



# Incendios en el contexto de la Ecología



John Gajardo, Pedro Garrido, Yony Ormazábal, Persy Gómez, Marcos Carrasco, Marco Mora, Marco Yáñez  
02 de agosto de 2017

## Estructura de la presentación

1. Proyecto Restauración Bosque Nativo (FIBN)
2. Proyecto Respuesta Flora/Avifauna AVC (DI)
3. Regeneración pos incendio (Finalizado)

## Proyecto 010/2017 Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN- CONAF)

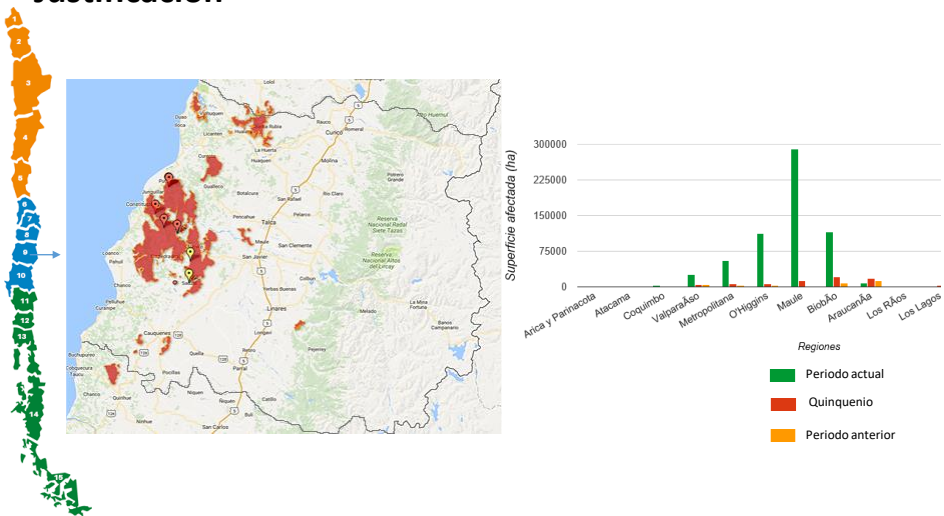
Datos y Técnicas de Teledetección para la Restauración Ecológica de los Bosques Nativos degradados por Incendios Forestales



agosto 2017- 2020

## Proyecto 010/2017 Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN- CONAF)

### Justificación



## Proyecto 010/2017 Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN- CONAF)

### Los daños ecológicos producidos por los incendios



## Proyecto 010/2017 Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN- CONAF)

### El Bosque Esclerófilo Chileno





## Proyecto 010/2017 Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN- CONAF)

### Los efectos del fuego sobre el Bosque Esclerófilo



## Proyecto 010/2017 Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN- CONAF)

### La Restauración Ecológica



## Proyecto 010/2017 Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN- CONAF)

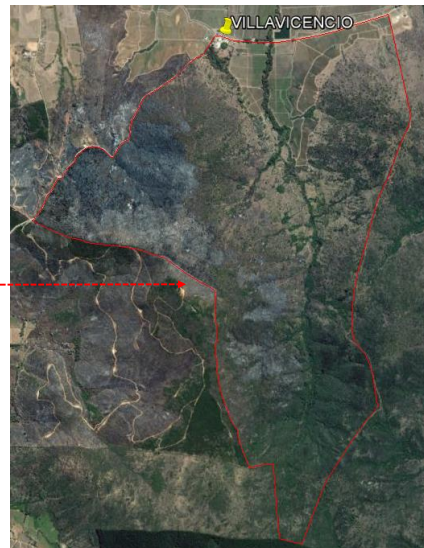
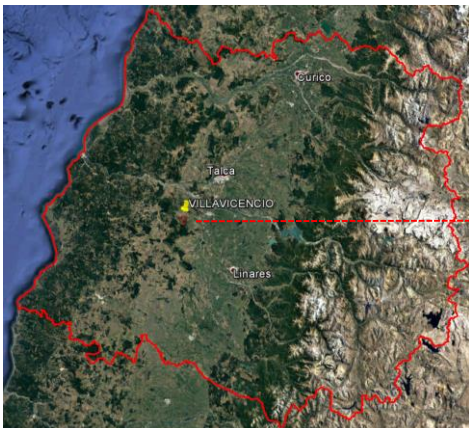
### Objetivos

#### General

- ❑ Diseñar un plan de restauración ecológica para matorral y bosque esclerófilo afectado por incendios forestales, sustentado en la información de severidad del daño entregada por herramientas de Teledetección.

## Proyecto 010/2017 Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN- CONAF)

### Zona de estudio



## Proyecto 010/2017 Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN- CONAF)

### Zona de estudio



## Proyecto 010/2017 Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN- CONAF)

### Estimación de la severidad del daño

Aproximación multitemporal:

Landsat 8 OLI C1 – LaSRC (enero – marzo 2017)

dNBR, RdNBR (Key and Benson, 2006; Miller and Thode, 2007)

Validación CBI (Key and Benson, 2006; aprox. 30 parcelas)





## Proyecto 010/2017 Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN- CONAF)

### Caracterización del ecosistema afectado

En parcelas de severidad (30):

#### Censo Florístico

(Marticorena y Quezada, 1985)

#### Evaluación calidad vegetación

(Zuloaga et al. 2008)

#### Estratificaciones verticales

(Mueller-Dombois et al. 1974)

#### AB, DAP, Densidad

#### FCOV, LAI

(Fiala et al. 2006 ; Gonsamo et al. 2013)



## Proyecto 010/2017 Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN- CONAF)

### Identificación del ecosistema de referencia

Seleccionar sectores no quemados

Caracterizar sectores invierno/verano



## Proyecto 010/2017 Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN- CONAF)

### Planificación de la restauración

#### Parcelas pilotos

(17 total, SA A/P, SM A/P, SB A/P, SAMB T)

#### Línea base

(suelo, topográfica, hidrológica, climática)

#### Presencia herbivoría

(número, tamaño; López et al.2007)

#### Estudio hidrológico

(disponibilidad agua; Gurovich, 1985)

#### Presencia invasoras

(especies, grado; Davis y Meurk, 2001)

#### Presencia de erosión

(WATSED, RUSLE)



## Proyecto 010/2017 Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN- CONAF)

### Preparación de los sitios y reintroducción

#### Incorporación de sustrato

(Ross et al. 1997)

#### Cercado

(individual / global; Forrester et al. 2006)

#### Eliminación invasoras

(manual, mecánico, químico, Davis y Meurk, 2001)

#### Control erosión

(sembrado herbáceas, mulch)

#### Reintroducción

(pasiva / activa)





## Proyecto 010/2017 Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN- CONAF)

### Seguimiento y control

#### Mantenimiento riego

(mini TDR y calicatas)

#### CWSI

(Flir One; Fuentes et al. 2012)

#### Control herbivoría

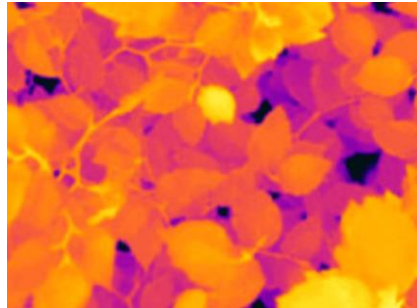
(reparar, rediseñar)

#### Control invasores

(detección temprana, erradicar)

#### Control erosión

(corregir)



## Proyecto 010/2017 Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN- CONAF)

### Evaluación del proceso de restauración

#### Estructura vegetación

(altura, densidad, DAP, FCOV, AB)

#### Diversidad y abundancia

(riqueza, abundancia; Shannon-Wiener (1949))

#### Evolución cadena trófica

(microfauna)

#### Evapotranspiración

(ETb, METRIC Landsat 8 OLI + CWSI)



## Proyecto 010/2017 Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN- CONAF)

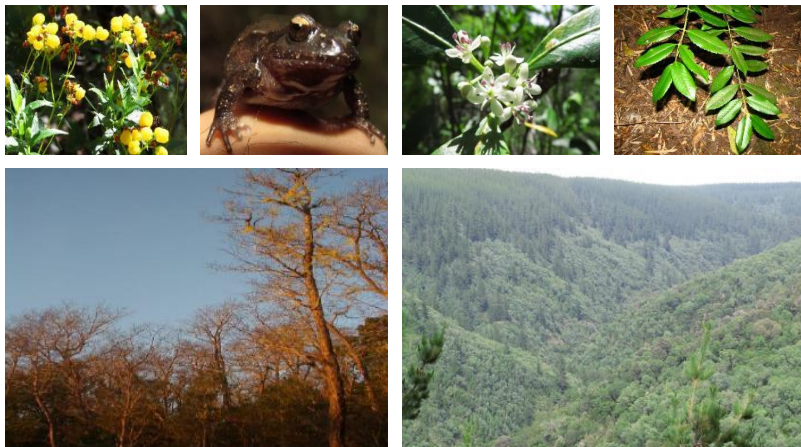
Datos y Técnicas de Teledetección para la Restauración Ecológica de los Bosques Nativos degradados por Incendios Forestales



agosto 2017- 2020

## Proyecto DI UTAL 1411/2017

Estimación de la severidad de daño por incendios y respuesta de la flora y avifauna en un bosque costero de *Nothofagus glauca*



marzo 2017- 2019

## Proyecto DI UTAL 1411/2017

### 1. La importancia de los Bosques Maulinos Costeros



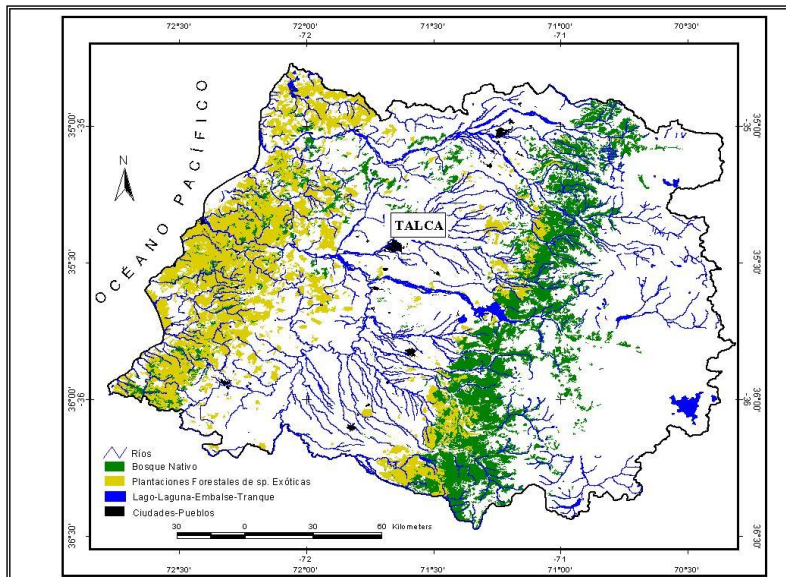
- ✓ Centros de acantonamiento
- ✓ Altos niveles endemismo
- ✓ Alta riqueza especies
- ✓ Procesos de fragmentación

*Pitavia punctata*; *Nothofagus alessandrii*; *Adesmia bijuga*; *Gomortega queule*; *Eupsophus queulensis*

San Martín y Donoso (1996); San Martín (2005); Simonetti (2006)

## Proyecto DI UTAL 1411/2017

### 1. Amenazas: fragmentación



CONAF (1999)



## Proyecto DI UTAL 1411/2017

### 1. Amenazas: incendios forestales



Empedrado, 2017

## Proyecto DI UTAL 1411/2017

### 1. Efecto de los incendios en la vegetación nativa del Maule costero

Afectan la dinámica de la vegetación, pueden cambiar la composición y estructura  
La vegetación nativa no se encuentra naturalmente adaptada a los incendios  
Las zonas presentan serias deficiencias de regeneración pos incendio



Bosque de Ruil (Empedrado, 2017)

## Proyecto DI UTAL 1411/2017

### 1. La severidad de los incendios

Tiene una potencial influencia en los estados y procesos ecológicos de los ecosistemas

#### Se mide empleando datos pos incendio

Mortalidad del área basal en categorías (Chappell and Agee, 1996)

No quemado; baja (0-20% mortalidad); moderada (20-80% mortalidad); alta (80-100%)

Reducción de la cobertura de los árboles (Jain and Graham, 2004)

Proporción del total de cobertura de los árboles que es marrón, sin hojas, tronco negro

Mortalidad del dosel (Patterson and Yool, 1998)

Efectos en varios estratos (Key and Benson, 2004)

superficie, intermedio, dosel

**Métodos son poco representativos espacialmente, costosos y lentos**

## Proyecto DI UTAL 1411/2017

### 1. Métodos de estimación de la severidad del incendio

La Teledetección es una herramienta para estimar la severidad (remoción de la vegetación, exposición del suelo, cambios en contenido de humedad del suelo y vegetación)

$$\rho_{SWIR}$$

White et al. (1996)

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}}$$

Rouse et al. (1974)

$$\frac{\rho_{NIR}}{\rho_{RED}}$$

Jakubauskas et al. (1990)

$$NBR = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{SWIR}}{\rho_{NIR} + \rho_{SWIR}}$$

Key and Benson (2002)

*TRANSFORMACIONES LINEALES* (PCA, Tasseled Cap)

Jenson and Waltz, (1979) Kauth and Thomas (1976)

*MODELOS TRANSFERENCIA RADIATIVA*

Chuvieco et al. (2006); De Santis et al. (2007)

## Proyecto DI UTAL 1411/2017

### Objetivo

- Evaluar la recuperación de la vegetación y la avifauna en un Bosque Maulino Costero afectado por los incendios forestales



Xolmis pyrope (Diucón)

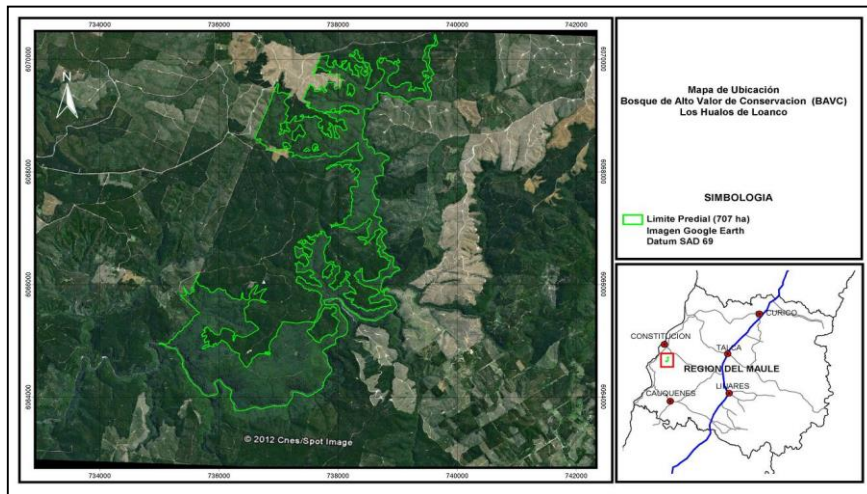


Paragioenas araucana (Torcaza)

## Proyecto DI UTAL 1411/2017

### 2. Área de estudio

- ✓ «Los Hualos de Loanco» (Forestal MININCO)
- ✓ Comuna de Constitución Y Empedrado (Región del Maule)



(Darwin Maule, 2012)



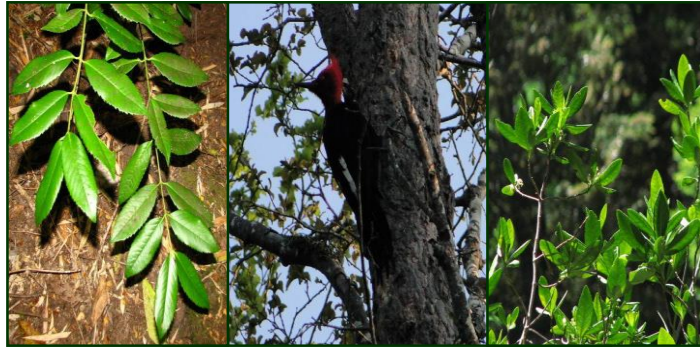
## Proyecto DI UTAL 1411/2017

### 2. Área de estudio

Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad Galumávida (CONAMA, 2002)

Bosque remanente de carácter relictual y constituye refugio especies valdivianas y de origen antártico

Área de alta representatividad a nivel del bosque maulino costero



*L. philippiana*

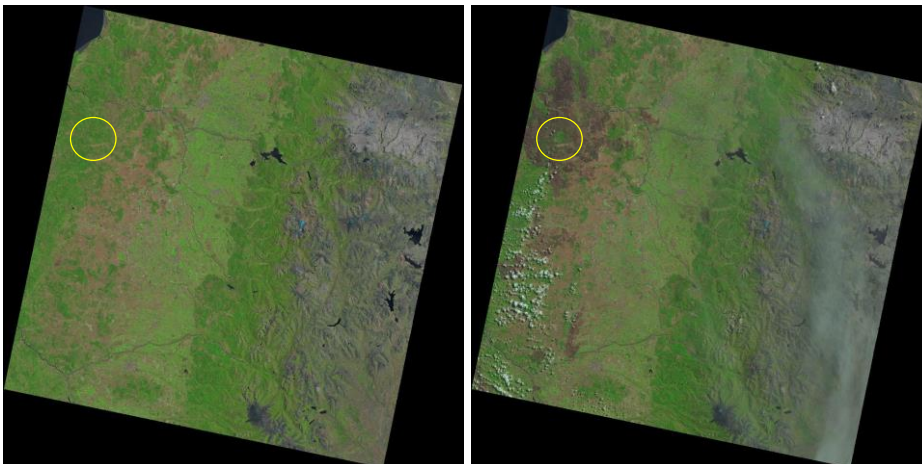
*C. magellanicus*

*P. punctata*

## Proyecto DI UTAL 1411/2017

### 3. Estimación del grado de severidad del incendio

Imagen Landsat OLI (233/85 TIRS-C1) – enero/febrero 2017



## Proyecto DI UTAL 1411/2017

### 3. Estimación del grado de severidad del incendio

$$dNBR = NBR_{PRE} - NBR_{POST}$$

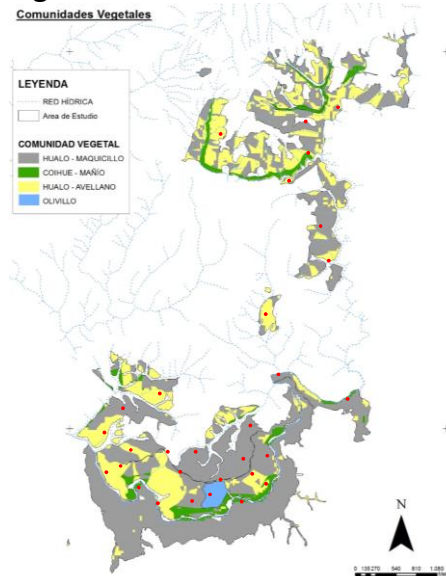
Key and Benson (2002)

$$RdNBR = \frac{NBR_{PRE} - NBR_{POST}}{\sqrt{ABS\left(\frac{NBR_{PRE}}{1000}\right)}}$$

Miller and Thode (2007)

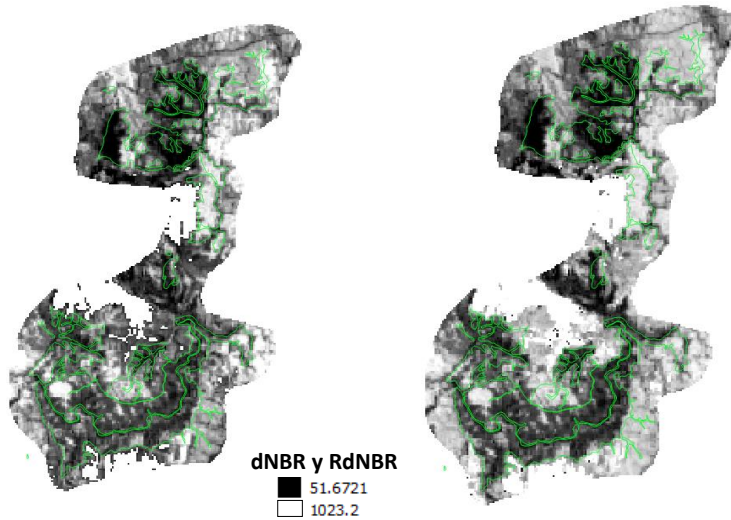
## Proyecto DI UTAL 1411/2017

### 3. Estimación del grado de severidad del incendio (validación)



## Proyecto DI UTAL 1411/2017

### 3. Estimación severidad (estacional, durante 2 años)



## Proyecto DI UTAL 1411/2017

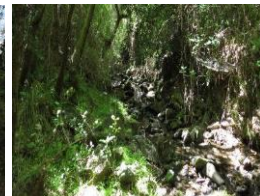
### 3. Monitoreo de la vegetación y las aves

#### Pre incendio

Muestreos florísticos (estructura, composición)  
 Sondeo botánico rápido  
 Registro fotográfico especies  
 Colectas de especies  
 Estaciones escucha



#### Pos incendio (estacionales)





## Proyecto DI UTAL 1411/2017

### 3. Exploración de las relaciones entre severidad y la respuesta de la vegetación y avifauna

Aproximación antes y después del incendio

MLG (variables continuas y categóricas). Aditivos y de interacción

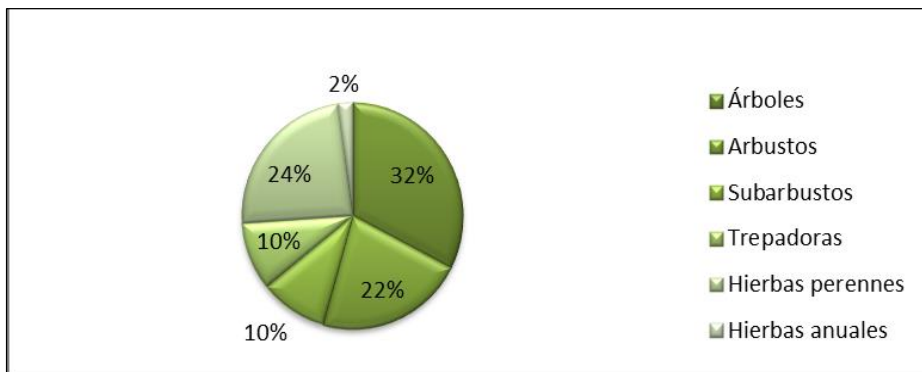
Variable respuesta: composición-estructura (flora), riqueza, densidad (aves)

Explicativas: tiempo, daño, severidad

AIC para seleccionar modelos

## Proyecto DI UTAL 1411/2017

### 4. Resultados preliminares. Formas de crecimiento (pre incendio)



## Proyecto DI UTAL 1411/2017

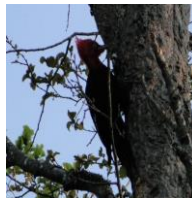
### 4. Resultados preliminares. Riqueza de aves (pre incendio)



*Strix rufipes* (Concón)



*Patagioenas araucana* (Torcaza)



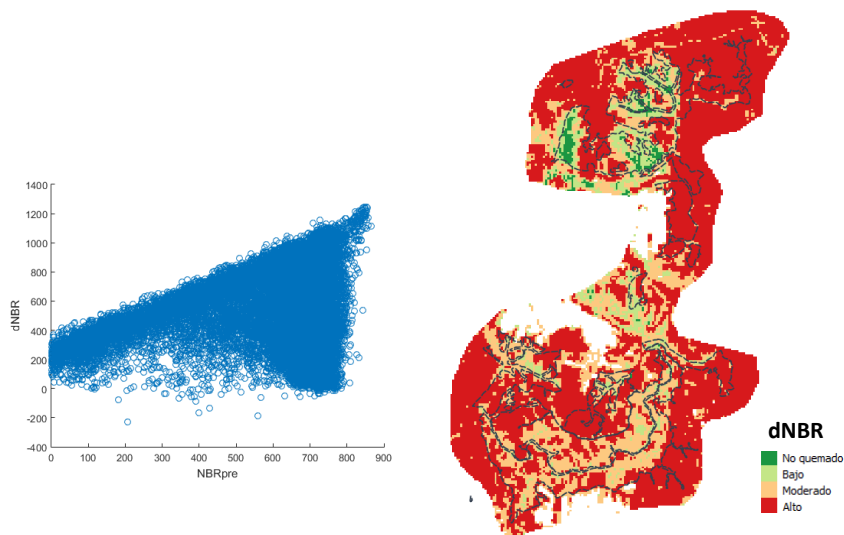
*Campephilus magellanicus* (Carpintero negro)



*Enicognathus ferrugineus* (Cachaña)

## Proyecto DI UTAL 1411/2017

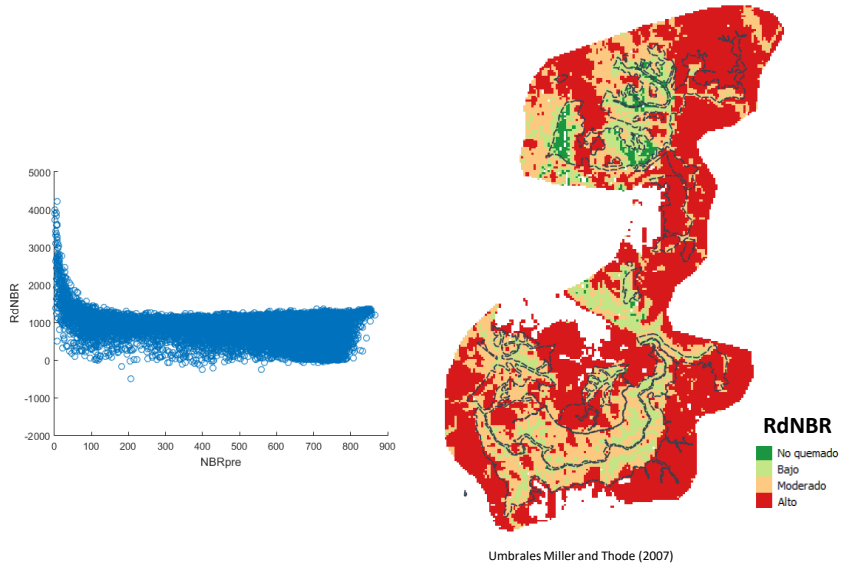
### 4. Resultados preliminares. Estimación severidad



Umbral Miller and Thode (2007)

# Proyecto DI UTAL 1411/2017

## 4. Resultados preliminares. Estimación severidad



# Proyecto DI UTAL 1411/2017

## 4. Resultados preliminares. Estimación severidad

dNBR			
Kappa	0.628838	Kappa Variance	0.014567
Obs Correct	22	Total Obs	29
		% Observed Correct	75.862069

RdNBR			
Kappa	0.744738	Kappa Variance	0.010108
Obs Correct	24	Total Obs	29
		% Observed Correct	82.758621

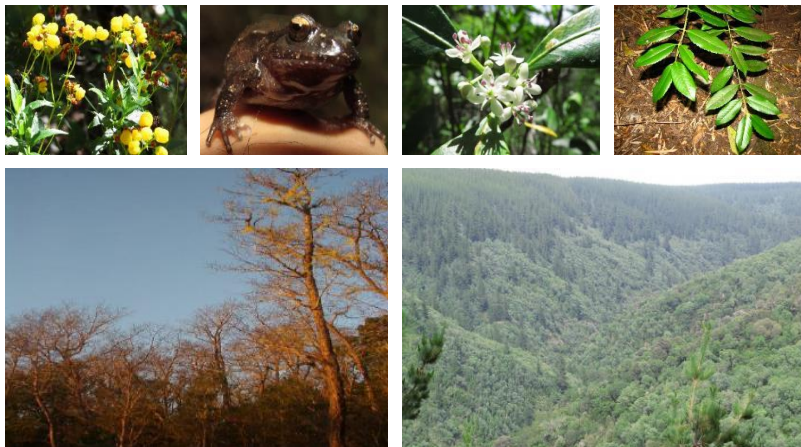
## Proyecto DI UTAL 1411/2017

### 5. Trabajo futuro

- Finalizar campañas de observación de aves y caracterización de vegetación pos incendio (1era estación)
- Explorar y probar métodos para relacionar datos del incendio con información de vegetación y aves
- Continuar campañas monitoreo vegetación/aves y evaluar variables colectadas
- Continuar estimaciones de severidad remotamente
- Seleccionar los modelos adecuados

## Proyecto DI UTAL 1411/2017

Estimación de la severidad de daño por incendios y respuesta de la flora y avifauna en un bosque costero de *Nothofagus glauca* ("Los Hualos de Loanco", Empedrado)



marzo 2017- 2019



**Post-fire regeneration of woody species in *Pinus radiata* D. Don plantations, Coastal zone, Maule Region (*Gayana Botánica in press*)**



**Post-fire regeneration of woody species in *Pinus radiata* D. Don plantations, Coastal zone, Maule Region (*Gayana Botánica in press*)**

**Introducción**



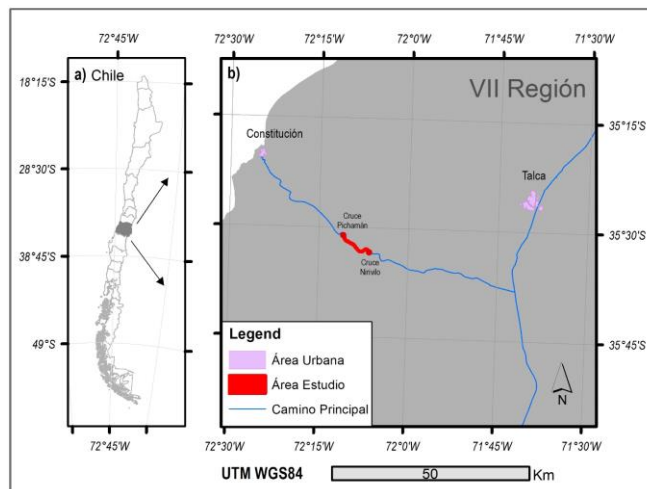
## Post-fire regeneration of woody species in *Pinus radiata* D. Don plantations, Coastal zone, Maule Region (*Gayana Botánica in press*)

### Objetivos

- 1.- Confeccionar un catálogo florístico de las especies vegetales con capacidad regenerativa
- 2.- Cuantificar la distribución horizontal a través de la abundancia, dominancia, frecuencia y densidad
- 3.- Analizar la estrategia regenerativa y origen biogeográfico de las especies

## Post-fire regeneration of woody species in *Pinus radiata* D. Don plantations, Coastal zone, Maule Region (*Gayana Botánica in press*)

### Zona de Estudio



## Post-fire regeneration of woody species in *Pinus radiata* D. Don plantations, Coastal zone, Maule Region (*Gayana Botánica in press*)

### Métodos

Primavera 2015

15 parcelas (200 m<sup>2</sup>)

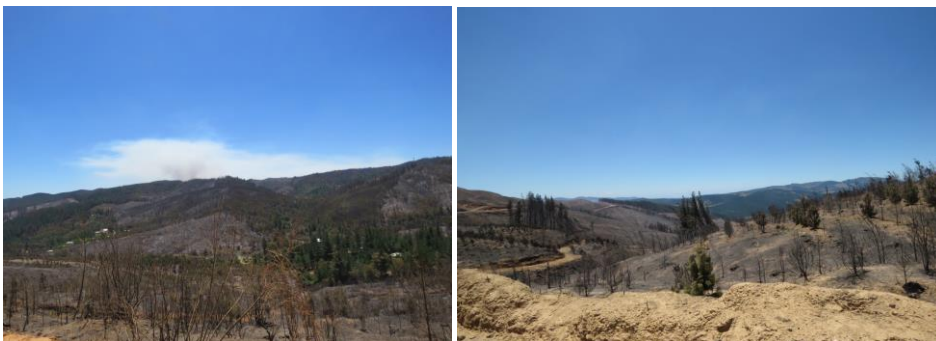
Focalizado en leñosas

Diversidad, frecuencia,  
cobertura, densidad  
relativa de especies



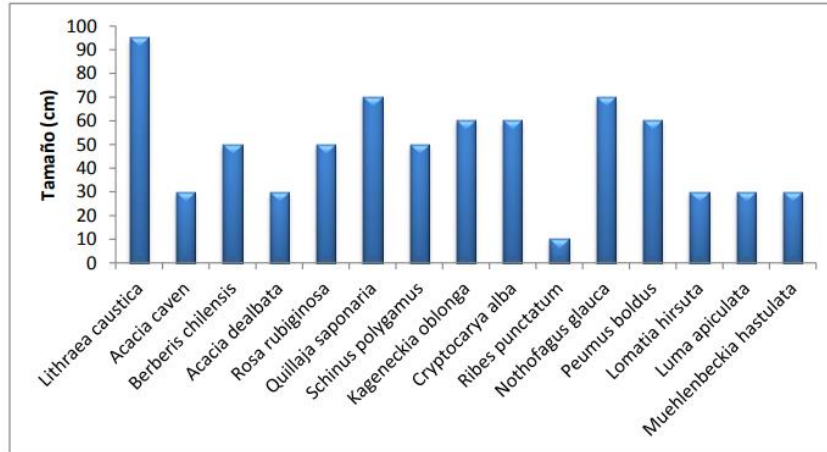
## Post-fire regeneration of woody species in *Pinus radiata* D. Don plantations, Coastal zone, Maule Region (*Gayana Botánica in press*)

### Resultados



## Post-fire regeneration of woody species in *Pinus radiata* D. Don plantations, Coastal zone, Maule Region (*Gayana Botánica in press*)

### Resultados (Altura rebrotes, 6 meses después)



## Post-fire regeneration of woody species in *Pinus radiata* D. Don plantations, Coastal zone, Maule Region (*Gayana Botánica in press*)

### Resultados

Regeneración: 12 familias, 14 géneros y 15 especies

*Lithraea caustica* (*anacardiaceae*) presentó mayores valores de frecuencia, cobertura y densidad, presencia de lignotúber

Estrategia regenerativa de las especies rebrotadoras: **12 rebrotes**, 2 mixtas, 1 sexual (semillas)

Dominan los elementos **nativos** por sobre exóticos

Notable **ausencia** plántulas *P. radiata*



## Post-fire regeneration of woody species in *Pinus radiata* D. Don plantations, Coastal zone, Maule Region (*Gayana Botánica in press*)

### Resultados



Necesidad de nuevos estudios a nivel de paisaje que incorporen análisis de severidad y carga de combustible.

Sensores de mejor resolución espacial y accesos a datos 3D.

## Post-fire regeneration of woody species in *Pinus radiata* D. Don plantations, Coastal zone, Maule Region (*Gayana Botánica in press*)





# Incendios en el contexto de la Ecología



John Gajardo, Pedro Garrido, Yony Ormazábal, Persy Gómez, Marcos Carrasco, Marco Mora, Marco Yáñez  
02 de agosto de 2017