Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza
Universidad de Chile

Laboratorio de Geomática y Ecología del Paisaje

LAND COVER
Nuevas tendencias en evaluación y monitoreo

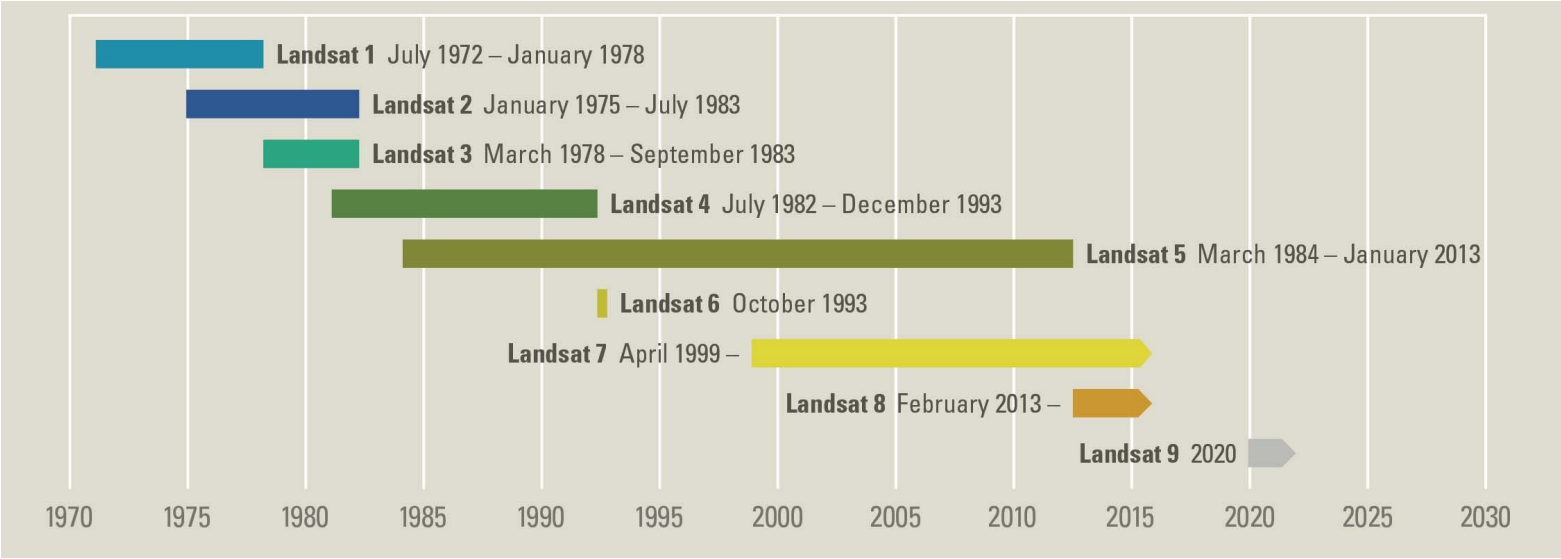
Jaime Hernández P. – jhernand@uchile.cl

BIG DATA

BIG DATA es un término que se usa para referirse a conjuntos de datos que son demasiado grandes o complejos para que se puedan manejar con software de escritorio tradicionales o desde un computador personal.

Datos satelitales altamente frecuentes de media-alta resolución espacial

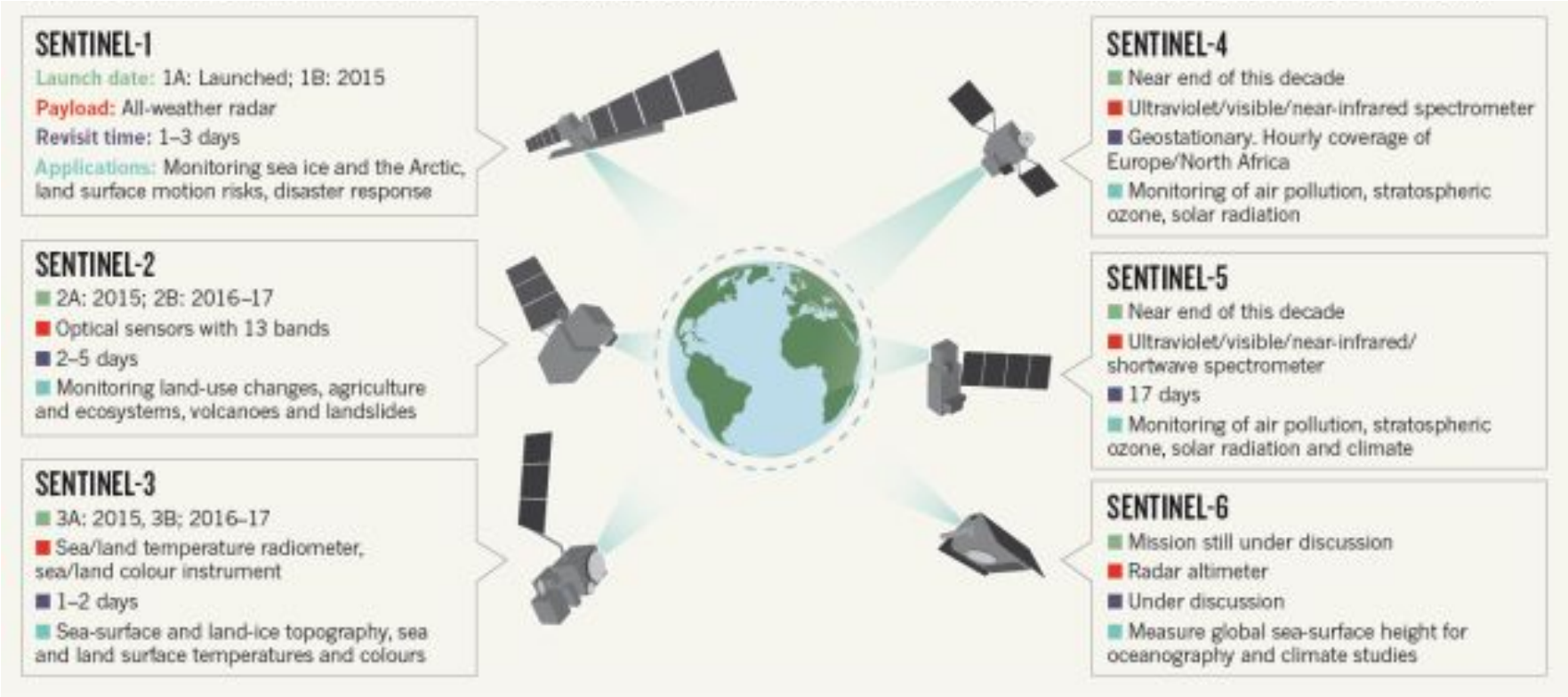
Programa Landsat (NASA-USGS)



Bandas	longitud de onda (micrómetros)	Resolución (metros)
Banda 1 - Aerosol costero	0.43 - 0.45	30
Banda 2 - Azul	0.45 - 0.51	30
Banda 3 - Verde	0.53 - 0.59	30
Banda 4 - Rojo	0.64 - 0.67	30
Banda5 – Infrarrojo cercano (NIR)	0.85 - 0.88	30
Banda 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30
Banda 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30
Banda 8 - Pancromático	0.50 - 0.68	15
Banda 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30
*Banda 10 – Infrarrojo térmico (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100
*Banda 11 - Infrarrojo térmico (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100

Landsat 8 (16 días)

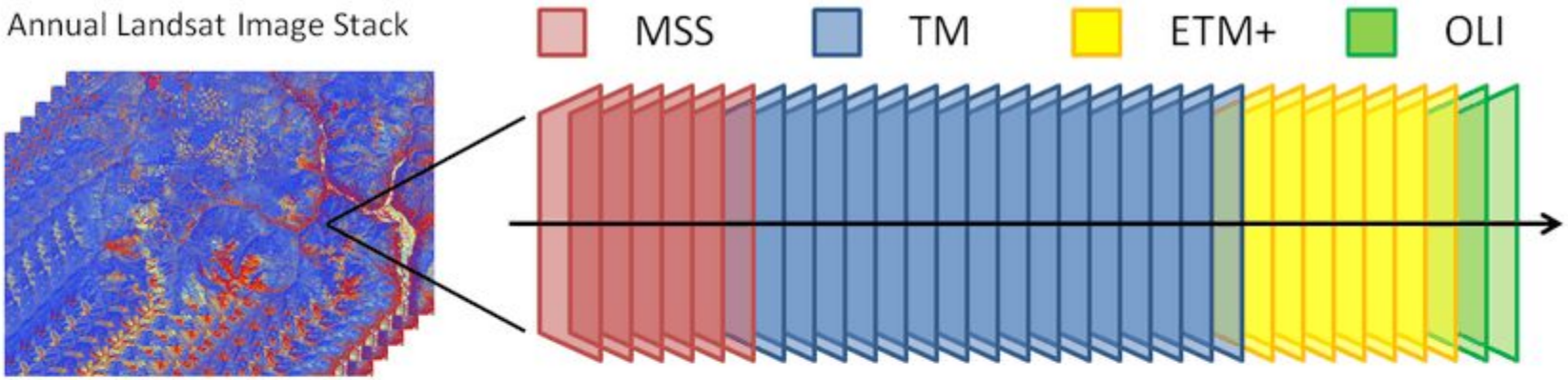
Programa Copernicus SENTINEL (ESA)

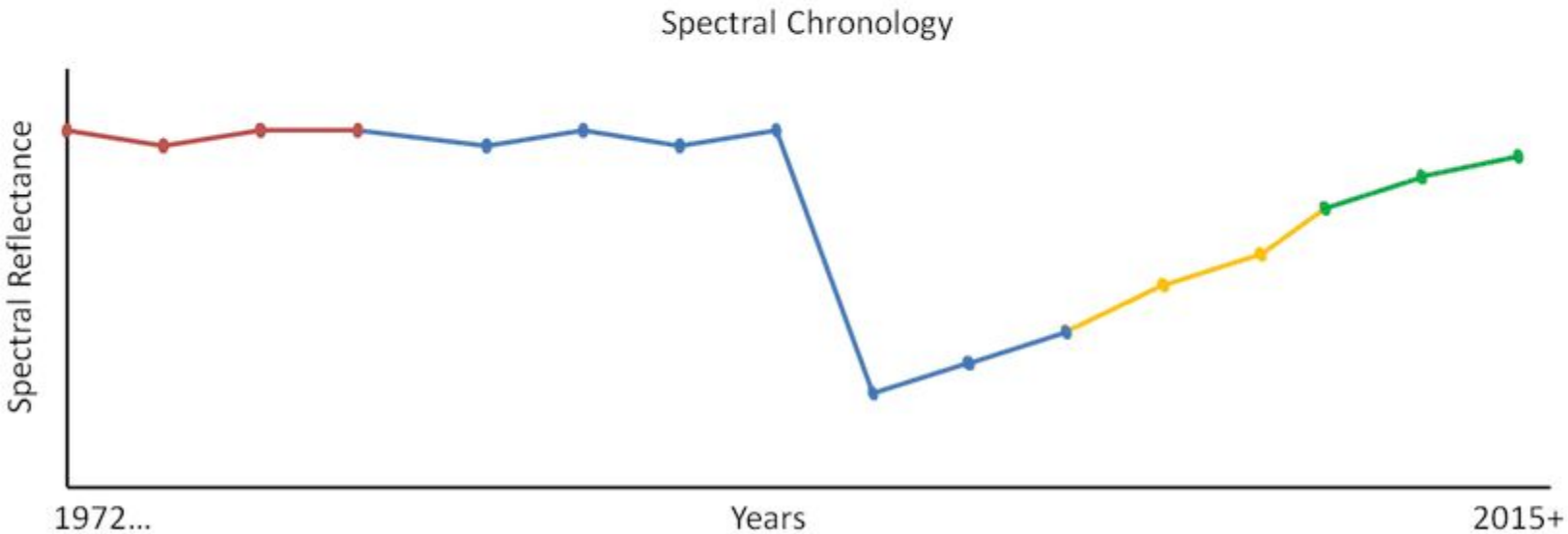


Banda	Long onda (µm)	Resol. (m)
B1 – Coastal aerosol	0.443	60
B2 – Blue	0.490	10
B3 – Green	0.560	10
B4 – Red	0.665	10
B5 – Vegetation Red Edge	0.705	20
B6 – Vegetation Red Edge	0.740	20
B7 – Vegetation Red Edge	0.783	20
B8 – NIR	0.842	10
B8A – Vegetation Red Edge	0.865	20
B9 – Water Vapour	0.945	60
B10 – SWIR – Cirrus	1.375	60
B11 – SWIR	1.610	20
B12 – SWIR	2.190	20

Sentinel-2 (5 días)

Series de Tiempo de Imágenes Satelitales





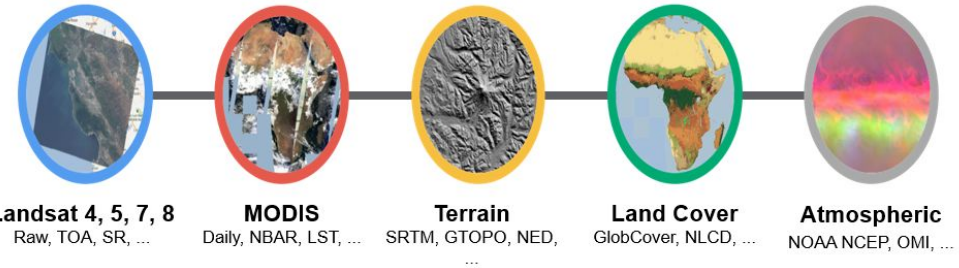
http://jdbcode.github.io/LandsatLinkr/guide.html

Plataformas de análisis

- Google Earth Engine
- OpenDataCube
- R-Project con HPC
- Otras

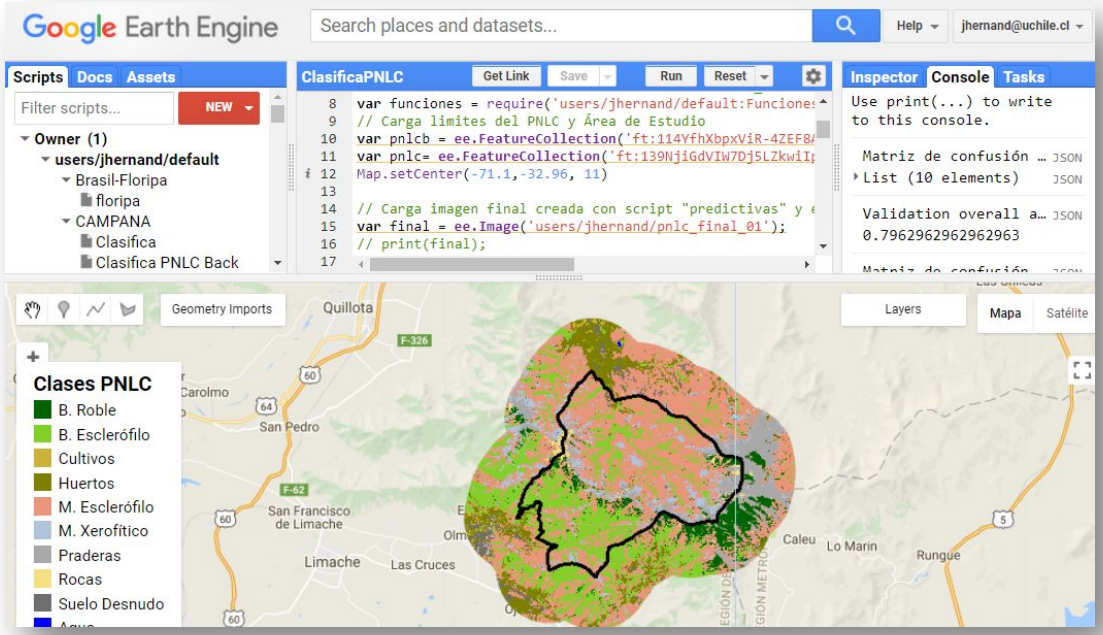
GEE soluciona tres restricciones importantes:

1. Acceso a los datos → Catalogo on-line



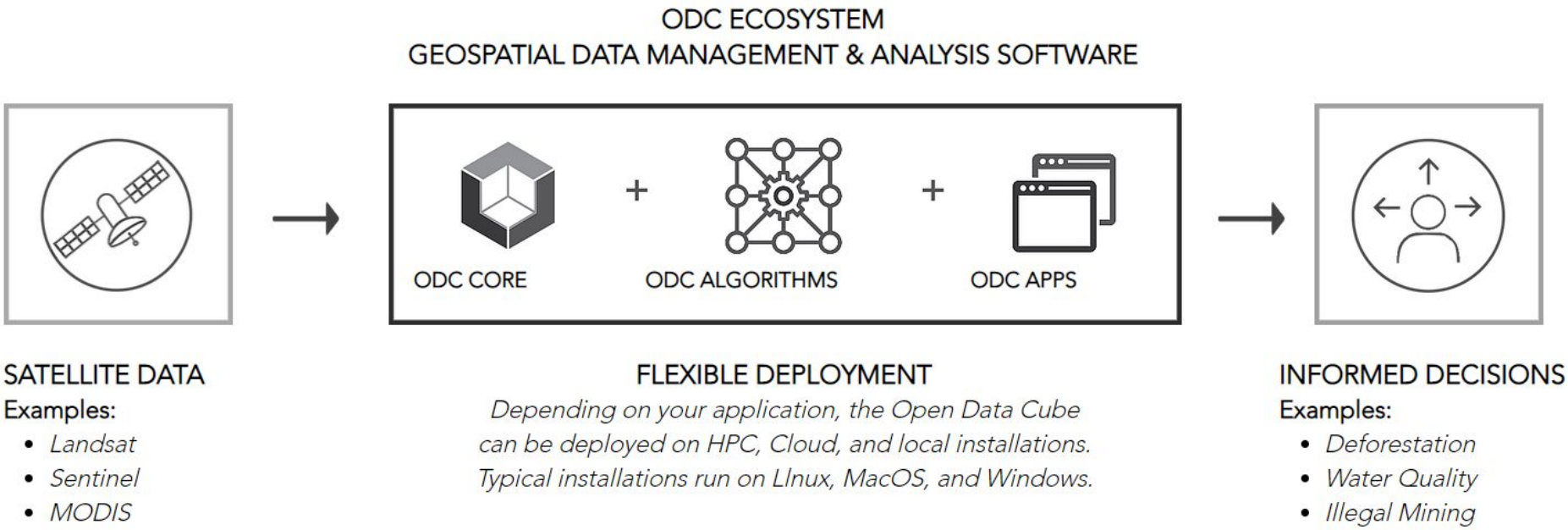
2. Procesamiento → HPC

3. Software: API y GUI



https://www.opendatacube.org

Plataforma de análisis y gestión de datos geoespaciales de código abierto y de uso libre.

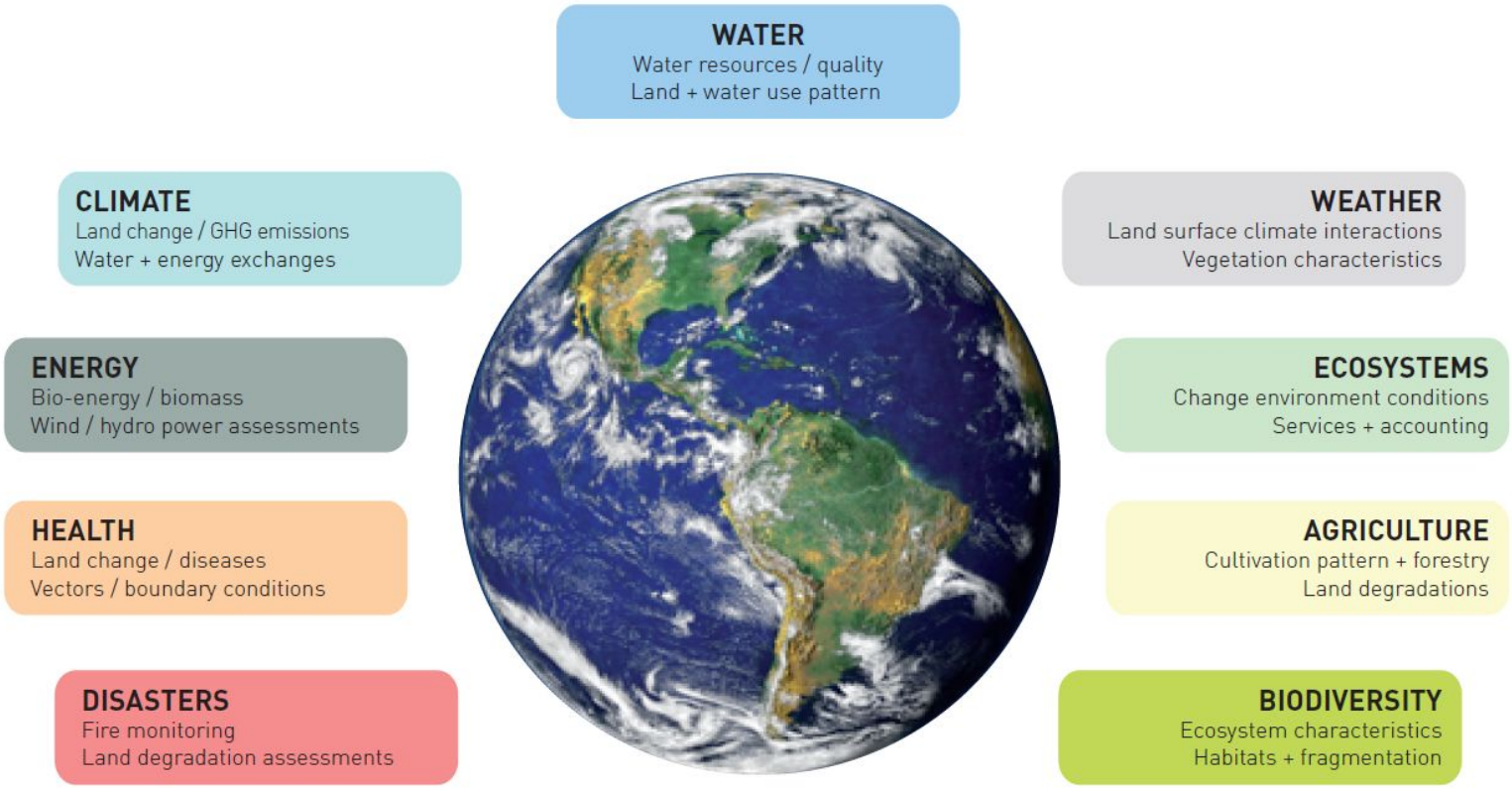


R-Project/ Phyton/JavaScript + High Performance Computing

https://www.glennklockwood.com/data-intensive/r/on-hpc.html

Land cover

Land cover se define como la cobertura **biológica** o **física** observada sobre la superficie de la tierra. Es una variable fundamental para un conjunto grande de aplicaciones:



(FAO, 2016)

Aplicaciones

(selección)

Land Cover Chile 2014

- Producto cartográfico de LC de Chile continental para el año 2014 derivada de una colaboración financiada por *UC Berkeley-Chile Seed Funds* y el *Meteorological Public Benefit project of China.*
- Colaboración internacional:

  China: Tsinghua University

  USA: UC Berkeley

  Chile: Universidad de Chile
- Detalles metodológicos:

ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Remote Sensing of Environment

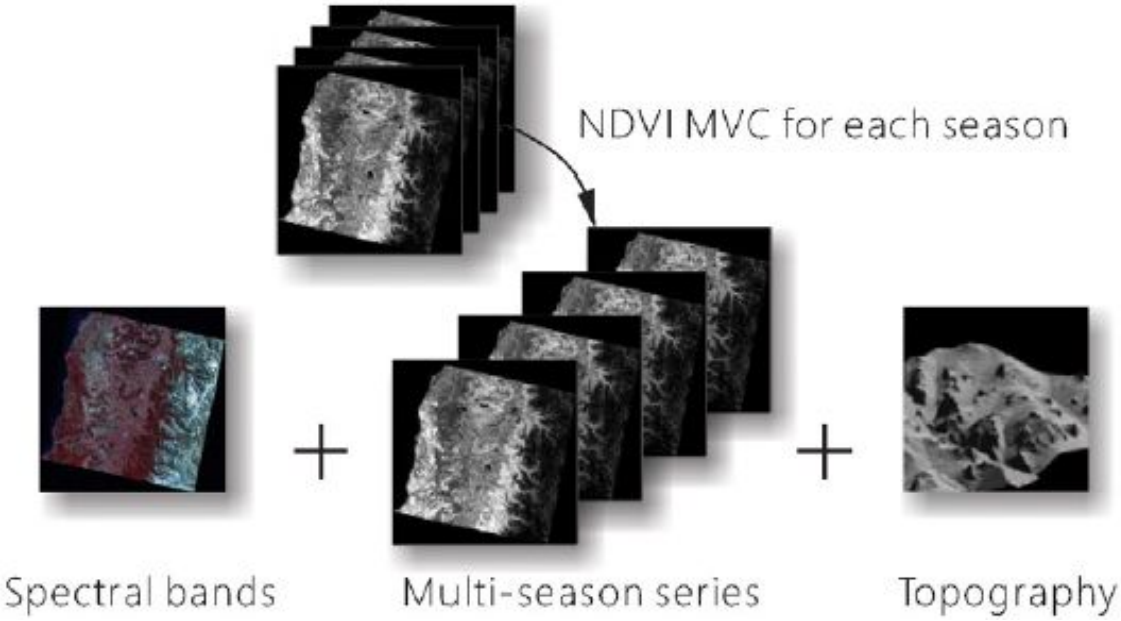
journal homepage: www.elsevier.com/locate/rse

Detailed dynamic land cover mapping of Chile: Accuracy improvement by integrating multi-temporal data

Yuanyuan Zhao [a], Duole Feng [a], Le Yu [a], Xiaoyi Wang [b,c], Yanlei Chen [c], Yuqi Bai [a], H. Jaime Hernández [d],

DATA SET

- 1605 escenas de Landsat-8 OLI de 2013 y 2014.
- Calibración radiométrica y corrección atmosférica.
- Datos auxiliares:
  - Series de tiempo de EVI de MODIS (16-day composite)
  - Imágenes Google Earth
  - Topografía (SRTM)

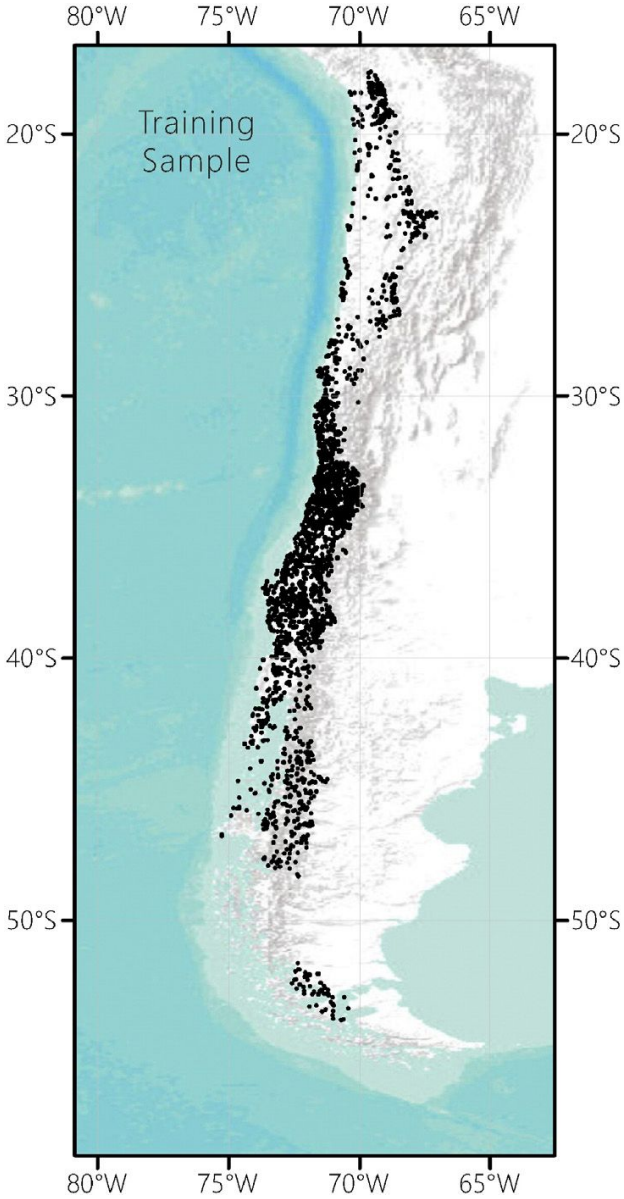


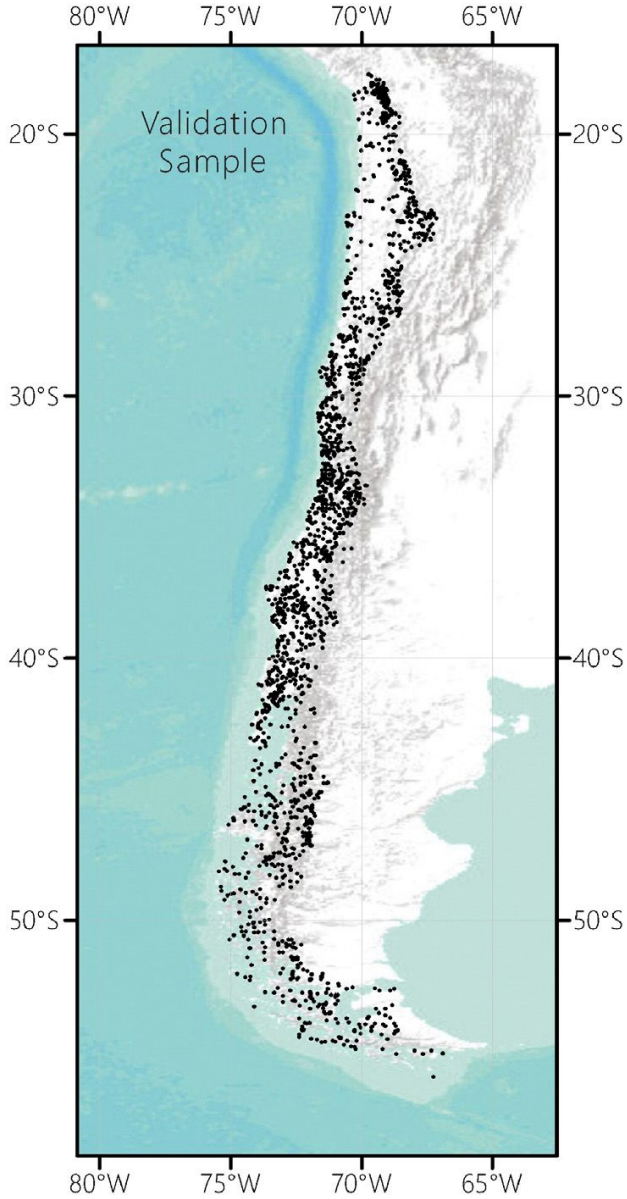
Esquema de clasificación

Nivel 1	Nivel 2
100 Cultivos	110 Arrozales
	120 Invernaderos
	130 Otros Cultivos
	140 Huertos
	150 Barbechos
200 Bosques	210 Nativo de Hoja Ancha
	220 Nativo de Coníferas
	230 Mixtos
	240 Plantaciones de Hoja Ancha
	250 Plantaciones de Coníferas
300 Pastizales	310 Praderas
	320 Otros Pastizales
	330 Pastizales Áridos
400 Matorrales	410 Matorrales
	420 Matorrales Arborescentes
	430 Suculentas
	440 Plantación de Matorrales
	450 Otros Matorrales Áridos

Nivel 1	Nivel 2
500 Humedales	510 Marismas
	520 Pantanos
	530 Otros Humedales
600 Cuerpos de Agua	610 Lagos
	620 Reservorios
	630 Ríos
	640 Océano
800 Superficies Impermeables	
900 Tierras desnudas	910 Salares
	920 Suelos arenosos
	930 Suelos rocosos
1000 Hielo y Nieves	1010 Nieve
	1020 Hielo
1200 Nubes	1200 Nubes

gep
Laboratorio de Geomática
y Ecología del Paisaje

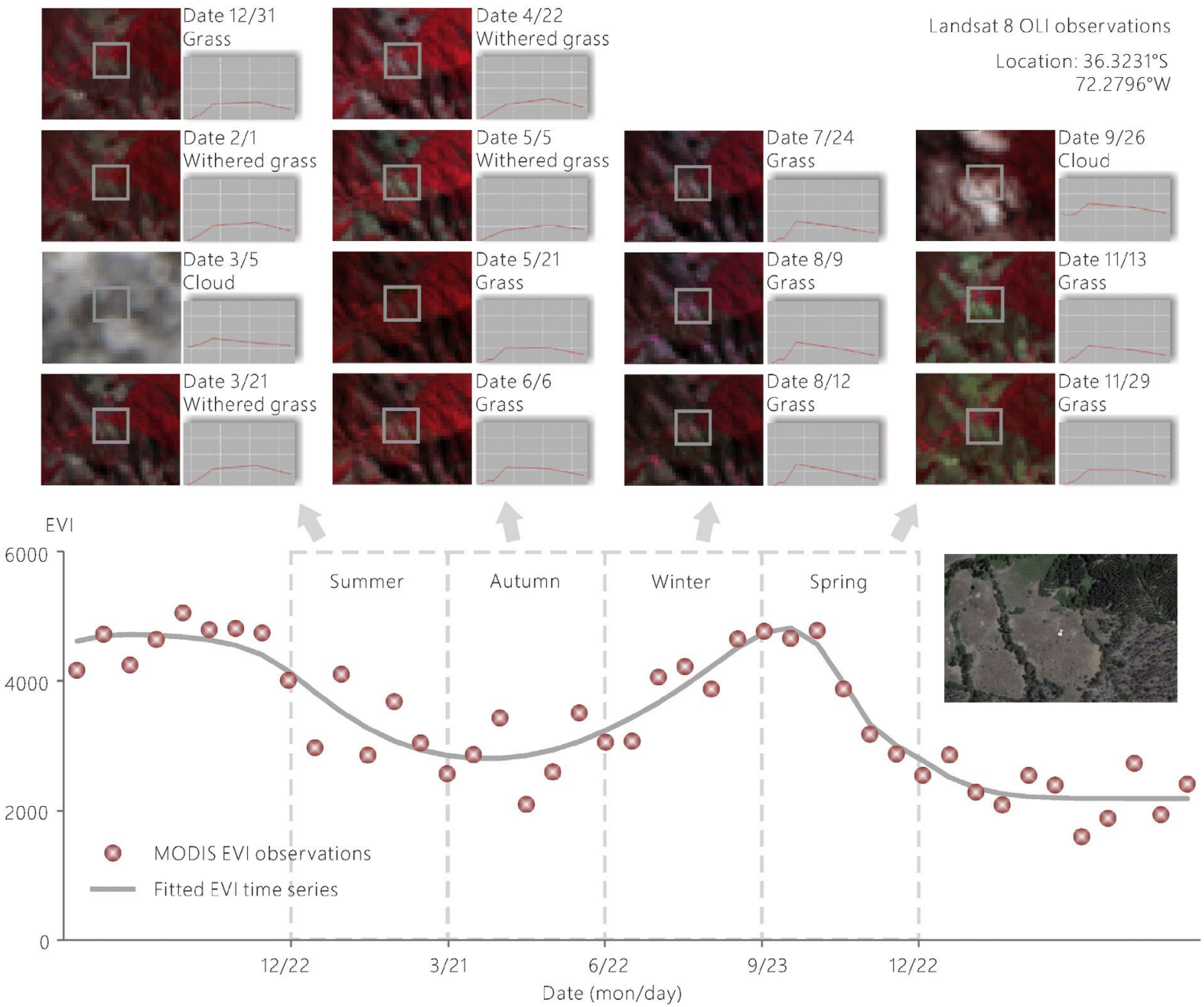




~ 3000 puntos

~ 1000 puntos

2 meses de trabajo en terreno – 6 meses en gabinete


Landsat 8 OLI observations
Location: 36.3231°S
72.2796°W
Date 12/31
Grass
Date 4/22
Withered grass
Date 2/1
Withered grass
Date 5/5
Withered grass
Date 7/24
Grass
Date 9/26
Cloud
Date 3/5
Cloud
Date 5/21
Grass
Date 8/9
Grass
Date 11/13
Grass
Date 3/21
Withered grass
Date 6/6
Grass
Date 8/12
Grass
Date 11/29
Grass
EVI
6000
4000
2000
0
Summer
Autumn
Winter
Spring
MODIS EVI observations
Fitted EVI time series
12/22
3/21
6/22
9/23
12/22
Date (mon/day)

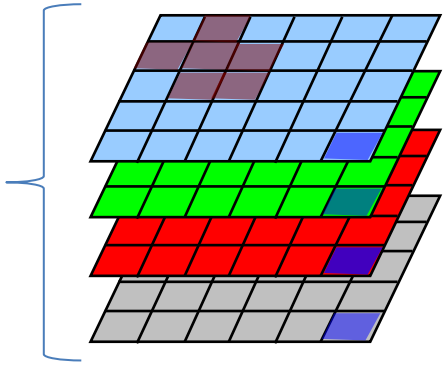
Método (resumido)

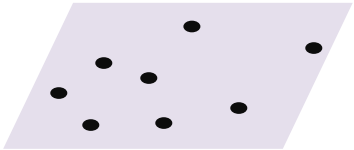
Datos satelitales
(corregidos y calibrados)

- Bandas espectrales
- NDVI y su variación estacional (MVC)
- NDWI

Muestras (Train, Test)

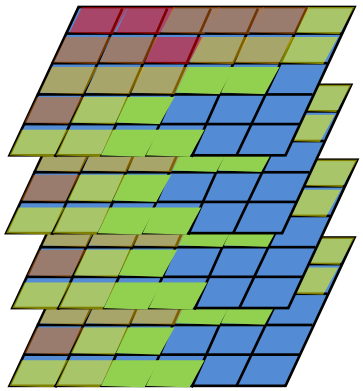
- Interpretación
  - MODIS-EVI
  - Landsat
  - Google Earth
- Terreno





Random Forest

LC estacionales



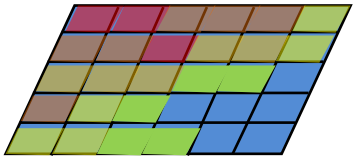
Verano

Otoño

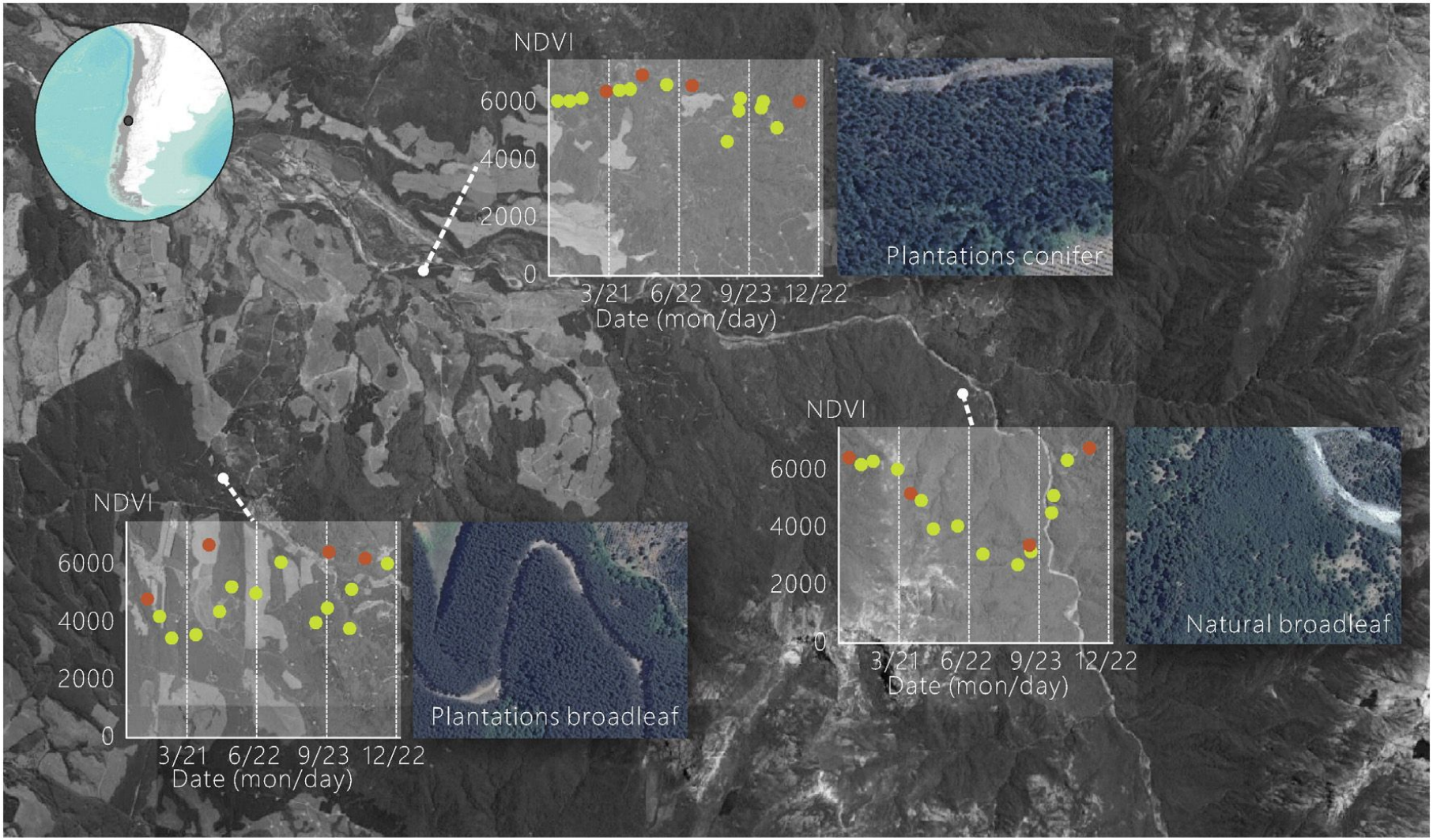
Invierno

Primavera

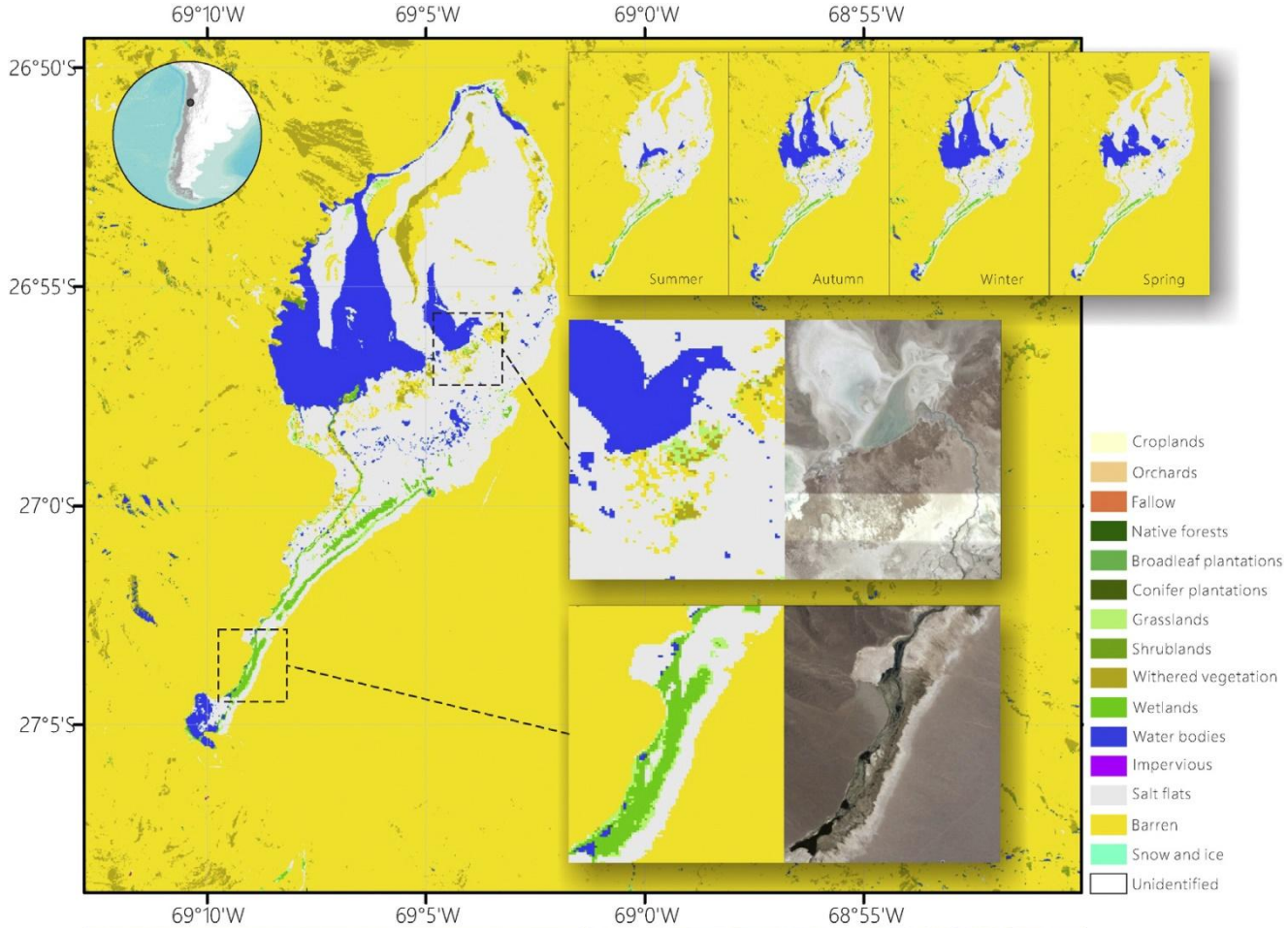
Mayoría (pixel)
Reglas de decisión
ej.: barbechos



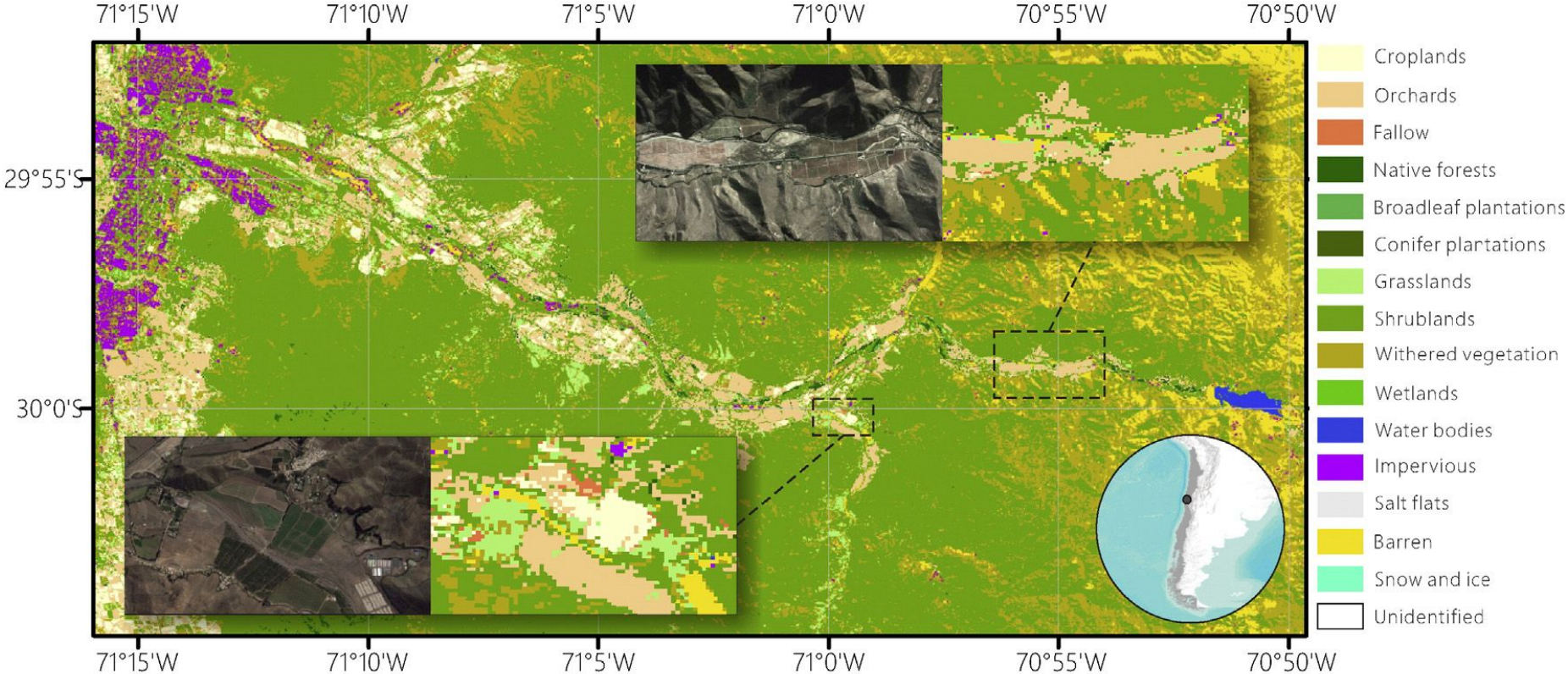
ILCC (integrada)



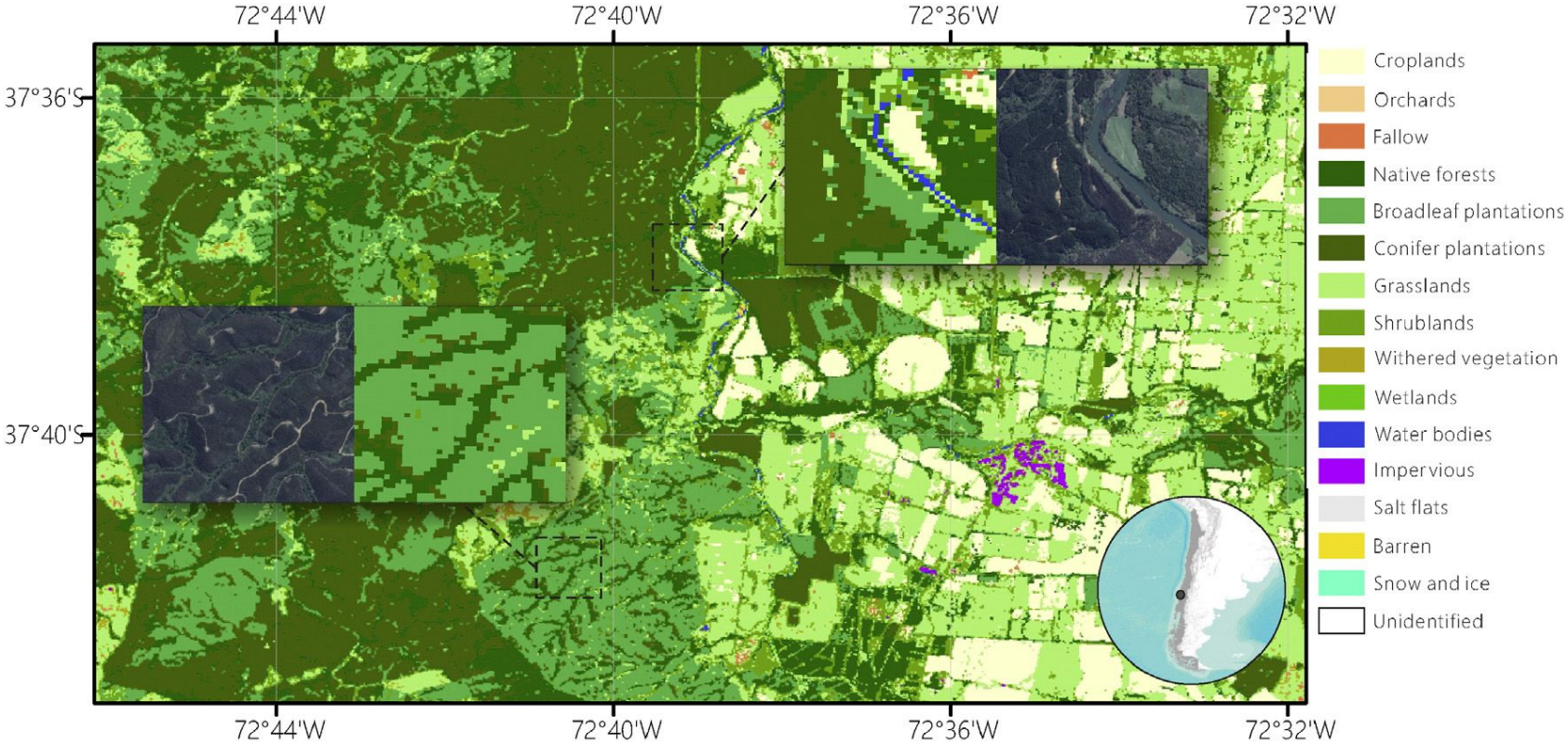
The green dots are NDVI observations of multi-temporal Landsat images, and the orange dots are MVC results for each season. (For interpretation of the references to color in this figure legend,.



Salar de Maricunga



Valle del Elqui



Costa Biobío

Matriz de Confusión

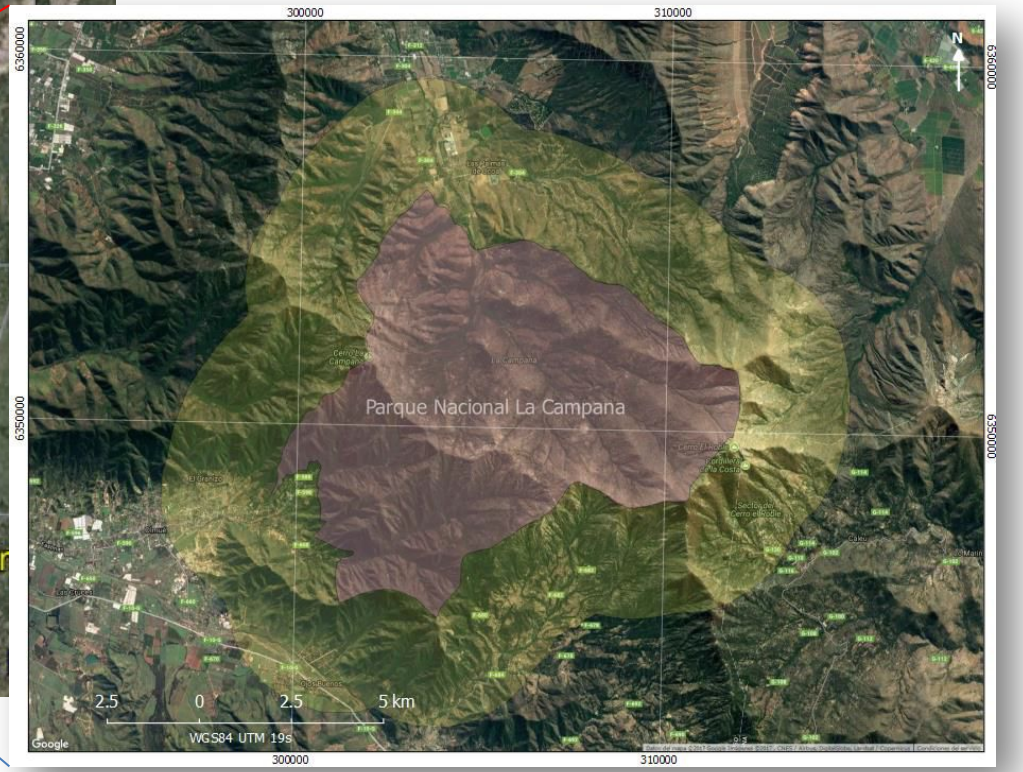
Precisión general nivel 1: 80% (73% nivel2)

Predicted	Reference								
	Crop	Forests	Grass	Shrub	Water	Imperv	Barren	Snow	UA (%)
Croplands	**50**	4	9	1	0	1	0	0	77
Forests	2	**324**	5	20	2	0	0	0	92
Grasslands	5	11	**184**	33	1	0	0	0	79
Shrublands	8	50	59	**257**	4	1	92	0	54
Water	0	1	1	0	**50**	0	5	0	88
Impervious	0	0	0	0	0	**8**	3	0	73
Barren	0	0	6	10	0	4	**441**	1	95
Snow/ice	0	0	2	0	0	0	3	**29**	85
PA (%)	77	83	69	80	88	57	81	94	80

A considerar:

- Asegurar independencia de los puntos de validación (criterios y equipos).
- Efecto idiosincrático en la matriz de confusión (consistencia de errores en grupo de entrenamiento y validación).

Sistema de monitoreo para la gestión de ecosistemas en Parques Nacionales de Chile

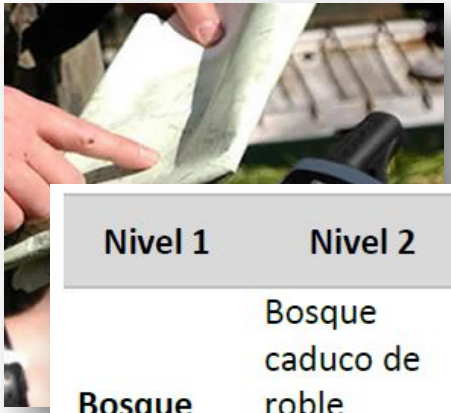


gep
Laboratorio de Geomática y Ecología del Paisaje

conaf

Objetos de Conservación

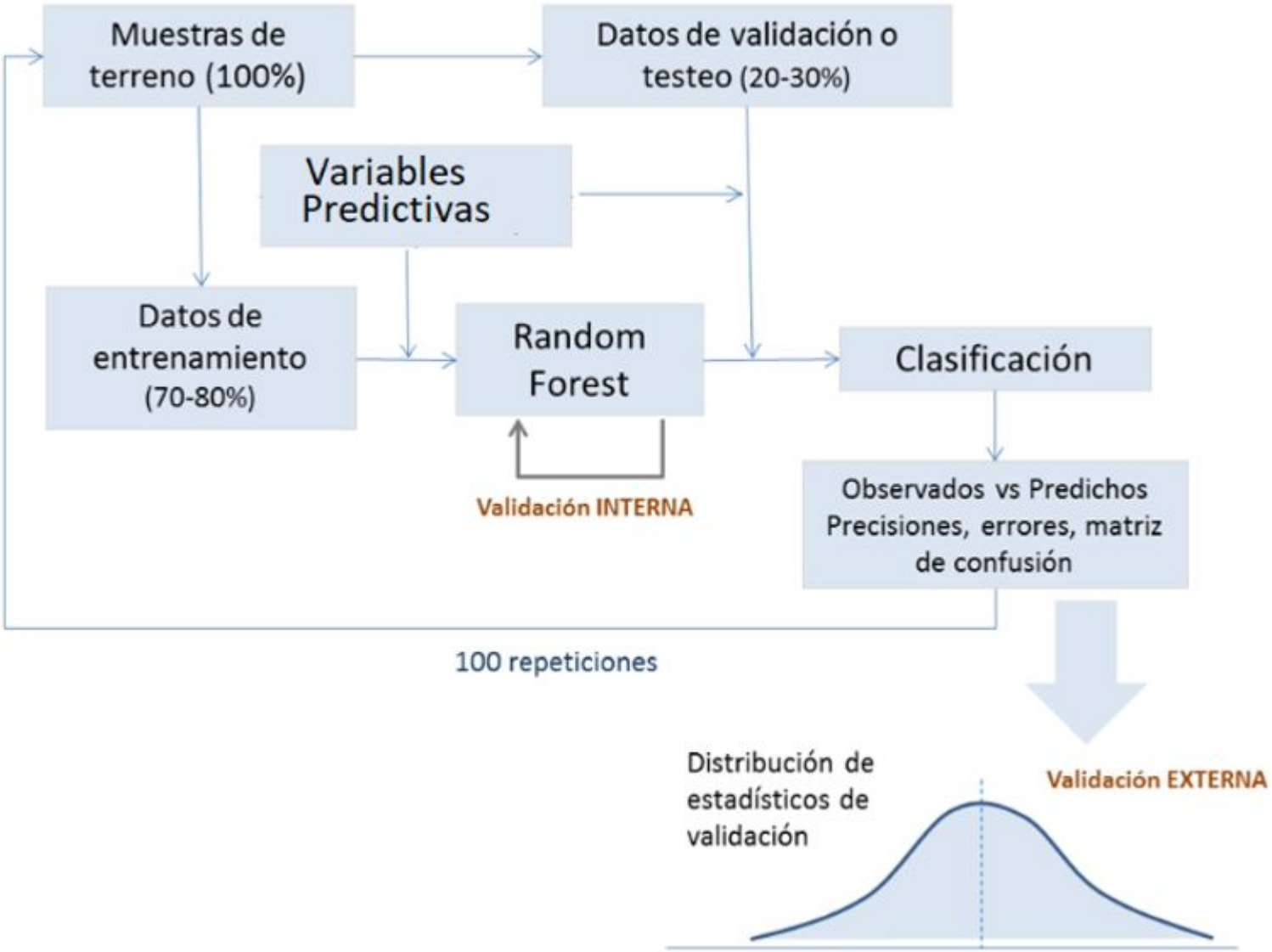
Nivel 1	Nivel 2
Bosque	Bosque esclerófilo Bosque caduco de roble Bosque higrófilo
Matorral	Matorral esclerófilo Matorral xerofítico
Pastizal	Estepa de altura
Cuerpos de agua	Lagos, lagunas y red hídrica
Humedales	Vegas



Nivel 1	Nivel 2	Sigla	Puntos directos	Fotointerp. en terreno	Fotointerp. en gabinete	Puntos totales	Total
Bosque	Bosque caduco de roble	BC (0)	19	26	25	70	**381 (41%)**
	Bosque esclerófilo	BE (1)	128	120	63	311	
Cultivos	Cultivos	CU (2)	1	7	1	9	
	Huertos	HU (3)	3	39	6	48	**57 (6%)**
Matorral	Matorral Esclerófilo	ME (4)	89	112	59	260	
	Matorral Xerofítico	MX (5)	8	59	18	85	**345 (37%)**
Pastizal	Praderas de altura	PP (6)	13	12	37	62	**62 (7%)**
Suelo desnudo	Rocas	RC (7)	4	23	4	31	
	Suelo Desnudo	SD (8)	10	27	8	45	**76 (8%)**
Cuerpos de agua	Cuerpos de Agua	WT (9)		1	2	3	**3(0%)**
Total			**275 (30%)**	**426 (46%)**	**223 (24%)**		**924**

5 días de terreno + 1 semana en gabinete

Enfoque Metodológico

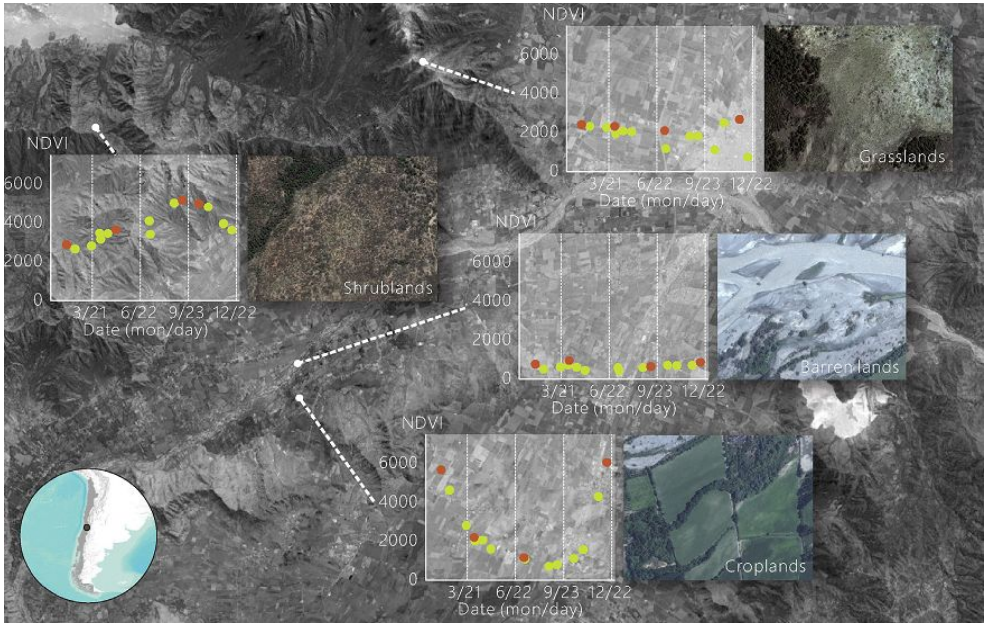


Variables predictivas

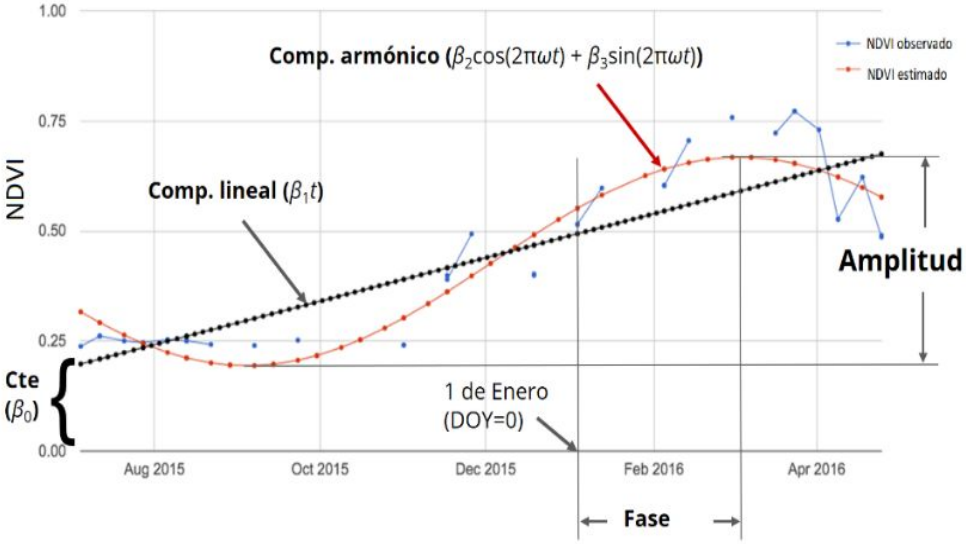
- Variables fenológicas (3)
- Composiciones estacionales de valores máximos o MVC (3)
- Variables texturales (3)
- Variables topográficas (3)
- Variables de bandas espectrales originales (33)

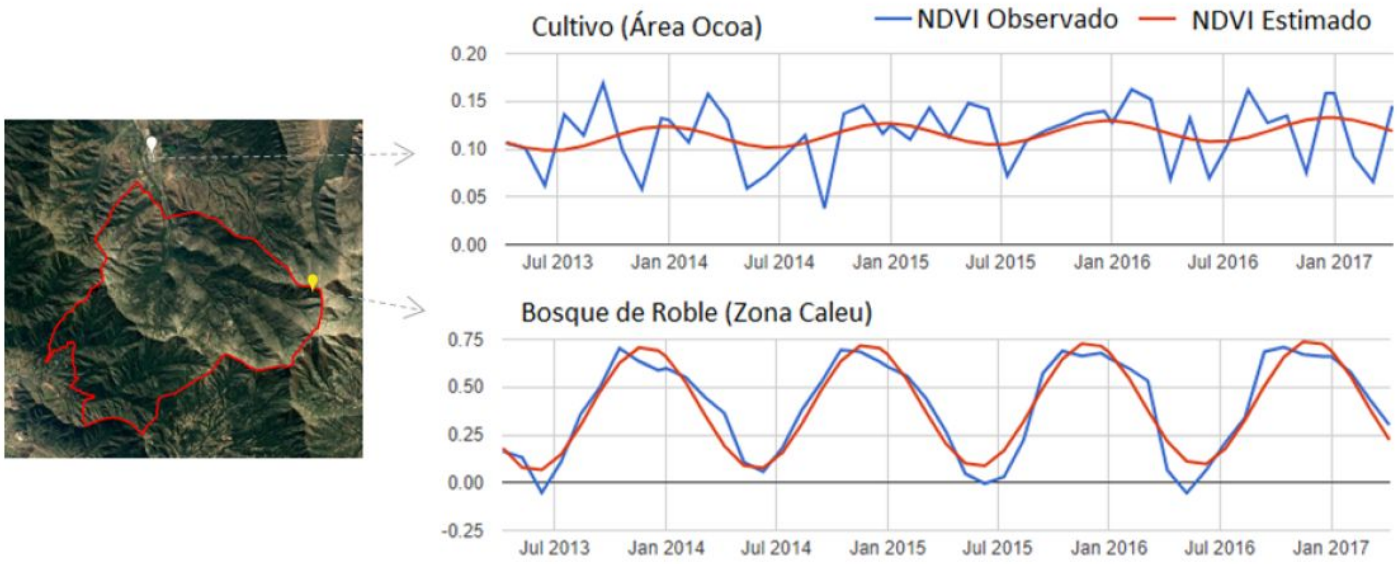
Variables fenológicas

- MVC NDVI

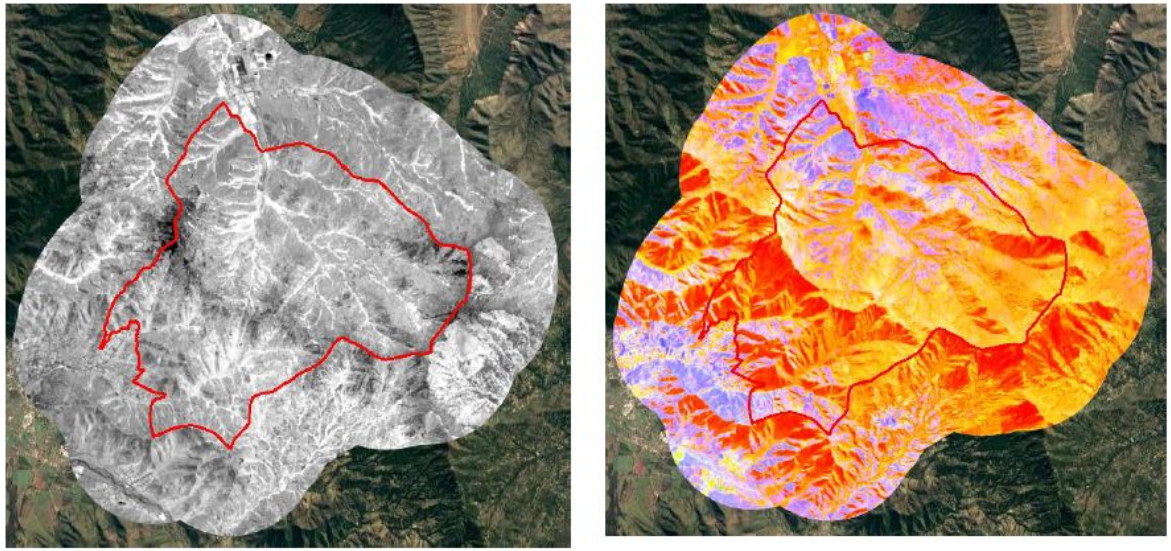


- Modelo armónico



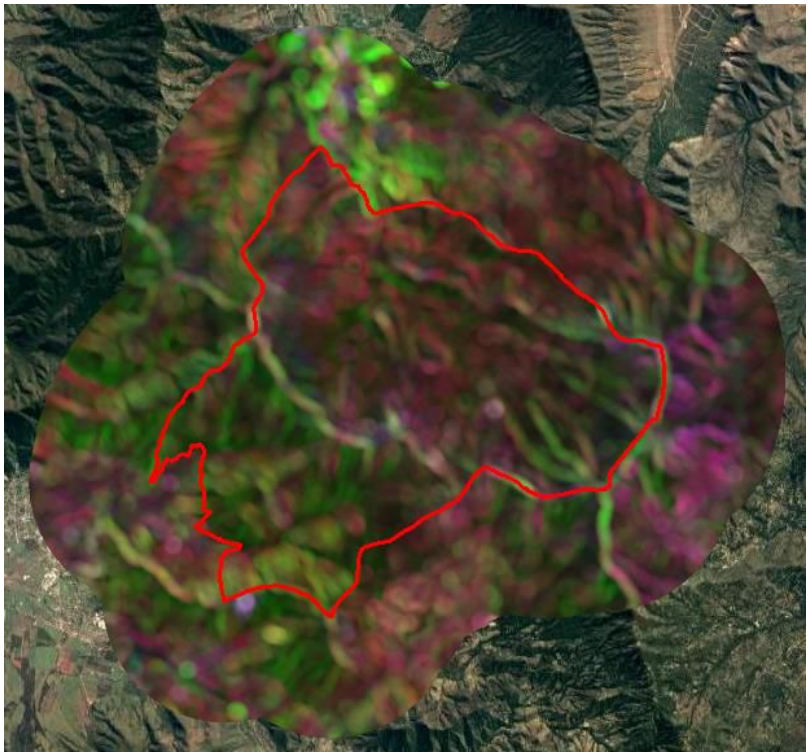


Serie de tiempo de NDVI observado y estimado (modelo armónico) para dos pixeles seleccionados del área de estudio.



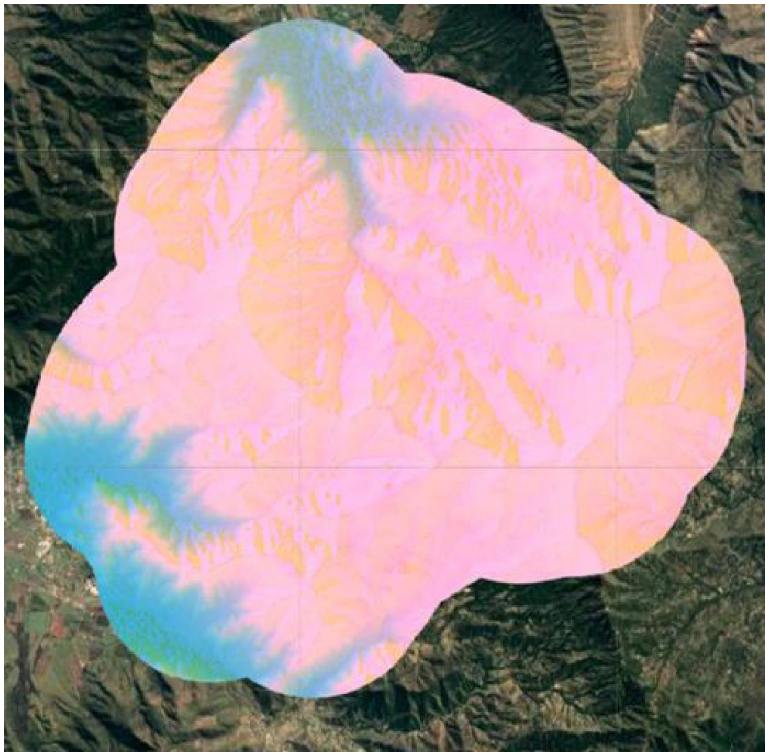
Der: NDVI estimado promedio para L8 (50 valores en la serie temporal); Izq: Composición RGB = Fase, Amplitud y B_o. Los colores representan distintos comportamientos fenológicos.

Textura



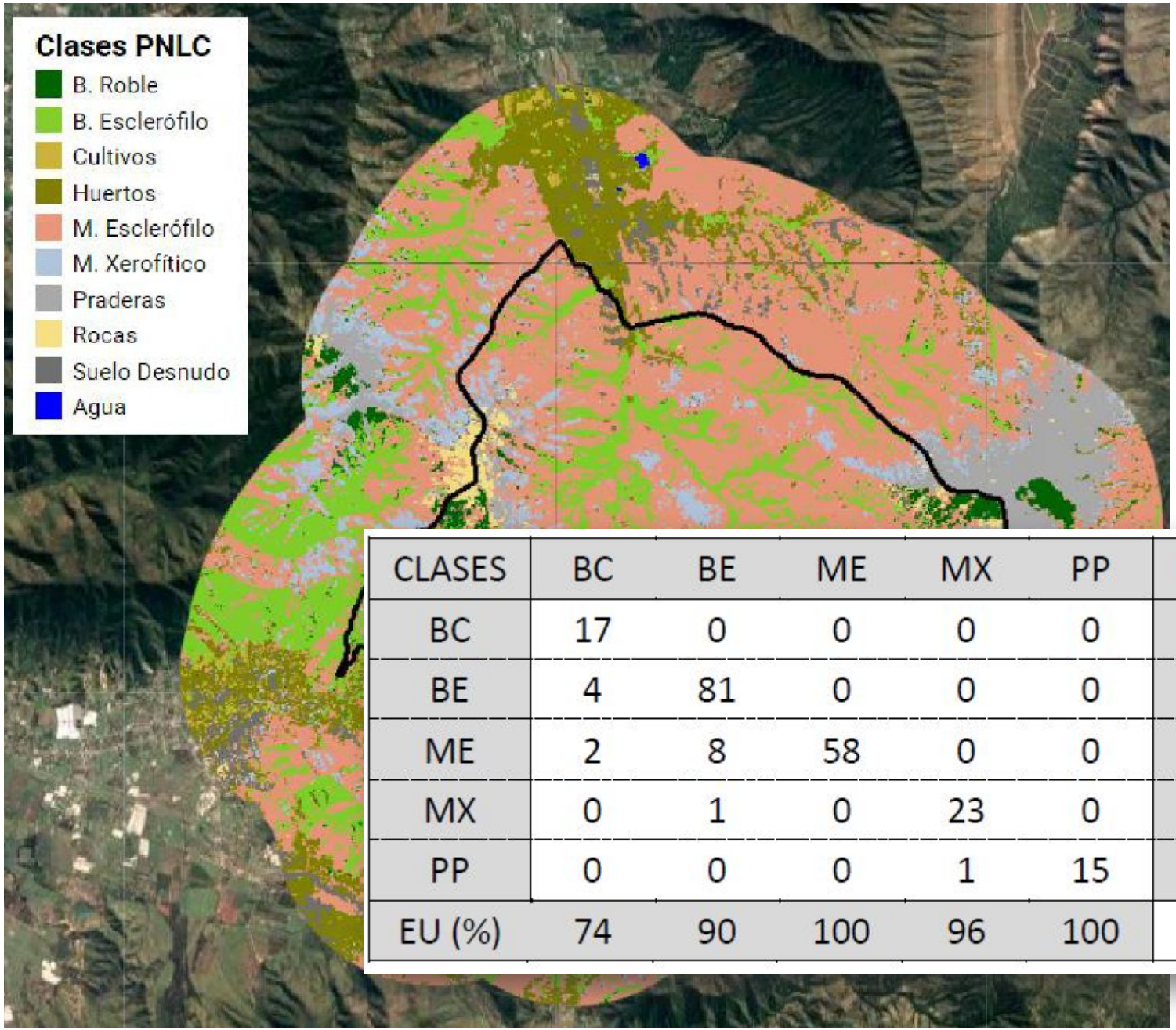
Composición RGB de textura (Desv. Est.) de medianas B7 (rojo), B5 (verde) y B4 (azul) de L8 TOA. Se destacan en verde, las zonas de cultivos y huertos en la zona norte (OCOA) en las afueras del Parque

Topografía



Composición RGB de variables topográficas: elevación (“*elevation*”), pendiente (“*slope*”) y orientación (“*aspect*”).

Clasificación Final



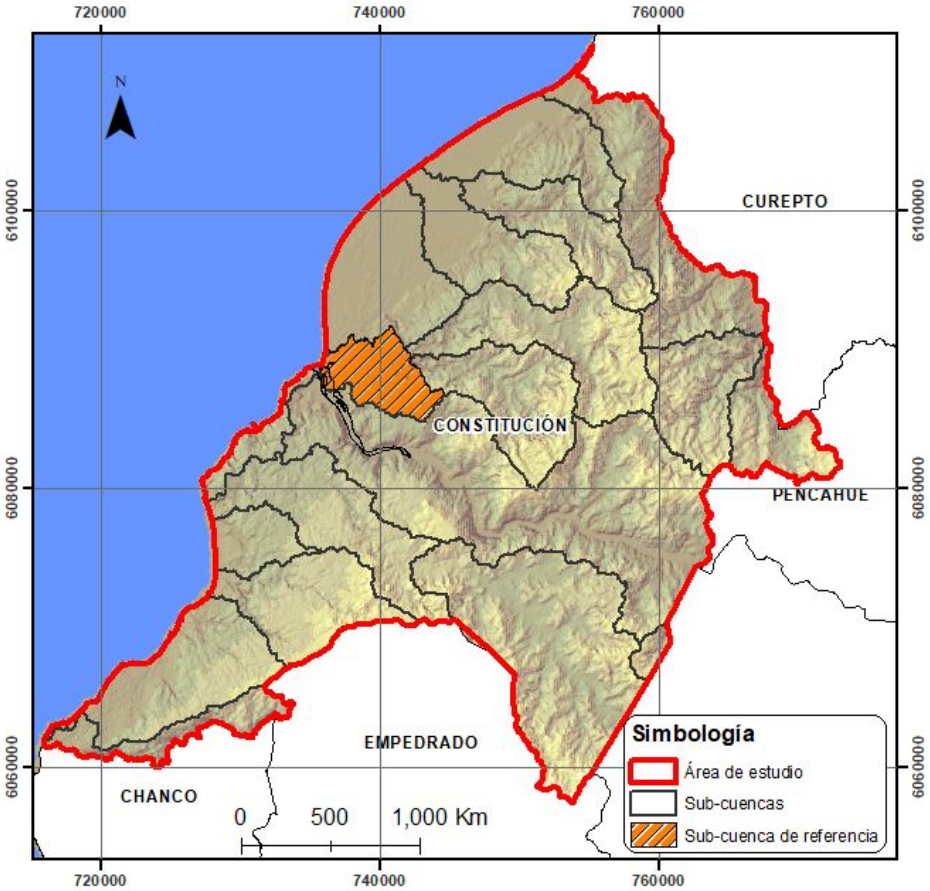
CLASES	BC	BE	ME	MX	PP	EP (%)
BC	17	0	0	0	0	100
BE	4	81	0	0	0	95
ME	2	8	58	0	0	85
MX	0	1	0	23	0	96
PP	0	0	0	1	15	94
EU (%)	74	90	100	96	100	**92**

EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS EN LA CONECTIVIDAD A NIVEL DE PAISAJE COMO INDICADOR DEL MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE

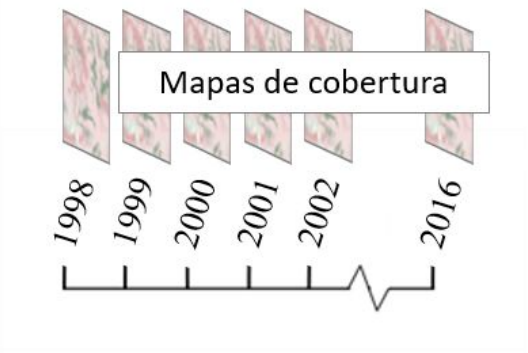
Lissette Cortés Serey, PhD (c)
Profesor Guía: Dr. Jaime Hernández Palma

Objetivo:

Evaluar los efectos del ciclo cosecha-plantación en las últimas dos décadas sobre la conectividad del paisaje



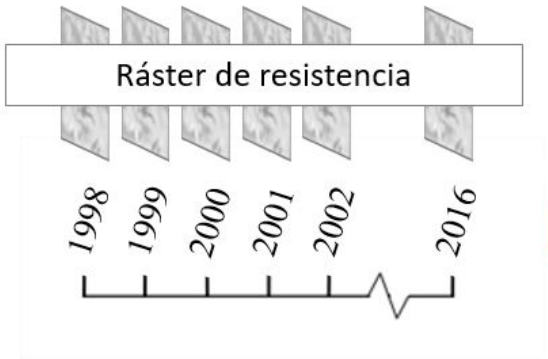
Reconstrucción proceso cosecha - plantación

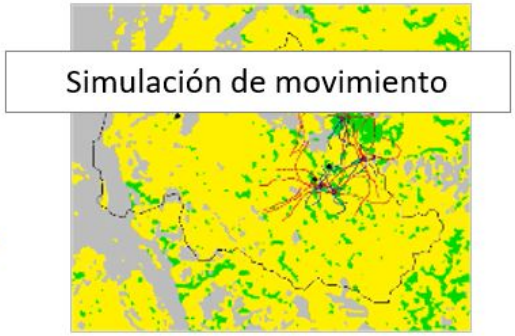


*Identificación de cosechas

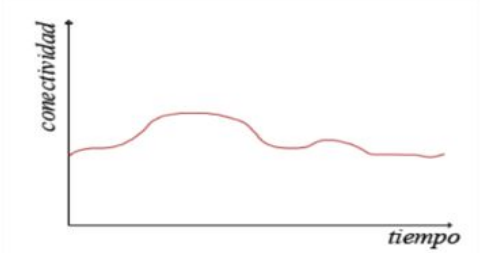
Análisis de cambio y métricas de clase "cosecha"

Conectividad





Métrica de conectividad



Simulación de movimiento

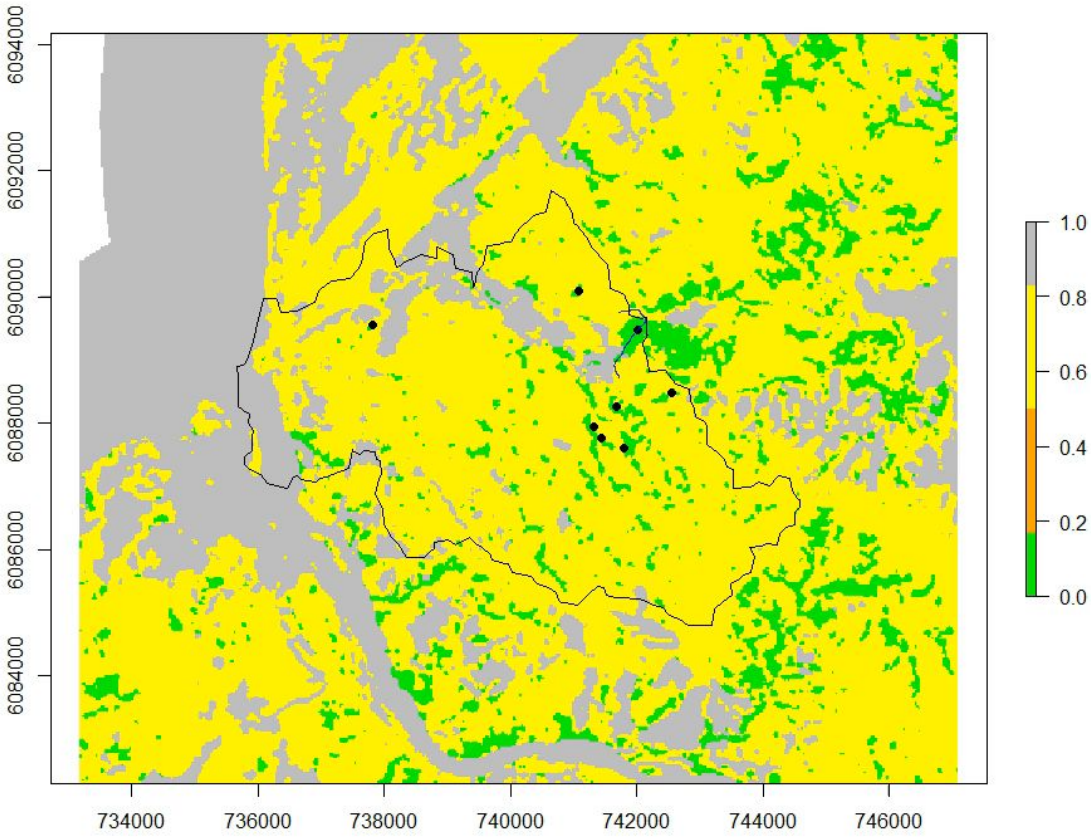
(SiMRiv, "*Simulating Multistate Movements in River/Heterogeneous Landscapes*")

Carpintero negro
(*Campephillus magellanicus*)

Parámetros de movimiento:

- N° de pasos (ejem: 150)
- Densidad (ejem: 0,04 ind/ ha)
- Función del land cover específico

(Saavedra, 2009)

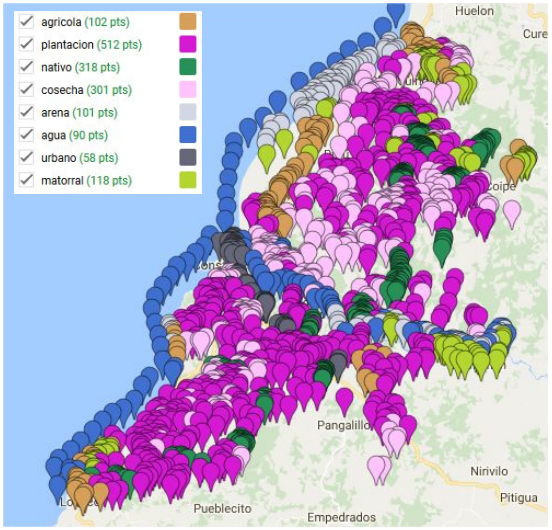


¿Cómo cambia el movimiento si cambia la estructura del paisaje?

Serie de tiempo de Land cover (Landsat)

Clasificación Supervisada
con RF en EE

Google Earth Engine



Cobertura\ Año	plan	agrícola	quemad
1998		102	
1999		115	
2000		118	
2001		116	
2002		100	68
2003		115	54
2004		109	
2005		125	
2006		109	
2007		134	
2008		108	
2009		134	
2010		153	
2011		125	
2012		141	
2013		117	
2014		157	202
2015		146	201
2016		161	30

Bandas de reflectancia	• Bandas visible • Banda NIR • Bandas SWIR
Tasseled cap	• Brillo • Verdor • Humedad
NDVI estacionales	• NDVI_verano • NDVI_otoño • NDVI_invierno • NDVI_primavera
Índice fenológico	• Amplitud • Fase • Constante
Variables topográficas	• Elevación • Pendiente • Exposición

- 33107 puntos entrenamiento/ Control
- 328 imágenes procesadas

Conectividad del paisaje

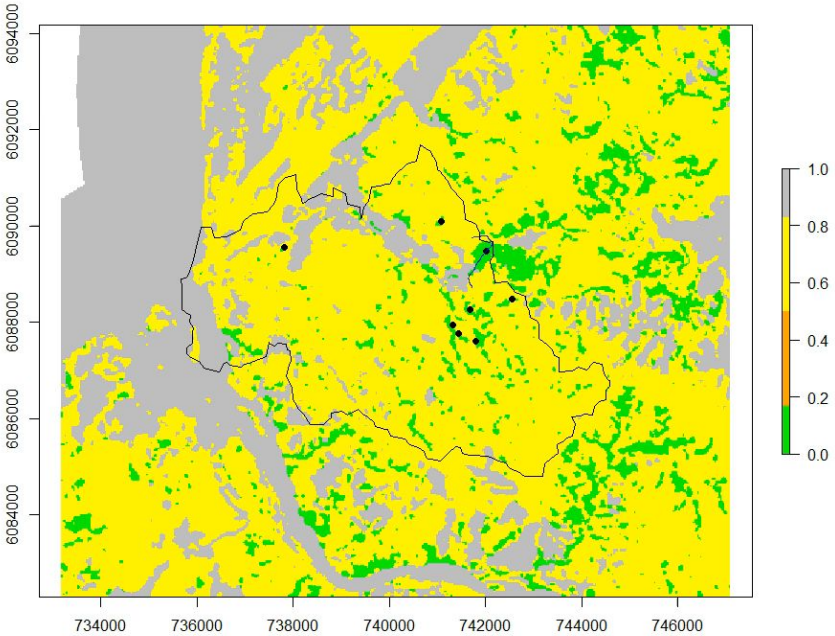
Métrica de migración de celdas

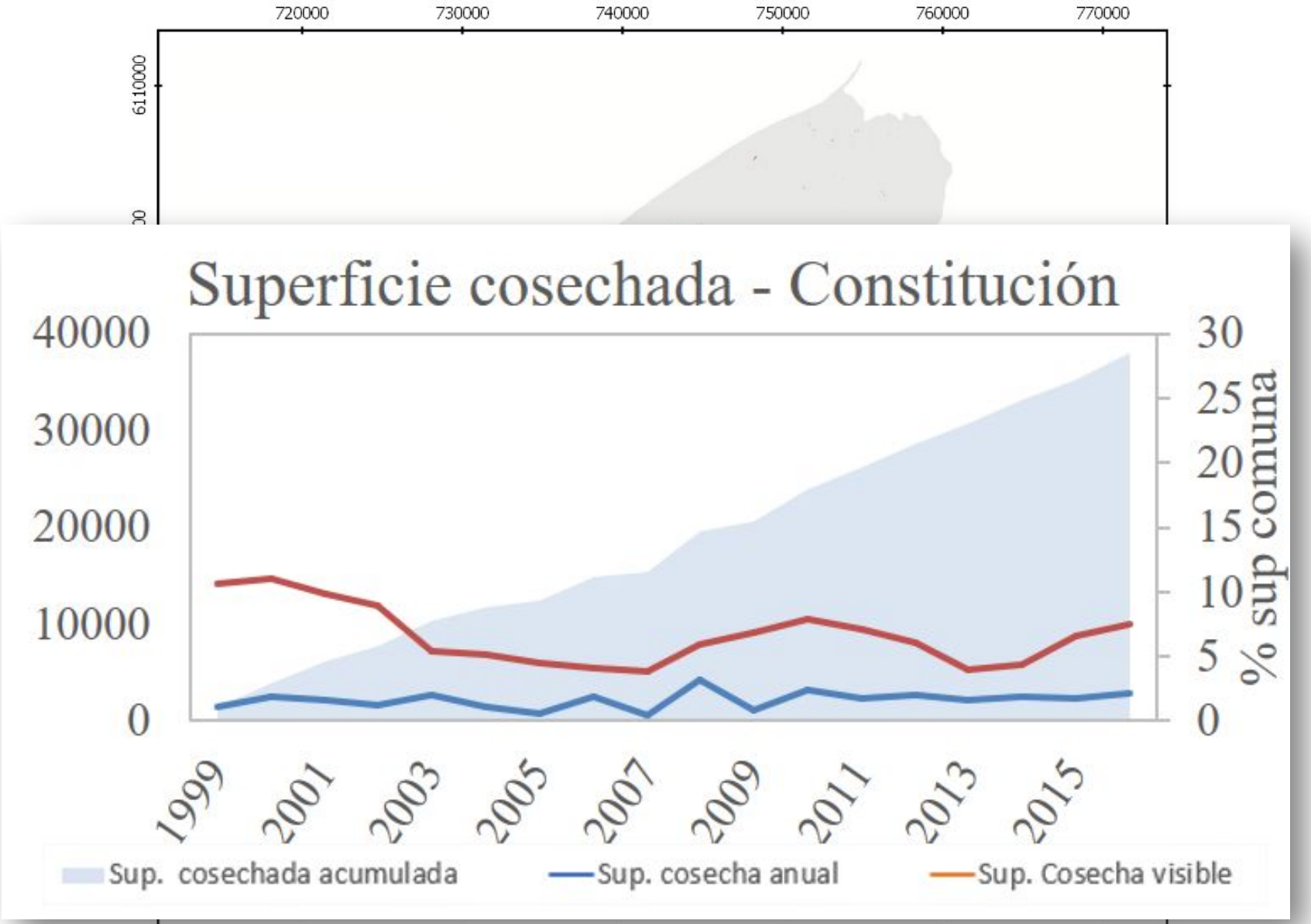
N° de puntos considerando densidad
(0.04 ind/ ha)

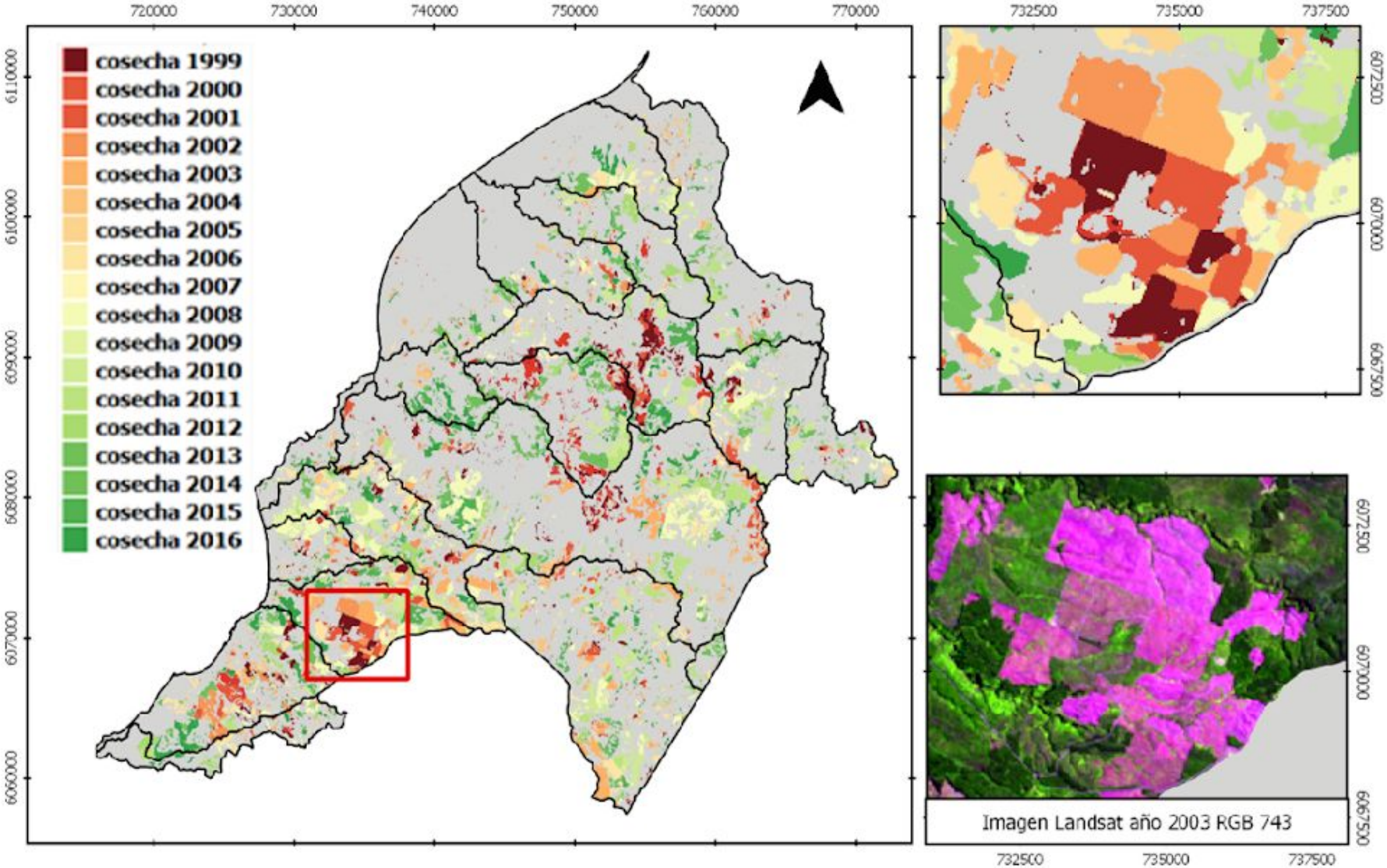
Parámetros de caminata:

- Perceptual range 30
- N° de pasos 167 (5km/30)

(Saavedra, 2009)




720000
730000
740000
750000
760000
770000
6110000
Superficie cosechada - Constitución
40000
30000
20000
10000
0
30
25
20
15
10
5
0
% sup comuna
1999
2001
2003
2005
2007
2009
2011
2013
2015
Sup. cosechada acumulada
Sup. cosecha anual
Sup. Cosecha visible



Áreas cosechadas → complejos espacio-temporales de mayor magnitud.

Cosecha en imágenes satelitales → hasta 6 años después.

Efectos a escala de paisaje no estudiados ni regulados

2011 2012 2013

Cosecha de ~ 1500 hectárea en total (NO de Temuco)

FONDECYT 1191645 (2019-2022): **Plantation Clearcutting and Wildlife Conservation: is Metastability attainable at the Landscape level?**

Comentarios Finales

Como nunca antes, tenemos la posibilidad de monitorear la estructura, y consecuentemente el funcionamiento, de los paisajes de manera continua en el tiempo y el espacio (BIG DATA).

Se debe avanzar hacia modelos dinámicos espacio-temporales que permitan entender y predecir las consecuencias de los cambio que ocurren en los sistemas forestales a escala de paisaje como alternativa a la gestión forestal orientada al rodal (i.e. planes de manejo).

Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza
Universidad de Chile

Laboratorio de Geomática y Ecología del Paisaje

Gracias por su atención.

LAND COVER
Nuevas tendencias en evaluación y monitoreo

Jaime Hernández P. – jhernand@uchile.cl