

MAPEO DE PLANTAS EXÓTICAS INVASORAS A TRAVÉS DE IMÁGENES DE DRONES EN LA PATAGONIA CHILENA

- **Objetivo:** cuantificación de la invasión espacial de plantas invasoras en torno a la progresión del frente agrícola en el valle de Bahía Exploradores



Plantas exóticas invasoras: ¿culpables o inocentes?



- *Lupinus arboreous* (Sin Nombre – Patagonia, Chile)

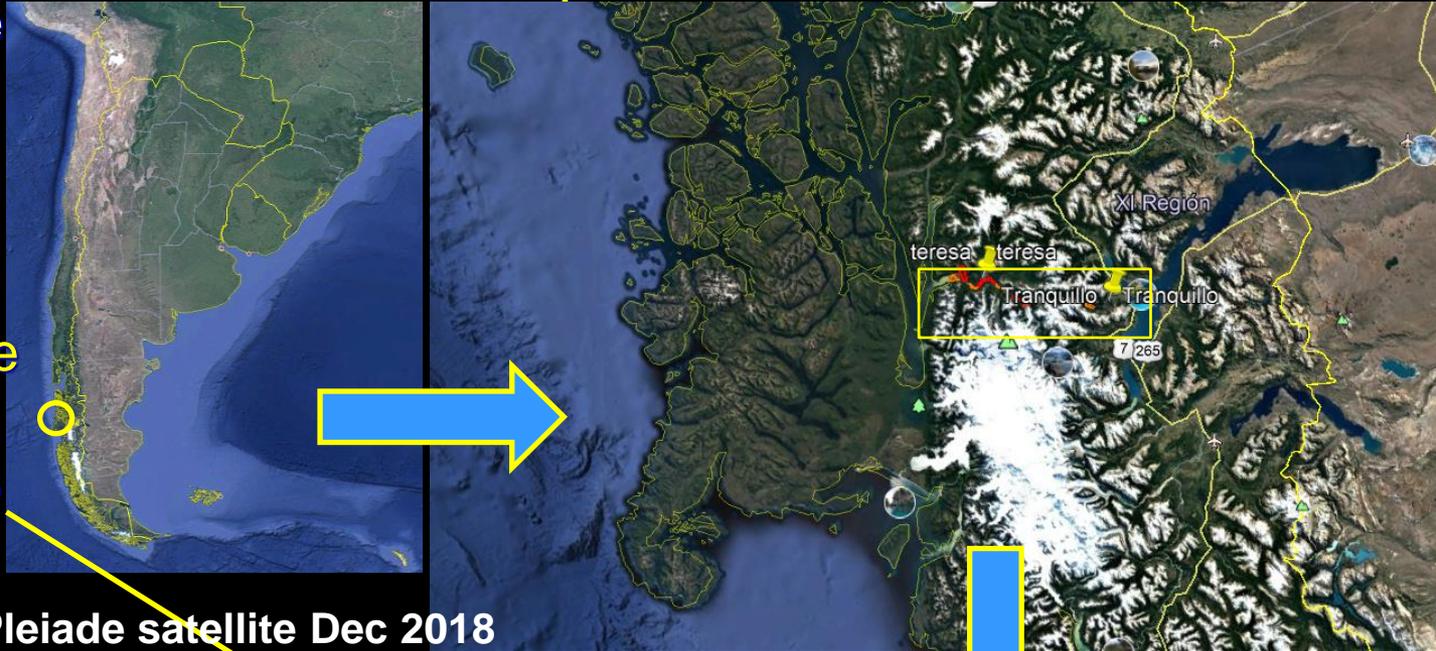
Plantas exóticas invasoras: ¿culpables o inocentes



- *Rosa rubiginosa* L. (Puerto Tranquilo – Patagonia, Chile)

Lugar del trabajo de campo – OHMi Baia Exploradores

- Lugares prioritarios para la cartografía de alta resolución espacial
- Frente pionero de la agricultura (acompañado de su cortejo de plantas exóticas invasoras - PEI)



Áreas de interés para los vuelos de drones



Tabla de datos espaciales compartidos para estudios actuales y futuros :

Satellite Multispectral 4 canales (R,G,B,PIR)

- *Image satellite Pleiade 5 de diciembre 2018 (Transect Santa Clara-Puerto Tranquilo) (0,65m/pixel)*  
- *Image satellite Pleiade 5 de diciembre 2018 (Transect Maldonado-Teresa) (0,65m/pixel)* 

Drone eBee - Multispectral 4 canales (12 cm/pixels) y RGB (3cm/pixel)

- Santa Clara (Enero de 2019 , Noviembre de 2019 )
- Sin Nombre (Enero de 2019  , Noviembre de 2019  )
- Lago Tranquilo (Enero de 2019  , Noviembre de 2019 )
- Norte Puerto Tranquilo - Lago Carrera (Enero de 2019  , Noviembre de 2019  )
- Teresa (Noviembre de 2017 , Enero de 2019 )
- Embarcadero (Noviembre de 2017 )
- Estación científica Maldonado (Noviembre de 2017 , Enero de 2019 )



Datos utilizados en esta presentación

Calidad de los datos: Muy bueno  Bueno  Aceptable, a veces degradado 

PLANTAS EXÓTICAS INVASORAS : 4 zonas “zoom” de drones en el área de Puerto Tranquilo



● Santa Clara

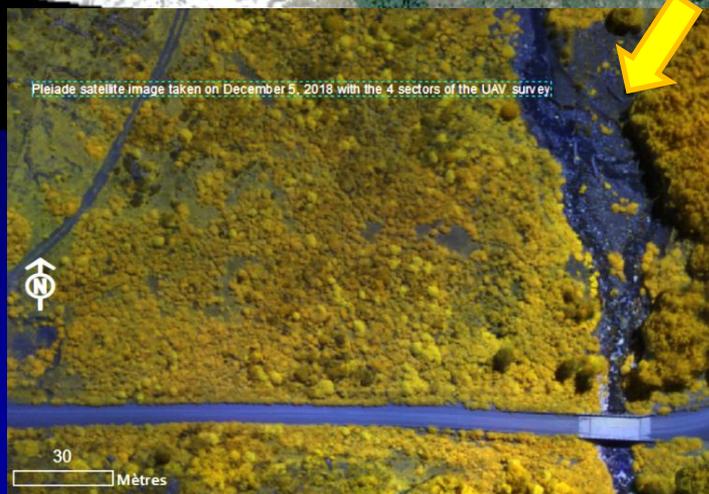
2 kms

● Lago Carrera

● Lago Tranquilo

● Sin Nombre

Puerto Tranquilo



Pleiade satellite image taken on December 5, 2018 with the 4 sectors of the UAV survey.

Image satellite Pleiade 5 de diciembre 2018

← Ejemplo de imagen de un dron multiespectral de 4 canales (G,R,Re,IR - 12 cm/píxel). *Sin Nombre*

Metodología para la detección plantas exóticas invasoras (PEI)

LAGO TRANQUILO

LAGO CARRERA

Datos de aprendizaje y validación de los datos de campo (con GPS Nov 2019)

G-R-NIR-RE-NDVI-DVI-RVI-TSAVI-MTVI 2



Clasificación supervisada: Random Forest, con multi-canales...



Lupinus arboreus
Rosa rubiginosa

F-Score : 77% Rosa rubiginosa L. y 81% Lupinus arboreus

Tipo de vegetación a detectar con el uso de neocanales

Uso de una combinación de ecuaciones para mejorar la detectabilidad de un tipo de planta → Lupinus y Rosas? ...

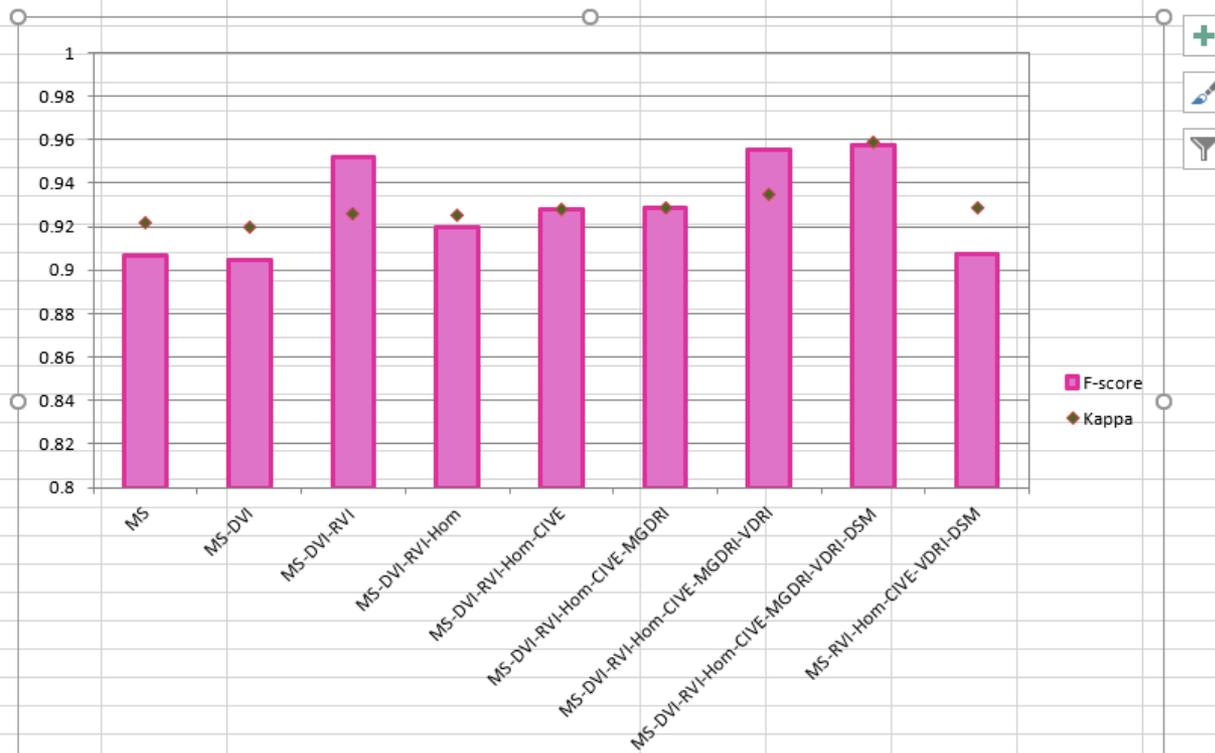
| Description | Index | Formula | Related traits | References |
|--|-------|---|--|-------------------------------|
| Brightness Index | BI | $\sqrt{(R^2+G^2+B^2)/3}$ | Vegetation coverage, water content | Richardson and Wiegand (1977) |
| Soil Color Index | SCI | $(R-G)/(R+G)$ | Soil color | Mathieu et al. (1998) |
| Green Leaf Index | GLI | $(2*G-R-B)/(2*G+R+B)$ | Chlorophyll | Louhaichi et al. (2001) |
| Primary Colors Hue Index | HI | $(2*R-G-B)/(G-B)$ | Soil color | Escadafal et al. (1994) |
| Normalized Green Red Difference Index | NGRDI | $(G-R)/(G+R)$ | Chlorophyll, biomass, water content | Tucker (1979) |
| Spectral Slope Saturation Index | SI | $(R-B)/(R+B)$ | Soil color | Escadafal et al. (1994) |
| Visible Atmospherically Resistant Index | VARI | $(G-R)/(G+R-B)$ | Canopy, biomass, chlorophyll | Gitelson et al. (2002) |
| Overall Hue Index [#] | HUE | $\text{atan}(2*(B-G-R)/30.5*(G-R))$ | Soil color | Escadafal et al. (1994) |
| Blue Green Pigment Index | BGI | B/G | Chlorophyll, LAI | Zarco-Tejada et al. (2005) |
| Plant Senescence Reflectance Index | PSRI | $(R-G)/(RE)$ | Chlorophyll, nitrogen, maturity | Merzlyak et al. (1999) |
| Normalized Difference Vegetation Index | NDVI | $(NIR-R)/(NIR+R)$ | Chlorophyll, LAI, biomass, yield | Rouse et al. (1974) |
| Green Normalized Difference Vegetation Index | GNDVI | $(NIR-G)/(NIR+G)$ | Chlorophyll, LAI, nitrogen, protein content, water content | Gitelson et al. (1996) |
| Ratio Vegetation Index | RVI | NIR/R | Biomass, water content, nitrogen | Pearson and Miller (1972) |
| Normalized Difference Red Edge Index | NDRE | $(NIR-RE)/(NIR+RE)$ | Chlorophyll | Gitelson and Merzlyak (1994) |
| Triangular vegetation index | TVI | $0.5*(120*(NIR - G) - 200*(R - G))$ | Green LAI, chlorophyll, canopy | Broge and Leblanc (2000) |
| Chlorophyll vegetation index | CVI | $(NIR*R)/(G^2)$ | Chlorophyll | Vincini et al. (2008) |
| Enhanced vegetation index | EVI | $2.5*(NIR - R)/(NIR + 6*R - 7.5*B + 1)$ | Chlorophyll, biomass, nitrogen | Huete et al. (2002) |
| Chlorophyll index – green | CIG | $(NIR/G) - 1$ | Chlorophyll | Gitelson et al. (2003) |
| Chlorophyll index – red edge | CIRE | $(NIR/RE) - 1$ | Chlorophyll | Gitelson et al. (2003) |
| Difference Vegetation Index | DVI | NIR-RE | Nitrogen, chlorophyll | Jordan (1969) |

[#] Index HUE was modified to capture better the soil color. Original equation: “ $\text{atan}(2*(R-G-B)/30.5*(G-B))$ ” (Escadafal et al., 1994)

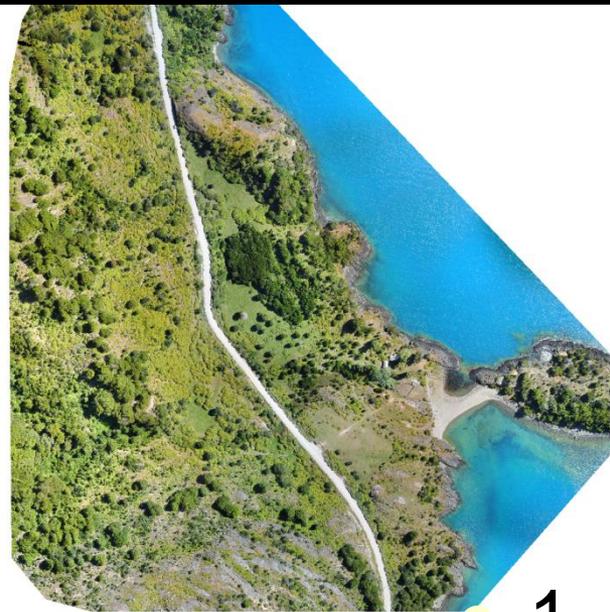
Buscar la mejor clasificación para las rosas (*Rosa rubiginosa*)

- Lago Tranquilo (Enero de 2019)

| | F-score | Kappa | OA |
|------------------------------------|----------|----------|----------|
| MS | 0.906929 | 0.922075 | 0.94192 |
| MS-DVI | 0.90441 | 0.91953 | 0.940014 |
| MS-DVI-RVI | 0.951813 | 0.925707 | 0.944602 |
| MS-DVI-RVI-Hom | 0.920042 | 0.925259 | 0.944277 |
| MS-DVI-RVI-Hom-CIVE | 0.927817 | 0.927834 | 0.946198 |
| MS-DVI-RVI-Hom-CIVE-MGDRI | 0.928525 | 0.928602 | 0.946779 |
| MS-DVI-RVI-Hom-CIVE-MGDRI-VDRI | 0.955475 | 0.934581 | 0.951222 |
| MS-DVI-RVI-Hom-CIVE-MGDRI-VDRI-DSM | 0.95745 | 0.958997 | 0.969478 |
| MS-RVI-Hom-CIVE-VDRI-DSM | 0.907649 | 0.928956 | 0.945372 |



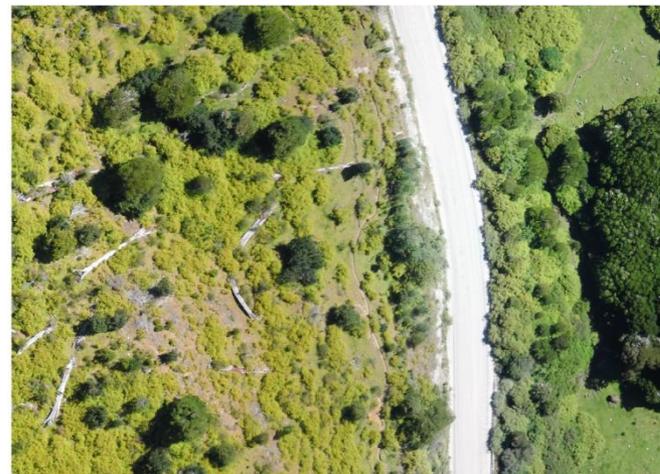
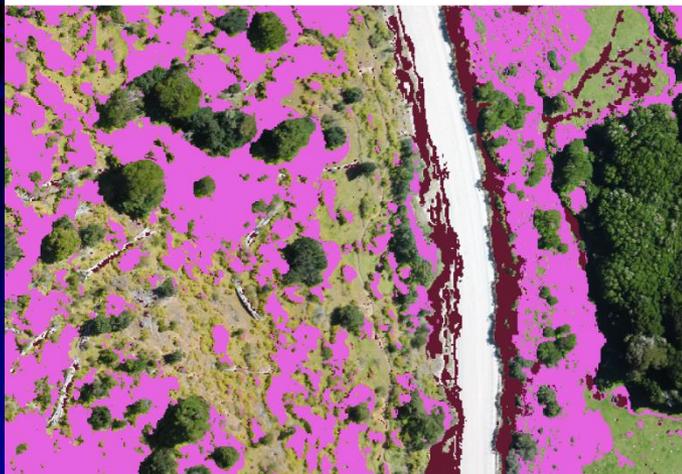
Primeros resultados en 2 sitios (Enero de 2019) :



Classification

-  *Lupinus arboreus*
-  *Rosa rubiginosa* L.

1. Lago Carrera

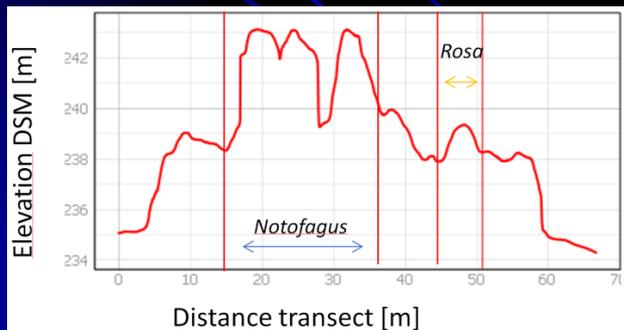


Eliminación mecánica de lupinus del borde de la carretera (Puerto Tranquilo - Lago Carrera)

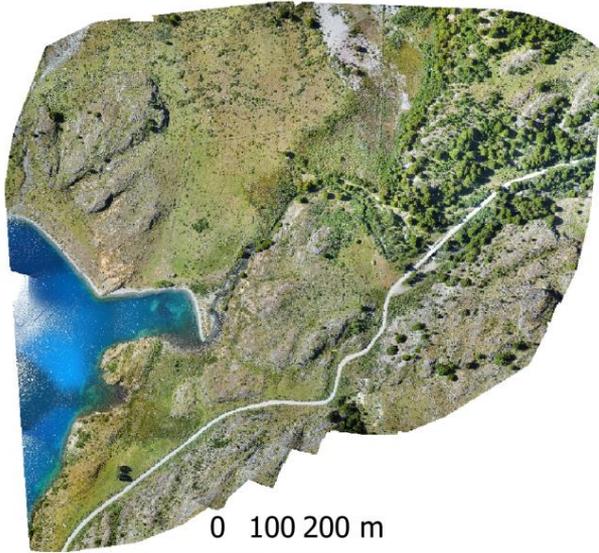


Detectabilidad de las rosas (noviembre de 2019)

- Impacto de la altura de la vegetación (Puerto Tranquilo)



Primeros resultados en 2 sitios (Enero de 2019):



0 100 200 m

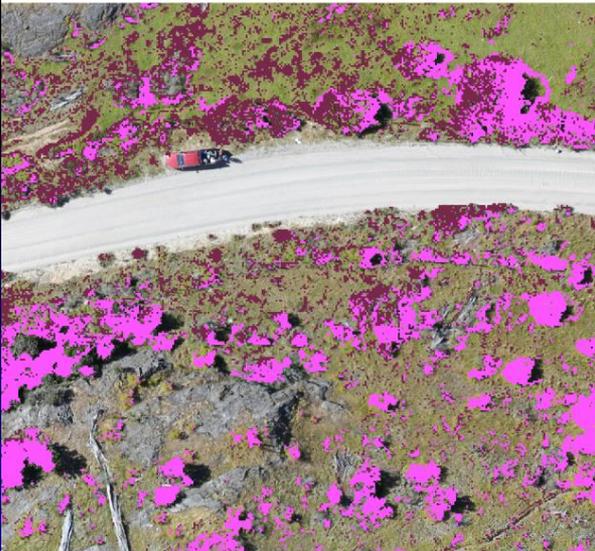


● 2. Lago Tranquilo

Classification Lago Tranquilo

■ Lupinus arboreus

■ Rosa rubiginosa L.

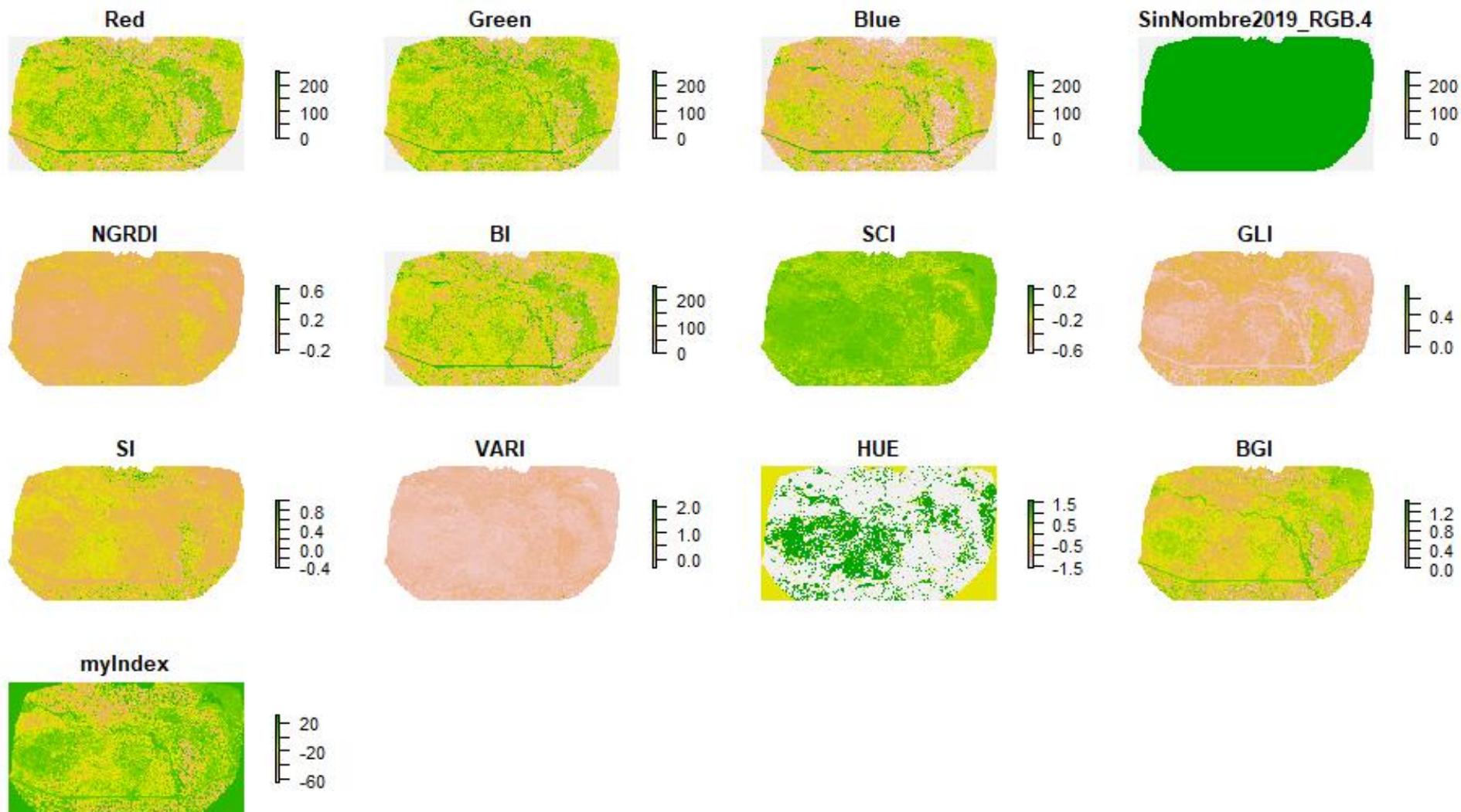


0 10 20 m

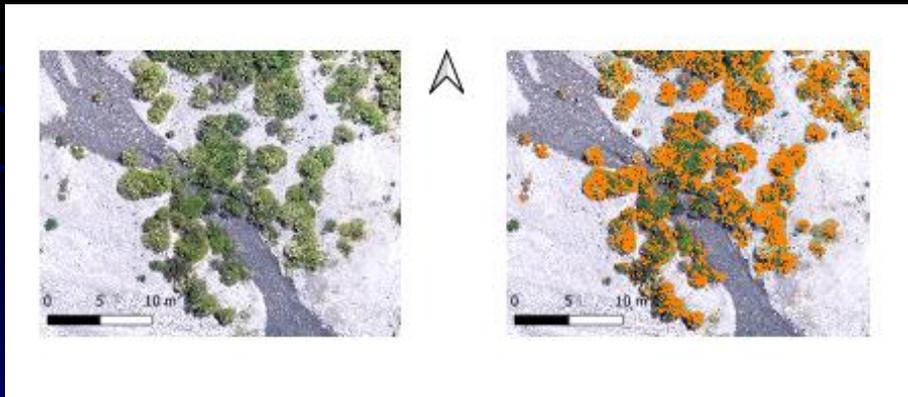
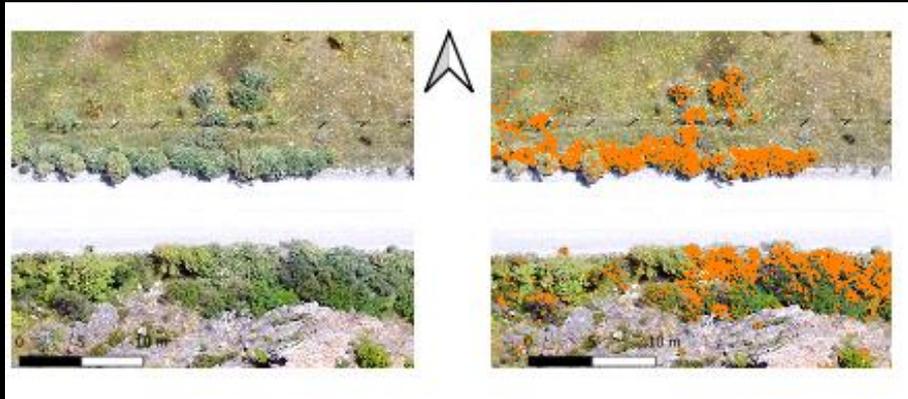


Análisis de los neocanales

- Sin Nombre (Enero de 2019)



Detectabilidad de los lupinus en enero de 2019 (Sin Nombre)



- De la superficie total de la imagen del dron (aprox. 60 ha) 4ha de lupinus en enero, al final de la temporada de crecimiento.
- Los lupinus son abundantes en el borde de la carretera, pero también en la pradera y en la orilla del agua.

| Metric | m ² |
|-----------------|----------------|
| Land cover | 45898.53 |
| Mean patch area | 0.075 |

Resultados

- La misión de noviembre de 2019 muestra una difícil detectabilidad de los lupinus fuera del periodo de floración (confusión de reflectancia con la hierba).
- La detectabilidad de las rosas es fácil
- Hay que tener en cuenta los datos de altitud (modelo digital de terreno) y homogeneidad para mejorar la calidad de los resultados

Perspectivas

- Vinculación con los estudios del suelo (espectrometría XRF)
- Necesidad de realizar nuevas imágenes con drones en 2 - 3 años (dinámica de invasión de plantas invasoras) : Lago Carrera y Sin Nombre. ¿Enero de 2023 O 2024 ?
- Establecer el vínculo espacial entre la dinámica de la invasión de **plantas exóticas invasoras** y la creciente antropización en la Patagonia (frente agrícola, construcción y uso de vías de comunicación, políticas públicas de mantenimiento de caminos, advenimiento creciente del turismo desde Puerto Tranquilo, etc.).
- Estación científica Maldonado: sólo una imagen con dron de buena calidad por el momento (enero de 2019). Se necesita una nueva imagen para evaluar la progresión del componente arbóreo en el pantano.

Agradecimientos



Jorge Qüense

PhD Geografía

Dinámicas territoriales,
ambientales y
herencias



Eric Maire

Laboratorio GEODE

Dinámicas de la
biodiversidad y
perturbaciones



Hugues Barcet

Ingeniero, GEODE



Nicolas de Munnik

Ingeniero, GEODE



Magali Philippe

Laboratoire GEODE
AI CNRS



Claire Marais-Sicre

Ingeniera, CESBIO