



Abril 2024

USO DE PERCEPCIÓN REMOTA EN RIEGO DE PRADERAS

DAGOBERTO VILLARROEL T
INIA TAMEL AIKE



Contenido



- Percepción remota
- Principios de la percepción remota
- Teledetección satelital - dron
- Firma espectral
- Índices de vegetación: NDVI
- Estimación de necesidades hídricas
- Ejemplos y resultados locales

PERCEPCIÓN REMOTA O TELEDETECCIÓN



Conjunto de conocimientos y técnicas que se utilizan para determinar características físicas y biológicas de objetos mediante mediciones a distancia, **sin contacto directo** con ellos



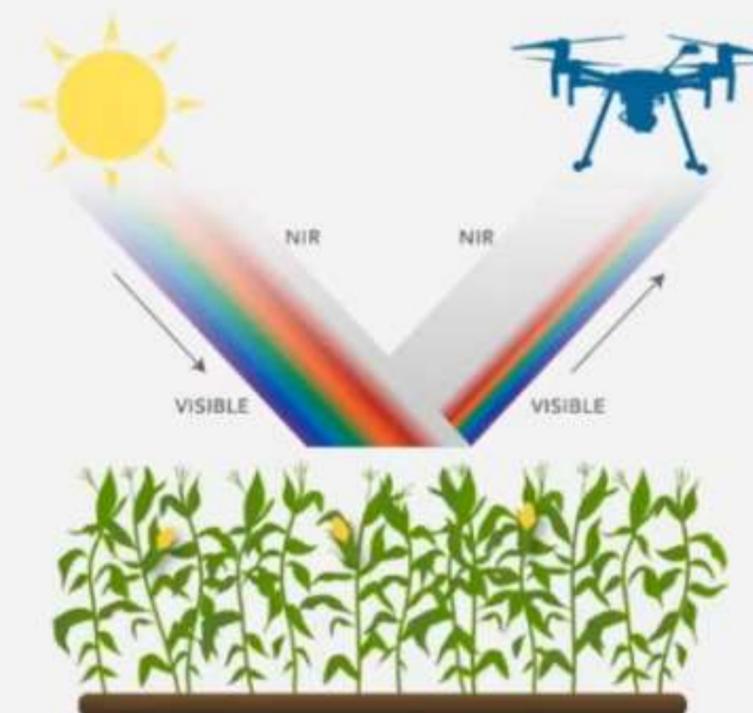
Qué se capta



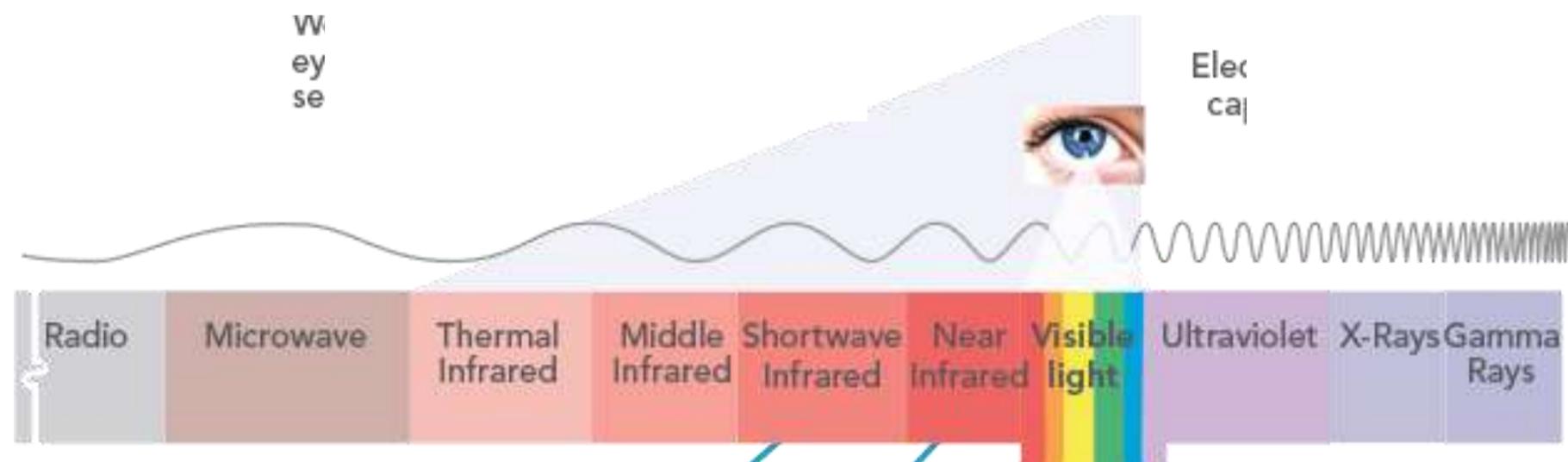
La luz solar es

- Absorbida
- Transmitida
- Reflejada

El sensor capta la luz reflejada de las plantas



*NIR = Near Infrared



Teledetección



	Dron	Satélite
Resolución espacial	cm/pixel	Depende del sensor Quickbird: 2,4 m/pixel Landsat: 30 m/pixel Sentinel: 10m/pixel
Resolución Temporal	Diario	Depende del Satélite Landsat: 16 días Sentinel: 5-10 días
Resolución espectral	Multiespectral	Depende del sensor Landsat: 11 bandas Sentinel: 13 bandas
Nubosidad	No afecta	Visibilidad se afecta por nubosidad
Registro Histórico	Construir	Existe biblioteca histórica de imágenes
Costo	Involucra costo económico	Hay disponibilidad de imágenes gratuitas
Área abarcada	Menor, depende de uso de baterías	Mayor área contenida en cada imagen

Imagen Digital



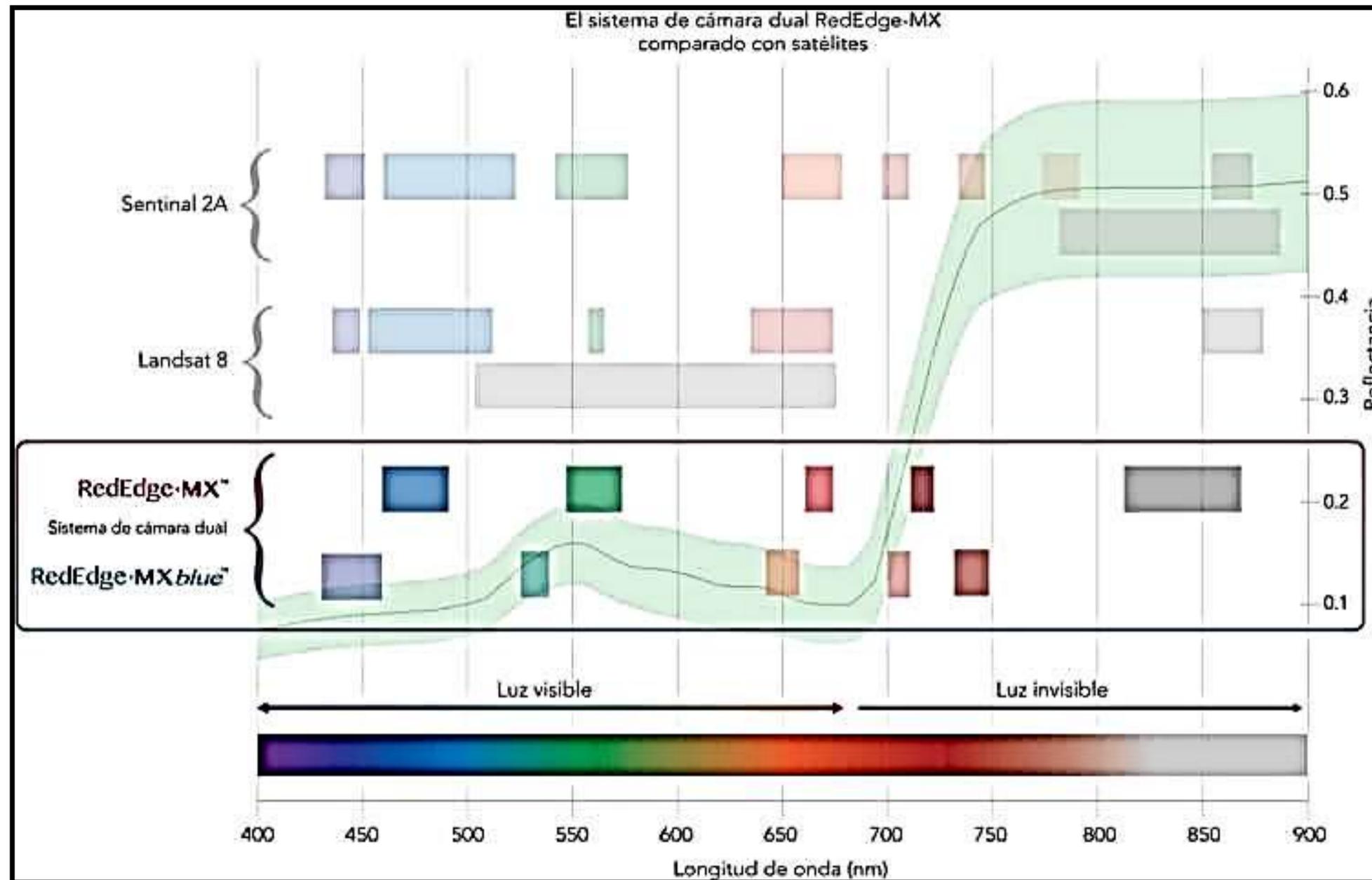
Resolución espacial



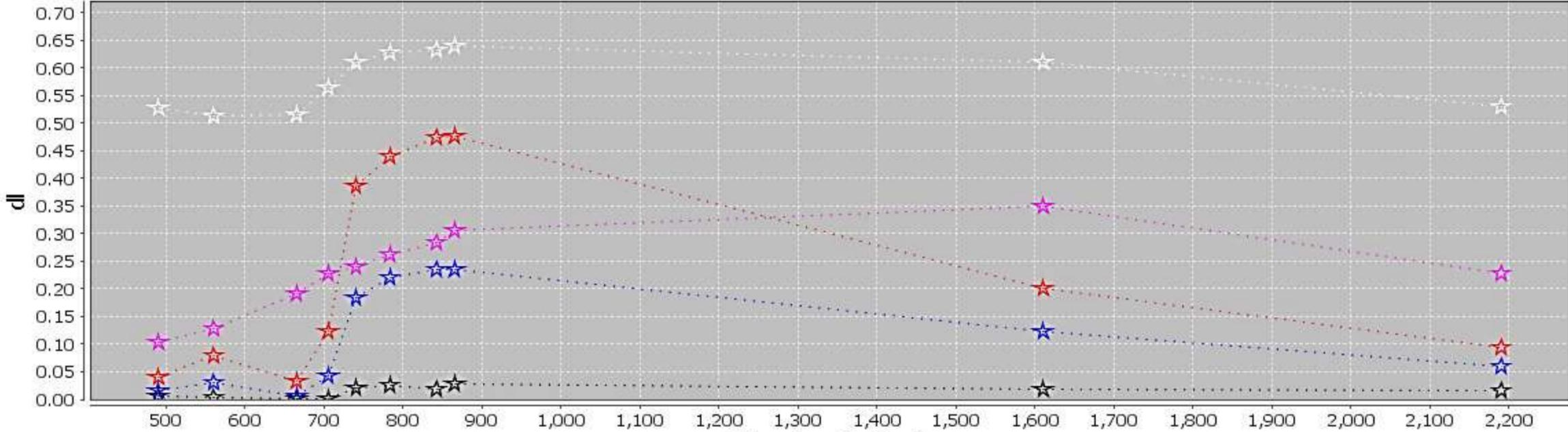
Resolución espectral



Cantidad y ancho de bandas



FIRMA ESPECTRAL



Índices de Vegetación

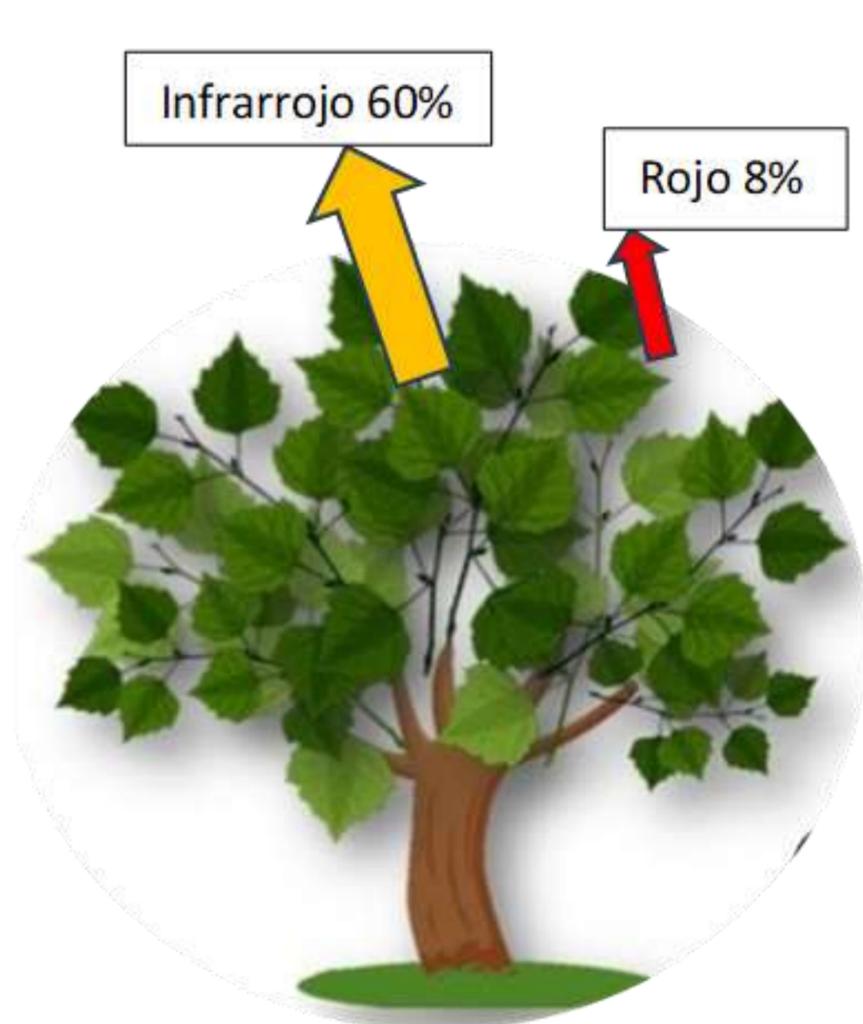


- Combinaciones de bandas de diferentes longitudes de onda: disminuir la información a un valor numérico

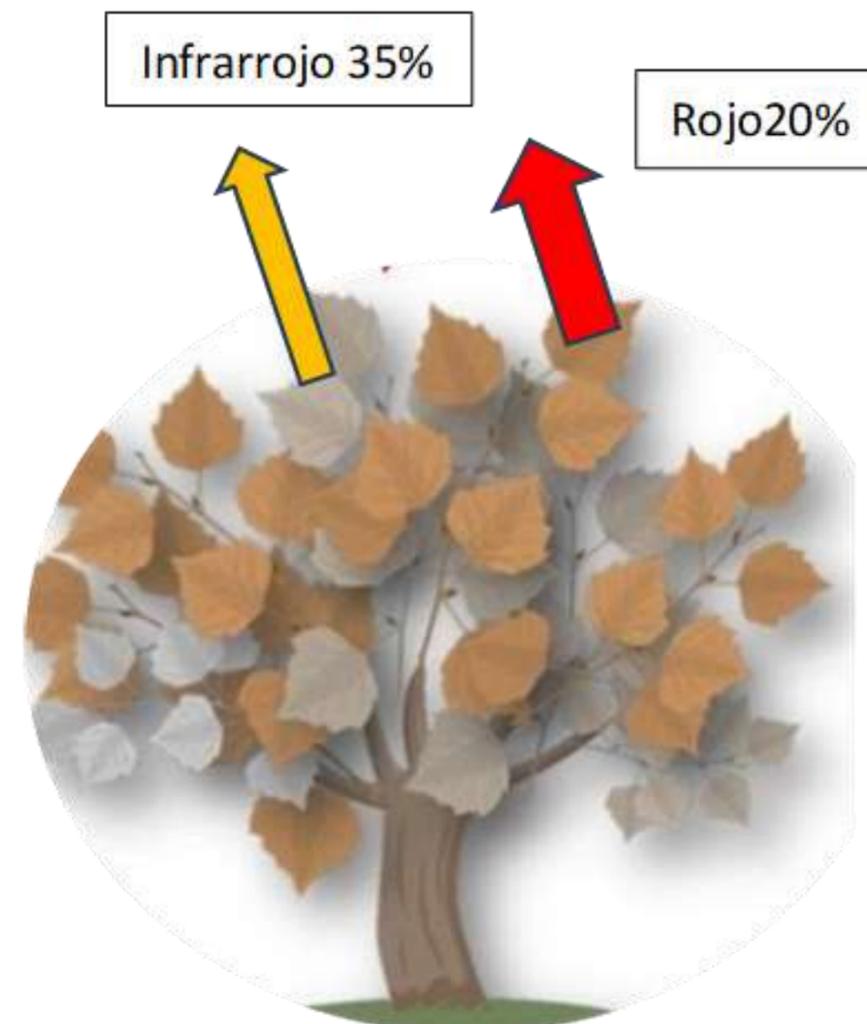
- Realzar la respuesta espectral de la vegetación

- Buena correlación con parámetros agronómicos: biomasa, IAF, evolución fenológica, fracción de cobertura vegetal
 - RVI (ratio vegetation index)
 - NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)
 - GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index)
 - GVI (Green Vegetation index)
 - PRI (Physiological reflectance index)
 - SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index)
 - MSAVI (Modified SAVI)
 - WDVI (Weighted Difference Vegetation Index)
 - PCR (Plant Cell Ratio)
 - PVR (Photosintetic Vigour Ratio)
 - PPR (Plant Pigment Ratio)

$$NDVI = (IRc - R) / (IRc + R)$$

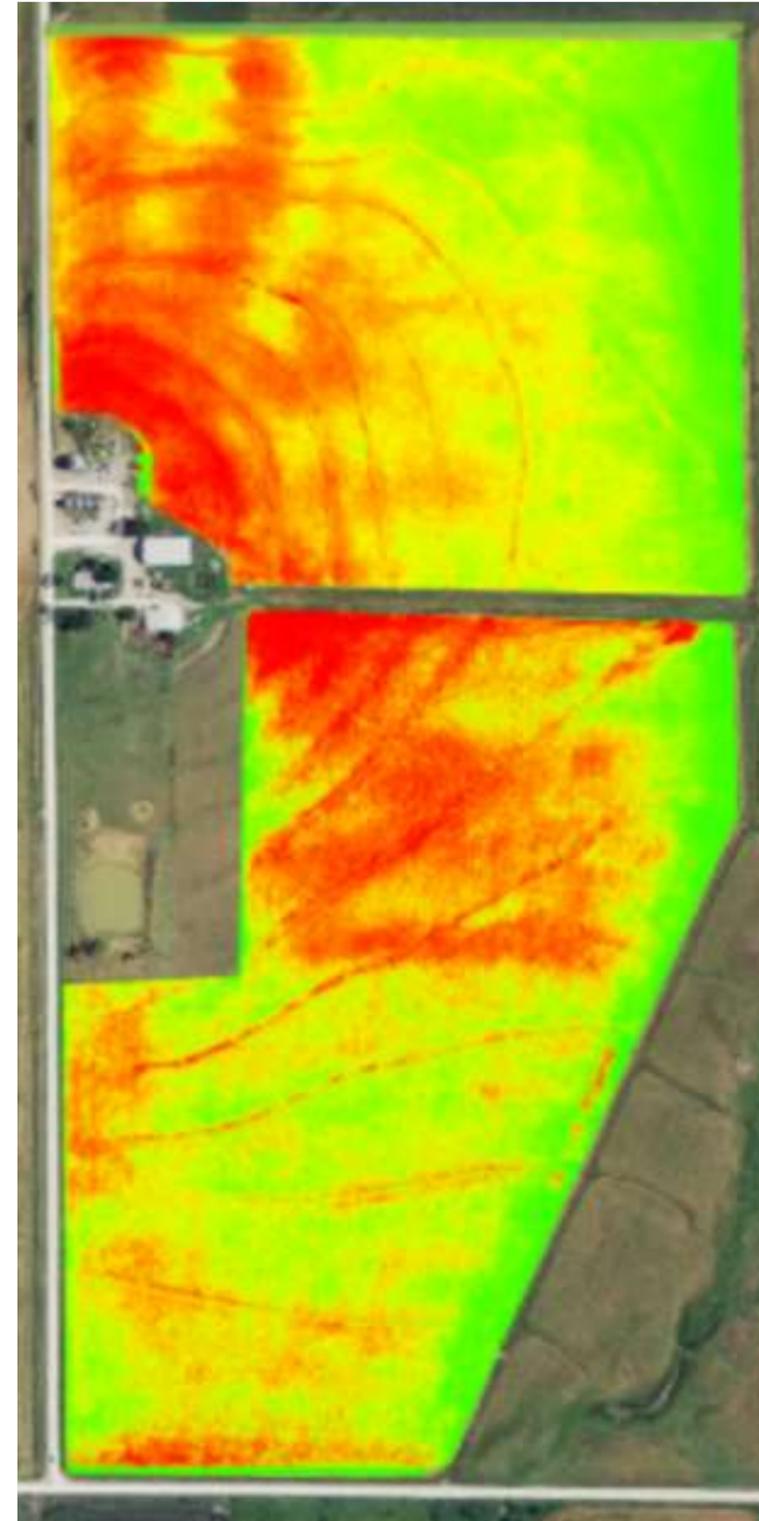


$$NDVI = \frac{(0.60 - 0.08)}{(0.60 + 0.08)} = 0.77$$



$$NDVI = \frac{(0.35 - 0.20)}{(0.35 + 0.20)} = 0.27$$

NDVI



Estimación de las necesidades hídricas



Aproximación por metodología Kc-ETo (FAO 56)

$$ETc = ETo * Kc$$



- ETc: evapotranspiración del cultivo (mm día⁻¹)
- ETo: evapotranspiración de referencia (mm día⁻¹)
- Kc: coeficiente de cultivo único

- **ETo**: demanda evaporativa de la atmósfera, parámetros meteorológicos:
 - Radiación
 - Temperatura,
 - Velocidad del viento
 - Sequedad del aire
- **Kc**: estado de desarrollo de un cultivo frente a aquella cubierta que se considera de referencia, como festuca o alfalfa.
 - Tablas

Estimación de las necesidades hídricas



Aproximación por metodología Kc-Eto (basada en teledetección)

$$ET_c = K_c * ETo$$

$$K_c = 1,25 * NDVI + 0,2 \quad (\text{Cuesta et al 2005})$$

$$ET_c = (1,25 * NDVI + 0,2) * ETo$$

Sentinel 2

$$NDVI_{L8} = 0,9589 * NDVI_{S2} + 0,0674 \quad (\text{Tello et al 2017})$$

ETo <https://agrometeorologia.cl>



The screenshot displays the AGROMETEOROLOGÍA website interface, which includes a navigation menu with options like 'RESUMEN DIARIO Y PRONÓSTICO', 'FRUTALES Y CULTIVOS', and 'GANADERÍA'. The main content area is divided into several sections:

- RECESO INVERNAL:** Horas, Unidades y Porciones de Frío.
- HELADAS:** Resumen Diario y Pronóstico.
- ET₀:** Evapotranspiración de Referencia (Penman-Monteith).
- TIZÓN TARDÍO:** Alerta Temprana del Tizón Tardío de la Papa (webapp).
- GRADOS DÍA:** Base 5, 10 y 12.5.

On the right, there are two line graphs showing precipitation (mm) for 'Vista Hermosa, Coyhaique INIA' and 'Aeródromo Balmaceda, Coyhaique DMC' from February 23 to 29. The top graph shows a peak in precipitation around February 25, while the bottom graph shows a more stable level.

The bottom section of the screenshot features a map of the region with various data points. A 'CONSULTAR DATOS' pop-up window is visible, allowing users to search for data by location (e.g., 'Tamelaike, Coyhaique, INIA') and date. The window includes options to view data as a 'Tabla', 'Gráfico', 'Excel', or '.CSV' file, and a 'Consultar' button.

At the bottom left, there is a color-coded scale for 'Evapotranspiración del 29 de Feb del 2024 (mm)' ranging from 0 to 7 mm.

Dónde encontrar imágenes



- Landsat <https://glovis.usgs.gov/>

The screenshot displays the USGS GloVis web interface. At the top left is the USGS logo with the tagline "science for a changing world". Below it, the "GloVis" header includes navigation links for Home, Take Tour, Release Notes, and FAQ, along with a "Page Expires In 1:59:49" timer and links for Feedback, Login, and Help.

The main interface is divided into several sections:

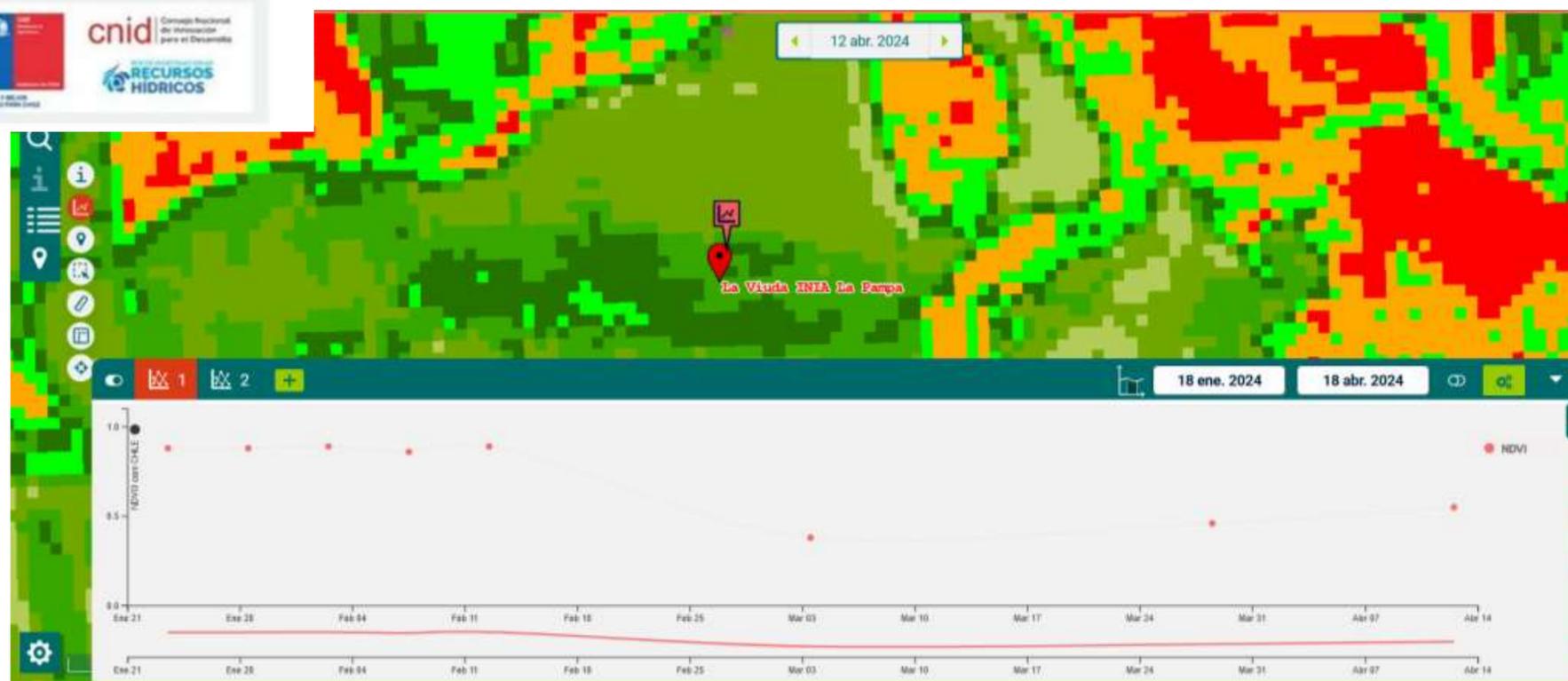
- Interface Controls:** Contains a "Choose Your Data Set(s)" dropdown, a "Data Set Filter" with radio buttons for Landsat 4-5 TM C1 Level-1, Landsat 7 ETM+ C1 Level-1, Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1, OrbView-3, Sentinel-2 (selected), and SRTM Void Filled. It also includes a "Metadata Filter" with fields for "Date Range" (dd-mm-aaaa) and "Cloud Cover" (0-100 or empty), and a "Months" dropdown (Jan, Feb).
- Selected Scenes (0):** A central map of Chile showing geographical features like Golfo de Ancud, Golfo Corcovado, and various national parks (Parque Pumalín, Parque Nacional Corcovado, Parque Provincial y Reserva Forestal Río Turbio, Parque y Reserva Nacional Los Alerces). A red box highlights a specific satellite scene over a forested area.
- Timeline View:** A horizontal timeline from 2014 to 2020, with a specific scene selected on February 8, 2020. The scene ID is "Sentinel-2 L1C_T18GWT_A015280_20200208T144451".
- Map Controls:** Includes a scale bar (30 km / 20 mi), a "Leaflet | Map data © OpenStreetMap contributors, USGS/EROS" attribution, and a "Current Scene Opacity" slider.
- Tools:** A panel on the right with buttons for "View Metadata", "Hide Scene", "Download", "Share", "Previous", "Next", and "Select".

- Landsat

<https://agrisatwebgis.com/app/es/spider/map?group=Plas#>



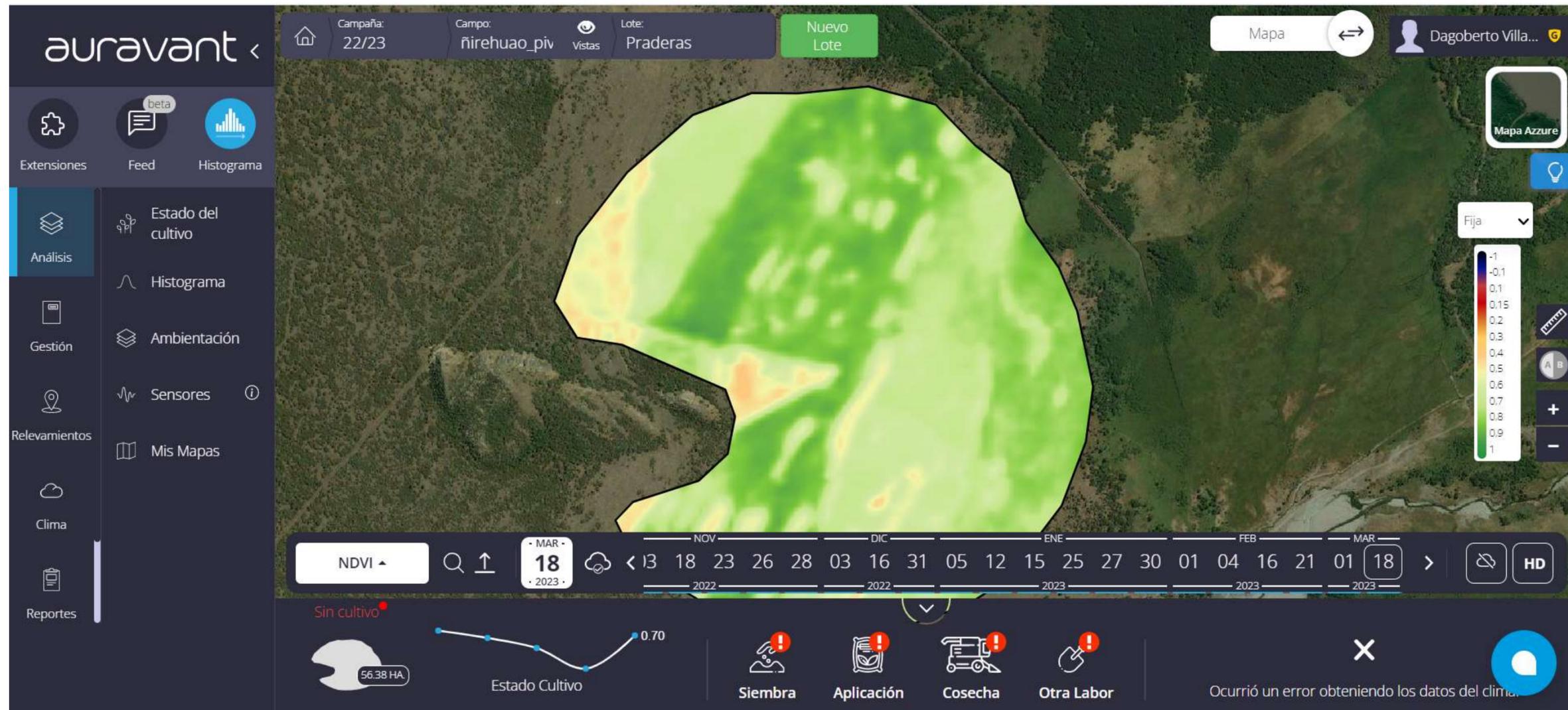
Plataforma Agrícola Satelital PLAS



- Sentinel <https://dataspace.copernicus.eu/browser>



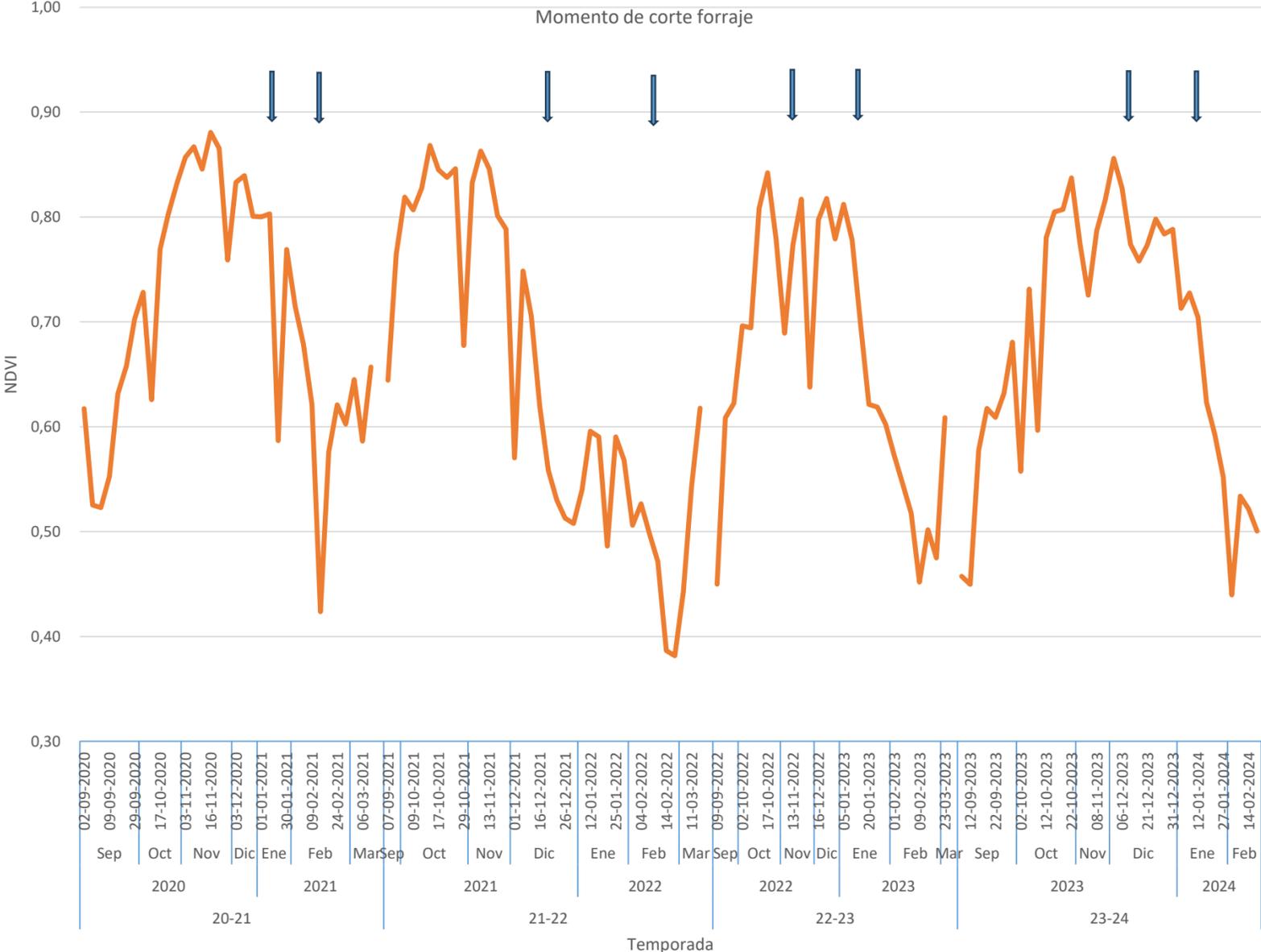
- <https://auraview.auravant.com/>



EJEMPLOS Y RESULTADOS LOCALES



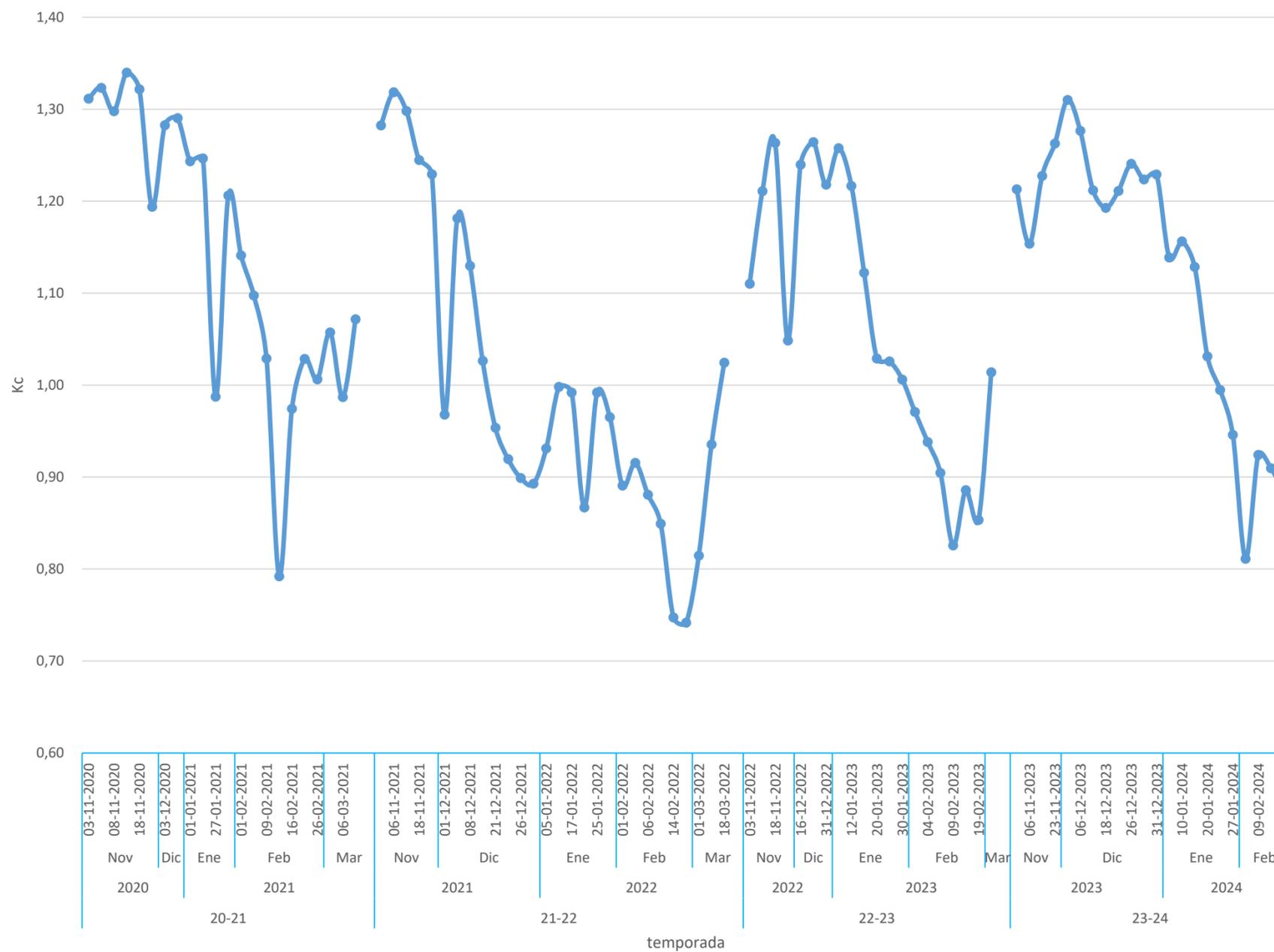
Evolución de NDVI para una pradera fertilizada de la Zona Intermedia de la Región de Aysén.



> NDVI Oct (0,77) - Nov (0,80)

< NDVI Feb (0,53)

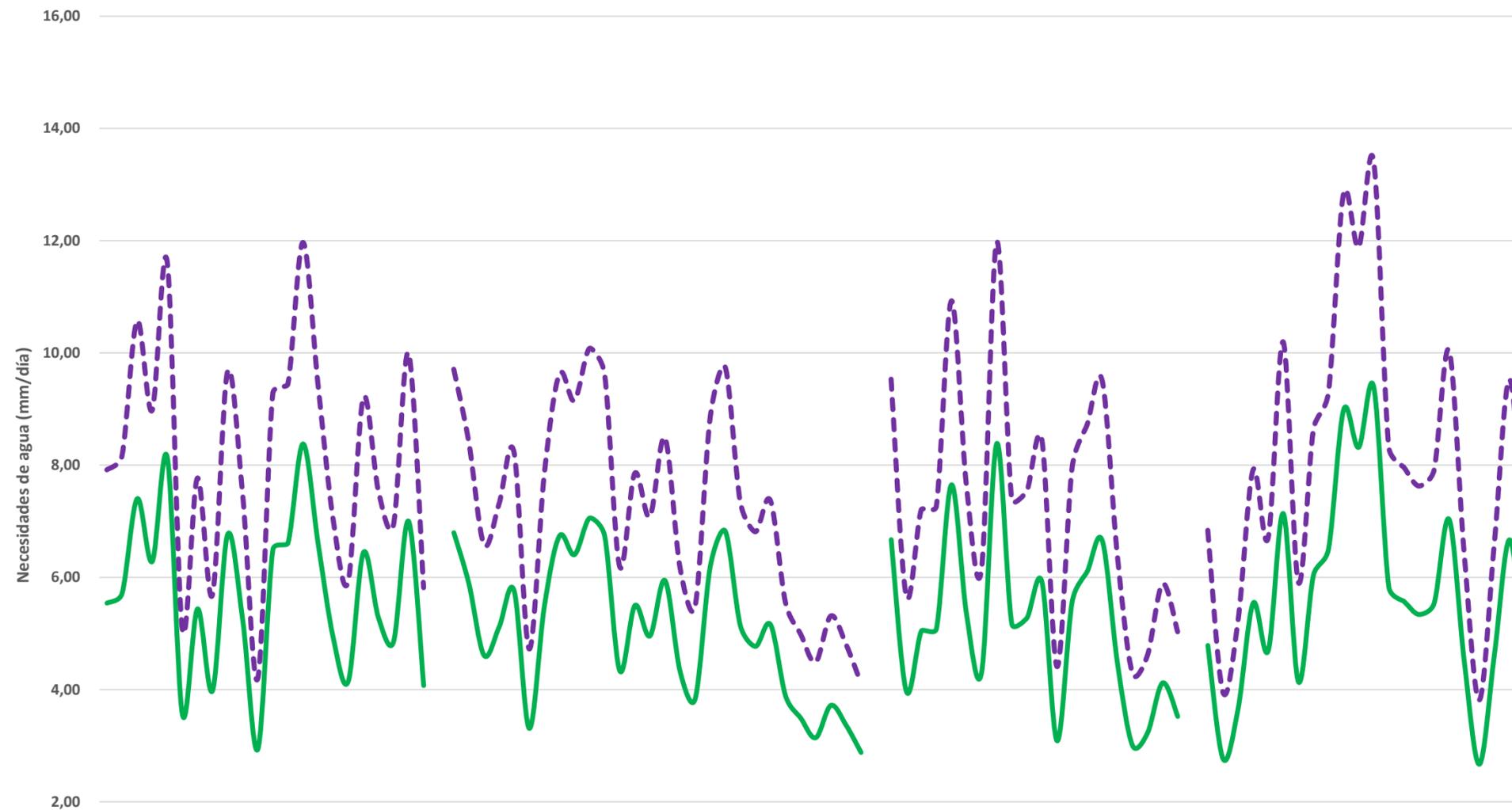
Evolución de Kc para una pradera fertilizada de la Zona Intermedia de la Región de Aysén.



> Kc Nov (1,24)

< Kc Feb (0,85)

Necesidades de agua para una pradera fertilizada de la Zona Intermedia de la Región de Aysén.



> ETc Dic (6,07) – Ene (5,49)

< ETc Feb (4,97) - Mar (4,2)

temporada	Fecha Inicio	Fecha Fin	Año
20-21	03-11-2020	08-11-2020	Nov 2020
	18-11-2020	03-12-2020	Dic 2020
	01-01-2021	27-01-2021	Ene 2021
21-22	01-02-2021	09-02-2021	Feb 2021
	16-02-2021	26-02-2021	Mar 2021
	06-03-2021	06-11-2021	Nov 2021
	18-11-2021	01-12-2021	Dic 2021
	08-12-2021	21-12-2021	Ene 2022
22-23	26-12-2021	05-01-2022	Feb 2022
	17-01-2022	25-01-2022	Mar 2022
	01-02-2022	06-02-2022	Nov 2022
	14-02-2022	01-03-2022	Dic 2022
	18-03-2022	03-11-2022	Ene 2023
23-24	18-11-2022	16-12-2022	Feb 2023
	31-12-2022	12-01-2023	Mar 2023
	20-01-2023	30-01-2023	Nov 2023
	04-02-2023	09-02-2023	Dic 2023
	19-02-2023	06-11-2023	Ene 2024
	23-11-2023	06-12-2023	Feb 2024
	18-12-2023	26-12-2023	Mar 2024
	31-12-2023	10-01-2024	Nov 2024
	20-01-2024	27-01-2024	Dic 2024
	09-02-2024	19-02-2024	Ene 2025

— Necesidades Neta de Agua (ETc) - - - Necesidades Bruta de Agua (Ef. Riego 70%)

Aplicación con Dron

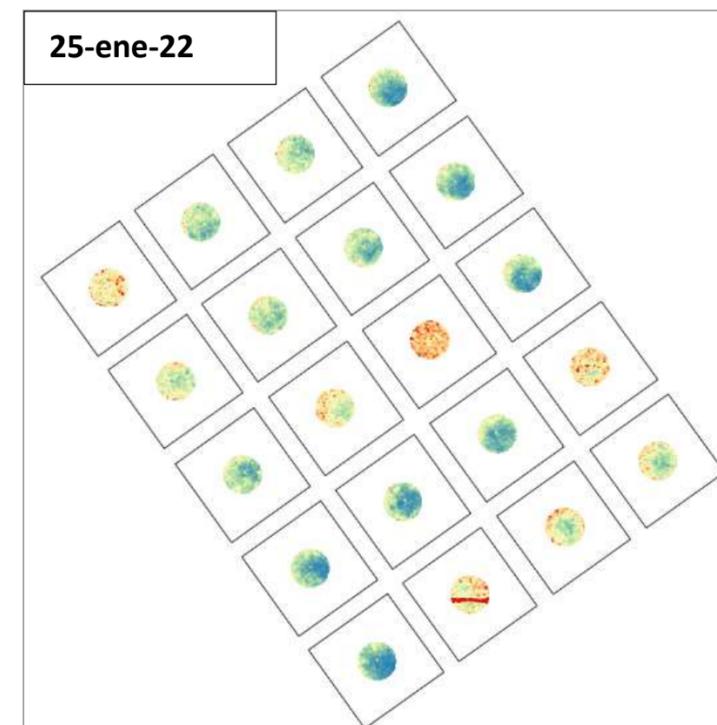
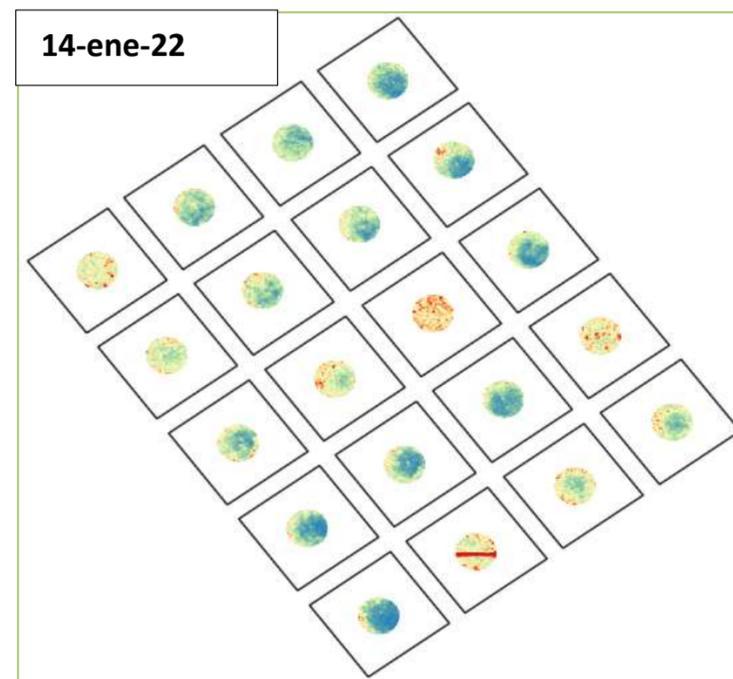
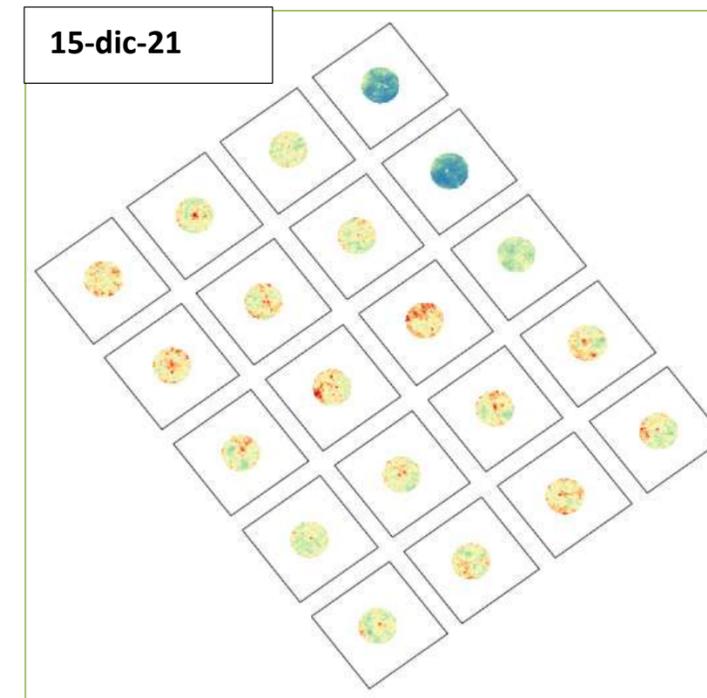
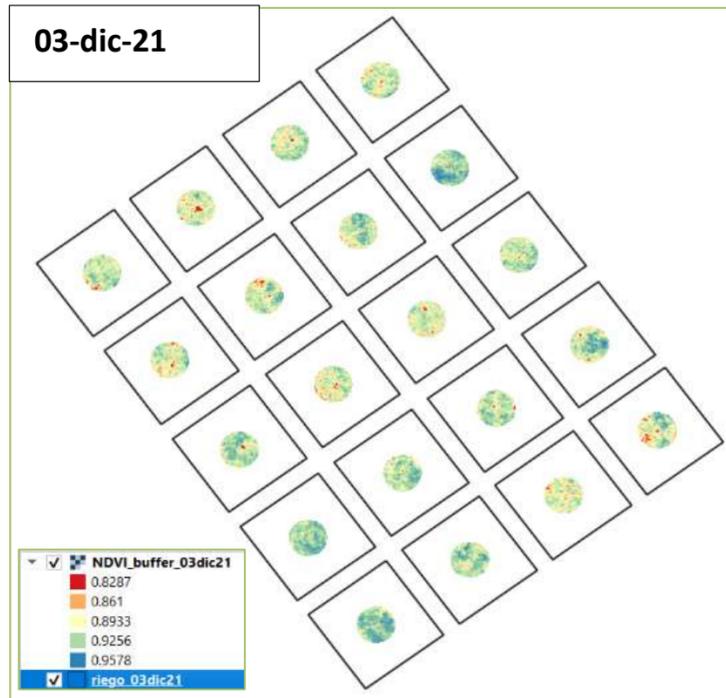


Adquisición de imágenes

En el predio El Ciruelo, perteneciente a INIA, se estableció un ensayo de riego considerando cinco tratamientos, cada uno con cuatros repeticiones en un diseño de bloques completamente al azar, cada parcela mide 5 x 5 m.

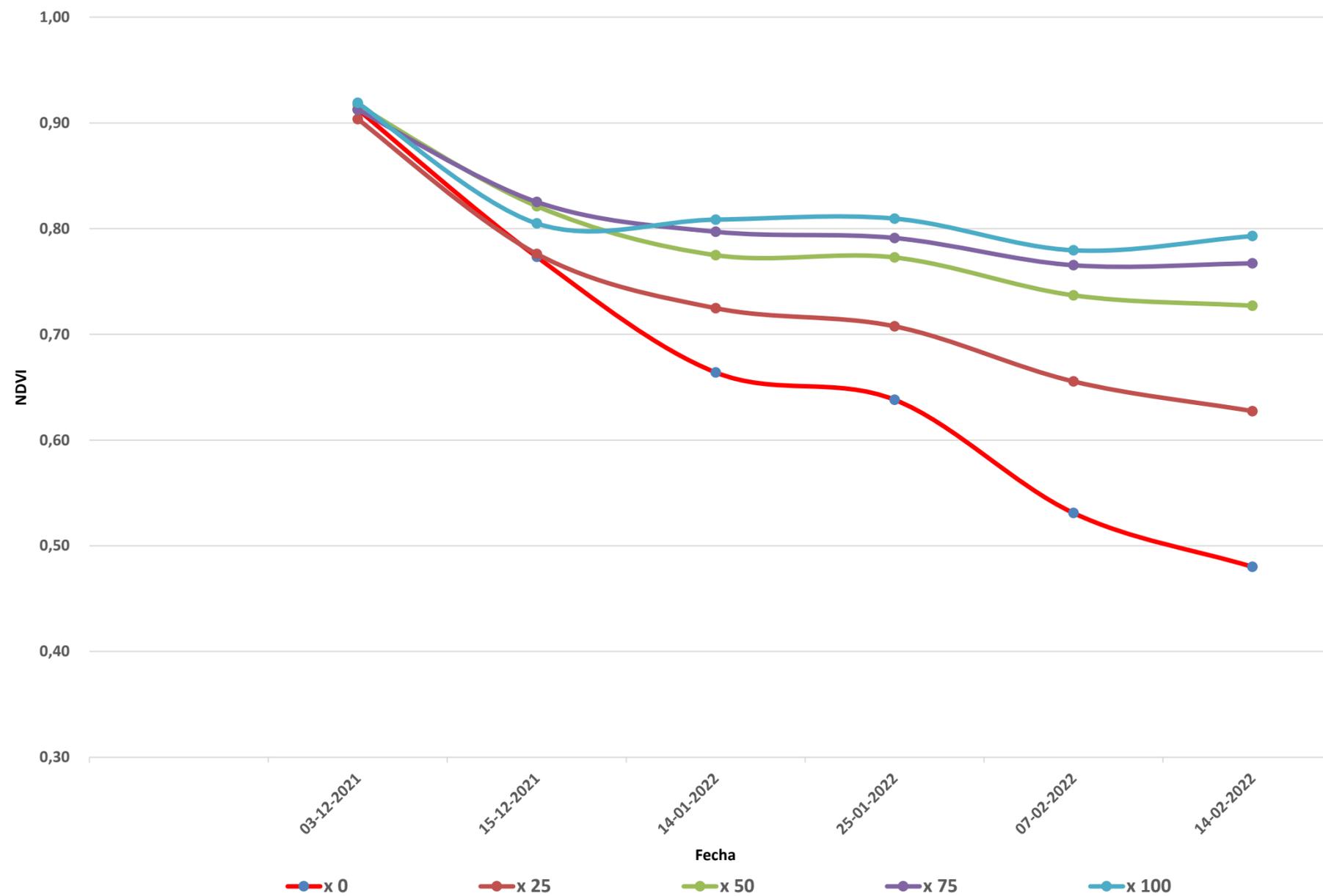


Evolución de NDVI para distintos tratamientos y fechas



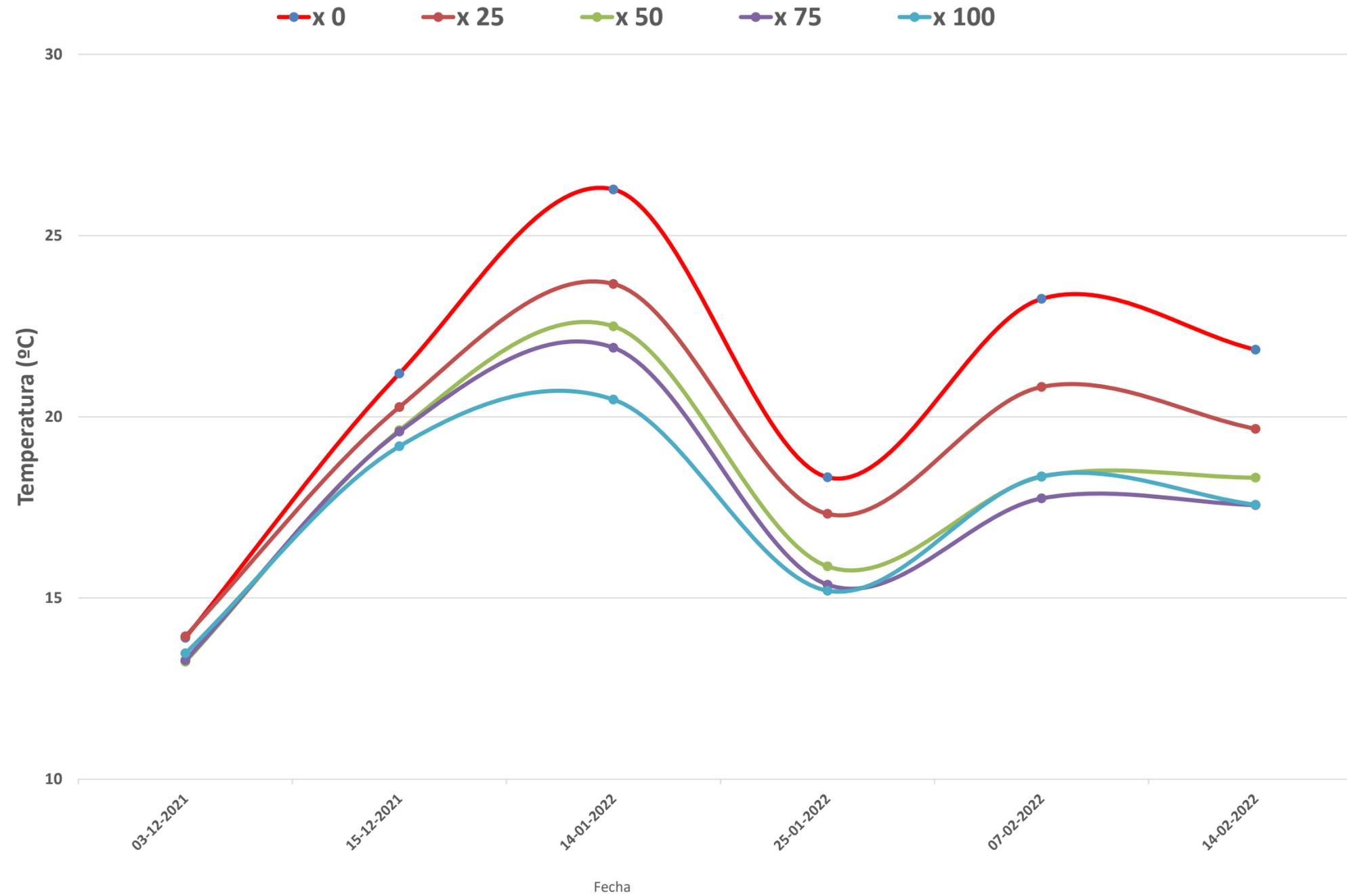
NDVI promedio para tratamiento y fecha de vuelo.

Temporada 21-22

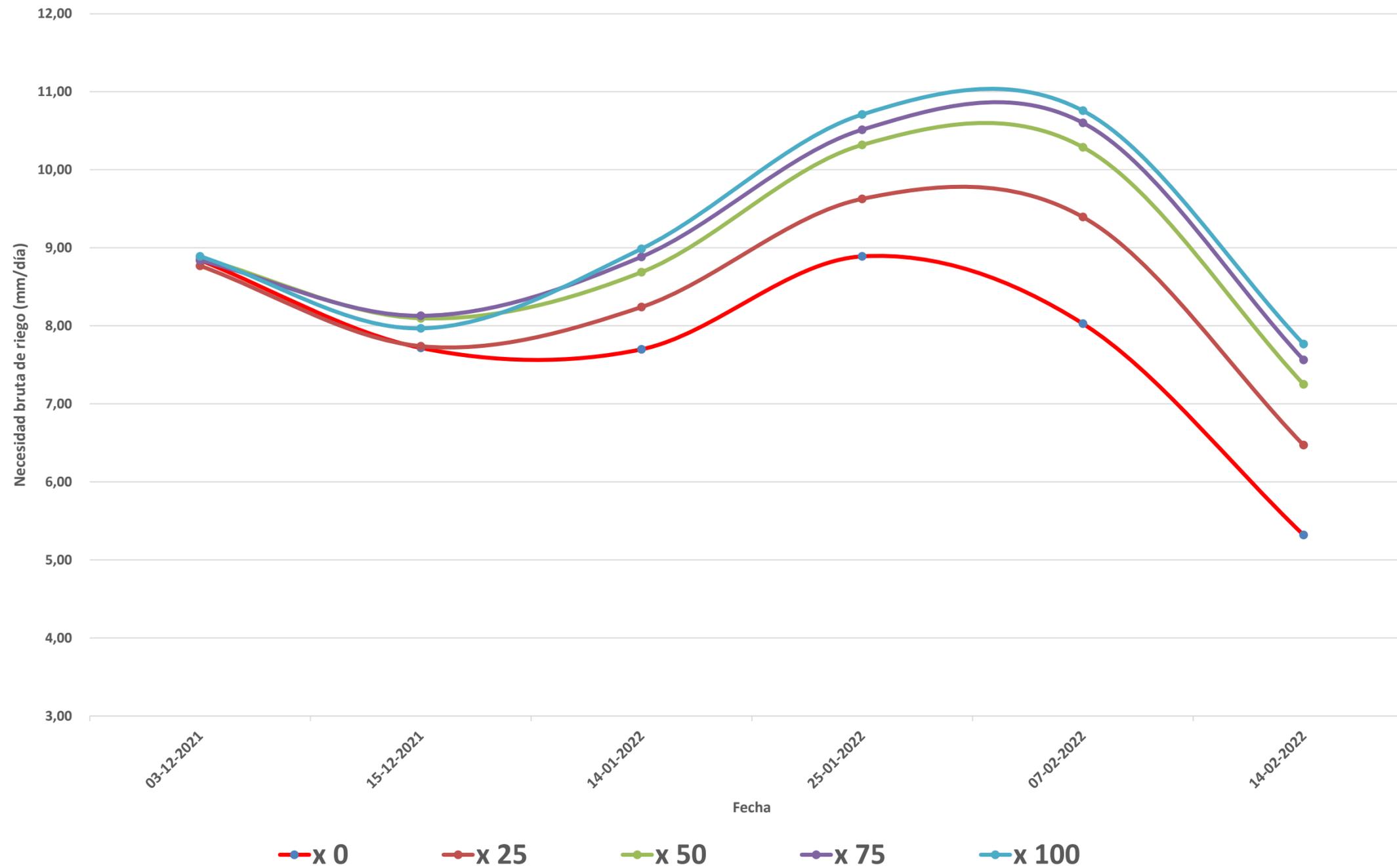


Temperatura promedio de cobertura de pradera, por tratamiento y fecha de vuelo.

Temporada 21-22



Necesidad bruta de riego (mm/día) por tratamiento y fecha de vuelo



Experiencia de uso de drones en el manejo del riego para praderas



Pix4Dfields

Proyecto sin nombre 1

- CAPAS
- Índice
- Zonificación
- Límites
- Zonificación
- NDVI
- Ortomosaico
- Modelo de superficie



ZONIFICACIÓN

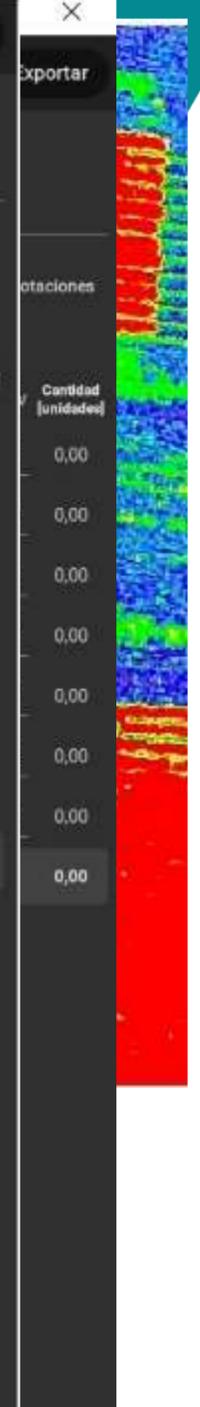
Zonificación

Creada a partir de la capa NDVI

Zonificación

PRESCRIPCIÓN

Valor promedio	Área [ha]	Tarifa [unidades/ha]	Cantidad [unidades]
0,06	0,47	0,00	0,00
0,21	11,39	0,00	0,00
0,33	12,92	0,00	0,00
0,43	10,77	0,00	0,00
0,55	8,83	0,00	0,00
0,67	4,30	0,00	0,00
0,82	8,46	0,00	0,00
Total	57,16		0,00



Resumen

- En el uso de teledetección como apoyo al riego, se debe propender a un uso conjunto entre drones y satélites.
- Es importante la combinación de datos de sensores de humedad en el suelo, lo que permitiría a los productores lograr una mejor comprensión de la humedad del suelo e identificar zonas que necesitan más o menos agua y ajustar el riego en consecuencia para mantener condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas.
- El uso imágenes satelitales y de drones para el monitoreo hídrico de cultivos, permite ocupar técnicas y herramientas para mejorar la toma de decisiones, hacerlas más eficientes, certeras y documentadas.
- Esta tecnología está para ayudar a productores, profesionales, asesores, pero no para reemplazarlos, por lo que se deben mantener las visitas a campo.





¡Muchas gracias!