



La informática aplicada al campo

Ing. Agrónoma Nelly Salomón
Departamento Agronomía
Universidad Nacional del SUR
Bahía Blanca



Supongo que uds saben....

- Teledetección
- Satélites: con sus diferentes características
- Sensores y bandas que incluyen en su sensor
- Procesamiento de imágenes: vectorial – shape
- Drones: tipos y cámaras que se adosan
 - Mosaicos de fotos

HASTA AHORA

FUTURO



¿Que es la A4.0?

- Optimizar el sistema de producción agrícola, generando negocios más eficientes en el campo, aumentando la rentabilidad.
- Mediante el uso de tecnologías, monitoreo en tiempo real del cultivo, seguimiento de plagas, manejo de insumos, permitiendo una toma de decisiones más eficiente
- Se ha basado en 4 (cuatro) aspectos principales:
 - Gestión de datos de campo
 - Producción optimizada por nuevas herramientas y técnicas precisas
 - Profesionalización del campo
 - Sostenibilidad y eficiencia productiva.

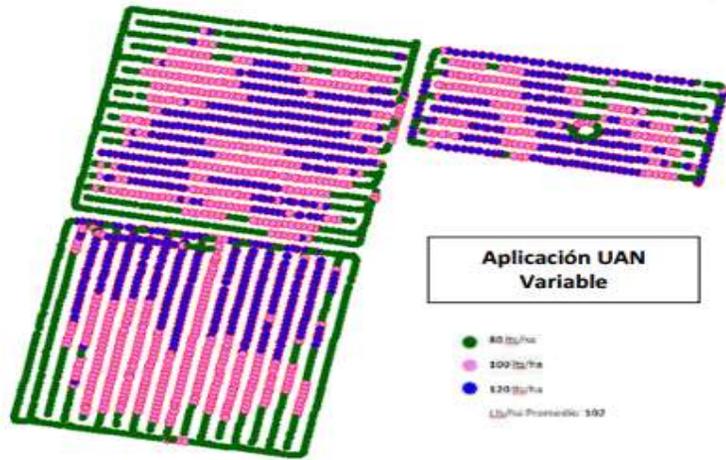
Mejoras de las nuevas tecnologías

- Agricultura de precisión
- Adopción de la tecnología de cadenas de bloques en las cadenas de valor (por ejemplo, en el transporte, almacenamiento, lavado, clasificación, envasado, etiquetado o procesamiento)
- La IA para el diagnóstico de plagas y enfermedades y las opciones de control
- Teledetección (imágenes por satélite , drones y aeronaves)
- Utilización de sensores en el terreno (de suelo, de cultivo o estaciones meteorológicas)
- Equipos automatizados para las operaciones agrícolas.

Terminología de la A4.0

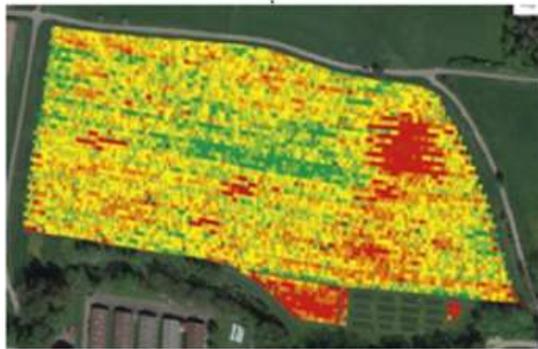
- **Agricultura de precisión:** observación, medición y respuesta a la variabilidad de los cultivos en un campo y en diferentes campos. sistema de apoyo a la toma de decisiones para la gestión de toda la explotación con el objetivo de optimizar el rendimiento de los insumos, al tiempo que se preservan los recursos
- **Inteligencia artificial (IA):** un ordenador digital que realiza tareas comúnmente asociadas a seres inteligentes (ROBOT). Tienen su propia forma racional de procesar la información
- **Teledetección:** obtención de información sobre objetos o zonas a distancia, normalmente desde aeronaves o satélites
- **Internet de las cosas (IoT):** Tecnología con la que se puede conectar objetos a internet y recopilar datos sobre esos objetos generalmente captados por sensores.
- **Tecnologías de la información y la comunicación (TIC):** Diferentes tipos de tecnologías que transmiten información a los usuarios a través de telecomunicaciones. Las tecnologías incluyen las redes inalámbricas, Bluetooth, Internet, teléfonos móviles, SMS.
- **LIDAR o sistema lidar:** Método que combina diferentes sensores de varias frecuencias y tipos de luz para medir distancias que luego pueden utilizarse para crear imágenes 3D.
- **Ciberseguridad:** Tecnología empleada para la protección de la infraestructura computacional y todo lo relacionado con esta, especialmente de aquella información contenida en computadoras móviles o a través de las redes de computadoras.

Agricultura de precisión

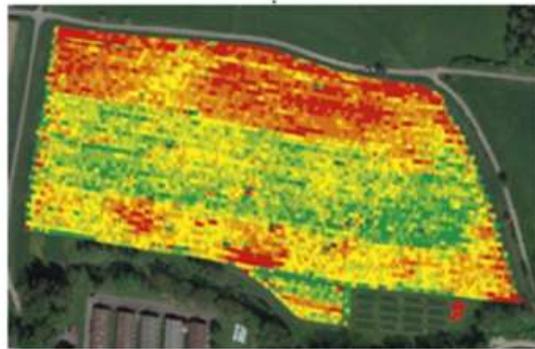


Dosis Variable de herbicidas

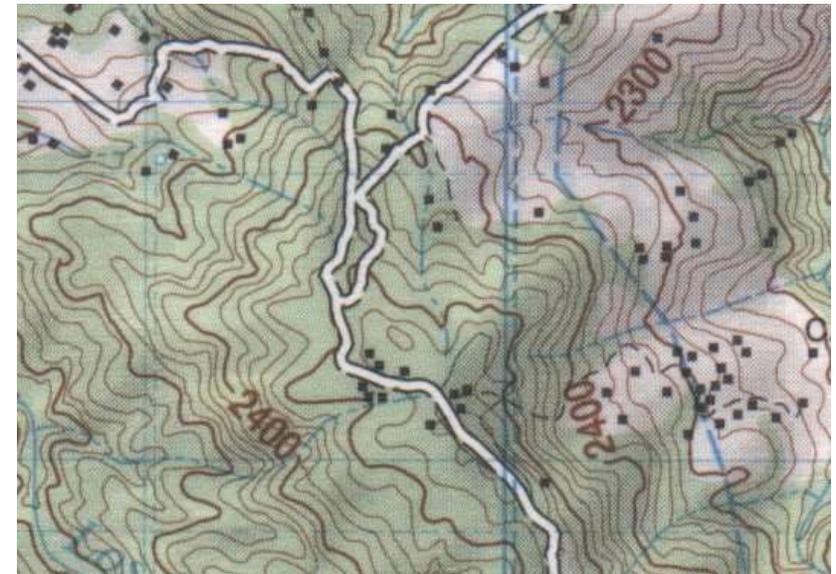
Fertilización con dosis variable



MAPA DE RENDIMIENTO DE LA MASA SECA



MAPA DE RENDIMIENTO DE PROTEÍNAS



Elaboración de mapas y cartografía

Los robots usan Inteligencia Artificial para recolectar malezas.
(imagen – Universidad Charles Sturt, AU)



Teledetección: con sensores y cámaras hiperespectrales



**Dron
Evaluando Olivares**



**Aeronaves
a control remoto
evaluando daños
por heladas en forrajas**



Satélite SENTINEL 2



RADAR SAOCOM

Medición de la producción en un lote de limones



IntercapTV.com

Subscribirse

Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)



Estrategias de Ventas Utilizando Whatsapp y Redes Sociales.

Temario:

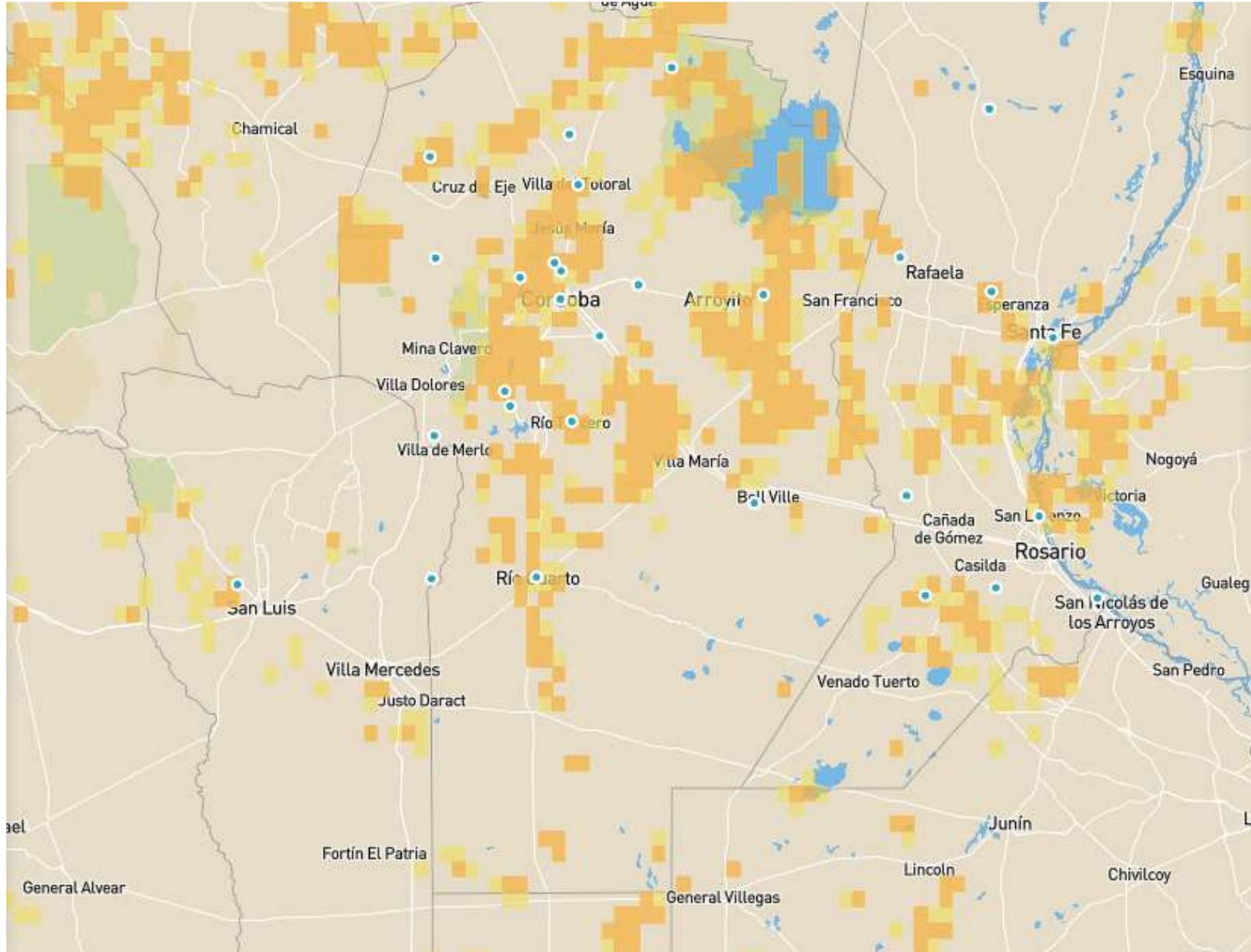
- Negocios en el Agro 4.0. Ámbito actual de negocios.
- Venta en entornos Digitales. Redes sociales y Whatsapp 3.0.
- E-Comerce en el AGRO. Desafíos y Amenazas.
- Capitalización de Clientes.
- Customer Relationship Management (CRM). Beneficios e inconvenientes habituales de implementación.
- WhatsApp 3.0 la herramienta de venta.
- Venta personal, telefónica y WhatsApp. Particularidades y complementariedad.
- Marketing y Ventas. Acciones estratégicas y tácticas del comercial.
- Vendedor, trabajador del Conocimiento y agente de cambio.
- Potenciación y expansión de la Energía Personal.
- Networking. Construcción de Marca Personal.



Amenazas meteorológicas relacionadas con la actividad agropecuaria.



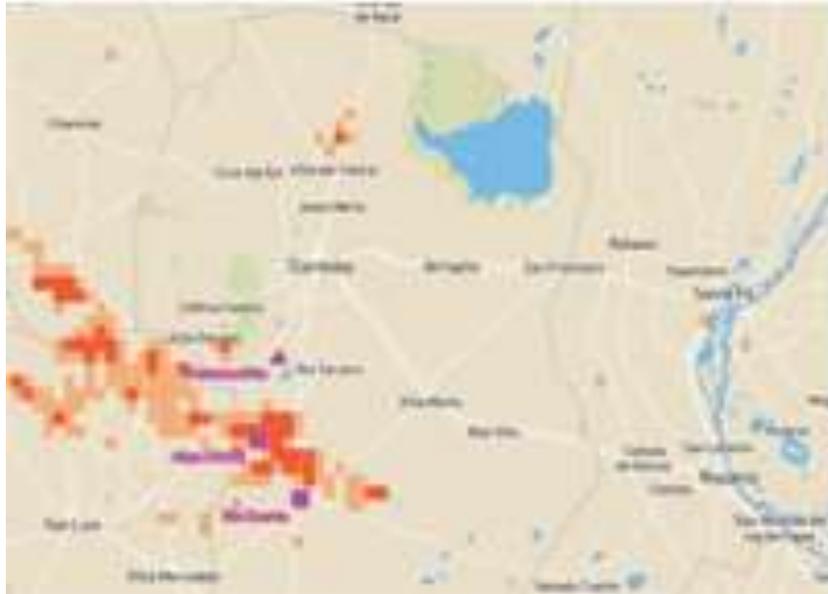
Lluvias torrenciales, vientos intensos, granizos y descargas eléctricas.



Relevamiento de actividad eléctrica según umbral de descargas y tuits registrados durante las tormentas de 25/01/2021, sobre Córdoba

Tuits en círculos celestes.
Umbrales de descargas:
Amarillo 10 flashes/ minuto
Naranja 20 flashes/ minuto

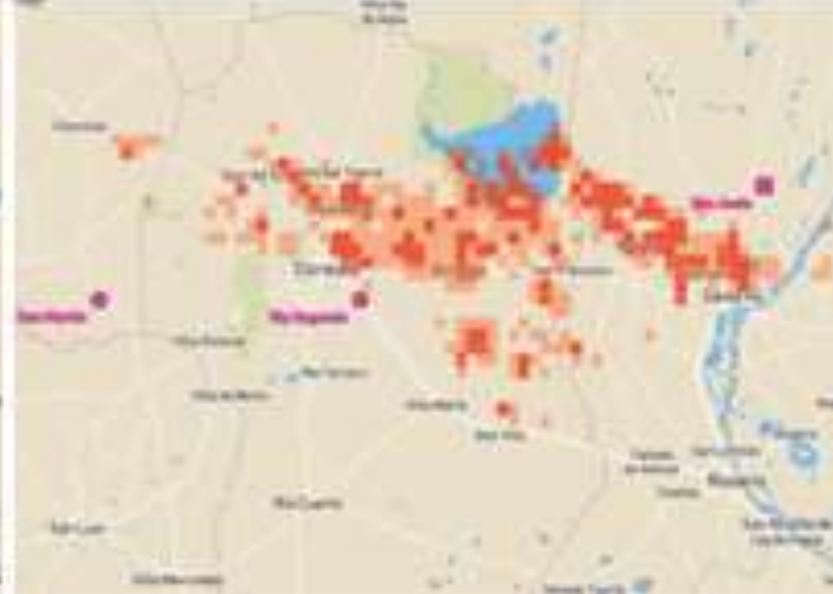
Relevamiento del impacto de eventos meteorológicos extremos en agricultura: Minería de datos sobre Twitter



0-2 am



2-4 am



4-6 am

Secuencia de actividad eléctrica según dos umbrales de descargas registrados durante la tormenta del 30/01/2021 en Córdoba, Argentina.

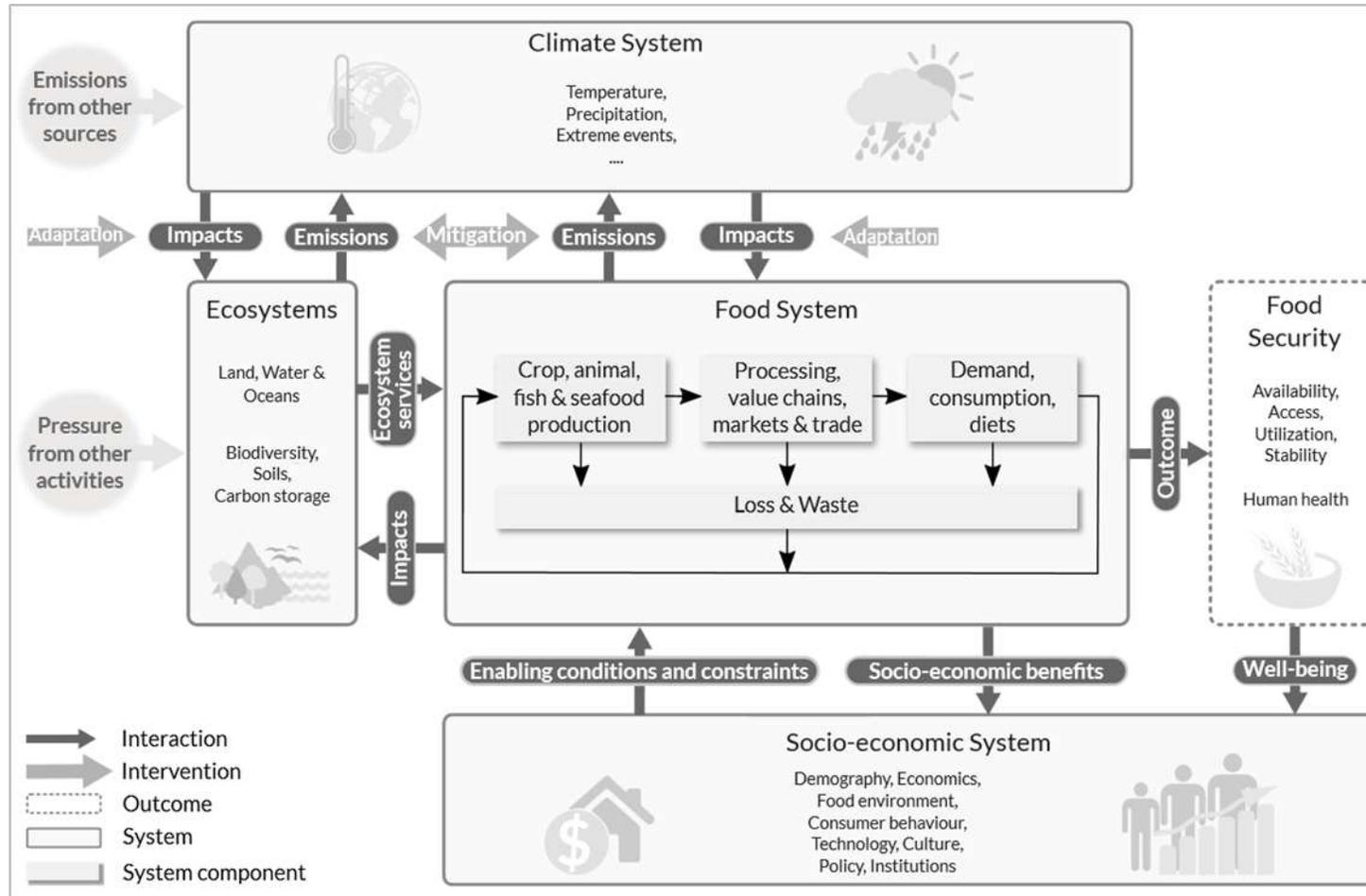
En fucsia: tuits relevados.

Umbrales de descargas eléctricas:

naranja claro 20 flashes/ minuto

naranja oscuro 50 flashes/ minuto

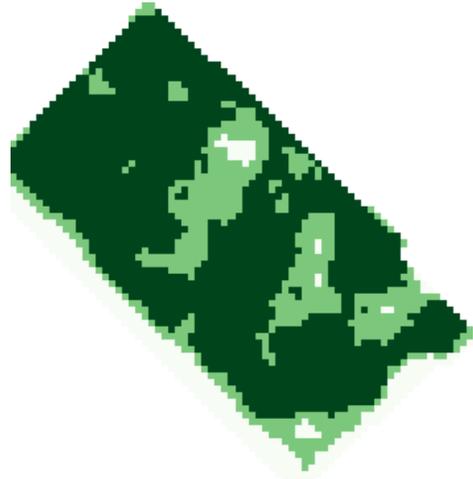
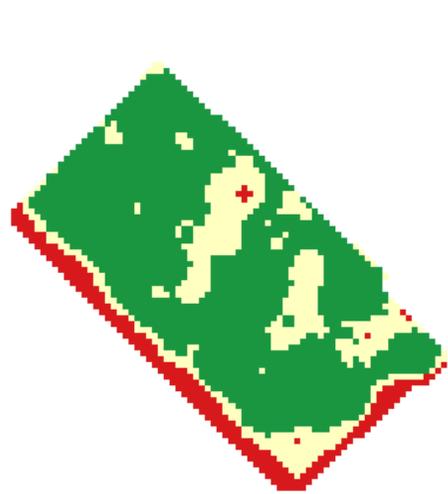
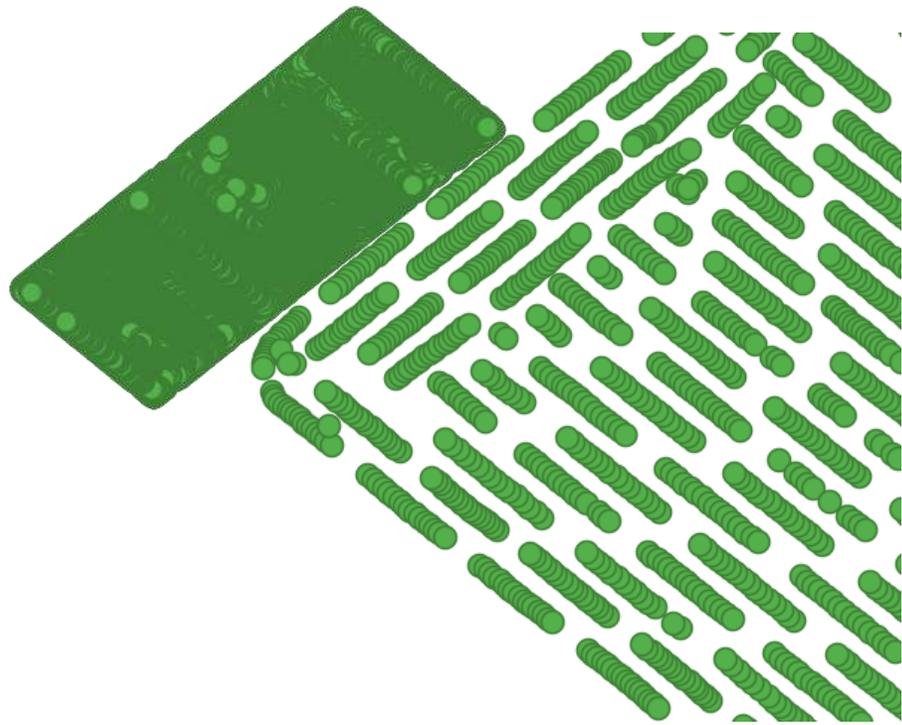
Tendencia: se digitaliza todo el Sistema Alimentario



- Operación de plataformas digitales
- Sensores
- IoT (Internet of Things)
- Robots
- Drones
- *Big Data*
- *Cloud Computing*
- Inteligencia Artificial
- *Blockchain*

Monitoreo de lotes de producción de semillas

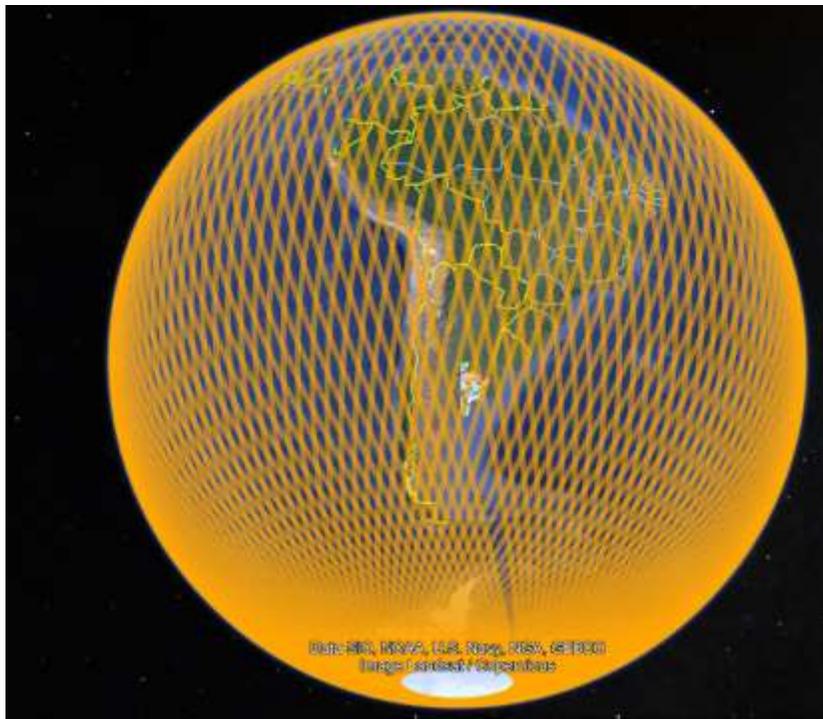




Digitalización
Índices
Ambientaciones
Prescripciones

Metodología de trabajo

- Programa QGIS 3.8 – ARGIS 30.0
- Google Earth: Localización del establecimiento
 - Extraer las coordenadas (Latitud y Longitud)
 - Digitalizar el lote y guardarlo en formato KMZ
- Constelación Copérnico (satélites Sentinel 2 (AyB))
 - Órbitas mas cerca al establecimiento (usando el archivo `S2A_rel_orbit_groundtrack_10Sec.kml`)



Procesamiento de imágenes

- QGIS o ARGIS

Fecha 1: antes de la siembra hasta 15 días después

- Calcular **el Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI)**: Para el análisis de los cultivos jóvenes; en regiones áridas con vegetación escasa (menos del 15% de la superficie total) y superficies de suelo expuestas. Sus valores varían entre -1 y +1.

$$\text{SAVI} = ((\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED} + L)) * (1 + L)$$

- L = 0,5 para ajustarse a la mayoría de suelos

Fecha 2: a 1 mes y medio de la siembra y hasta pasada la floración

- Calcular el **Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)** para seguir la dinámica de desarrollo de la vegetación, ya que mide la biomasa fotosintéticamente activa de las plantas. Sus valores varían entre -1 y +1.

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

Procesamiento de imágenes

Fecha 2: a 1 mes y medio de la siembra y hasta pasada la floración

- Calcular el **Índice Normalizado de Humedad (NDMI)**, (Normalized Difference Moisture Index) se emplea para determinar el contenido de agua de la vegetación y para monitorizar sequías. NDMI adopta valores entre -1 y +1. Los valores negativos (cerca de -1) corresponden a suelo desnudo. Valores alrededor de cero (de -0.2 a +0.4) suelen indicar estrés hídrico. Los valores positivos más altos representan cubiertas vegetales elevadas y sin estrés hídrico (aproximadamente desde +0.4 hasta +1).

$$\text{NDMI} = (\text{NIR} - \text{SWIR}) / (\text{NIR} + \text{SWIR}) \quad 20 \text{ mts}$$

- Calcular el **Índice de Estrés por Humedad (MSI)**, (Moisture Stress Index) es sensible al contenido en agua de las hojas. Se utiliza para el análisis de las cubiertas vegetales, estimar riesgos de incendio y estudiar ecosistemas. Valores altos indican bajo contenido en agua, los valores medios están entre 0.4 y 2, pero puede oscilar entre 0 y 3 o más.

$$\text{MSI} = \text{SWIR} / \text{NIR} \quad 20 \text{ mts}$$

Mas Índices

Fecha 2: a 1mes y medio de la siembra y hasta pasada la floración

- Calcular el **Índice de Clorofila Verde (GCI)**, (Green Chlorophile Index), se usa para estimar el contenido de clorofila de las hojas en varias especies de plantas. El contenido de clorofila refleja el estado fisiológico de la vegetación; disminuye en plantas estresadas y, por lo tanto, puede usarse como un evaluador de la vigorosidad de las plantas.

Este Índice de Vegetación es útil para monitorear el impacto de la estacionalidad, el estrés ambiental o, también, la aplicación de los pesticidas en su efecto sobre la salud de las plantas.

$$\mathbf{GCI} = (\text{NIR} / \text{GREEN}) - 1$$

Bandas de Sentinel: resolución y long. de onda

Banda	Resolución	Longitud de onda central	Descripción
B1	60 m	443 nm	Ultra azul (Costa y Aerosol)
B2	10 m	490 nm	Azul
B3	10 m	560 nm	Verde
B4	10 m	665 nm	rojo
B5	20 m	705 nm	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR)
B6	20 m	740 nm	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR)
B7	20 m	783 nm	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR)
B8	10 m	842 nm	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR)
B8a	20 m	865 nm	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR)
B9	60 m	940 nm	Onda Corta Infrarroja (SWIR)
B10	60 m	1375 nm	Onda Corta Infrarroja (SWIR)
B11	20 m	1610 nm	Onda Corta Infrarroja (SWIR)
B12	20 m	2190 nm	Onda Corta Infrarroja (SWIR)

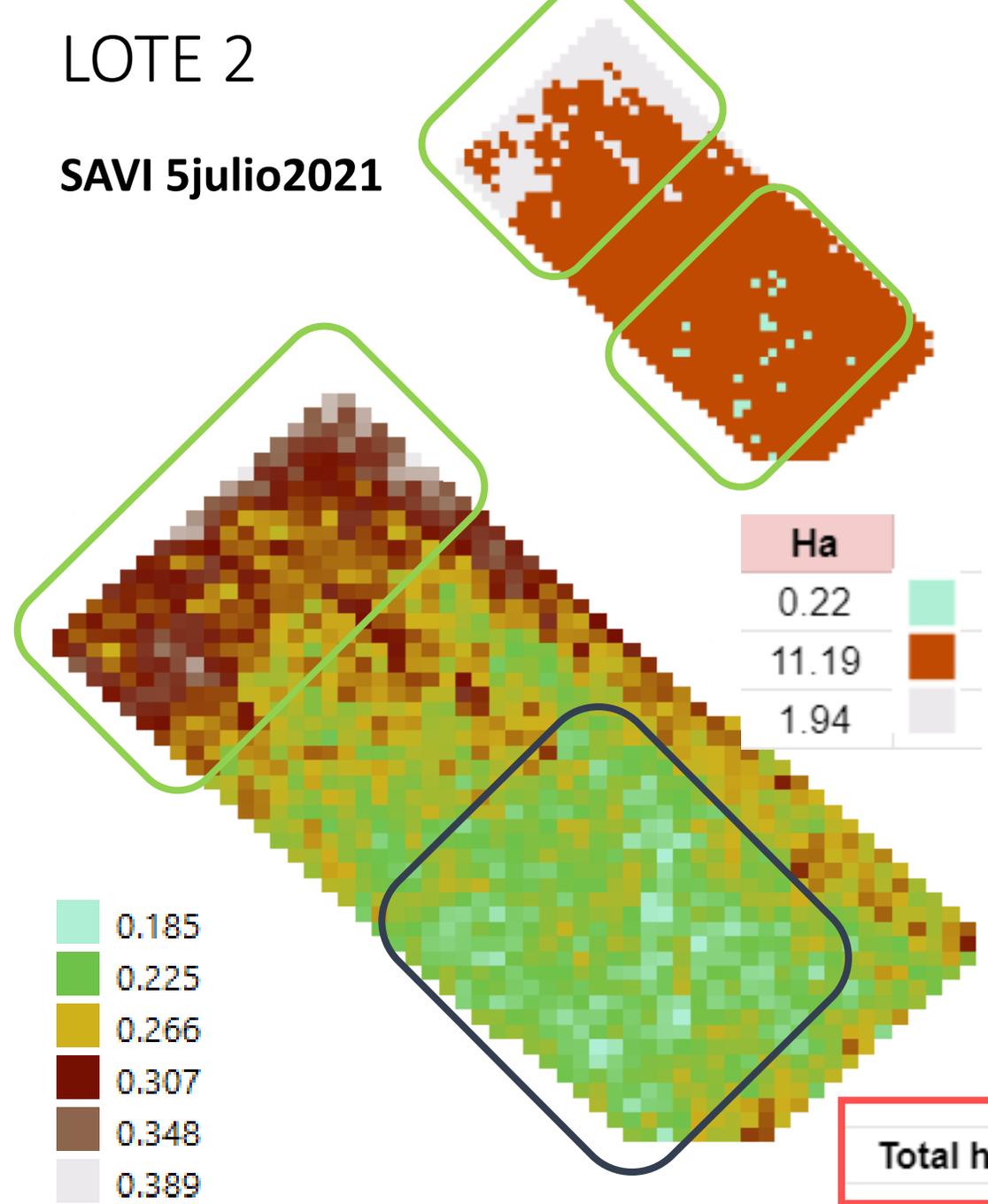
Fuente: [Sentinel-2 Resolución espacial](#)

Monitoreo del Lote

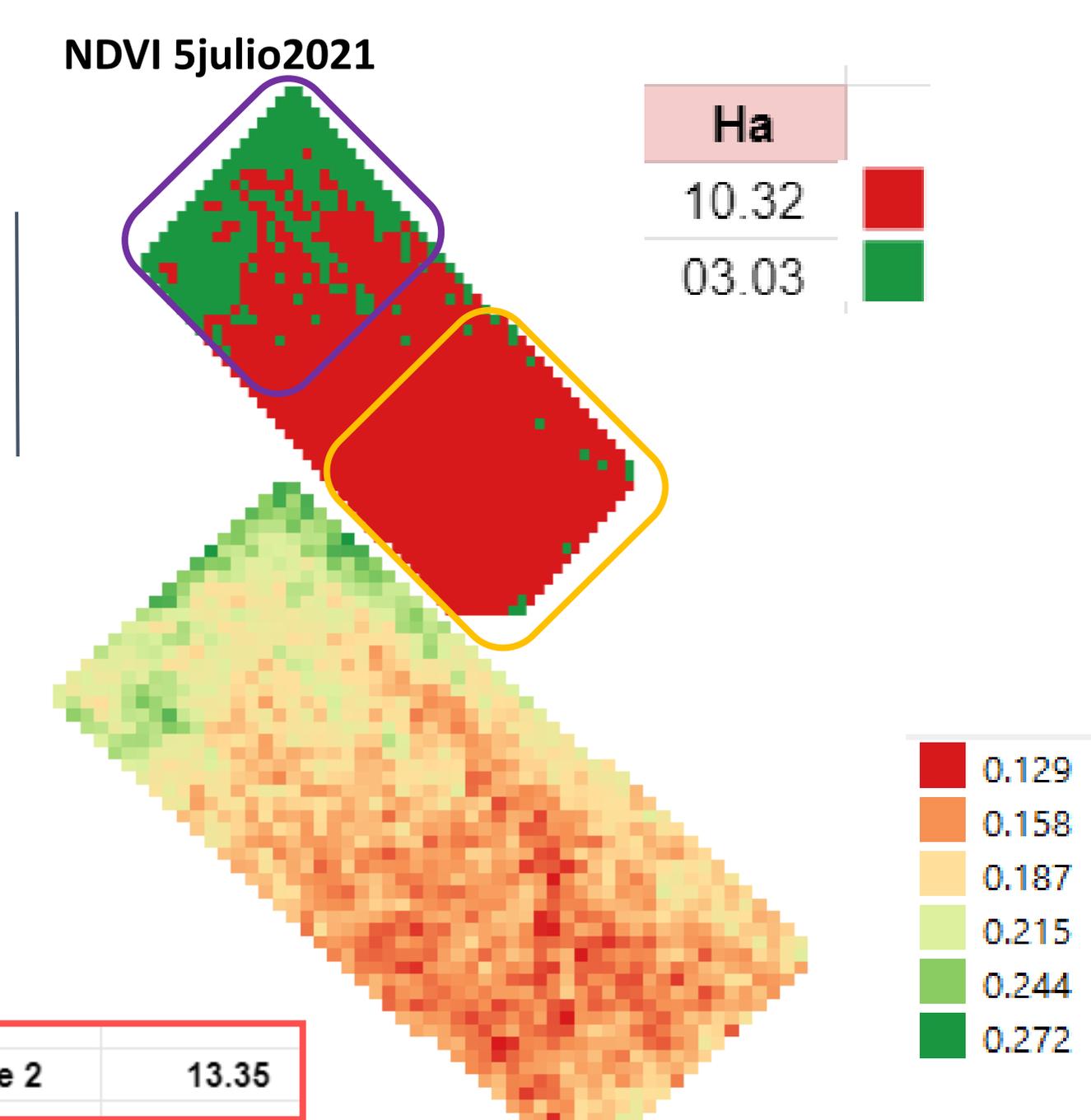
- Calculo de SAVI desde antes de la siembra hasta emergencia (antes de cubrirse el entresurco)
- Realizar el análisis de NDVI desde el momento que el entre surco comience a cubrirse
- Extraer de cada fecha de análisis datos de estadística de dispersión y posición
 - Máximo – Mínimo – Desvío Estándar – Promedio – CV
- Realizar las ambientaciones en cada calculo de índice mostrando la superficie de cada una de las áreas
- Evaluar la evolución del lote desde siembra a cosecha con los índices que fuese necesario.
- Graficar los promedios NDVI obtenidos del lote (eje Y) en función de las fechas (eje X), ubicando en cada fecha el estado fenológico del cultivo (tomar las imágenes cada 5 días, excluyendo las que tengan nubes sobre el lote)
- Analizar estado hídrico del lote graficando NDVI, Kc del cultivo e IPS
- Estimar el rendimiento del lote en la fecha de floración

LOTE 2

SAVI 5julio2021



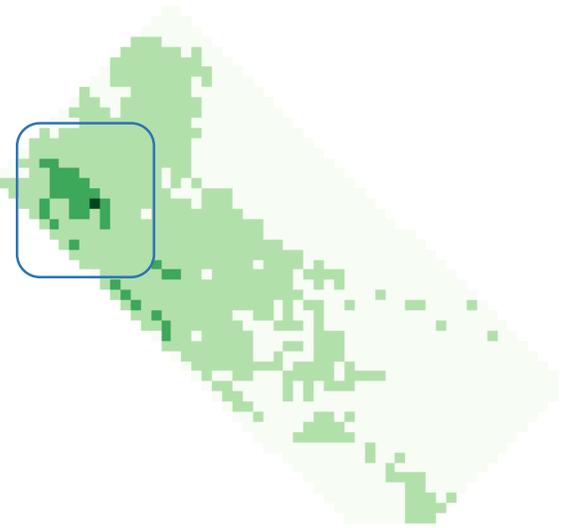
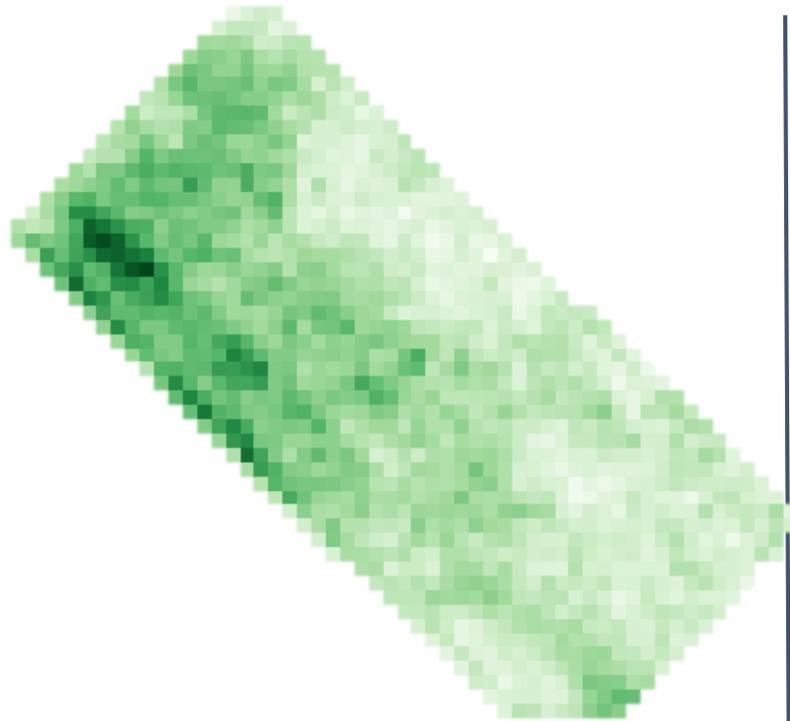
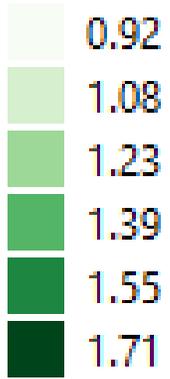
NDVI 5julio2021



Total ha Lote 2	13.35
-----------------	-------

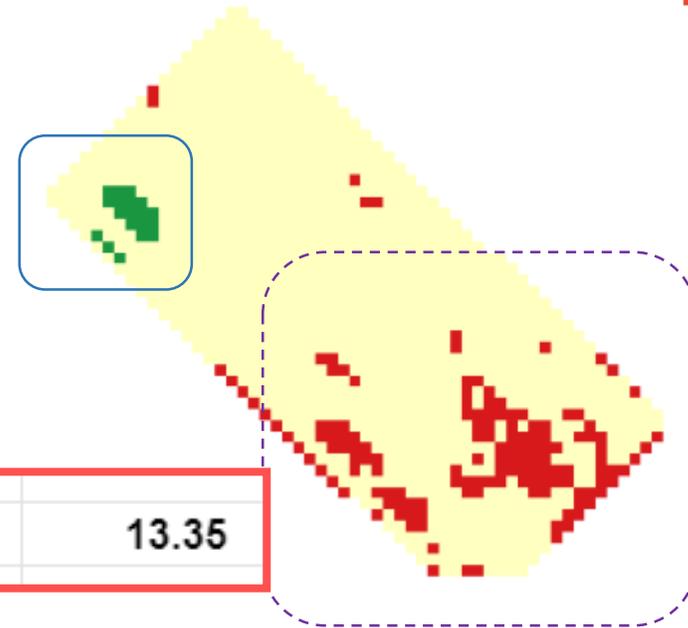
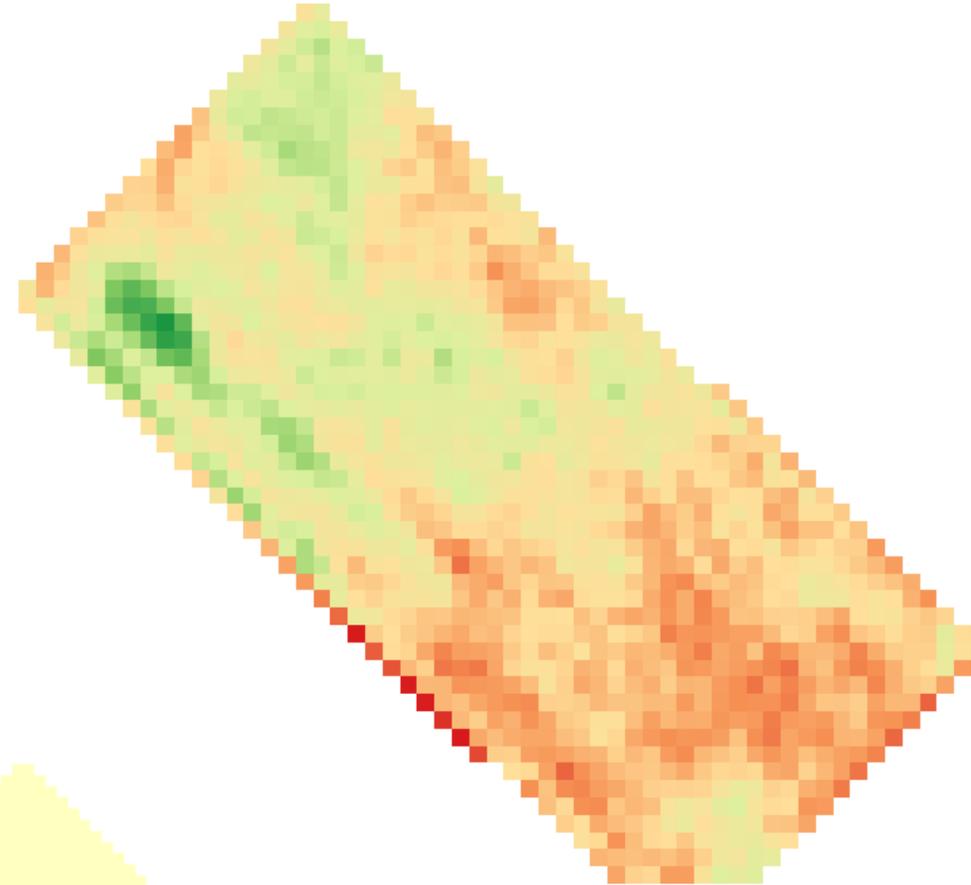
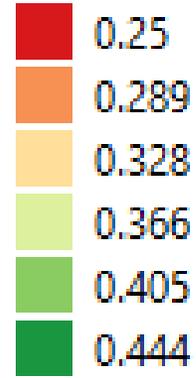
LOTE 2

GCI 9 agosto 2021



Ha	
7.66	
5.34	
0.34	

NDVI 9ag



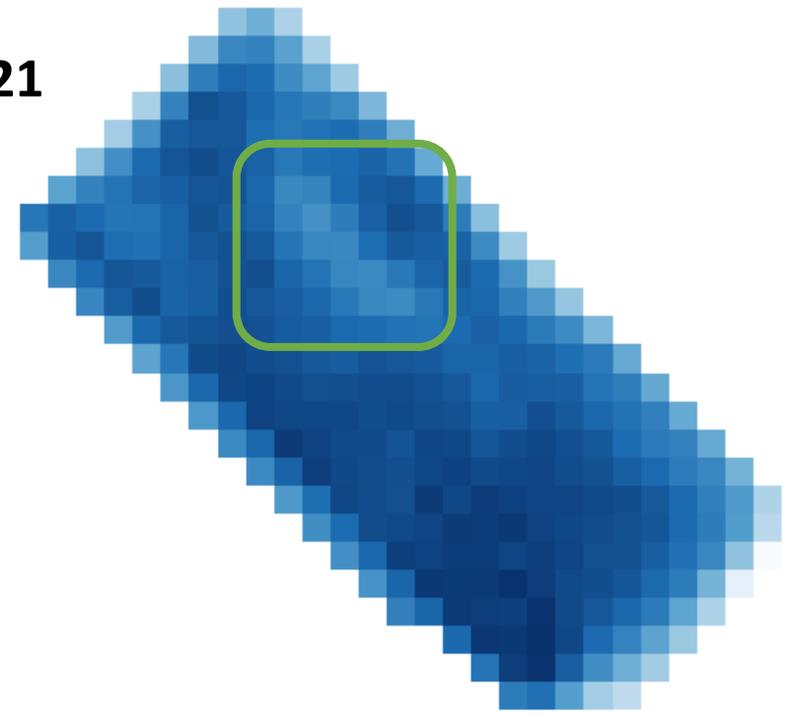
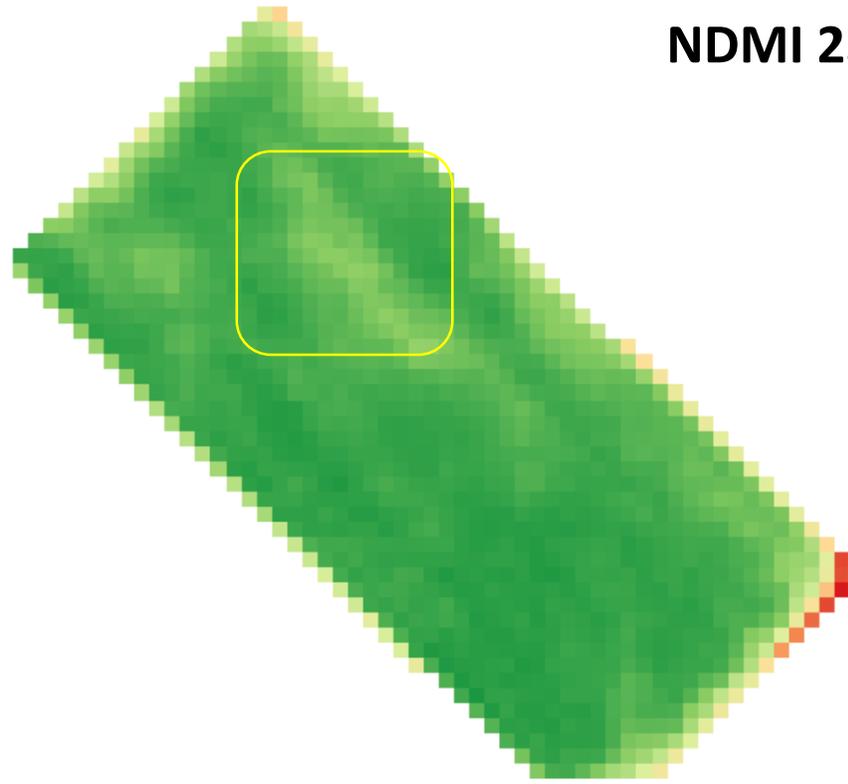
Ha	
1.45	
11.71	
0.19	

Total ha Lote 2	13.35
------------------------	--------------

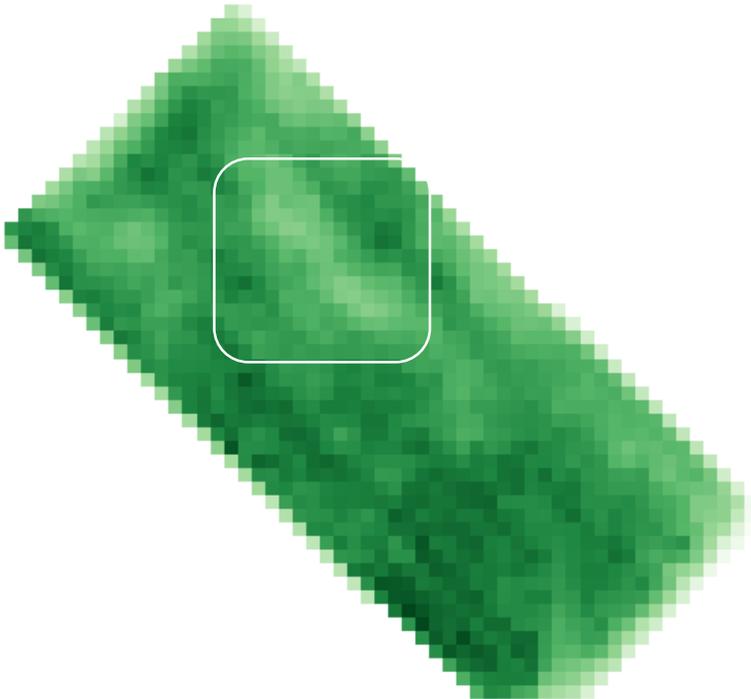
LOTE 2

NDMI 23octubre2021

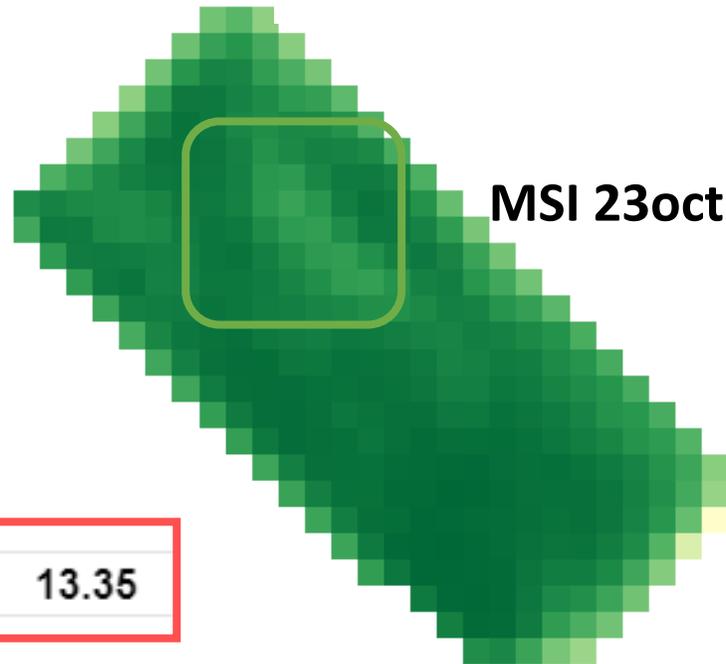
NDVI 23octubre2021



GCI 23octubre2021



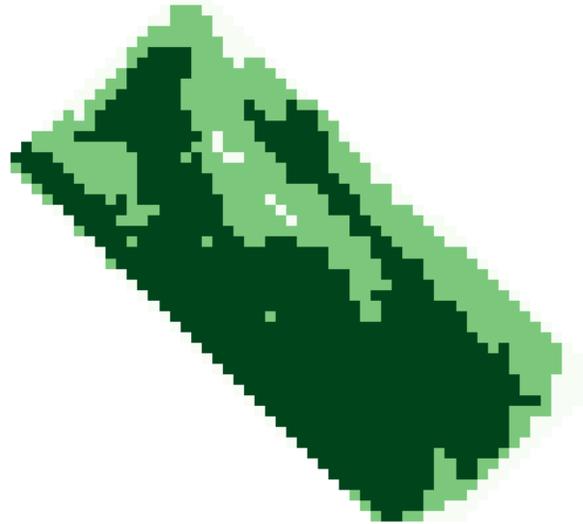
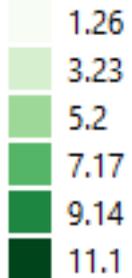
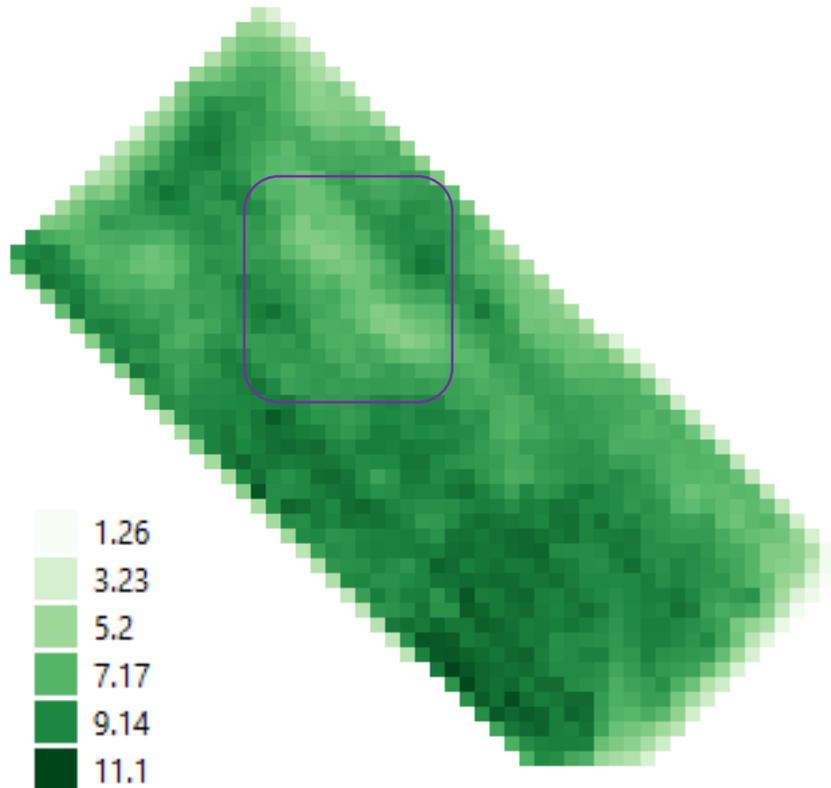
MSI 23octubre2021



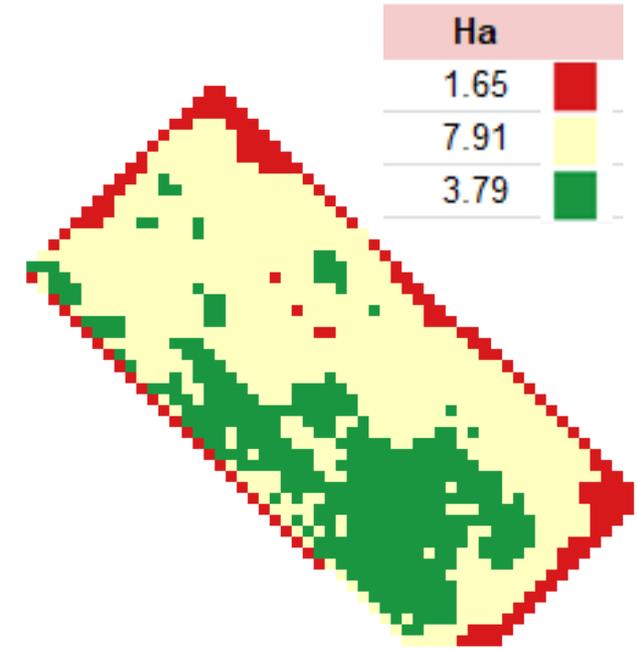
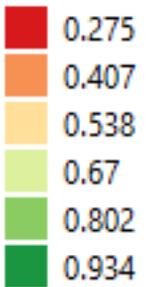
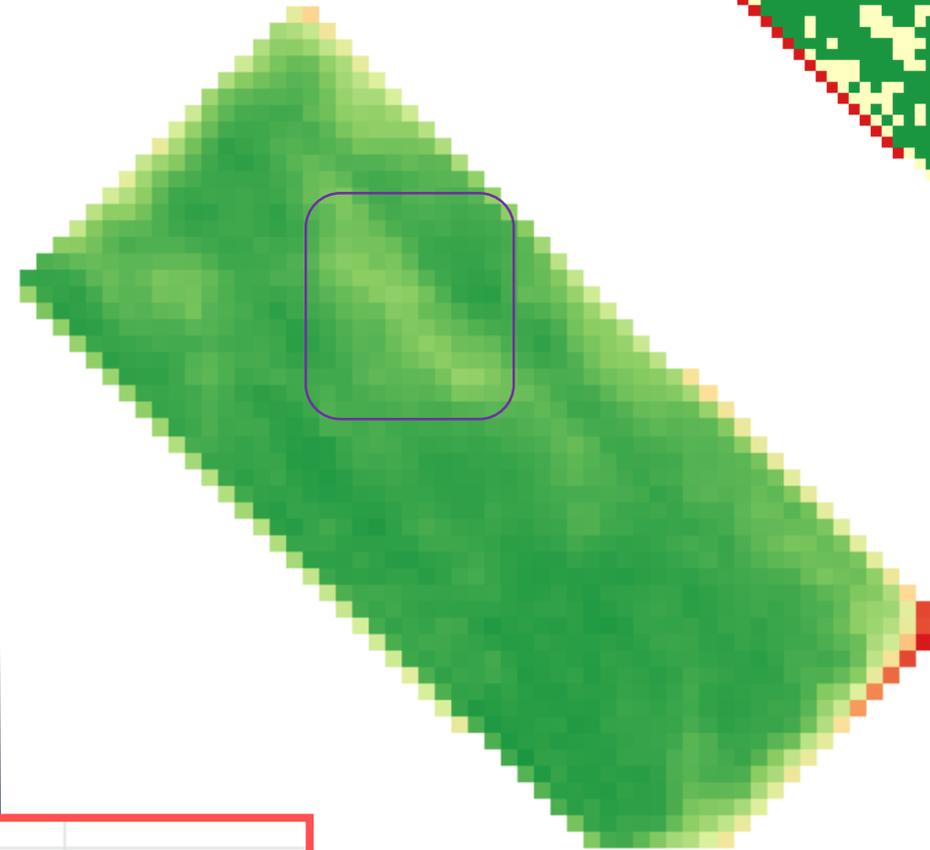
Total ha Lote 2	13.35
-----------------	-------

LOTE 2

GCI 23octubre2021



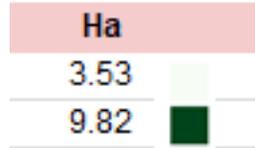
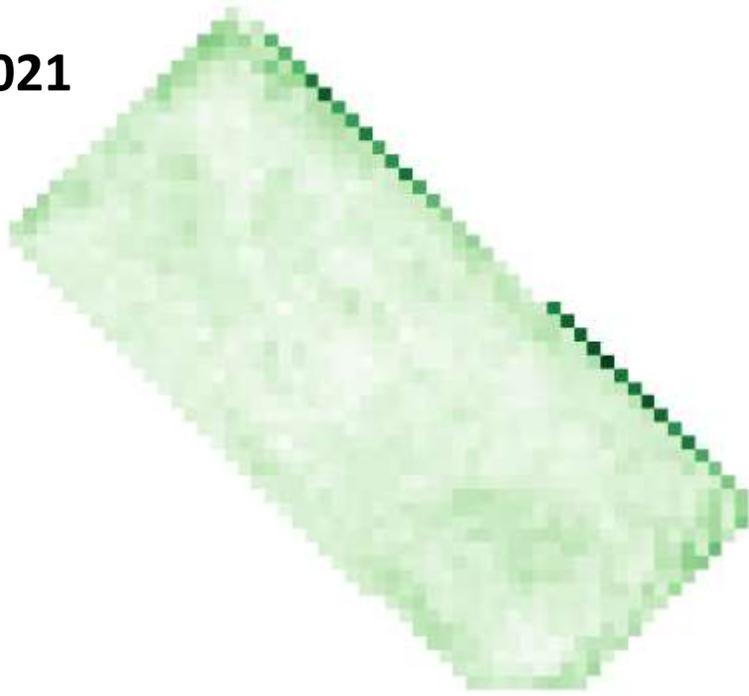
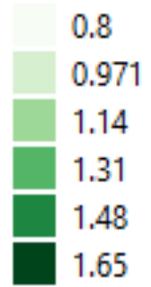
NDVI 23octubre2021



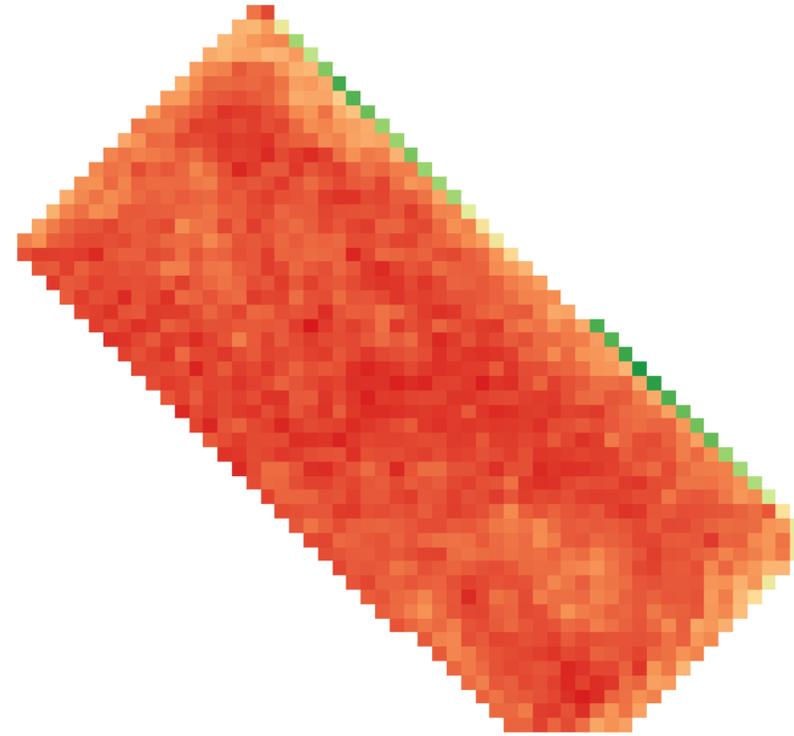
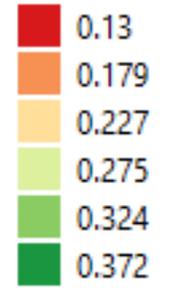
Total ha Lote 2	13.35
------------------------	--------------

LOTE 2

GCI 7diciembre2021



NDVI 7diciembre2021

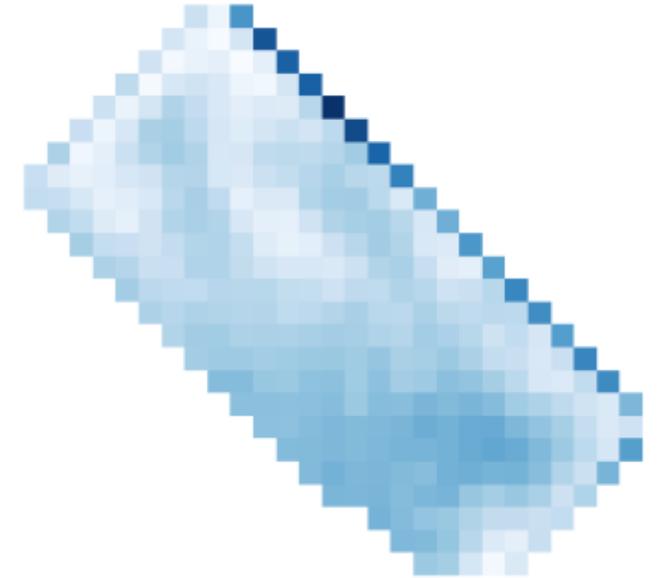
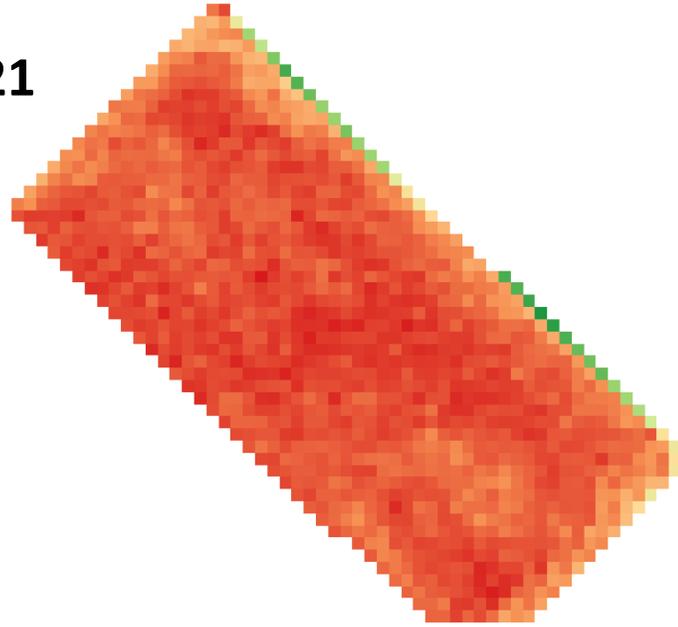


Total ha Lote 2	13.35
-----------------	-------

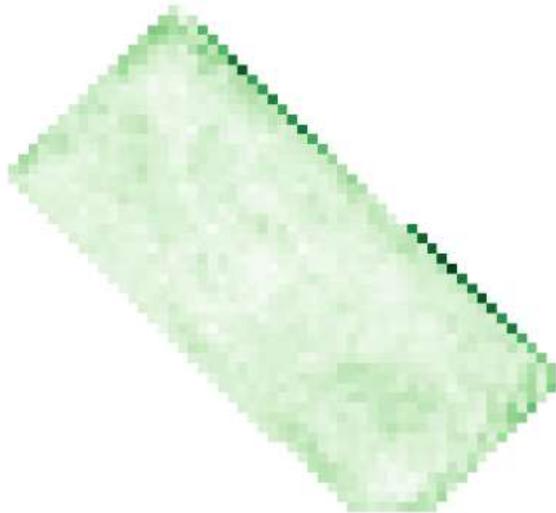
LOTE 2

NDMI 7diciembre2021

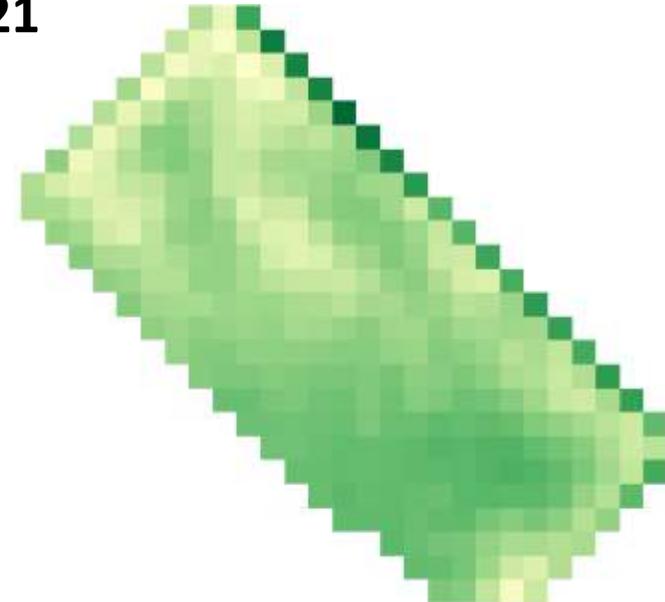
NDVI 7diciembre2021



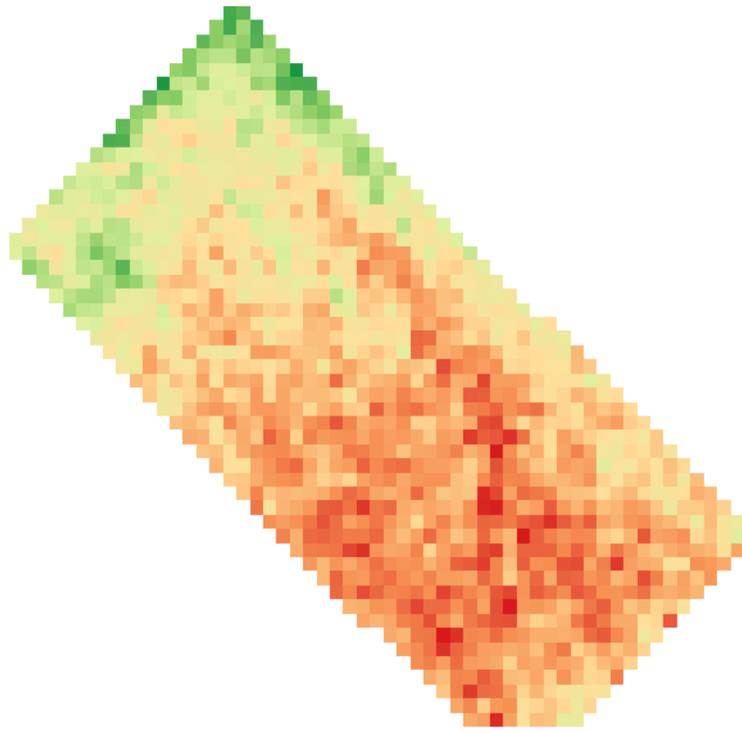
GCI 7diciembre2021



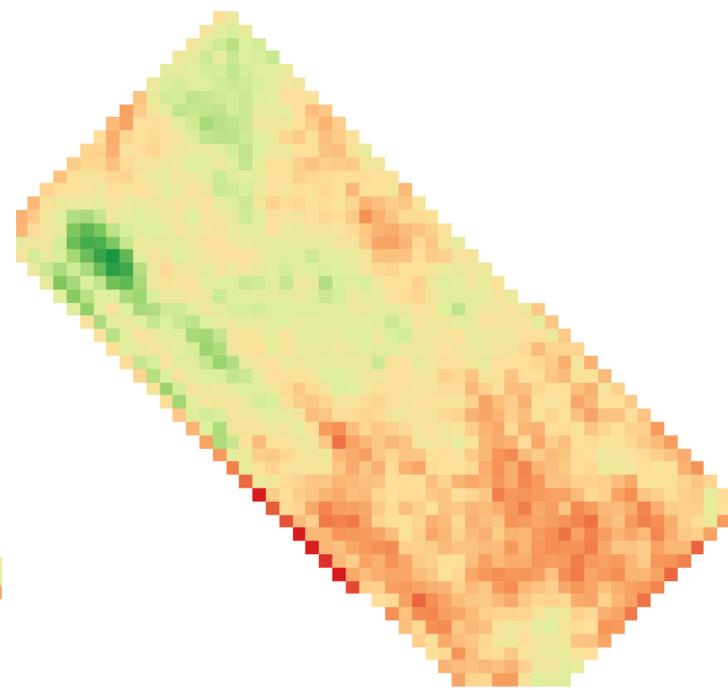
MSI 7diciembre2021



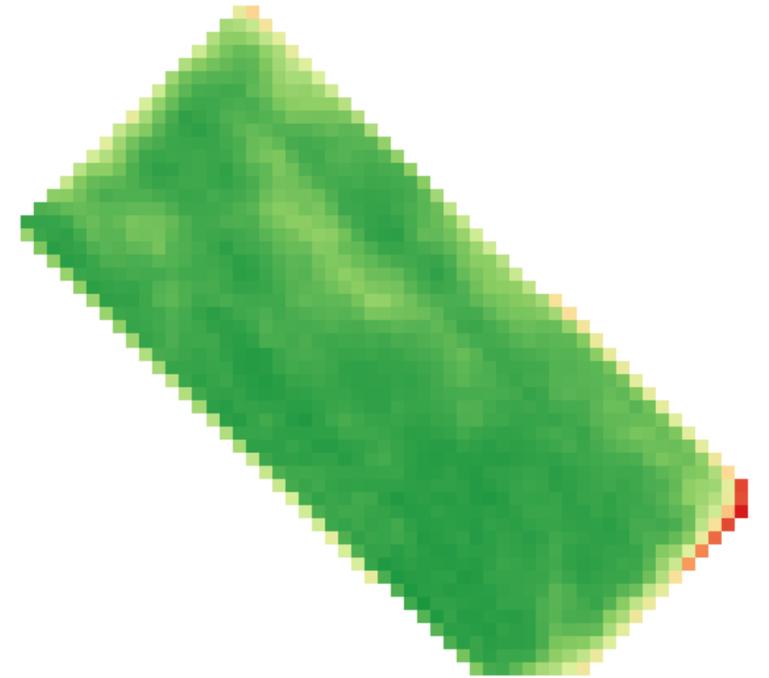
Total ha Lote 2	13.35
-----------------	-------



NDVI 5 julio 2021



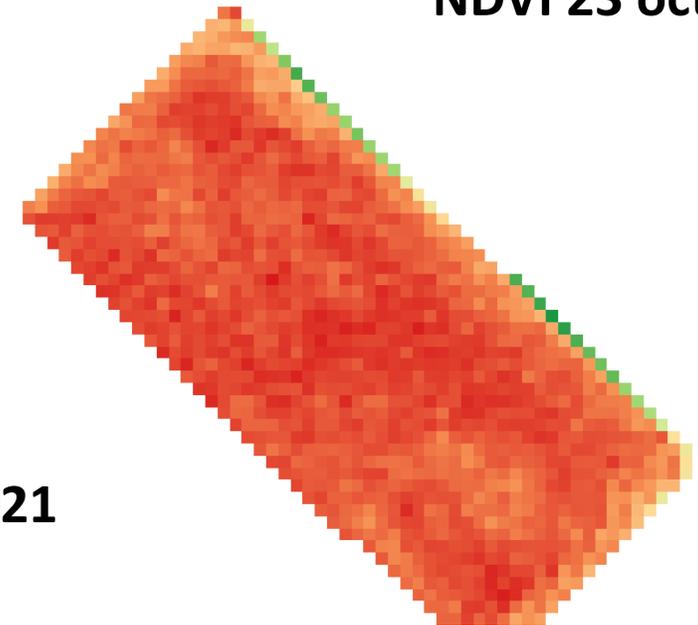
NDVI 9 agosto 2021



NDVI 23 octubre 2021

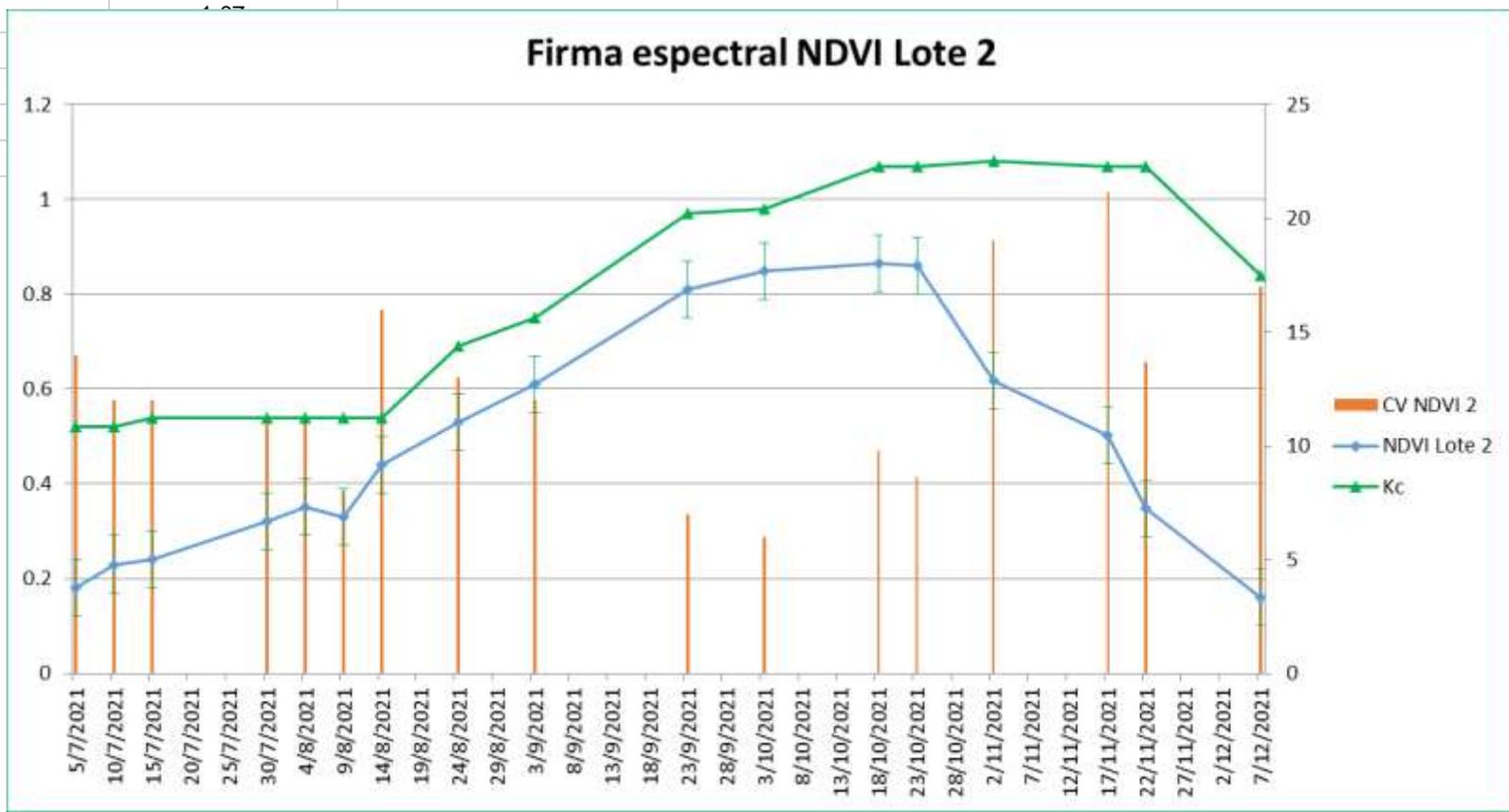
Evolución Lote 2 2021

NDVI 7 diciembre 2021



Fechas	NDVI Lote 2	Desvio NDVI 2	CV NDVI 2	Kc
5/7/2021	0.18	0.03	14	0.52
10/7/2021	0.23	0.03	12	0.52
15/7/2021	0.24	0.03	12	0.54
30/7/2021	0.32	0.04	11	0.54
4/8/2021	0.35	0.03	11	0.54
9/8/2021	0.33	0.03	8	0.54
14/8/2021	0.44	0.08	16	0.54
24/8/2021	0.53	0.07	13	0.69
3/9/2021	0.61	0.07	12	0.75
23/9/2021	0.81	0.05	7	0.97
3/10/2021	0.85	0.05	6	0.98
18/10/2021	0.86	0.08	10	1.07
23/10/2021	0.86	0.07	9	1.07
2/11/2021	0.62	0.12	19	1.07
17/11/2021	0.50	0.11	21	1.07
22/11/2021	0.35	0.05	14	1.07
7/12/2021	0.16	0.03		1.07

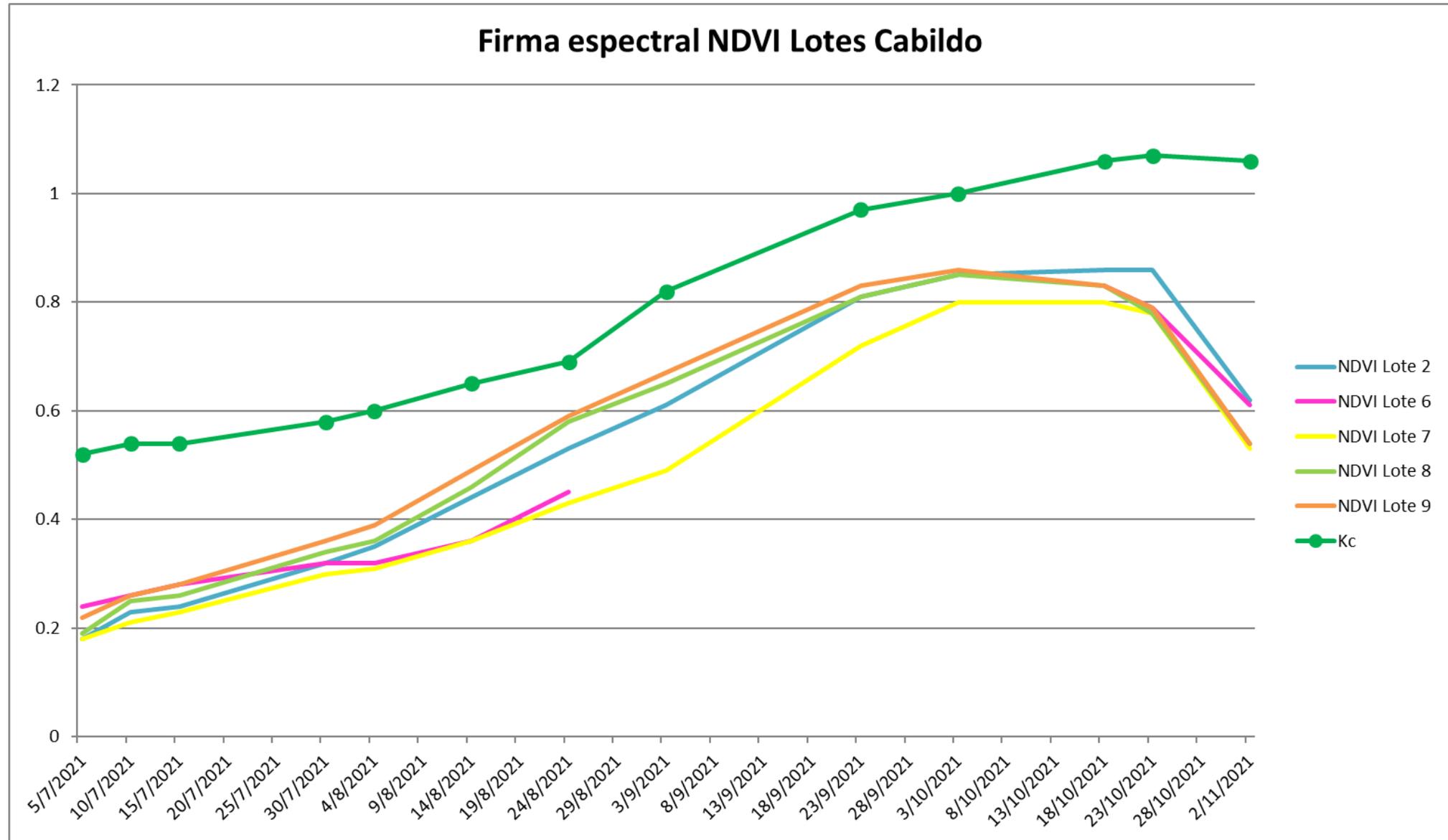
Firma espectral del trigo



Estimación de rendimiento

Ecuacion de rinde 2019						
y= 1328 x + 949.39		R2= 0.874				
	3/10/2021					
LOTES	NDVI en floracion	pendiente	ordenada	Rinde estimado	rinde real	LOTES
Lote 2	0.85382	949.39	1328	2083	2035	Lote 2
Lote 6		949.39	1328		1659	Lote 6
Lote 7	0.79594	949.39	1328	2006	1733	Lote 7
Lote 8	0.85102	949.39	1328	2080	655	Lote 8
Lote 9	0.86243	949.39	1328	2095	706	Lote 9

Comparación de lotes



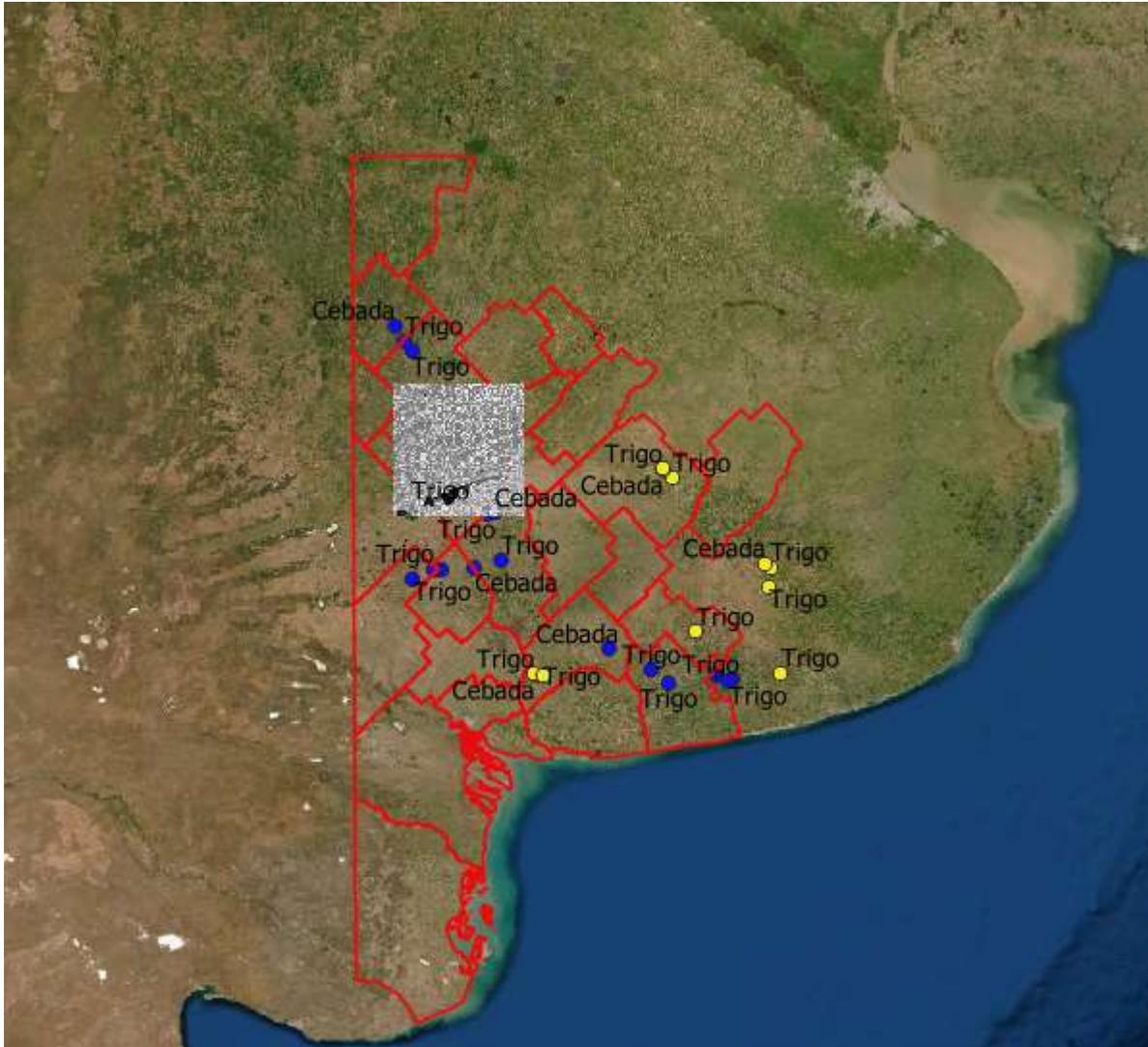
I C A B I L D O

Nivel de Riesgo	fecha	hora	Día
Medio	13-dic	12--15	L U N E S
Alto	13-dic	15--18	
Medio	14-dic	12--15	M A R T E S
Medio	14-dic	15--18	
Medio	15-dic	12--15	M I É R C O L E
Alto	15-dic	15--18	
Alto	16-dic	12--15	J U E V E S
Alto	16-dic	15--18	
Medio	17-dic	12--15	V I E R N E S
Alto	17-dic	15--18	
Bajo	18-dic	12--15	S Á B A D O
Bajo	18-dic	15--18	
Bajo	19-dic	12--15	D O M I N G O
Bajo	19-dic	15--18	

Nivel de Riesgo	fecha	hora	Día
Alto	19-dic	12--15	L U N E S
Alto	19-dic	15--18	
Medio	20-dic	12--15	M A R T E S
Medio	20-dic	15--18	
Medio	21-dic	12--15	M I É R C O L E S
Alto	21-dic	15--18	
Alto	22-dic	12--15	J U E V E S
Muy alto	22-dic	15--18	
Muy alto	23-dic	12--15	V I E R N E S
Alto	23-dic	15--18	
Medio	24-dic	12--15	S Á B A D O
Alto	24-dic	15--18	
Medio	25-dic	12--15	D O M I N G O
Alto	25-dic	15--18	

Nivel de Riesgo	fecha	hora	Día
Muy alto	3-ene	12--15	L U N E S
Extremo	3-ene	15--18	
Muy alto	4-ene	12--15	M A R T E S
Muy alto	4-ene	15--18	
Alto	5-ene	12--15	M I É R C O L E
Muy alto	5-ene	15--18	
Muy alto	6-ene	12--15	J U E V E S
Muy alto	6-ene	15--18	
Alto	7-ene	12--15	V I E R N E S
Muy alto	7-ene	15--18	
Alto	8-ene	12--15	S Á B A D O
Extremo	8-ene	15--18	
Alto	9-ene	12--15	D O M I N G O
Muy alto	9-ene	15--18	

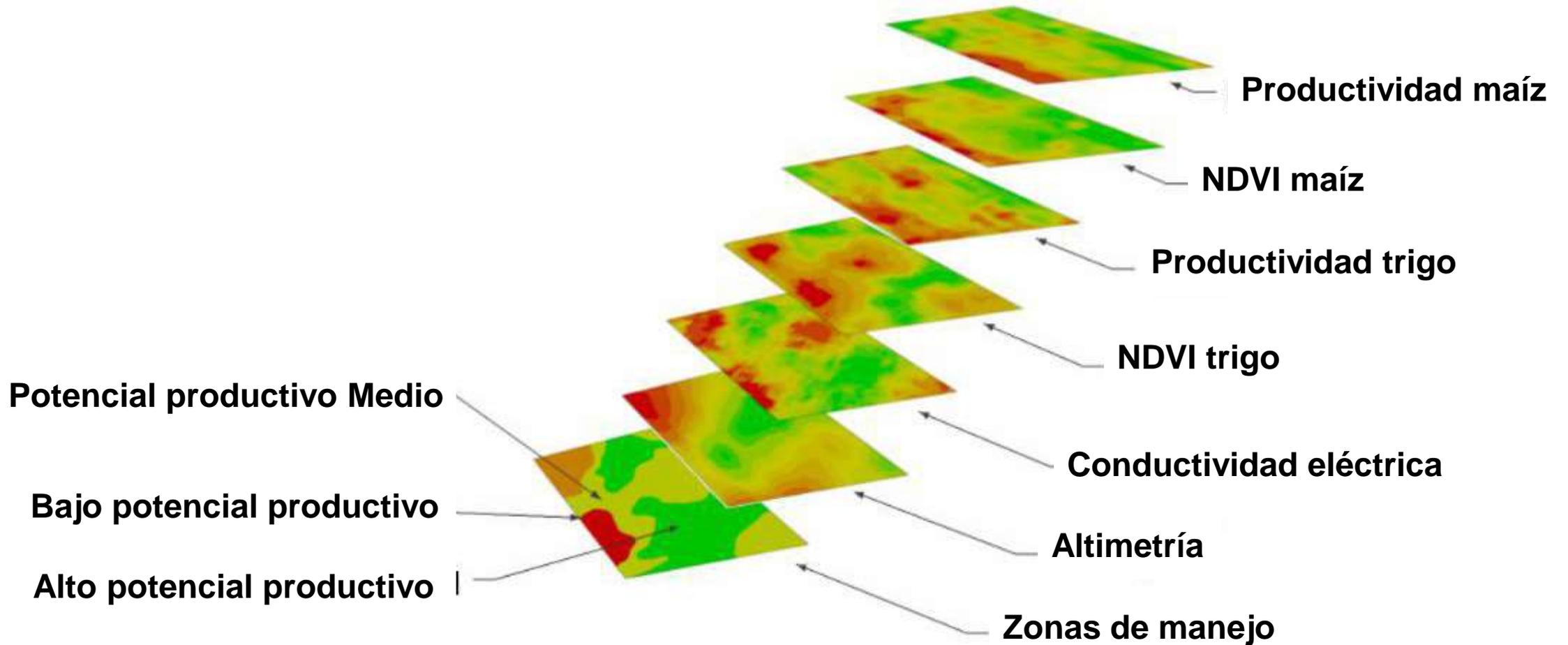
SIG –Estructura de capas de información



Capas

- 1) Planisferio
- 2) Partidos del SO Bs As
- 3) Lotes con trigo y cebada
- 4) Img Sat S2 de Tres Lomas

SIG –Estructura de capas de información para ambientaciones de lotes

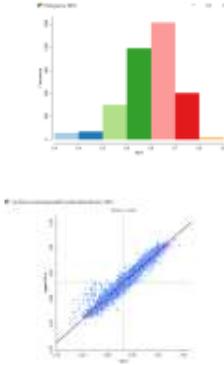


Prescripción: para realizar agricultura sustentable

- Protocolo de ambientaciones de áreas homogéneas para Agricultura de precisión
- Delimitación de zonas de manejo por multicapas

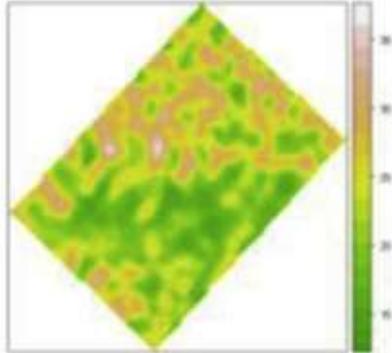
Data Preprocessing

1. Conversion of Spatial Coordinates.
2. Removal of Outliers (mean \pm 3 SD).
3. Removal of Inliers (Moran's local index and Moran plot).



Regridding and Spatial Interpolation

Block Kriging using a unique grid prediction combining data from different sources and/or resolution

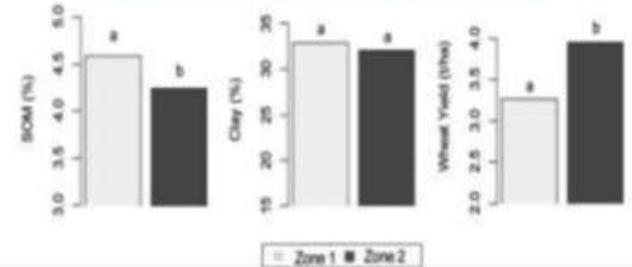


Capas

Rendimiento
NDVI \neq cultivos EF preciso
pH suelo
Conductividad eléctrica
Altimetría

Validation of Management Zones

Using Mixed Models to account for spatial correlation



4

7

5

Multivariate Site Classification

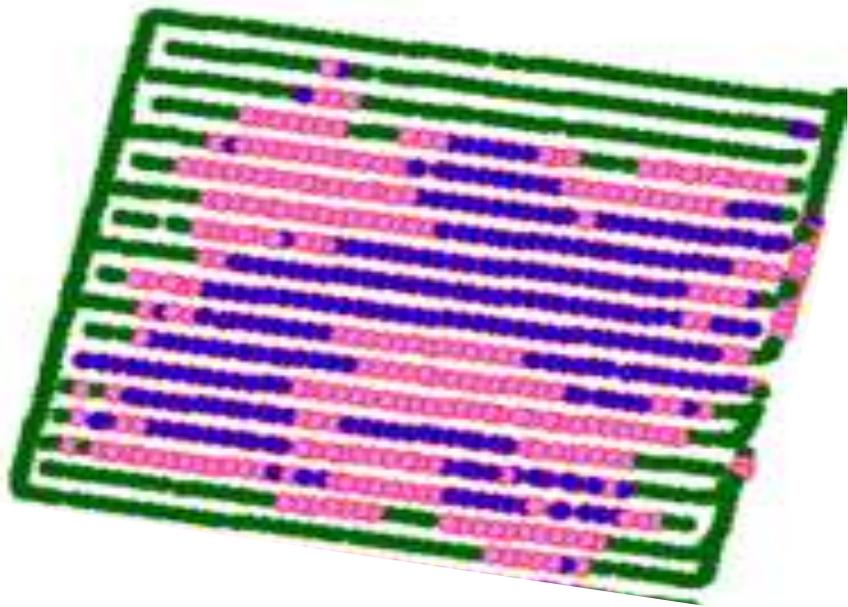
Fuzzy k-means cluster analysis on spatial principal components of soil measured variables



Smoothing of Classification Results

By spatial median filter





Archivo SHAPE con dosis variable de Urea (nitrógeno)

Verde: muy baja dosis

Azul. Dosis mediana

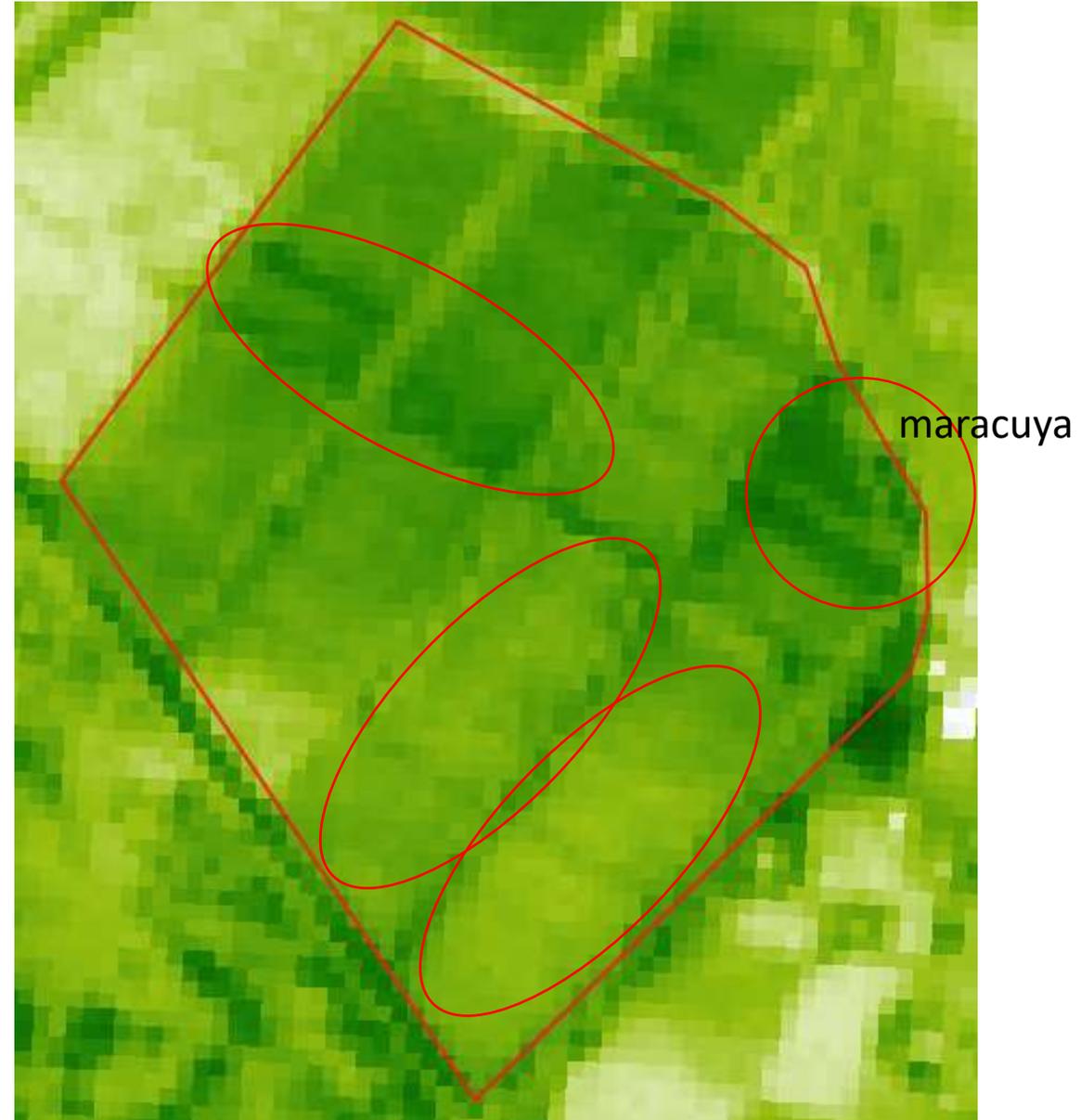
Fuscia: dosis alta

Mamón: NDVI

20 junio 2020

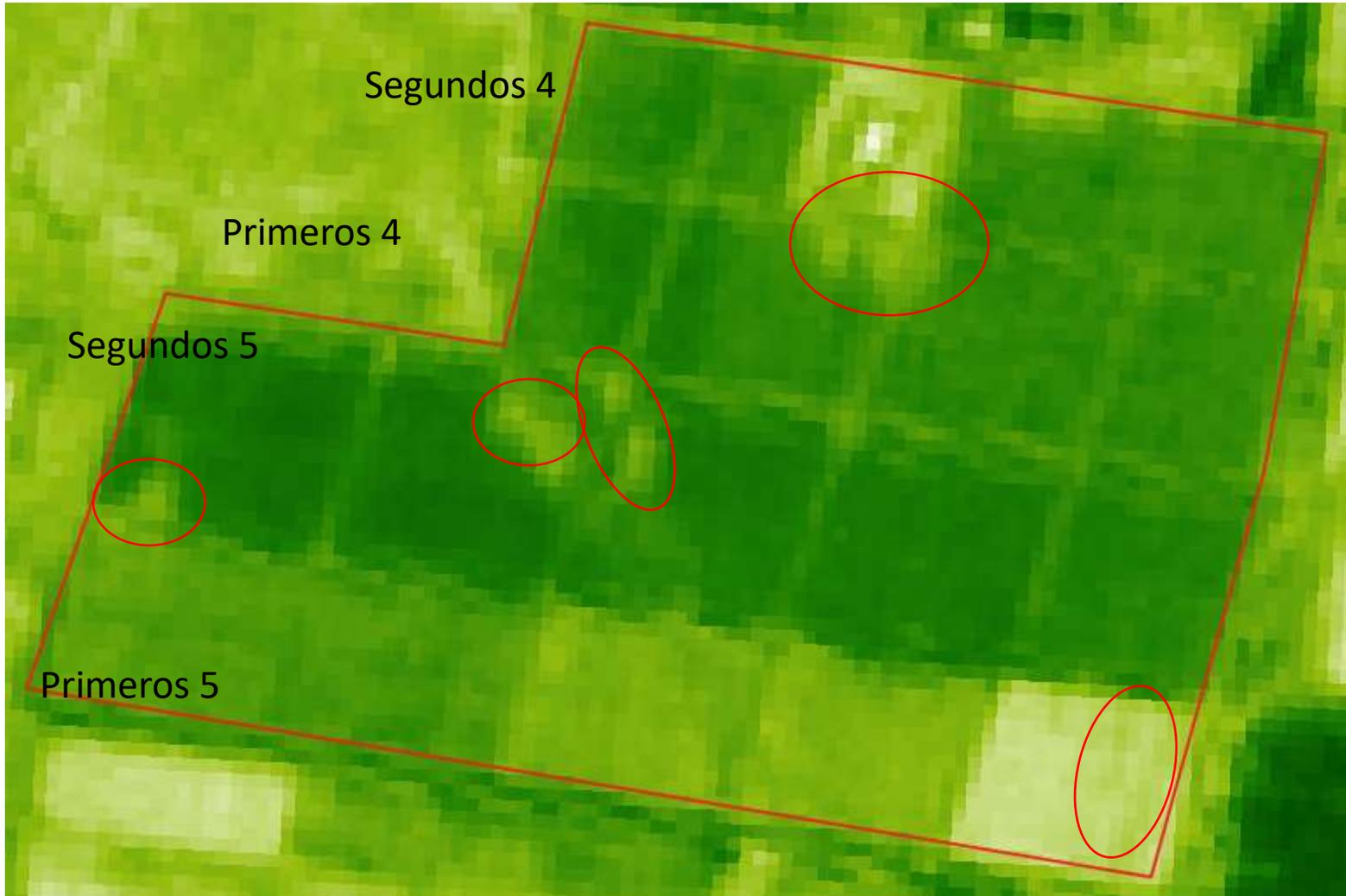


19 agosto 2020



Limón: 19 agosto 2020

Se aumentó al actividad fotosintética, pero se marcaron algunas áreas con ciertos problemas



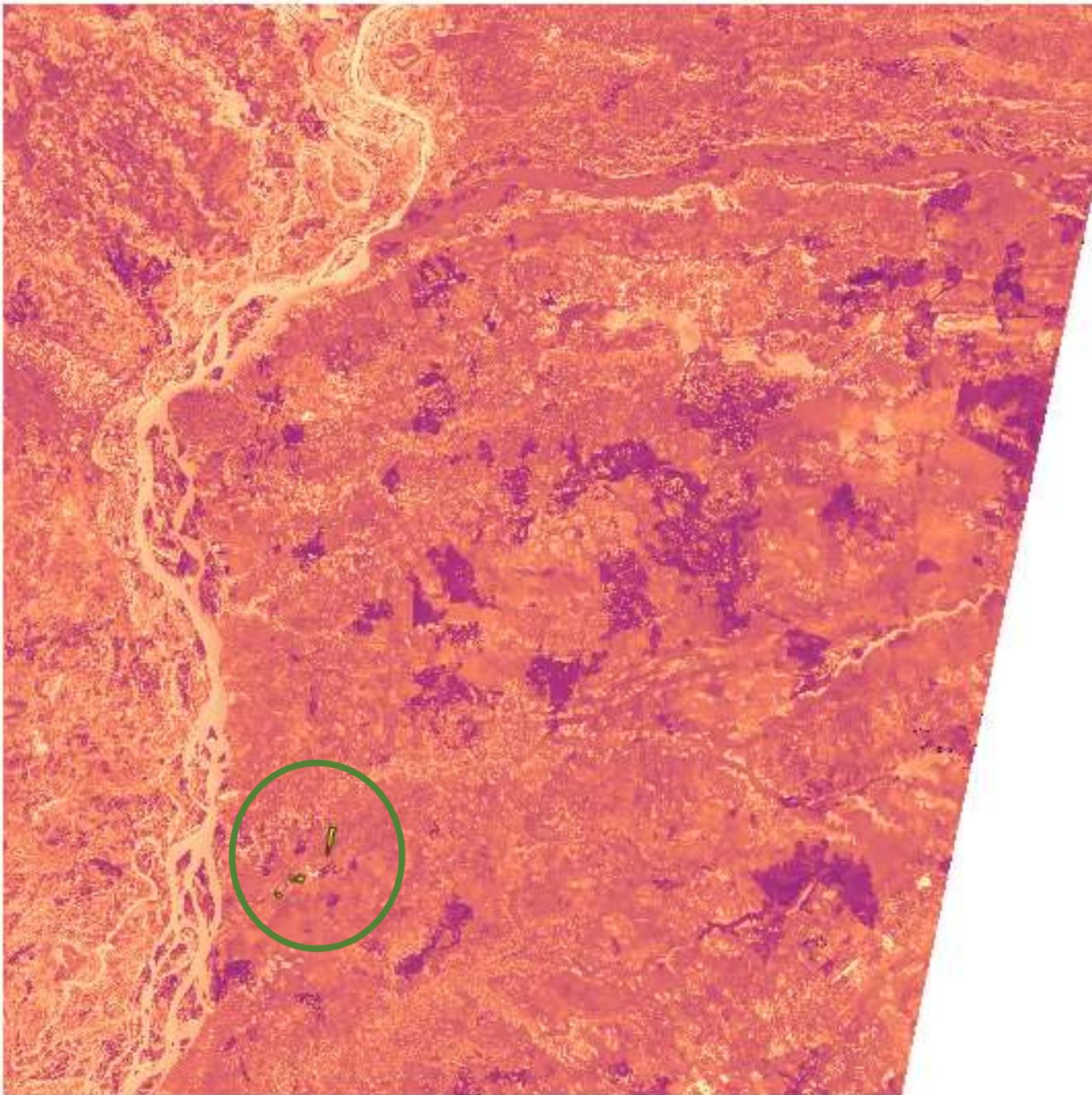
Primeros 5: diferentes edades de arboles plantas muy jóvenes con poca área fotosintética. Alta actividad al SE (,25 - ,22). Lado opuesto muy baja (,18-,20), hay plantas mas chicas aca??

Segundos 5: tres áreas marcadamente con problemas. Menos área fotosintética, enfermedad?? Pajaros, vos me diras!! (,58 - ,53.) Baja actividad con valores de ,33 - ,36

Primeros y segundos 4: muy homogéneos. Con un área problematica

NBRI: 15/2/22

Área de la Provincia analizada



Referencias

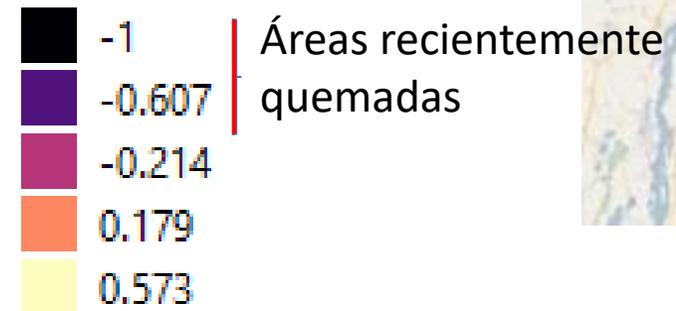


Imagen SENTINEL 2: 20mts de resolución/pixel)

Estimación de rendimiento mediante mosaicos de fotos ortorectificadas tomadas con Dron

- Que necesito

- DRON (dos o tres baterias)
- CAMARA equipada con bandas RGB+NIR (es necesaria la NIR??) **COSTO**
- Software para generar el mosaico (AGISOFT) **COSTO**

Que obtengo:

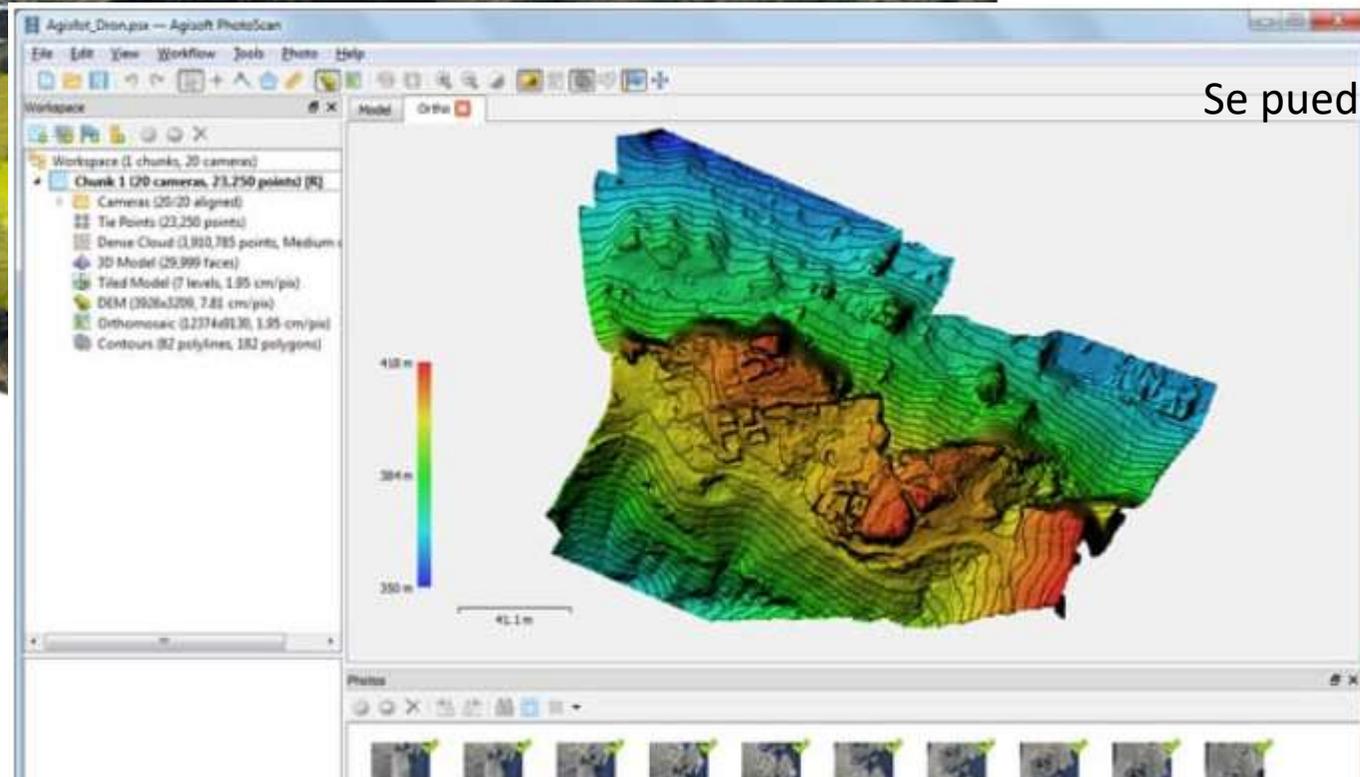
- Imagenes de altísima resolución: 2.5cm (con vuelo de 80mts de altura)
- Superficie del vuelo: 400 x 400 mts (equivale a 16has) **limitante tiempo de vuelo**



Vuelos: Superposición variable

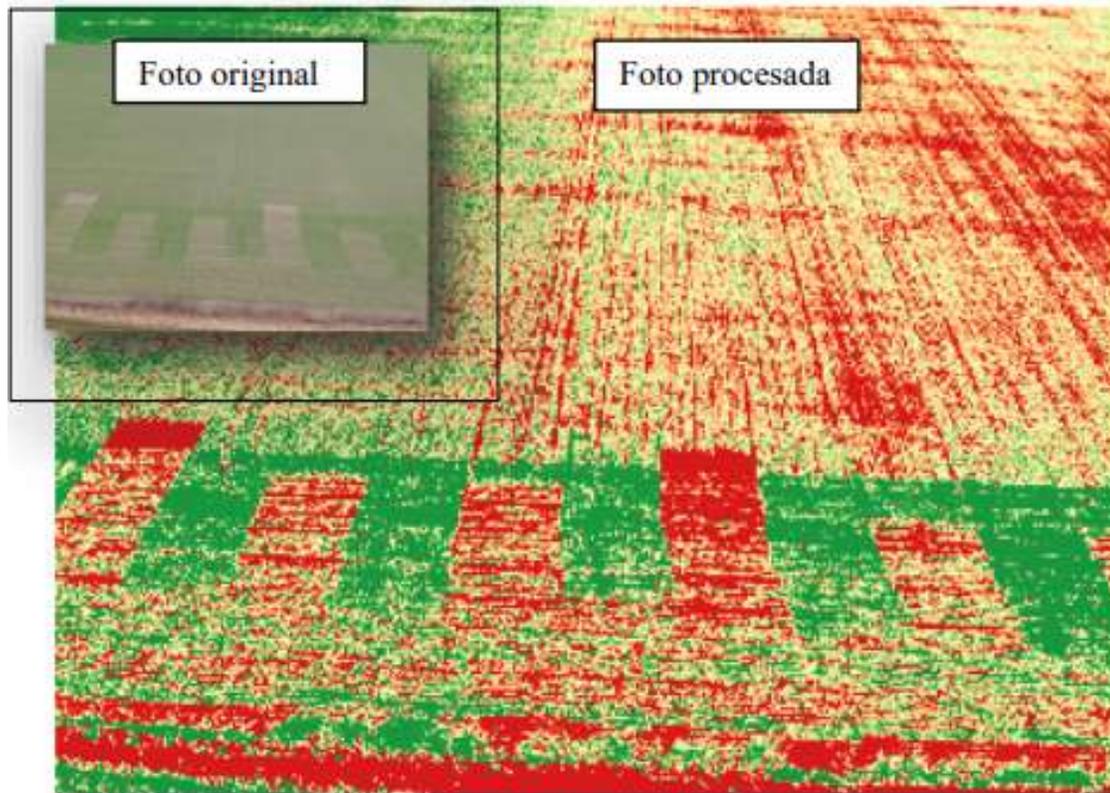


Mosaico generado con AGISOFT

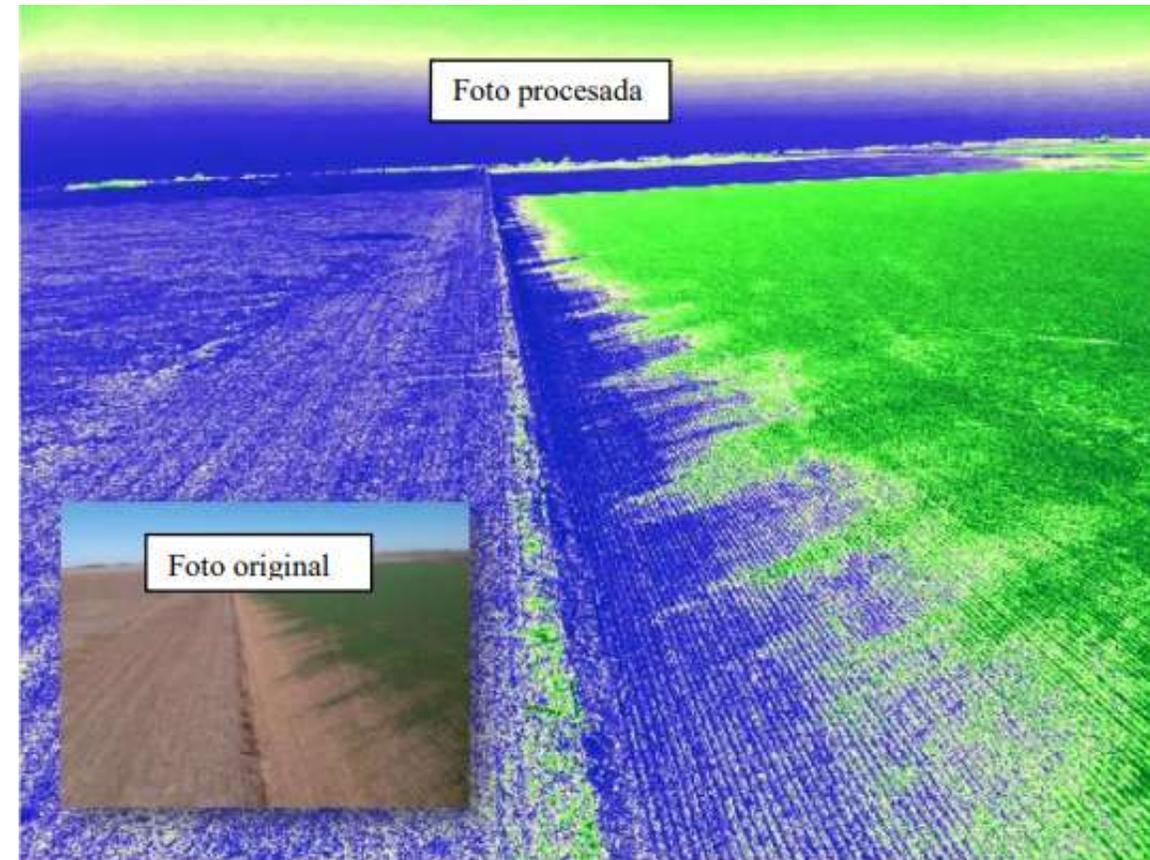


Se puede incorporar altimetría

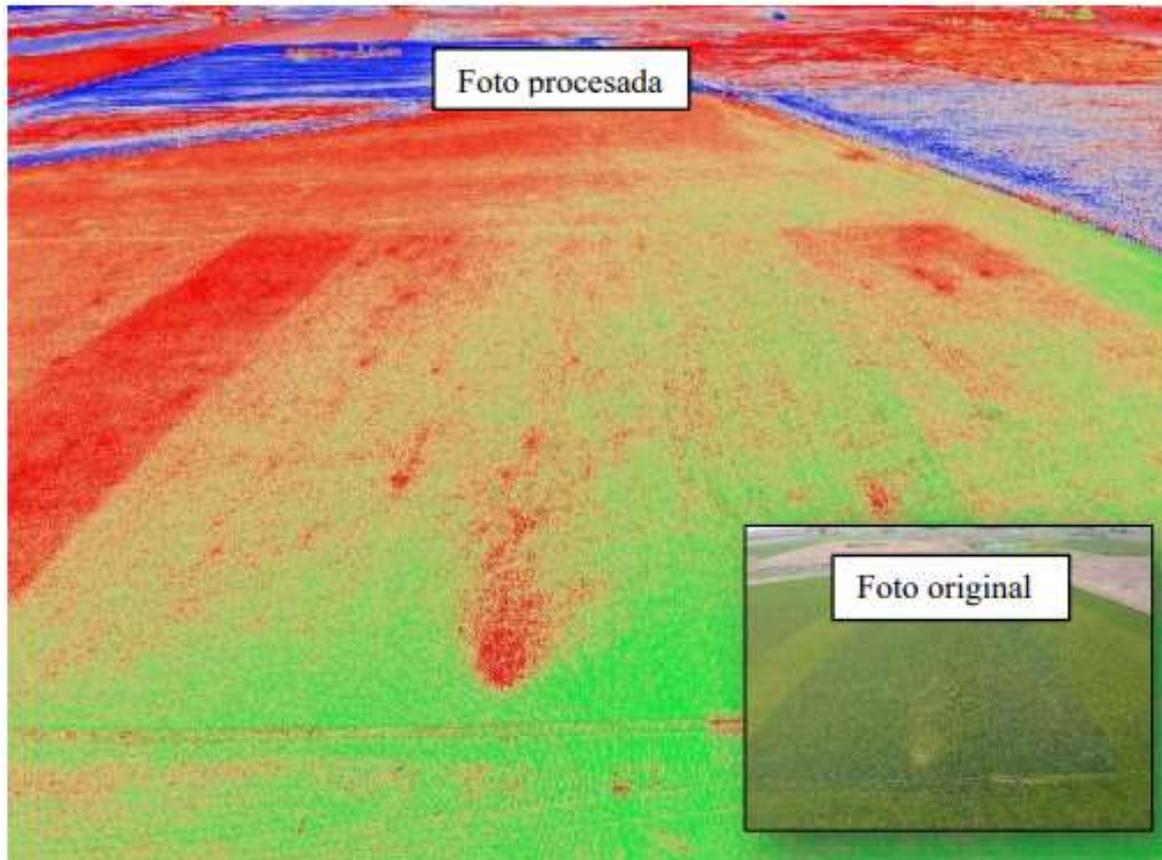
Detección de fallas en la siembra



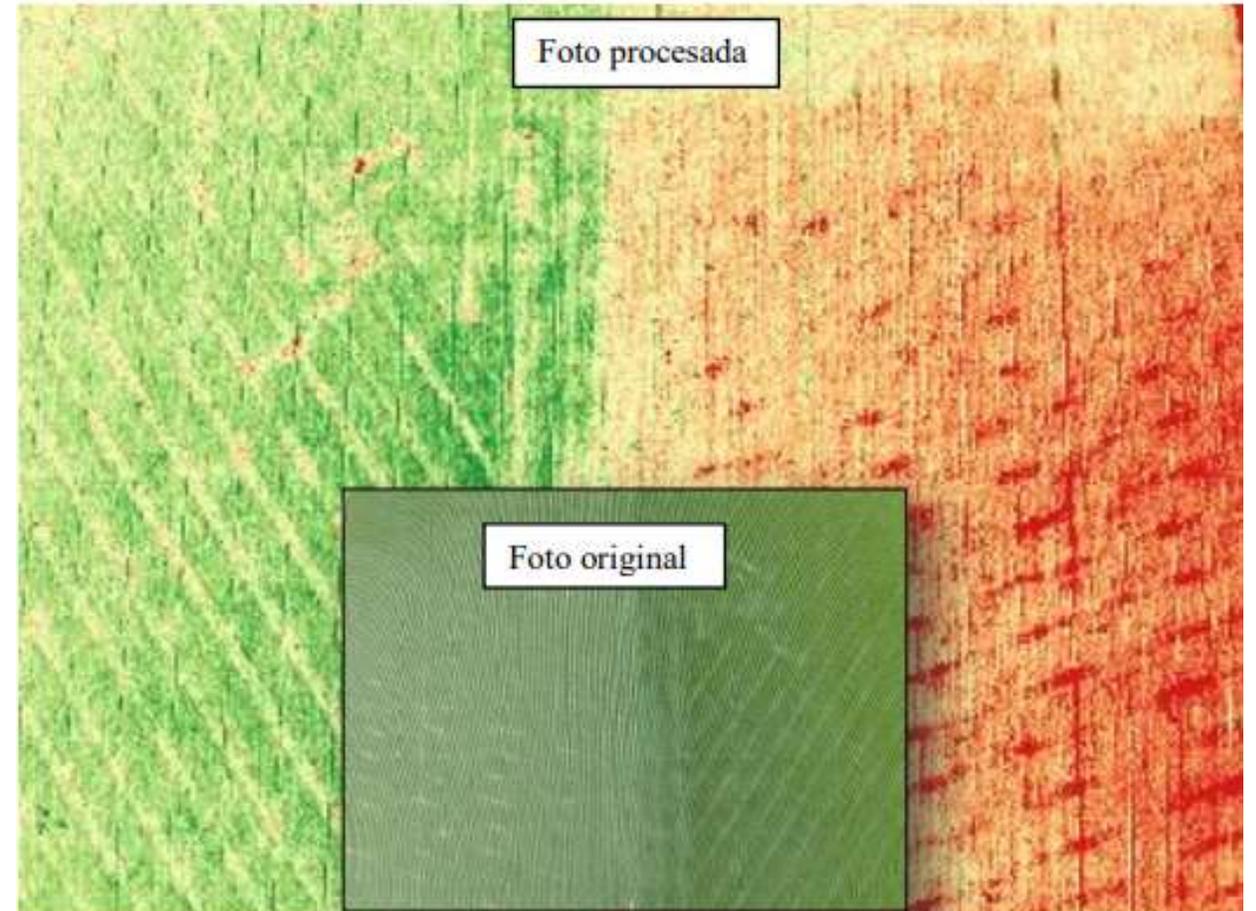
Afectación por deriva de una aplicación de agroquímico



Estado nutricional de los cultivos



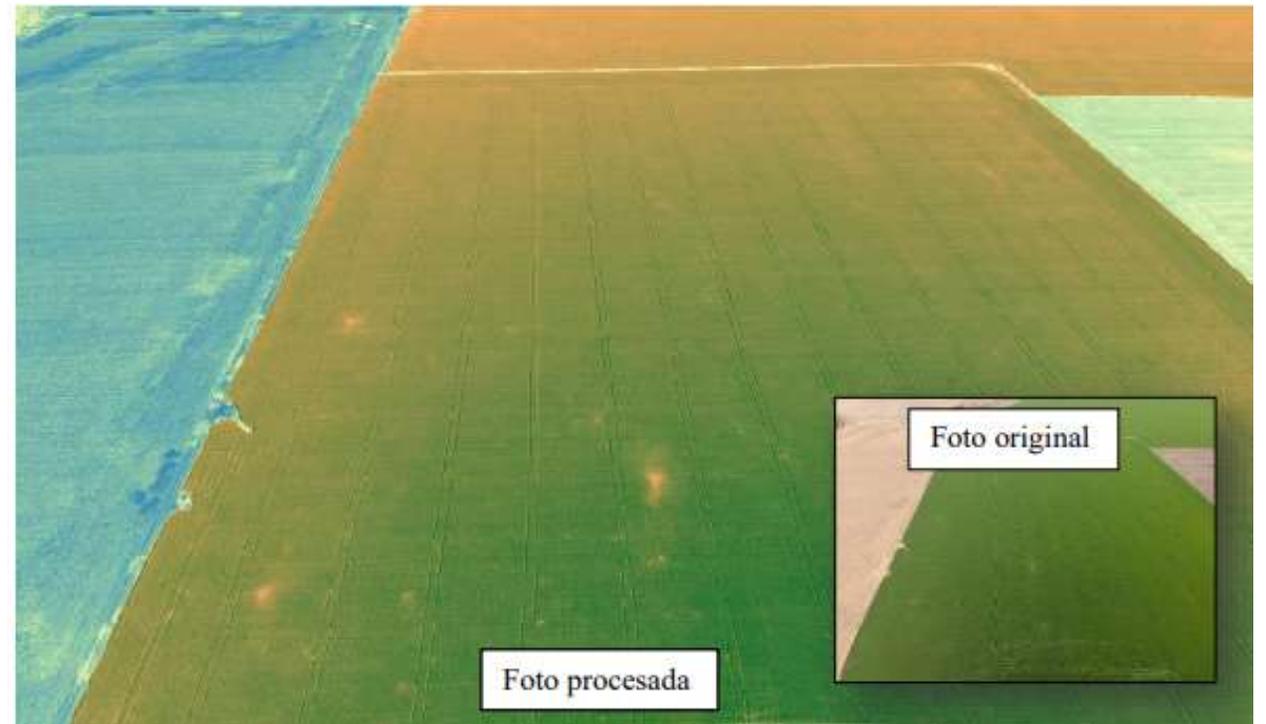
Daño por heladas por distinto antecesor



Malezas observadas en un lote después de la siembra



Afectación por enfermedades: se observan numerosos focos de roya amarilla en el cultivo de trigo



Muchas gracias por la atención

PREGUNTAS??