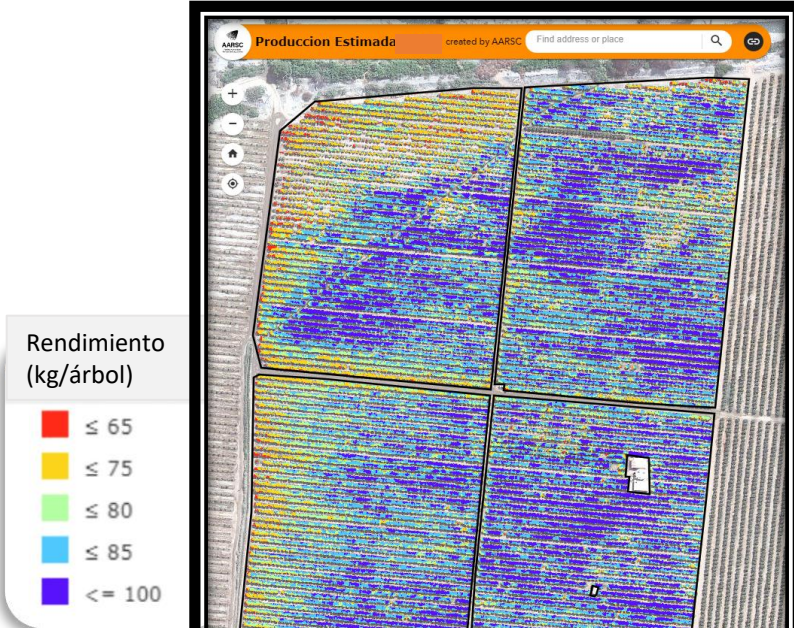


18CT – Validación a nivel de lote: Caso Perú

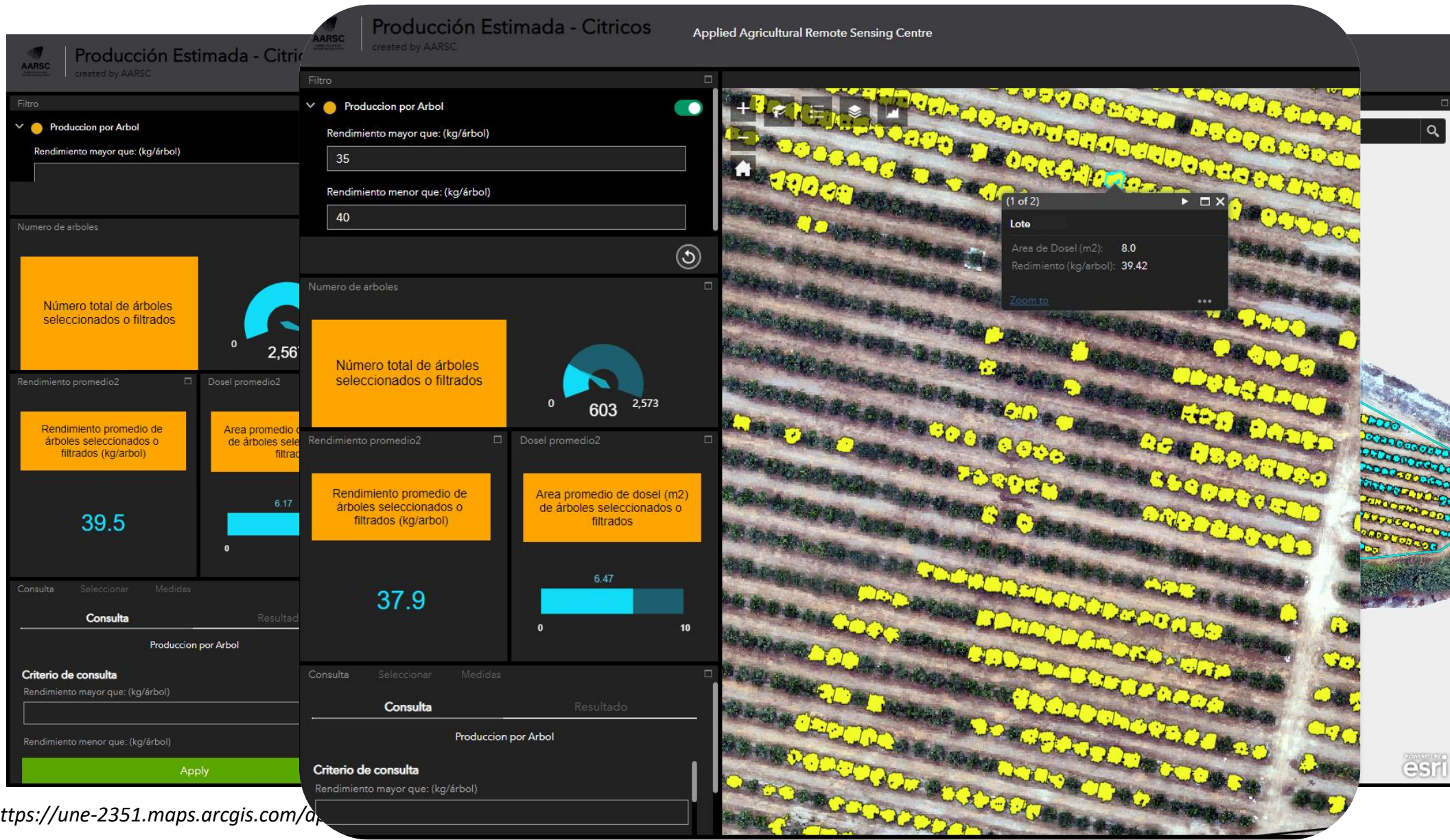


- Evaluación de árboles de calibración y su localización
- Densidad de plantación (árboles/ha)

	Lote
Precisión (%)	80 %
Error (t/ha)	9 t/ha

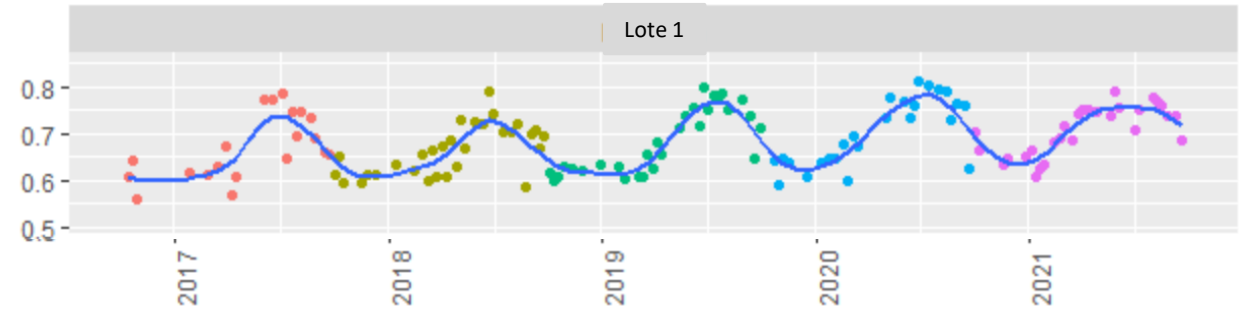
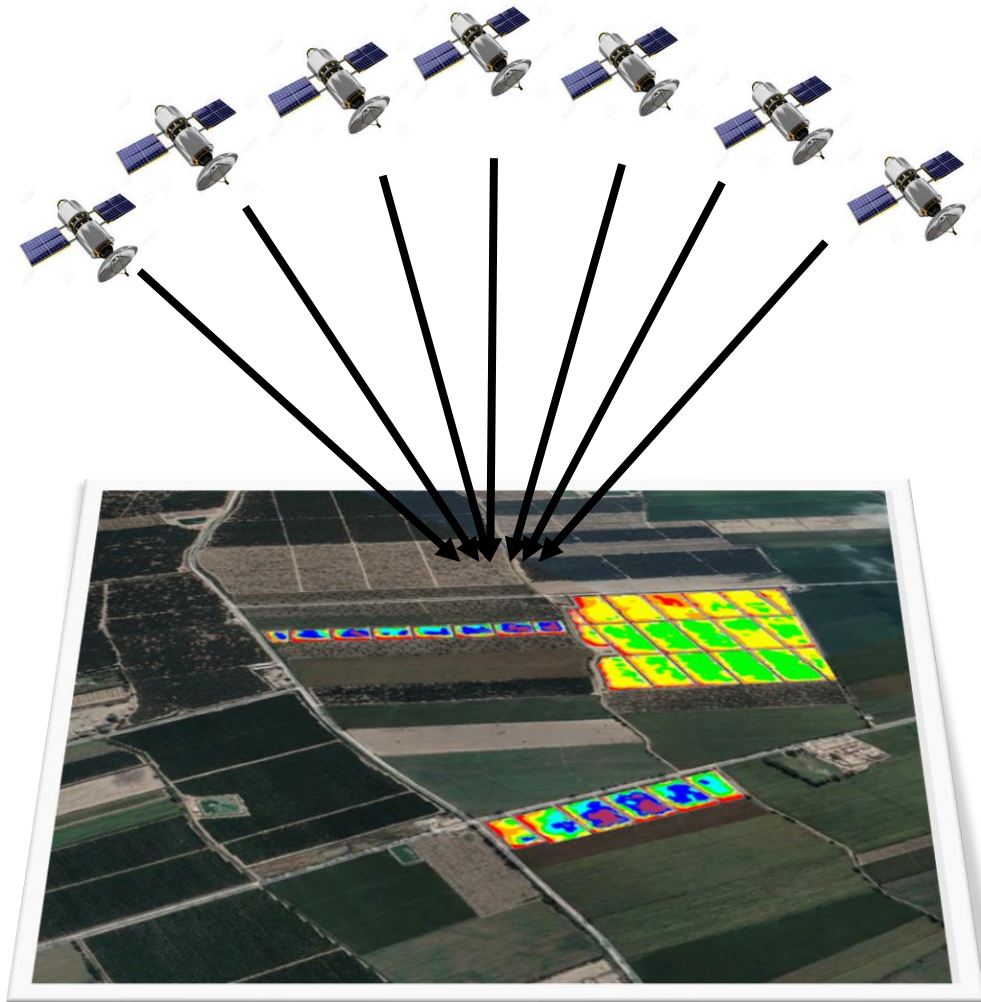


Mapas de rendimiento



Aplicación 3: Estimación y predicción de rendimiento para cítricos

Método 2: 'Series de tiempo' (Capturas multi-temporales)



Perfil de crecimiento derivado de Landsat

Ventajas

- Utiliza imágenes de libre acceso
- No requiere conteo de fruta
- Provee predicciones muchos meses antes de cosecha

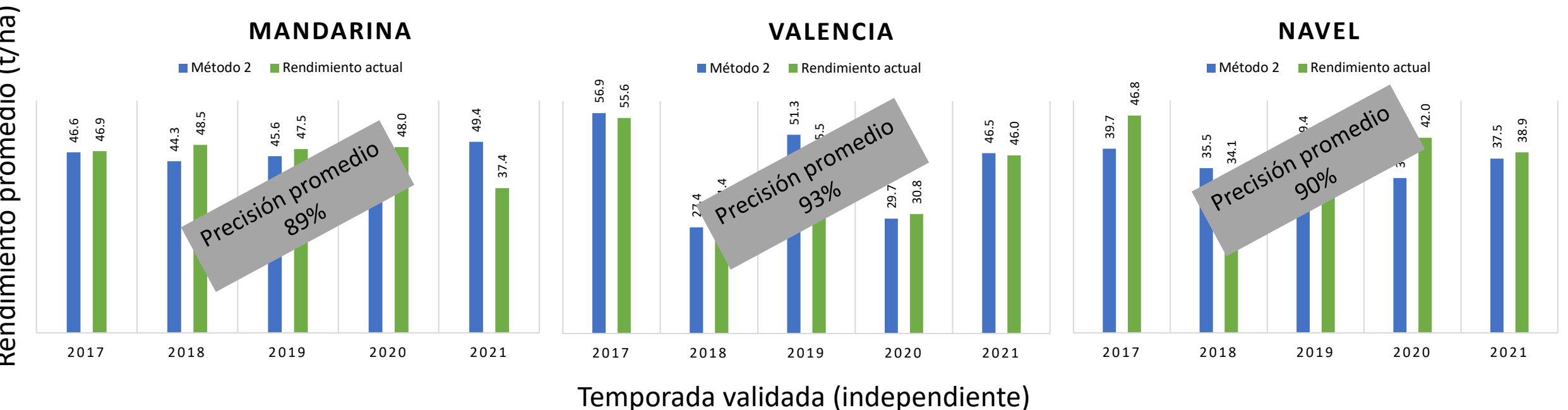
Desventajas:

- Requiere datos históricos de producción (> 4 años)
- Situaciones extremas son menos evidentes

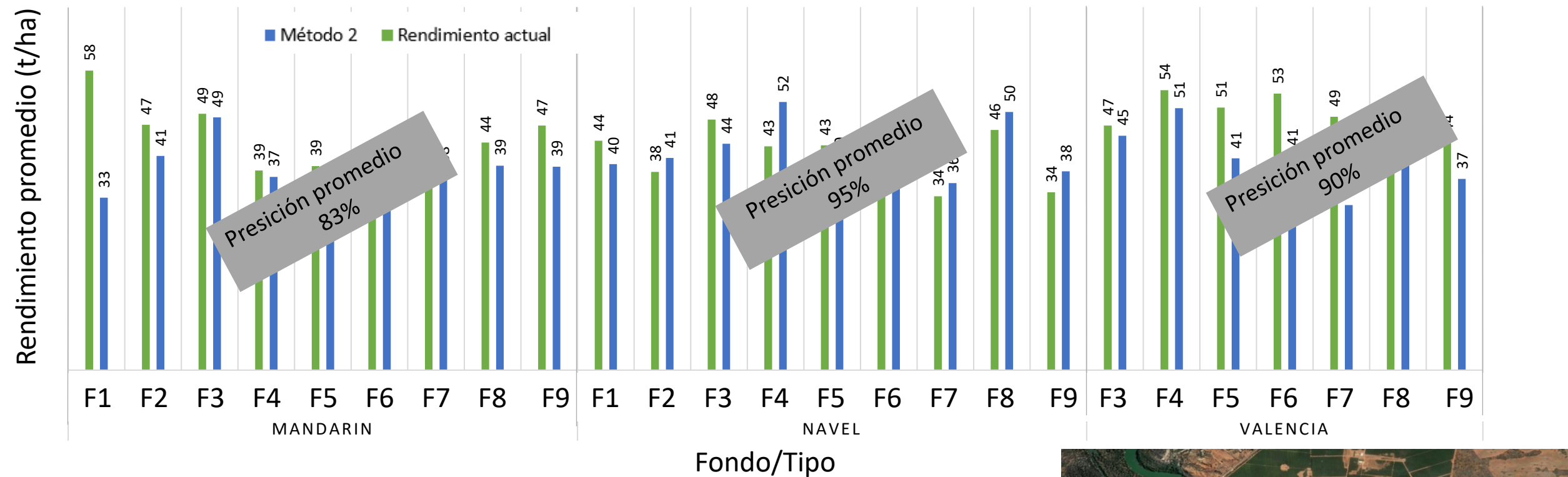
Aplicación 3: Estimación y predicción de rendimiento para cítricos

Método 2: ‘Series de tiempo’ (Capturas multi-temporales)

Antecedentes: Caso Australiano. Resultados prometedores que mejoran las predicciones temprano en la temporada



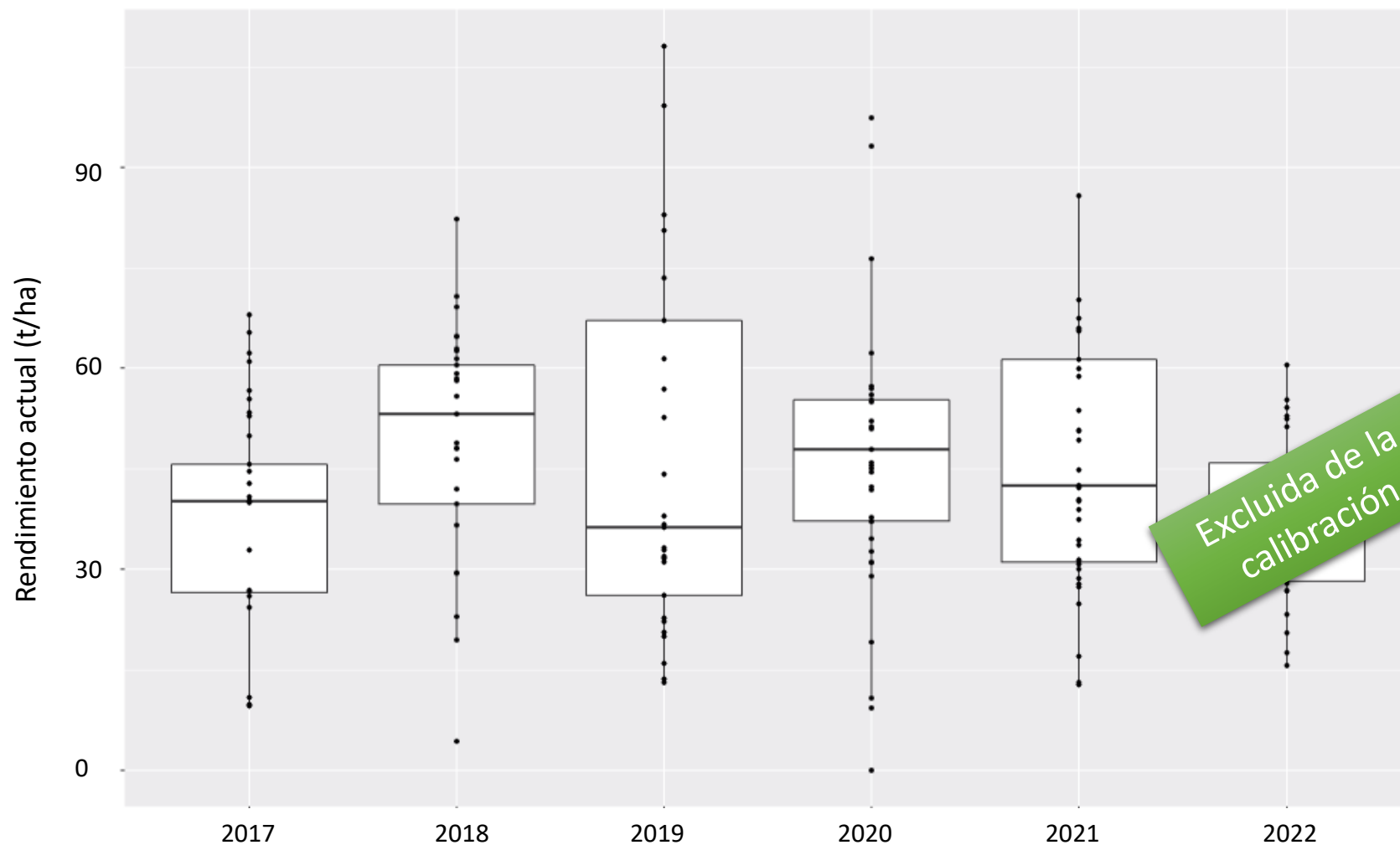
Resultados: Validación a nivel de Fondo – 2022 (Caso Australia)



~ 585 LOTES



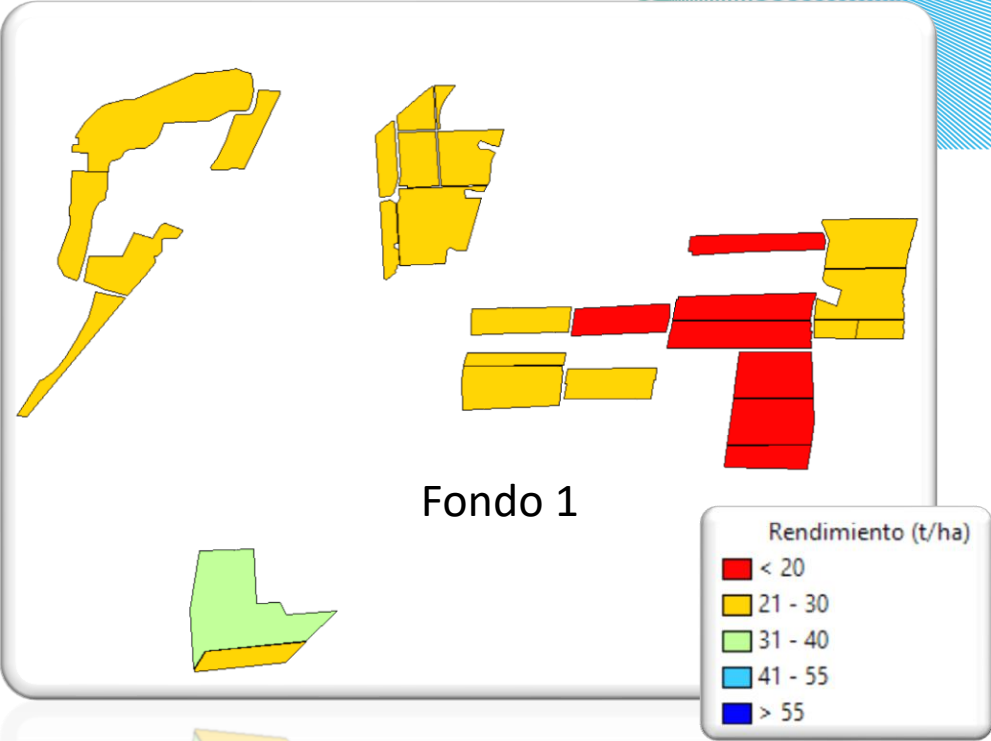
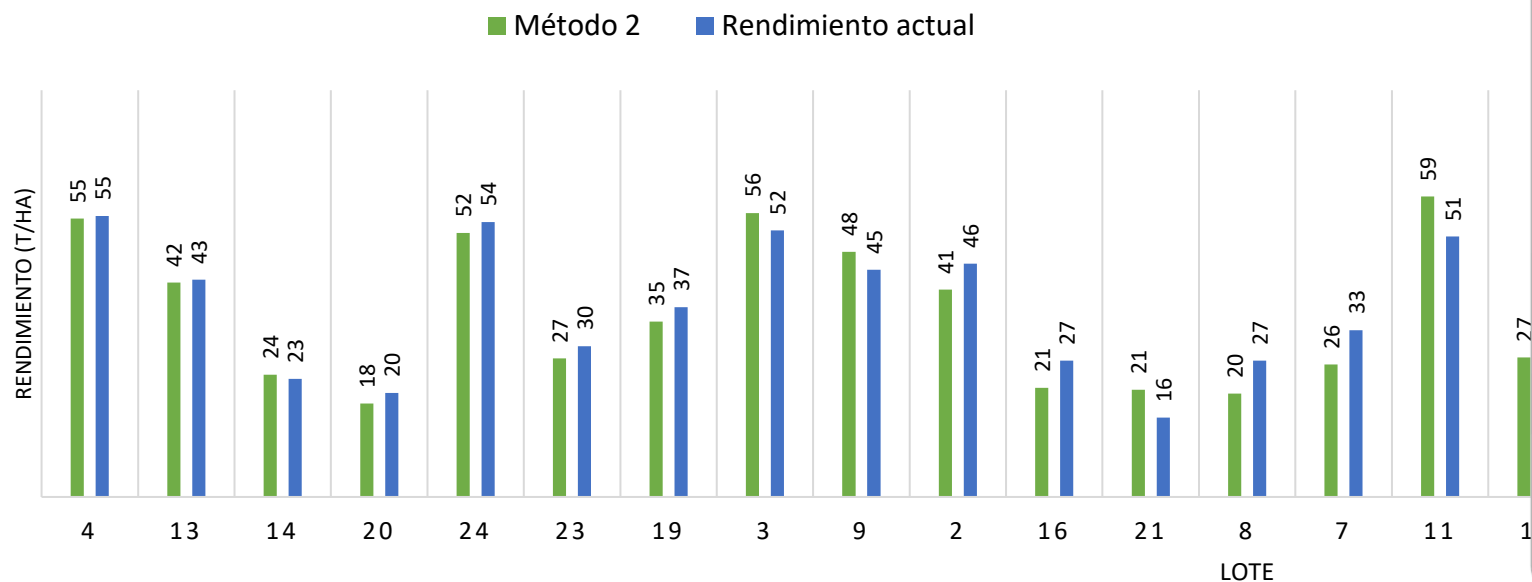
Variabilidad por temporada



Datos de calibración

- 13 Fondos
- 33 Lotes inicialmente
- Variedades:
 - W. MURCOTT
 - NADORCOTT
 - TANGO
 - AFOURER
- Edad plantación: 2 - 18 años

Resultados: Validación a nivel de Lote/Fondo/Productor - 2022



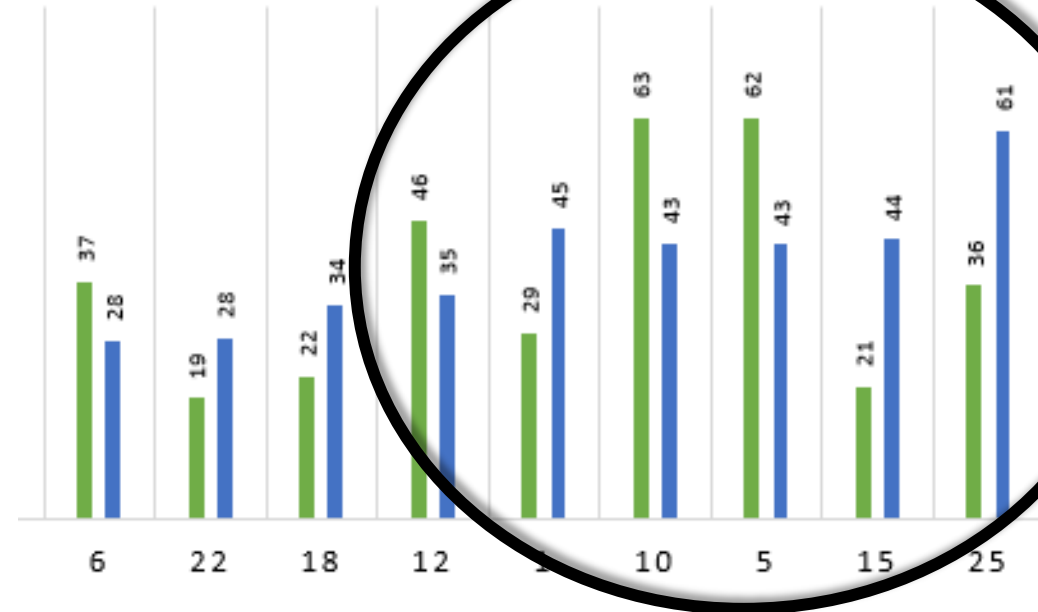
	Lote	Fondo	Productor
Promedio error	8 t/ha	6 t/ha	6 t/ha
Precisión	80 %	83%	86 %
Rango de error (t/ha)	0 – 24	2 - 10	3 - 9

12 Lotes para 2022

4 Productores, 10 Fondos

Predicciones proveidas después
de la caída fisiológica

Predicción de rendimiento: 'Series de tiempo'



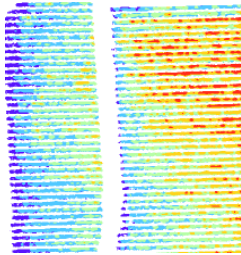
- Extremos (mínimos o máximos de producción)
- Alternancia es una limitación, pero mejorando el modelamiento a nivel de lote



Conclusiones:



- Hay muchas herramientas tecnologicas disponibles para los productores. Sin embargo, la aplicación debe definir cual herramienta es mejor
- SIEMPRE solicitar evidencia de resultados o validación antes de adoptar/comprar



- Metodo 1: Estrategias de muestreo o árboles seleccionados deben ser verificados en campo
- Metodo 2: incluir mayor número de lotes



- Los métodos validados dentro del Proyecto piloto demuestran la capacidad de proveer valores estimados y de variabilidad a nivel de lote, fondo y productor

Agradecimientos

Gracias a ProCitrus por la invitación para presentar en este seminario,
al DFAT, COALAR, Austrade, productores participantes por su financiación y apoyo

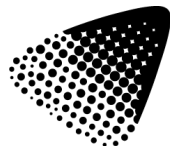
Dr. Luz Angelica Suarez
lsuarezc@une.edu.au



@une_aarsc



www.une.edu.au/aarsc



AARSC

Applied Agricultural
Remote Sensing Centre

The “Remote sensing technologies for improved citrus health monitoring and yield estimations” project is supported by the Commonwealth through the Council on Australia Latin America Relations, which is part of the Department of Foreign Affairs and Trade.



Australian Government

Department of Foreign Affairs and Trade



AARSC
Applied Agricultural
Remote Sensing Centre

une
University of
New England

Preguntas?

