



# DÍA DE CAMPO FORESTAL ZONA SURESTE

Actividad presencial

**2024**  
**25 ABRIL**  
**9:00 A 17:00 h.**

**PUNTO DE  
ENCUENTRO:**

EL PORÁ  
Ruta 13 km 246,4  
20 km al Este de  
Velázquez - Rocha



- Plantación y desarrollo radicular de *E. smithii*
- Protección forestal
- Mejoramiento Genético y Crecimiento

Organiza:  **INIA**  
URUGUAY

Colabora:  **FACULTAD DE  
AGRONOMÍA**

 **UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY**

Apoya: **Redalco S.A.**



## CONTENIDO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Resumen Jornada Forestal – Zona SE – 2023.....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>Ensayos de manejo de <i>Eucalyptus smithii</i>: evaluación de muerte súbita a los 6 meses .....</b>            | <b>13</b> |
| <b>GEOroots - Uso de georradar para el análisis de sistemas radiculares en <i>E. smithii</i>.....</b>             | <b>19</b> |
| <b>Efecto de reguladores de crecimiento sobre el desarrollo de plantines de <i>Eucalyptus smithii</i>.....</b>    | <b>27</b> |
| <b>Profor: manejo sostenible de problemas sanitarios en el sector forestal.....</b>                               | <b>35</b> |
| <b>Impacto de <i>Teratosphaeria nubilosa</i> en el crecimiento de <i>Eucalyptus globulus</i> en Uruguay .....</b> | <b>39</b> |
| <b>Crecimiento y mortalidad de <i>E. smithii</i> en ensayos de orígenes y progenies .....</b>                     | <b>47</b> |
| <b>Crecimiento de <i>Eucalyptus dunnii</i> a través de los simuladores de INIA.....</b>                           | <b>61</b> |



**DÍA DE  
CAMPO  
FORESTAL  
ZONA  
SURESTE**

Actividad presencial

**2024**

**25 ABRIL**

**9:00 A 17:00 h.**

**PUNTO DE  
ENCUENTRO:**

EL PORÁ  
Ruta 13 km 246,4  
20 km al Este de  
Velázquez - Rocha



**25/04 - DÍA DE CAMPO FORESTAL ZONA SURESTE**

9:00 **Encuentro en El Porá** – Ruta 13, 20 Km al este de Velázquez.

9:30 **Bienvenida.** Directores Regionales W. Ayala y J. P. Posse - INIA

9:45 a 10:00 **Resumen de Jornada anterior.** C. Rachid - INIA

**Bloque plantación y desarrollo radicular de *E. smithii***

10:00 a 10:30 **Ensayos de laboreo, fertilización y protección de las plantas en *E. smithii*: evaluación de muerte súbita a los 6 meses de edad.** G. Balmelli – INIA

10:45 a 11:15 **Uso de georradar para el análisis de sistemas radiculares en *E. smithii*.** A. Hirigoyen - INIA

11:30 a 12:25 **Traslado a Don Francisco**

**12:25 a 13:25 Almuerzo**

13:30 a 14:00 **Efecto de reguladores de crecimiento sobre el desarrollo de plantines de *Eucalyptus smithii*.** F. Schinatto – Facultad de Agronomía- UDELAR.

**Bloque protección forestal**

14:00 a 14:15 **ProFor: nuevo proyecto de sanidad forestal.** S. Simeto - INIA

14:20 a 14:40 **Impacto de *Teratosphaeria nubilosa* en el crecimiento de *Eucalyptus globulus* en Uruguay.** M. Pintos – CENUR Noreste - UDELAR

14:45 a 15:30 **Traslado a Gitano**

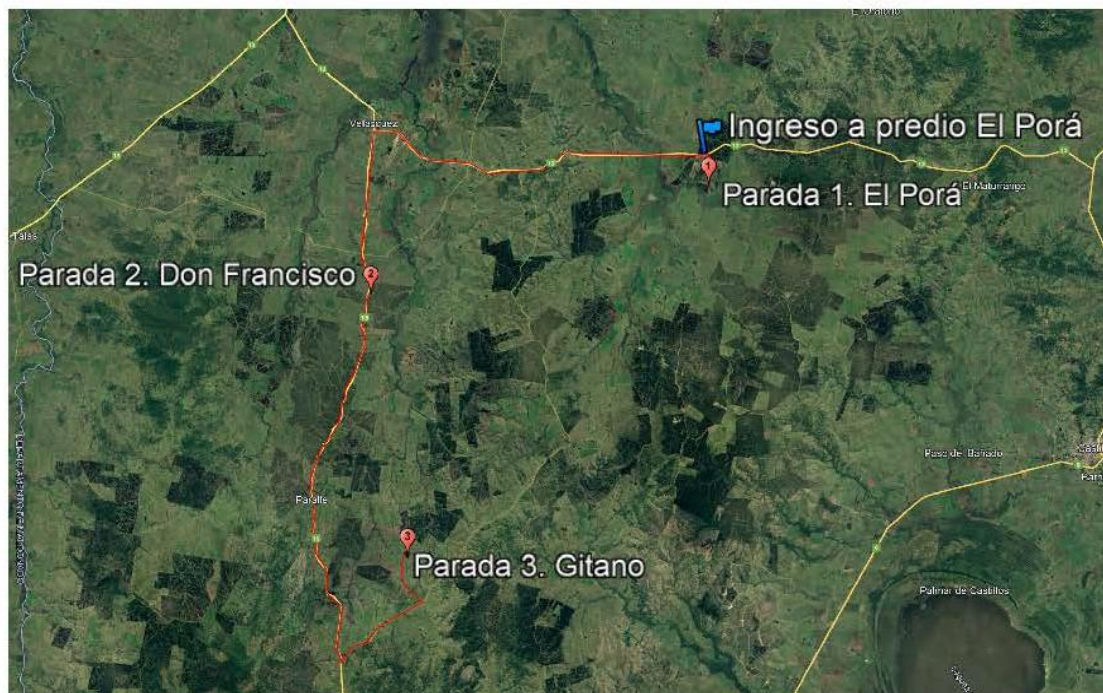
### **Bloque Mejoramiento Genético y Crecimiento**

15:30 a 16:00 **Evaluación del crecimiento orígenes y procedencias de *E. smithii* a los 3 años**  
- F. Resquin

16:05 a 16: 20 **Crecimiento de *E. dunnii* a través de los simuladores forestales INIA. C.**  
Rachid

16:30 Cierre de la actividad

### **Mapa del recorrido:**



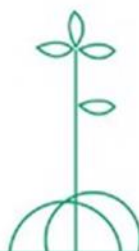
**Recorrido total: 65 km**

## Resumen Jornada Forestal – Zona SE – 2023



**JORNADA  
FORESTAL  
ZONA  
SURESTE**

Actividad presencial  
de salón y campo



**2023  
11 MAYO  
09:00 HORAS**

**PUNTO DE  
ENCUENTRO:**  
CIEDAG / SUL  
ruta 7, km 140  
Cerro Colorado - Florida

Organiza



Asesor




# Resumen Jornada Forestal SE 2023

Cecilia Rachid  
Sistema Forestal - INIA

## TEMAS DE INTERÉS PRODUCTIVO




**Crecimiento y apoyo a toma de decisiones: *E. smithii*** 



**Nutrición forestal:**  
P y B 

### Mejoramiento genético de especies para el SE:

- Desarrollo de híbridos
- Comportamiento de  orígenes y procedencias de *E. smithii*.

GWR-URUGUAY 

**Aspectos silviculturales y de sitio que pueden afectar la sanidad:**  
*Eucalyptus smithii* y muerte súbita





# Mensajes

## Mejoramiento Genético de especies para el SE

### Proyecto de Mejoramiento Genético mediante hibridación



Problemas sanitarios de las principales especies de exportación de la zona: *E. globulus* y *E. smithii*

Productores ganaderos

Desarrollo de híbridos con *E. grandis* por sanidad y enraizamiento

+  
*E. tereticornis* 2ª Generación

### Pruebas de Progenies de *E. smithii*

Resultados de 3/5 ensayos en TyT, Florida y Rocha:

- 22/156 orígenes/familias
- 6 testigos comerciales

Evaluación MS a los 22 meses

Diferencias entre orígenes incluyendo huertos semilleros respecto a sintomatología MS

Déficit de lluvias y altas temperatura en verano 22-23 no determinó aumento notorio de MS



### Potencial de selección genética en *E. smithii* para crecimiento y muerte súbita

Ensayo en Florida comparativo de:

- 67 familias de *E. smithii* (10 procedencias)
- 7 testigos comerciales *E. smithii*
- 3 testigos comerciales de *E. dunnii*

Evaluación 12, 24 y 36 meses

Diferencias en sobrevivencia, altura y dap.

Mayor sobrevivencia y altura de *E. dunnii*, pero algunas procedencias de *E. smithii* tuvieron desempeño cercano.





# Mensajes

## Apoyo a toma de decisiones

### Crecimiento de *E. smithii* y comparación con simulador SAG globulus

¿Qué crecimientos se registran hasta el momento?  
338 observaciones en Rocha, Lavalleja y Florida

- **IS8 promedio: 24 m (13-22m)**
- **Volumen promedio: 230 m<sup>3</sup>/ha a los 11 años**
- **Necesidad de ecuaciones de volumen individual**

¿Puedo utilizar SAG globulus para proyectar crecimiento de *E. smithii*?

No:

- **SAG globulus subestima AMD y variabilidad diamétrica de *E. smithii*.**
- **El volumen se sobrestima y subestima según el intervalo de proyección**
- **Evolución de mortalidad diferente entre ambas especies**



## Nutrición forestal



### Fósforo y Boro en plantaciones de Eucaliptos en Uruguay: conceptos generales e información de la investigación nacional

- P:** baja disponibilidad y poca variabilidad en suelos del país
- 23 experimentos en zona forestales (2000-2012) con *E. grandis*, *E. dunnii* y *E. globulus*
  - **Respuesta significativa hasta umbral (50 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/pl)**
  - **Presentaciones vs suelos**

- B:** escaso, origen M.O. y tóxico en concentraciones altas
- 21 experimentos (2005-2012) *E. grandis*, *E. dunnii* y *E. globulus*: fuentes de B, dosis y momentos de fertilización
  - **Poco poder predictivo de análisis de suelo**
  - **Nivel de toxicidad en hojas**
  - **Umbral de dosis (4 kg/ha)**





# Mensajes

## Aspectos silviculturales y de sitio que pueden afectar la sanidad:

### ¿Existe relación entre las propiedades del suelo y la muerte súbita de *E. smithii*?

Plantaciones de 2 años, 60 puntos reforestación y 40 forestación.  
Relación de mortalidad 30% vs 16%.

1. ¿Qué diferencias se observan entre las propiedades químicas y físicas del suelo en la fila de plantación sobre uso previo no forestal y uso previo forestal?

- **Menor capacidad de retención de agua, menor COS y mayor relación Ca/Mg cuando el uso previo fue forestal**

2. Dichas diferencias ¿explican la mayor mortalidad?

- **Las propiedades del suelo que cambiaron con el uso previo se correlacionaron con la mortalidad, pero las correlaciones fueron bajas => problema multicausal**



### Proyecto de investigación sobre muerte súbita de *E. smithii*: **BioRoots**

Dados los antecedentes respecto a características de los plantines y estudios sobre agentes/factores causales, se plantea abordar diferentes aspectos que permitan diseñar prácticas orientadas a la disminución de síntomas.





## Ensayos de manejo de *Eucalyptus smithii*: evaluación de muerte súbita a los 6 meses

### Proyecto BioRoots (2023-2026)

Desarrollo de medidas de manejo tendientes a disminuir la mortalidad en las primeras etapas del cultivo de *E. smithii*

Equipo técnico: Fernando Resquín, Gustavo Balmelli, Cecilia Rachid, Sofía Simeto, Diego Torres, Juan Rosas, Silvia Garaycochea –   
Mario Pérez, Pablo Ferrando, Franco Schinatto, Jaime Gonzalez, Andrés Baietto – 



## INTRODUCCIÓN

- *Eucalyptus smithii* como alternativa a *E. globulus* en la región SE (madera con características similares y posibilidad de exportación)
- Muy buen crecimiento, pero alta mortalidad en los primeros años
- Muerte súbita: problema complejo, multicausal (genética, suelo, clima)
- Hipótesis general: la especie presenta pobre sistema radicular, ocurriendo en determinadas situaciones (condiciones edáficas y climáticas) el colapso de las plantas.
  - H1: el manejo del laboreo y de la fertilización permitirían promover un mayor desarrollo radicular.
  - H2: la cobertura del suelo y el entutorado permitirían reducir la temperatura del suelo y las heridas en el cuello de las plantas.

**Objetivos:** identificar prácticas de manejo silvicultural que permitan reducir la incidencia de Muerte súbita en *E. smithii*

## Ubicación y características de las plantaciones

| Manejo                                  | REDALCO (El Porá)  | FIDEICOMISO (Tierra Gaucha)                              |
|---|--|--|
| Sitio y suelo                           | Ruta 13 (Rocha)<br>Suelo 2.12                                | Ruta 7 (Treinta y Tres)<br>Suelo 2.12 y 2.11a            |
| Uso previo                              | Plantación de <i>E. globulus</i>                             | Plantación de <i>E. globulus</i>                         |
| Laboreo                                 | Subsolado profundo (80 cm),<br>exéntrica pesada y rotoavador | Subsolado agrícola (50 cm),<br>excéntrica (2) y disquera |
| Herbicidas pre<br>plantación            | Glifosato + 2-4 D<br>+ Versátil + S-Metaloclor               | Glifosato + Boydal<br>+ S-Metolaclor                     |
| Herbicidas post<br>plantación           | No   | A 70 días: Aster 360<br>+ Haloxifop + Zethin             |
| Plantas (vivero y<br>fuente de semilla) | Vivero FRIPUR<br>Semilla Sappi (SA)                          | Vivero FRIPUR<br>Semilla Sappi (SA)                      |
| Fecha plantación                        | 15/9/2023  | 1/9/2023   |
| Fertilización                           | Multicote 10-48 (17 g/pl)<br>6 meses post plantación         | Multicote 10-48 (9 g/planta)                             |
| Densidad de<br>plantación               | 1370 pl/ha (3.65 x 2 m)                                      | 1667 pl/ha (3 x 2 m)                                     |

## Características de los ensayos

|                        | LABOREO  | FERTILIZACIÓN   | MANEJO   |
|------------------------|--|---|--|
| Diseño<br>experimental | BCA - 4 repeticiones   | BCA - 4 repeticiones  | BCA - 4 repeticiones   |
| Tratamientos           | T1. Profundo (70-80 cm)<br>Con Camellón<br>T2. Profundo (70-80 cm)<br>Sin Camellón<br>T3. Agrícola (40-50 cm)<br>Con Camellón<br>T4. Agrícola (40-50 cm)<br>Sin Camellón | T1. Purkote 3M (10-47-0)<br>(5 g c/lado)<br>T2. Purkote (10 g debajo)<br>T3. Fosfato MA (12-52-0)<br>(50 g c/lado)<br>T4. Incorporado: Fosfato<br>MA (eq. a 100 g/pl)<br>T5. Diferido (= T3 a los 3<br>meses) | T1. Testigo<br>T2. Tutor<br>T3. Enmalezado<br>T4. Mulch (chips)<br>T5. Tutor + Mulch |
| Tamaño de<br>parcela   | 70 plantas (5 x 14)  | 72 plantas (6 x 12)   | 70 plantas (5 x 14)  |

### Mediciones realizadas

- Conteo de faltas, volcadas, secas y Muerte súbita: a los 2, 4, 5 y 6 meses
- Crecimiento (altura de planta): a los 6 meses (12 de abril)

Incidencia de Muerte súbita (%) =  $N^{\circ}$  plantas con MS \* 100 /  $N^{\circ}$  plantas útiles  
(plantas útiles = no se consideran las faltas y las plantas muertas por otras causas)

|                    | MS (%) | Vuelco (%) | Altura (m) |
|--------------------|--------|------------|------------|
| El Porá (Rocha)    | 31.4   | 12.4       | 2.13       |
| Valentines (T y T) | 5.3    | 1.1        | 1.27       |



## Resultados de la evaluación a los 6 meses en Rocha

### Ensayo de LABOREO

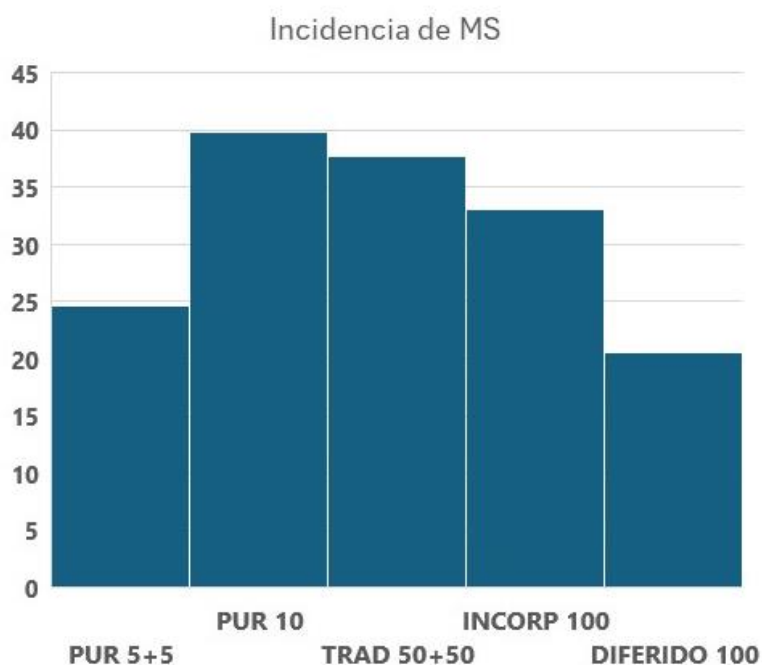
| % MS       | Profundo (80 cm) | Agrícola (45 cm) |      |
|------------|------------------|------------------|------|
| C/Camellón | 31.8             | 34.5             | 33.2 |
| S/Camellón | 38.6             | 30.7             | 34.6 |
|            | 35.2             | 32.6             |      |

| % Vuelco | PRO  | AGR  |
|----------|------|------|
| CC       | 9.8  | 9.2  |
| SC       | 10.5 | 10.9 |

| Altura (m) | PRO  | AGR  |
|------------|------|------|
| CC         | 2.38 | 2.36 |
| SC         | 2.37 | 2.36 |

## Resultados de la evaluación a los 6 meses en Rocha

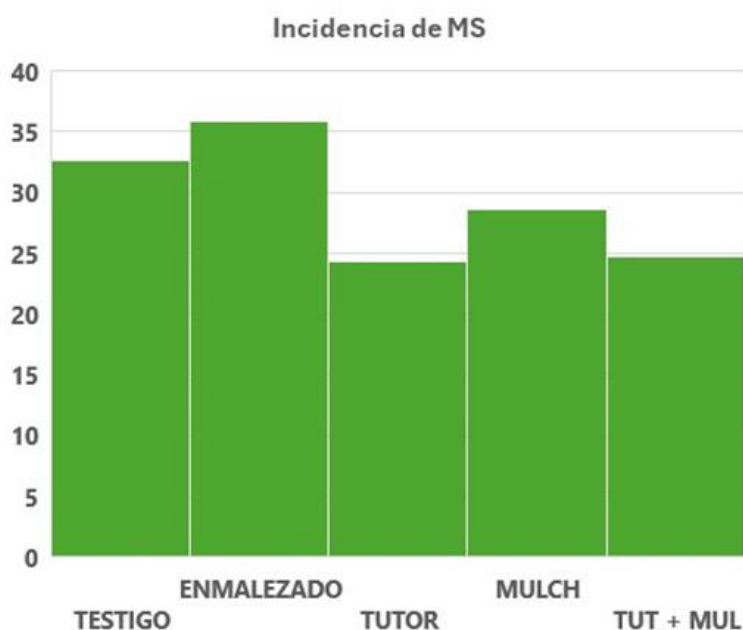
### Ensayo de FERTILIZACIÓN



|                  | Vuelco (%) | Altura (m) |
|------------------|------------|------------|
| Pur 5 + 5        | 9.2        | 1.83       |
| Pur 10           | 19.5       | 1.68       |
| Trad 50 + 50     | 14.3       | 1.66       |
| Incorp 100       | 13.6       | 1.66       |
| Diferido 50 + 50 | 13.3       | 1.63       |

## Resultados de la evaluación a los 6 meses en Rocha

### Ensayo de MANEJO (post plantación)



|           | Vuelco (%) | Altura (m) |
|-----------|------------|------------|
| TESTIGO   | 12.9       | 2.33       |
| ENMALEZA  | 14.5       | 2.21       |
| TUTOR     | 19.5       | 2.27       |
| MULCH     | 9.2        | 2.40       |
| TUT + MUL | 9.7        | 2.53       |



## CONCLUSIONES

Luego del primer verano (aproximadamente a los 6 meses de la plantación):

- Incidencia de MS: muy baja en Valentines (5.3% ) y alta en Rocha (31.4%)
- Vuelco: mínimo en Valentines (1.1%) y moderado en Rocha (12.4%)
- Crecimiento (altura media): 1.27 m en Valentines y 2.13 m en Rocha

En los ensayos instalados en Rocha:

- **Laboreo.** No hay diferencias entre tratamientos en MS, vuelco y altura
- **Fertilización.** Diferido y Purkote 5+5 parecen tener menor MS  
Purkote 10 parecería tener mayor vuelco  
No hay diferencias en crecimiento
- **Manejo.** Tutor y Tutor + Mulch parecen tener menor MS  
Tutor parece tener más vuelco (aunque NO ocurre en Tutor + Mulch)  
No hay diferencias en crecimiento

## Consideraciones finales

Respecto a la incidencia de Muerte súbita luego del primer verano, hay más diferencias entre sitios que entre tratamientos.

La incidencia de MS en Valentines es tan baja que no permite analizar diferencias entre tratamientos.

En los ensayos en Rocha, la fertilización con Purkote a los lados de la planta y la fertilización diferida parecen tener menor MS. Podría estar explicado por un mayor crecimiento radicular y/o una mejor relación parte aérea/raíz?

El entutorado de las plantas parece disminuir la incidencia de MS. Podría estar explicado por menores daños en el cuello de la planta?

Ensayos de FERTILIZACION en REDALCO Parcelas de 72 plantas (6 filas de 12 pl)

| Bloque IV | Bloque III | Bloque II | Bloque I   |
|-----------|------------|-----------|--|
| Trat 4    | Trat 5     | Trat 3    | Trat 1<br>Purkote 3M (10-47-0)<br>5 g a cada lado                      |
| Trat 3    | Trat 1     | Trat 4    | Trat 2<br>Purkote 3M (10-47-0)<br>10 g debajo                          |
| Trat 2    | Trat 3     | Trat 5    | Trat 3<br>Tradicional<br>Fosfato MA (12-52-0)<br>50 g a cada lado      |
| Trat 1    | Trat 2     | Trat 1    | Trat 4<br>Incorporado 100 g/pl<br>Fofato MA (12-52-0)                  |
| Trat 5    | Trat 4     | Trat 2    | Trat 5<br>Diferido 3 meses<br>Fosfato MA (12-52-0)<br>50 g a cada lado |

Inicio

Calle

APSE: smithii

## GEOroots

Uso de georradar para el análisis de sistemas radiculares en *E. smithii*



# GEOroots

Uso de georradar para el análisis de sistemas radiculares en  
*E. smithii* (L4 2024-2027)



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
URUGUAY

Andrés Hirigoyen

Ing. Agr. (Dr.)

Abril 2024



1

# GEOroots

## Objetivo:

Evaluar la viabilidad y eficiencia del uso del GPR como herramienta de análisis del desarrollo de sistemas radiculares forestales de *E. smithii*.

## Actividades:

- Cuantificar la biomasa radicular
- Determinar la arquitectura y distribución de raíces
- Relacionar el daño radicular y muerte súbita,
- Determinar el método de procesamiento de imágenes más preciso



## Productos:

- Metodología de extracción de raíces y ajuste de modelos de biomasa.
- Metodología de uso del GPR para identificar sistemas radiculares
- Uso de las imágenes de GPR para determinar el estado sanitario del sistema radicular.



2

# GEOroots

Radar de penetración terrestre (GPR)

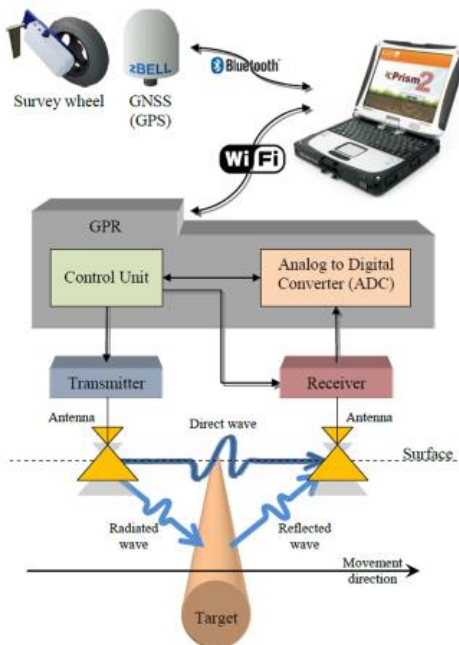
Como técnica y como herramienta



**inia**  
URUGUAY  
Fuente

3

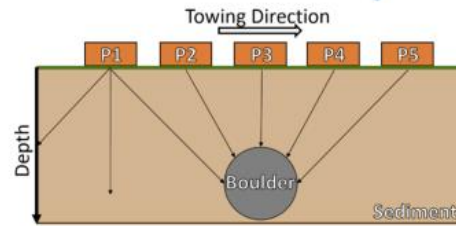
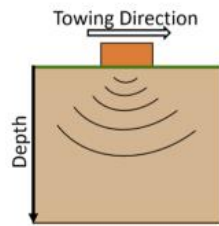
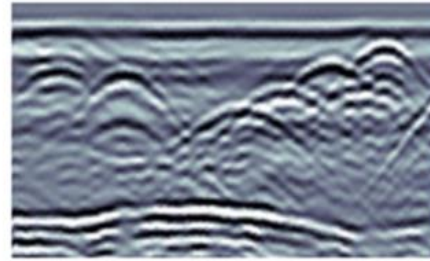
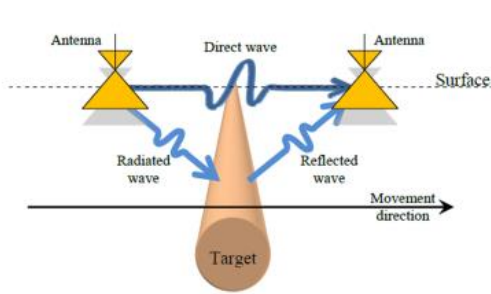
# GPR



**inia**  
URUGUAY

4

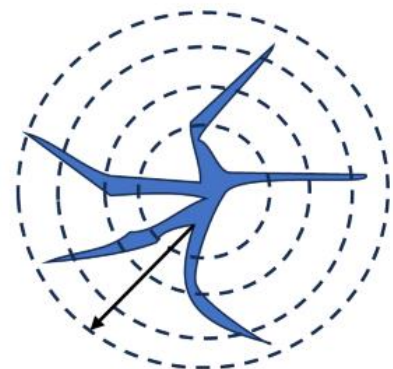
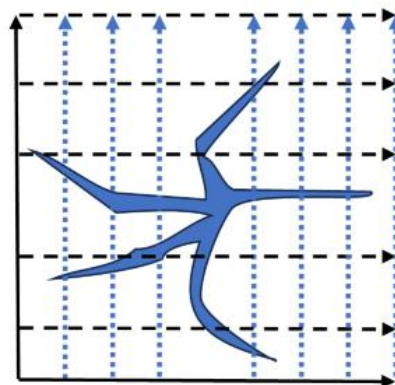
# GPR



5

# Relevamiento

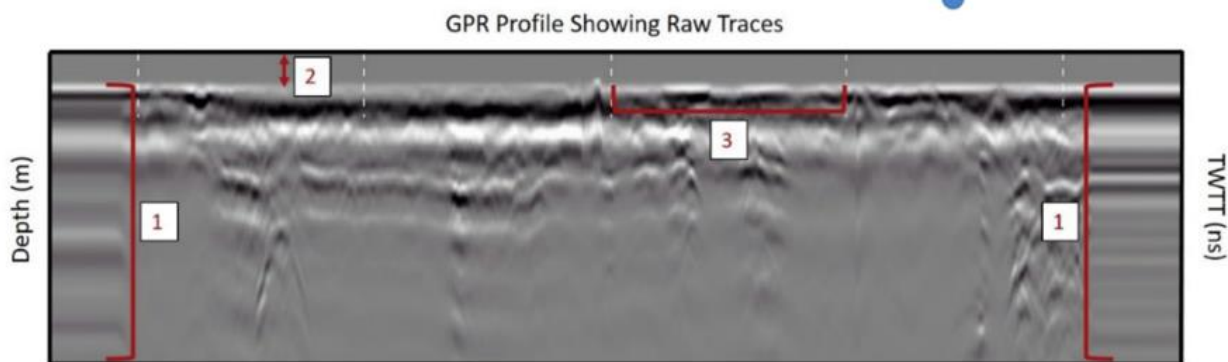
Diseño del relevamiento



6

# Radargrama

Perfil GPR

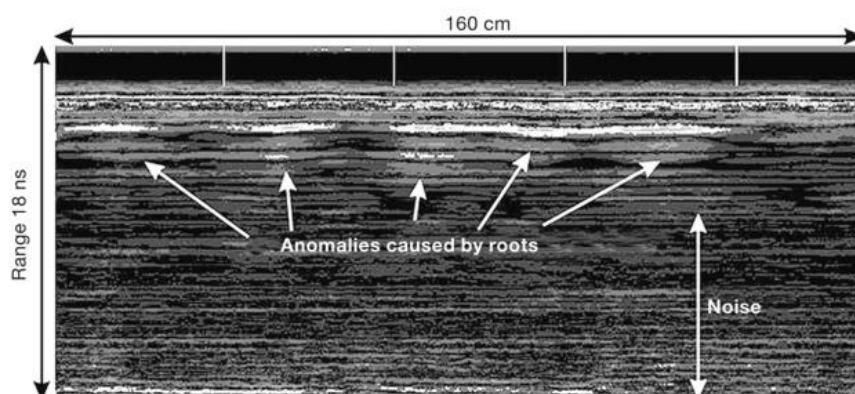


7

# GEOroots

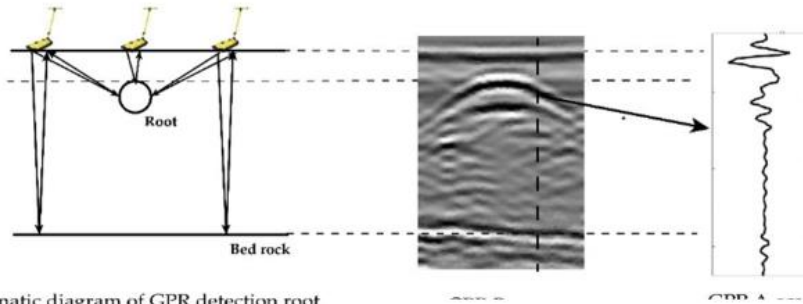
Postproceso de imágenes:

- Eliminación de datos estáticos
- Corrección de tiempo cero,
- Normalización de distancia,
- Filtrado de datos
- Apilamiento

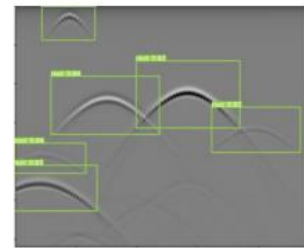
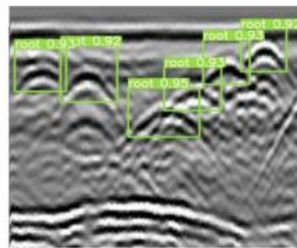


8

# Análisis de imágenes

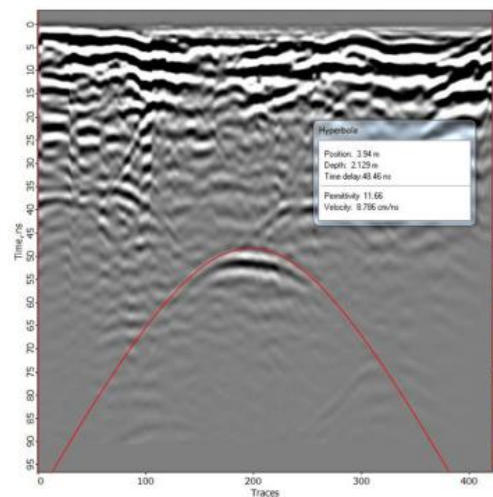
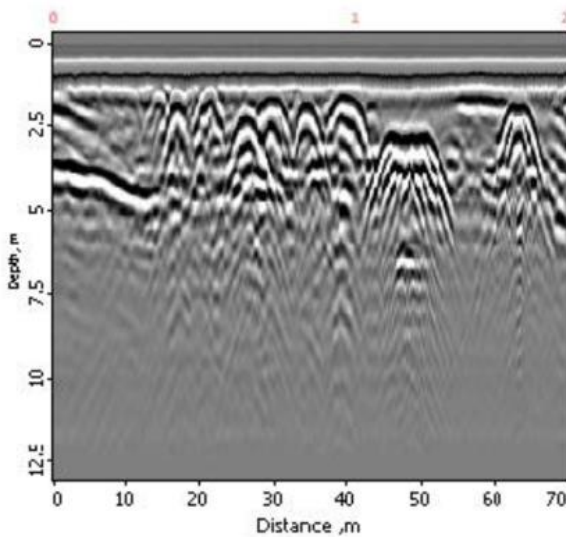


Schematic diagram of GPR detection root



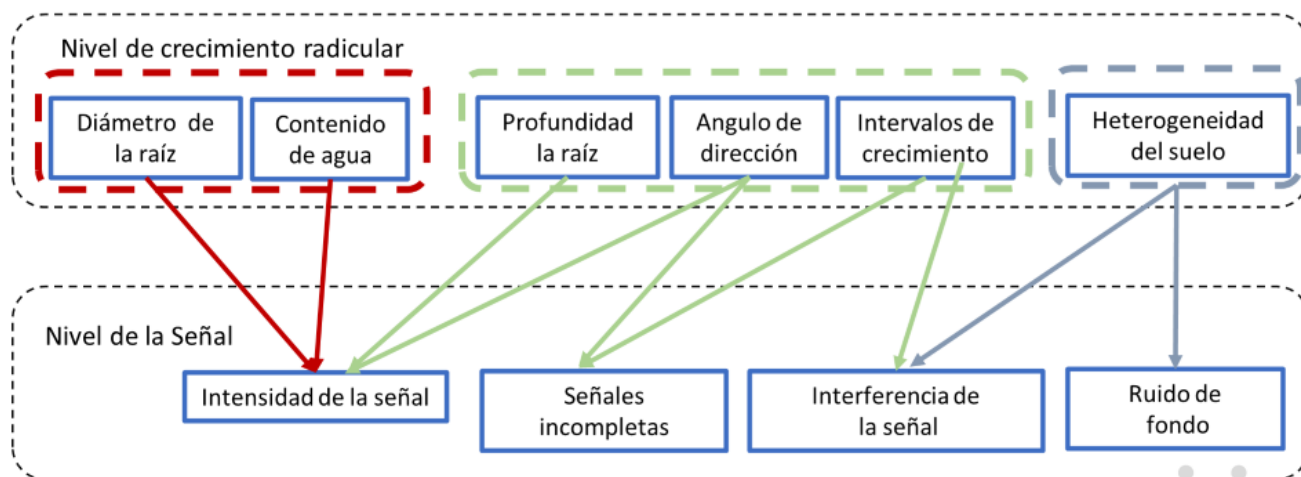
9

# Análisis de imágenes



10

# Factores Limitantes



Li W. et al (2016)

11

# GEOroots

Factores que influyen en la calidad de los datos:

1. Condiciones del suelo
2. Frecuencia de la antena
3. Tamaño del objetivo

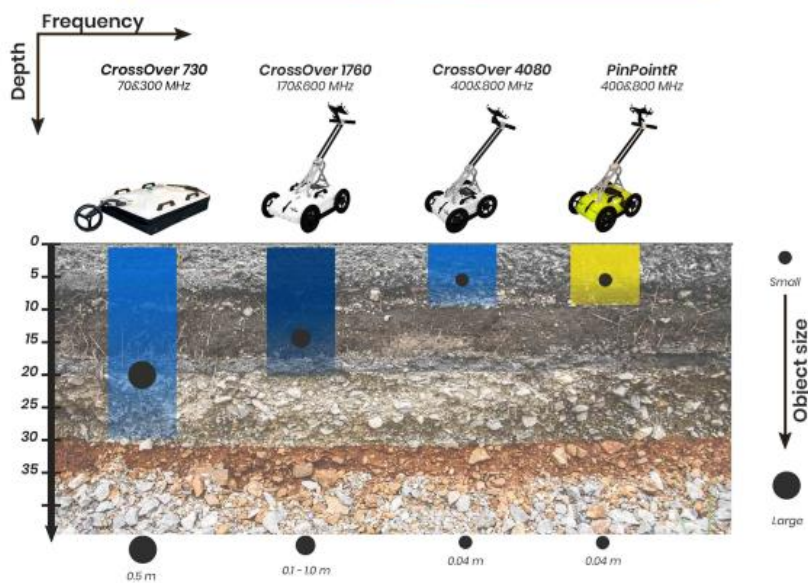
| Frecuencia de la Antena MHz | Aprox. Profundidad en arcilla húmeda y densa | Aprox. Profundidad en arena limpia y seca |
|-----------------------------|--|---|
| 100 MHz                     | 12 m   | 30 m                                      |
| 250 MHz                     | 4.5 m  | 9 m                                       |
| 500 MHz                     | 1.8 m  | 5 m                                       |
| 1000 MHz                    | 60 cm  | 1.8 m                                     |
| 2000 MHz                    | 15 cm  | 60 cm                                     |

12



# GEOroots

Antenna frequency vs. depth penetration vs. resolution



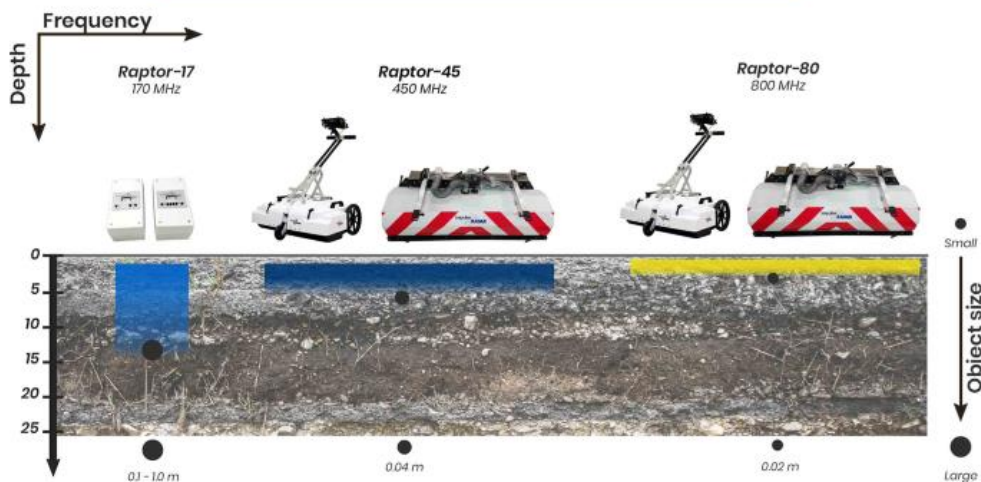
Fuente



13

# GEOroots

Antenna frequency vs. depth penetration vs. resolution



Fuente



14



## Efecto de reguladores de crecimiento sobre el desarrollo de plantines de *Eucalyptus smithii*



### Efecto de reguladores de crecimiento sobre el desarrollo de plantines de *Eucalyptus smithii*



Schinato, F.<sup>1</sup>; Resquin, F.<sup>2</sup>; Baietto, A.<sup>1</sup>; González-Talice, J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento Forestal, Facultad de Agronomía, UdelaR;

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Tacuarembó;



### Problemática

Muerte súbita: 2 primeros años - 10 a 40 % (Rachid et al., 2021).

Factores: clima, suelo, manejo, patógenos, material genético (anatomía, fisiología, genética);

**Enfoque:** sistema radicular y medidas de manejo que promuevan su desarrollo.

**La arquitectura radicular condiciona el rendimiento de la planta.**



## HORMONAS Y REGULADORES DE CRECIMIENTO

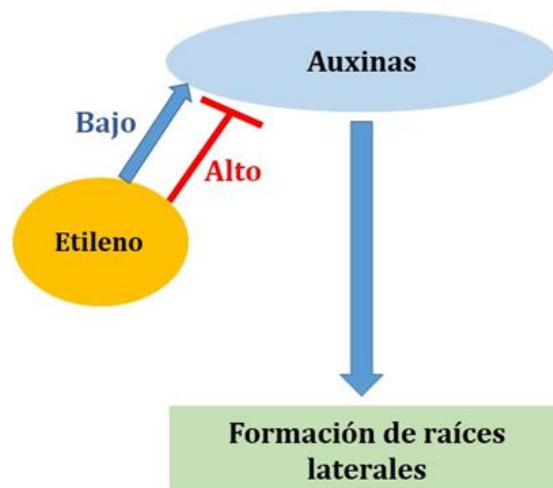
- Regulan los procesos fisiológicos y bioquímicos;
- **Auxinas:** dormición de yemas laterales, regulan la división y diferenciación celular, producidas en los ápices de las ramas;

**En las raíces: promueven la formación de raíces laterales;**

- **Etileno:** inhibe la formación de raíces laterales;

**AVG: molécula que inhibe la biosíntesis del etileno.**

## HORMONAS Y REGULADORES DE CRECIMIENTO



## Estrategia de investigación

### ETAPA 1

Evaluar el **efecto de dosis de Auxinas e inhibidores del Etileno** sobre el desarrollo radicular y crecimiento de plántulas;

Determinar las concentraciones con mejor desempeño.

### ETAPA 2

Evaluar el efecto de largo plazo: efecto sobre la **sobrevivencia y crecimiento en campo**.

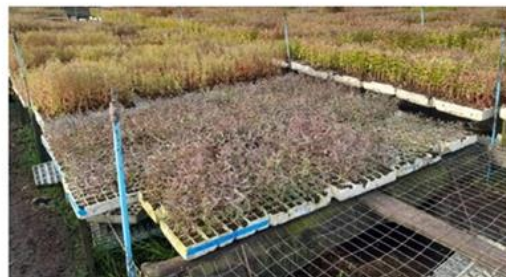
## ETAPA 1: dosis de reguladores de crecimiento

Tesis de grado: Bolaños, S., Patarino, M., Fioravanzo, E. 2023. Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento en el desarrollo radicular de plántulas de *E. smithii*.

Semilla de *E. smithii* procedencia Sappi.

**Envase:** bandejas de espumaplast con 96 celdas de 50 cm<sup>3</sup>;

**Sustrato:** 70 % corteza de Pino, 30 % de turba, fertilizante de liberación controlada (~5 g/envase).



# ETAPA 1: dosis de reguladores de crecimiento

Aplicaciones hormonales en plantas con 70 días desde la siembra

- ANA: 0, 200, 600 y 1000 mg/L
- AVG: 0, 125, 250 mg/L

3 parcelas con 30 plantas/parcela

1080 plantines evaluados

| Descriptor      | H (cm) | D (mm) |
|-----------------|--------|--------|
| Media           | 12.97  | 1.35   |
| Desvío estándar | 0.72   | 0.15   |
| Máximo          | 14.70  | 1.61   |
| Mínimo          | 11.80  | 1.08   |

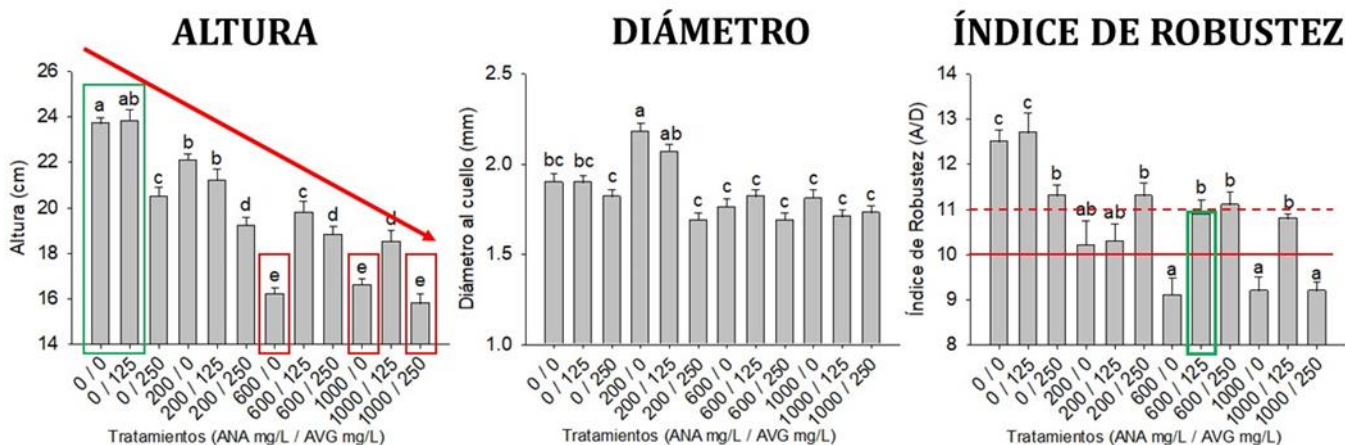


|                  | Dosis AVG (mg/L) |        |          |          |
|------------------|------------------|--------|----------|----------|
|                  | 0                | 125    | 250      |          |
|                  | 0                | 0-0    | 0-125    | 0-250    |
| Dosis ANA (mg/L) | 200              | 200-0  | 200-125  | 200-250  |
|                  | 600              | 600-0  | 600-125  | 600-250  |
|                  | 1000             | 1000-0 | 1000-125 | 1000-250 |

## MEDICIONES

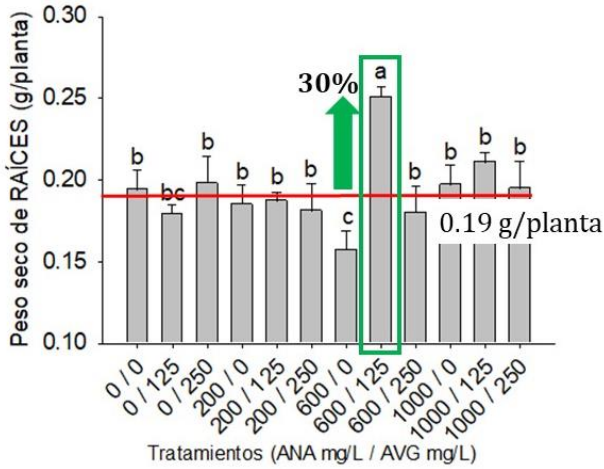
Altura, diámetro al cuello, peso de hoja, raíz, tallo, área foliar, indicadores de calidad de plantines.

## ETAPA 1: RESULTADOS

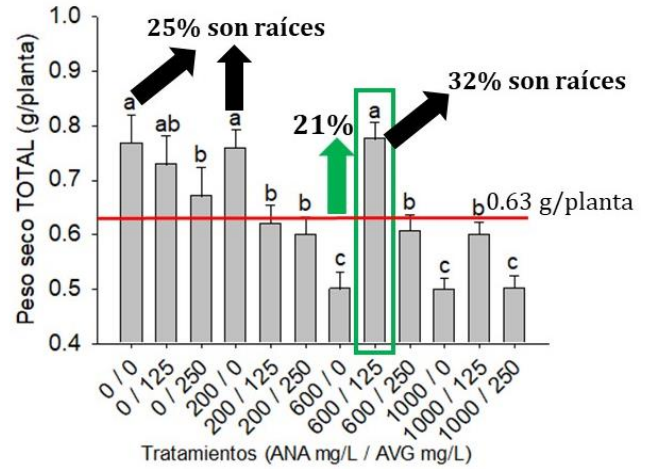


## ETAPA 1: RESULTADOS

### PESO DE RAÍCES



### PESO SECO TOTAL



## ETAPA 1: RESULTADOS (INESPERADOS)

Plantas con raíz pivotante deformadas (3%)



Plantas sin raíz pivotante (13%)



## ETAPA 2: efecto del sistema radicular y hormonas sobre la sobrevivencia y crecimiento en campo

Tesis de grado: Amarante, J. P., González, M. 2024. Efecto de la morfología radicular y de reguladores de crecimiento sobre el crecimiento y sobrevivencia en la implantación de *E. smithii*.

609 plantas de seminales de *E. smithii* procedencia Sappi.

Envase: tubetes de 75 cm<sup>3</sup>.



## ETAPA 2: efecto del sistema radicular y hormonas sobre la sobrevivencia y crecimiento en campo

Tratamientos:

Tipo de raíz:

- Normal (N);
- Sin raíz pivotante (SP);
- Deformada (D).

Reguladores de crecimiento:

- Sin aplicación;
- 1 aplicación;
- 2 aplicaciones.

### ETAPA DE VIVERO

- Crecimiento;
- Biomasa;
- Fisiología
  - Fotosíntesis;
  - Conductancia estomática.

### ETAPA DE CAMPO

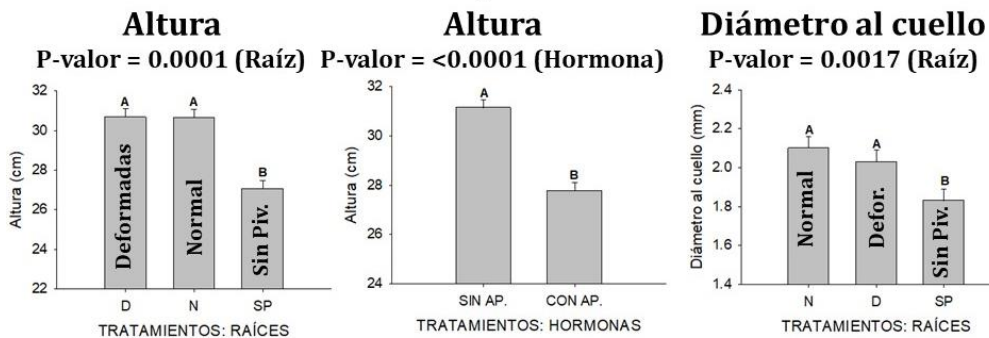
- Sobrevivencia;
- Crecimiento;
- Fisiología
  - Fotosíntesis;
  - Conductancia estomática;
  - Temperatura de copa.

### SITIOS

- Valentines
- EEBR



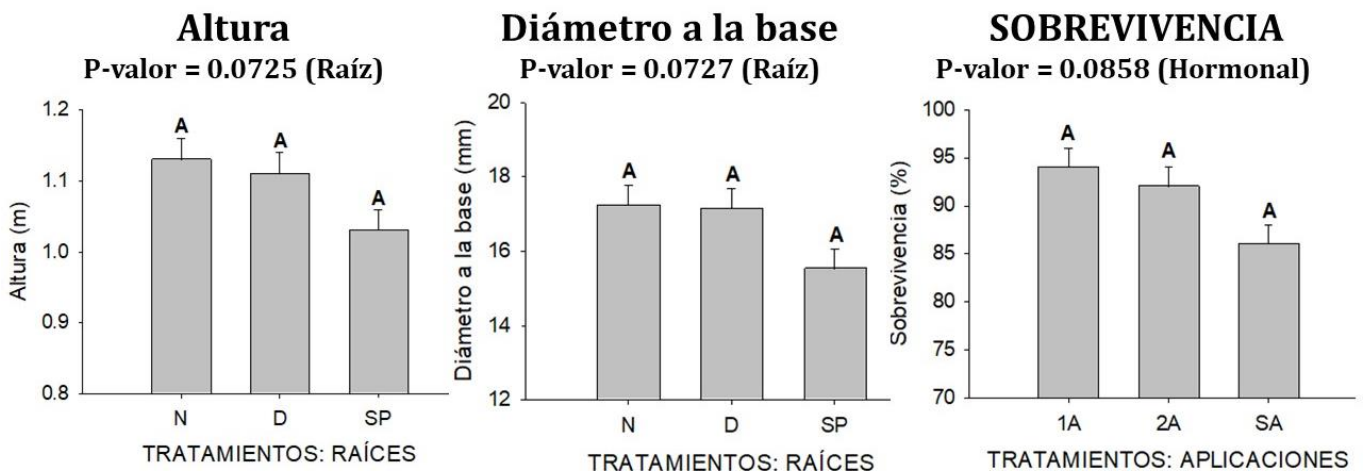
## ETAPA 2: resultados preliminares – VIVERO



El tipo de raíz influencia el crecimiento de plantines de *E. smithii*; la falta de pivotante es la mayor limitante;

Los reguladores de crecimiento mejoran la relación entre parte aérea y sistema radicular, generando plantas más balanceadas.

## ETAPA 2: resultados preliminares – CAMPO – 3 meses

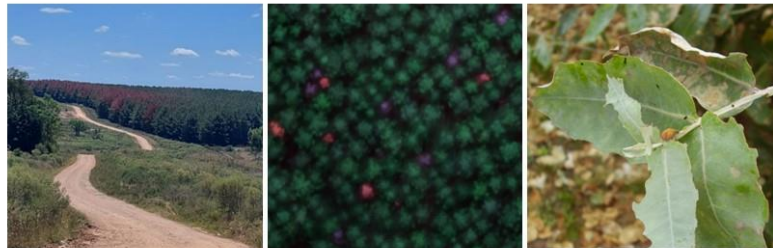




# Profor: manejo sostenible de problemas sanitarios en el sector forestal



## Profor: *manejo sostenible de problemas sanitarios en el sector forestal* (2024-2027)



**Equipo técnico INIA:** Sofía Simeto, Gabriela Piñeyro, Andrés Hirigoyen, Diego Torres, Mario Giambiasi, Federico Rivas y Eduardo Abreo

**Equipo de apoyo de INIA:** Gissel Cantero, Paula González, Analía García, Mariela Suárez, Pablo Núñez, Federico Rodríguez, Wilfredo González, Néstor Pereira, Juan Pablo Lozano y Sebastián Inthamoussu

**Equipo Técnico externo:** Demian Gómez (Texas A&M Forest Service), Thomas Atkinson (University of Texas), Susana Tiscornia (Facultad de Ciencias) y Sandra Lupo (Facultad de Ciencias)

**Instituciones colaboradoras:** SPF, DGF, University of Florida

### 1. Escarabajos de ambrosía: monitoreo, fenología, micoflora y manejo

Líder del componente: Gabriela Piñeyro



Foco de ataque de escolítidos



Galerías de escolítidos de ambrosía taladrando la madera



Orificios de entrada de escolítidos de ambrosía y presencia de aserrín compactado

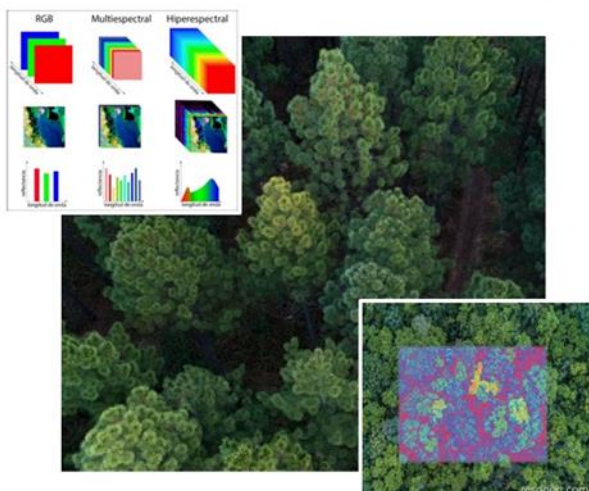
## 1. Escarabajos de ambrosía: monitoreo, fenología, micoflora y manejo

Líder del componente: Gabriela Piñeyro



## 2. Herramientas de sensoramiento remoto para el monitoreo de la sanidad forestal

Líder del componente: Andrés Hirigoyen



- Detección a gran escala, en forma objetiva, rápida y no destructiva
- Dron + sensor: imágenes con alta precisión (15 cm/px)
- Desarrollo de algoritmos de aprendizaje profundo
- Detección temprana de problemas sanitarios, cuantificación de incidencia en base a respuesta espectral

## 2. Herramientas de sensoramiento remoto para el monitoreo de la sanidad forestal

Líder del componente: Andrés Hirigoyen

Nueva línea de investigación: desarrollo y ajuste de herramientas de teledetección para el apoyo del manejo de problemas sanitarios

Seguimiento de focos activos de:

Escarabajos de corteza y de ambrosía en plantaciones de pino y eucalipto

Bacteriosis en eucalipto

SISTEMA DE  
SENSORAMIENTO REMOTO  
AJUSTADO PARA  
PROBLEMAS SANITARIOS

PAQUETE DE MEDIDAS  
DE MANEJO PARA FOCOS  
EMERGENTES BASADAS  
EN TELEDETECCIÓN

POSIBLES PAUTAS PARA UN  
SISTEMA DE ALERTA  
TEMPRANA CON BASE EN  
TELEDETECCIÓN

## 3. Bioinsumos para el manejo sanitario forestal

Líder del componente: Sofía Simeto

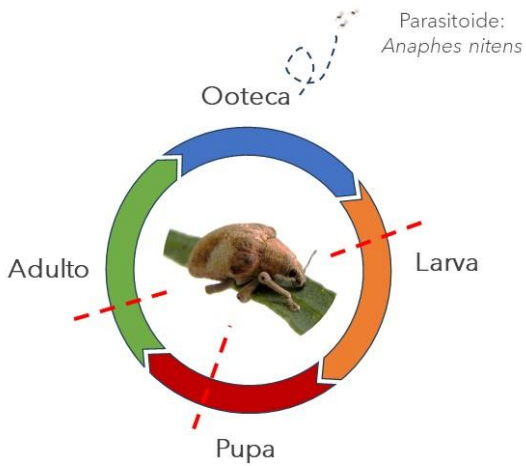


*Manejo integrado de plagas (MIP):*

- *Diferentes estrategias de manejo, compatibles entre sí*
- *Expectativa de que su efecto combinado reduzca el impacto causado por la plaga objetivo hasta niveles tolerables*
- *Efectos colaterales mínimos sobre el medio ambiente*

### 3. Bioinsumos para el manejo sanitario forestal

Líder del componente: Sofía Simeto



VIRULENCIA DE CEPAS FORMULADAS DE *B. bassiana* SOBRE ADULTOS Y LARVAS EN PLANTACIONES JÓVENES

VIRULENCIA DE CEPAS DE *M. anisopliae* y *B. bassiana* SOBRE PUPAS EN LABORATORIO

PATOGENICIDAD DE CEPAS FORMULADAS SOBRE ORGANISMOS NO-BLANCO (POLINIZADORES Y *Anaphes*)

## Impacto de *Teratosphaeria nubilosa* en el crecimiento de *Eucalyptus globulus* en Uruguay



## Impacto de *Teratosphaeria nubilosa* en el crecimiento de *Eucalyptus globulus* en Uruguay

Pintos, M.<sup>1</sup>; Pérez, C.A.<sup>2</sup>; Rachid, C.<sup>3</sup>; Balmelli, G.<sup>3</sup>; Simeto, S.<sup>3</sup>

1- Polo Desarrollo Universitario, Espacio de Biología vegetal. Sede Tacuarembó, Cenur Noreste, Universidad de la República.

2- Departamento de Protección Vegetal. Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Estación Experimental «Dr. Mario Alberto Cassinoni»

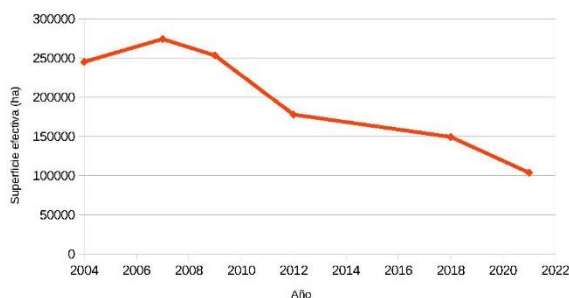
3- Programa Forestal, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.

# Antecedentes y justificación



## *Eucalyptus globulus*: características y producción

- ✓ Originario de Australia
- ✓ Gran capacidad de adaptación a sitios forestales (Uruguay XXI, 2021, 2016).
- ✓ Durante casi una década fue la principal especie cultivada (+ de 200 mil ha) (Uruguay XXI, 2011), principalmente para producción de pulpa.
- ✓ **Pero**: Alta susceptibilidad a problemas sanitarios y plagas (Balmelli et al., 2007)



→ 2007-2017 Reducción 73 % (DIEA, 2017)

→ 2018-2021 Reducción 30 % (MGAP/DGF, 2021)

Fuente: Dirección General Forestal (MGAP-DGF 2021, 2018, 2012 y 2004), Anuario estadístico agropecuario (MGAP-DIEA 2009 y 2007)

3

## Causas de reducción en área con *E. globulus*

### 1. Introducción involuntaria de *Teratosphaeria nubilosa*

- ✓ Patógeno foliar causante de Teratosphaeria Leaf Disease (TLD), detectada por primera vez en el año 2007 en Uruguay por Pérez *et al.* (2009a)
- ✓ Consecuencias devastadoras en plantaciones jóvenes de *E. globulus*.
- ✓ Reemplazo por especies más resistentes a la enfermedad como: *E. dunnii*, *E. maidenii*, *E. smithii*.



### 2. Decisiones de las empresas

Generando impactos en la producción y economía del país.



## Revisión de estudios de impacto nacional

La mayoría de trabajos refieren a daño foliar en los primeros años de crecimiento de *E. globulus* (2 años) o a ensayos de comportamiento de orígenes (gran diversidad en crecimientos).

No se encontraron trabajos que expliquen la reducción en crecimiento a turno final, ni datos comparables de productividad de volumen de plantaciones comerciales, previo a la introducción de *T. nubilosa*

### Limitaciones para comparar volumen en plantaciones con y sin enfermedad

No se pudo acceder a datos de inventario en sitios donde se realizó más de una rotación (con presencia y ausencia de enfermedad)

Imposible cuantificar las pérdidas con datos de revisión bibliográfica dada la gran variabilidad en la información.

5

## Objetivos

Cuantificar el impacto *T. nubilosa* sobre la producción de madera de *E. globulus* en plantaciones comerciales de Uruguay.

- 1 Ajustar un modelo que mejor estime el DAP, Altura y Volumen en base a datos de parcelas de inventario incluyendo el nivel de daño como variable predictora.
- 2 Cuantificar el impacto de la enfermedad en base al modelo desarrollado estableciendo un daño cero.



# Metodología

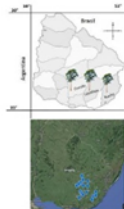


## 1 Población de estudio

Balmelli *et al.* (2011) Evaluación del Índice de Daño Copa (IDC) causado por *T. nubilosa* a los 6, 12 y 24 meses de edad

### Muestreo

Inventario 17 plantaciones de 7 años en el SE (66 parcelas, 1650 árboles) En los mismos puntos georeferenciados por Balmelli *et al.* (2011)



### Estimación de volumen individual observado (con daño)

$$\ln(vt) = -9,75 + 0,93 * \ln(DAP^2 * ht)$$

## 2 Desarrollo de ecuaciones

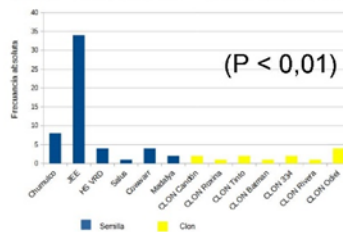
$$Y_{ij} = (\beta_0 + b_{i0}) + (\beta_1)t_{ij} + \epsilon_{ij}$$

➤ DAP y Altura (promedio de la parcela)

$$Y = e^{(b_0 + b_1x)} \quad \text{➤ Volumen (m}^3\text{/ha)}$$

### Selección variables independientes

Rodal, Daño foliar, Genética  
Factor aleatorio: Establecimiento.



Test de Duncan, Grupos genéticos:  
como 1 (materiales menos productivos)  
como 0 (materiales más productivos)

## 3 Selección del modelo

Supuestos del modelo  
Estadísticos de bondad de ajuste

### Estimación de crecimiento estableciendo un IDC=0

➤ Estimar DAP y H (promedio de la parcela) simulando un IDC=0

➤ incluir DAP y H (con IDC=0) en la ecuación de volumen/ha (ajustada mediante modelación)

➤ Obtención del dato de volumen/ha con IDC=0

### Análisis de resultados

# Resultados y Discusión




**1**

Ajustar un modelo que mejor estime el DAP, Altura y Volumen en base a datos de parcelas de inventario incluyendo el nivel de daño como variable predictora.

|     | Ecuación ajustada  | Características de las variables   |
|-----|--|--|
| DAP | $13.15 + 0.35 h_{dom} - 0.03 IDC12 - 0.004 N - 0.99 G_0$                   | <p>IDC12 tuvo efecto significativo (<math>P = 0.017</math>)</p> <p>Genética tuvo efecto significativo (<math>P \leq 0.01</math>)<br/>Genotipos de menor productividad (1) tendrán menos crecimientos</p> |
| H   | $- 4,96 + 0.65 DAP + 0.51 h_{dom} + 0.0014 N$                              | Ni las variables de daño ni la genética mostraron efecto significativo   |
| VOL | $e^{0.084 + 0.69 \cdot \log(G \cdot H) - 0.004 (IDC12) + 0.057 (h_{dom})}$ | <p>IDC12 tuvo efecto significativo (<math>P &lt; 0.01</math>)</p> <p>Existe un efecto de la enfermedad sobre la producción de volumen (signo negativo)</p>   |

## Análisis grafico – indicadores estadísticos

|     | Ecuación ajustada   | R <sup>2</sup> | RMSE | Indice de Wilmott | Syx% |
|-----|---|----------------|------|-------------------|------|
| DAP | $13.15 + 0.35 h_{dom} - 0.03 IDC12 - 0.004 N - 0.99 G_0$          | 0.76           | 0.80 | 0.78              | 5.52 |
| H   | $-4.96 + 0.65 DAP + 0.51 h_{dom} + 0.0014 N$                      | 0.94           | 0.53 | 0.89              | 3.86 |
| VOL | $e^{[0.084 + 0.69 \log(G^*H) - 0.004 (IDC12) + 0.057 (h_{dom})]}$ | 0.94           | 8.65 | 0.99              | 9.22 |

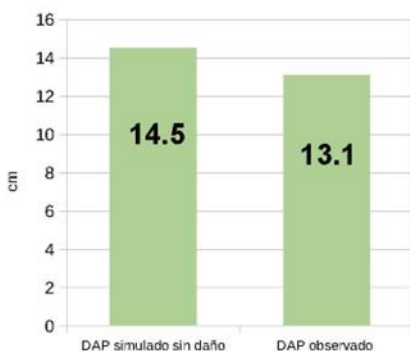


11

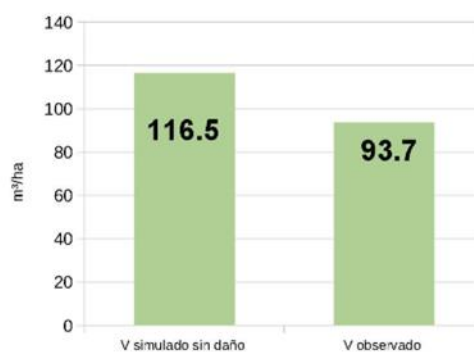
2

Cuantificar el impacto de la enfermedad en base al modelo desarrollado estableciendo un daño cero.

### Diferencias en producción en DAP y Volumen promedio (simulado sin daño vs observado con daño)



diferencia (7 años): 1.4 cm (8.5 %).



diferencia (7 años): 22.8 m³/ha (22 %).

#### Daño por TLD:

Reducciones de crecimiento generan pérdidas de productividad, coincide con:

(Pérez et al., 2017, Balmelli et al., 2016, Hunter et al., 2009, Milgate et al., 2005, Mohammed et al., 2003, Balmelli et al., 2013b, Lundquist y Prunell, 1987)

12

## ¿Existen diferencias en el daño esperado y en el volumen según el sitio?

|    | AMD(m)    | IDC12_obs<br>(promedio) | DAP obs<br>(cm)<br>(promedio) | DAP IDC=0<br>(cm)<br>(promedio) | Vobs<br>(m <sup>3</sup> /ha)<br>(promedio) | V IDC=0<br>(m <sup>3</sup> /ha)<br>(promedio) | Diferencias<br>Volumen<br>(m <sup>3</sup> /ha) |
|----|-----------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--|---|--|
| Q1 | 11,4-15,2 | 47,9                    | 11,7                          | 13,2                            | 57,0                                       | 73,0  | 15,9   |
| Q2 | 15,4-17,1 | 43,7                    | 12,7                          | 13,9                            | 81,9                                       | 98,4  | 16,4   |
| Q3 | 17,3-18,5 | 39,9                    | 13,1                          | 14,4                            | 100,8                                      | 122,2   | 21,4   |
| Q4 | 18,6-25,3 | 48,9                    | 15,1                          | 16,5                            | 139,9                                      | 178,7   | 38,7   |

\* Q1 (Peores Sitios, 3 clonales, 14 seminales), Q4 (Mejores Sitios, 4 clonales, 12 seminales)

- ✓ Nivel de daño promedio  $\geq$  a 40 (el daño no cambia con el sitio) (coincide con Simeto et al., 2010, Balmelli et al., 2009a, Pinkard y Mohammed, 2005)
- ✓ Q4 > producciones de DAP y Volumen promedio (Observado y sin daño)
- ✓ Q1 y Q4 similar IDC12, pero difiere la producción de volumen (m<sup>3</sup>/ha), Q4 mayor pérdidas absoluta de crecimiento volumétrico (38,7 m<sup>3</sup>/ha)
- ✓ En términos relativos las diferencias no son significativas (21.9 vs 21.7 %,  $\chi^2$ : 1.6)

13

# Conclusiones



- ◆ El daño no cambió con la calidad del sitio.
- ◆ Mayores producciones de madera (m<sup>3</sup>/ha) en mejores sitios, pero mayor diferencia entre V estimado sin daño vs V observado (38.69 m<sup>3</sup>/ha) indicando mayor pérdida por la enfermedad
- ◆ **La *T. nubilosa* redujo el crecimiento de *E. globulus* en un 22%**



# Crecimiento y mortalidad de *E. smithii* en ensayos de orígenes y progenies

Fernando Resquin, Andrés Hirigoyen

## 1. Introducción

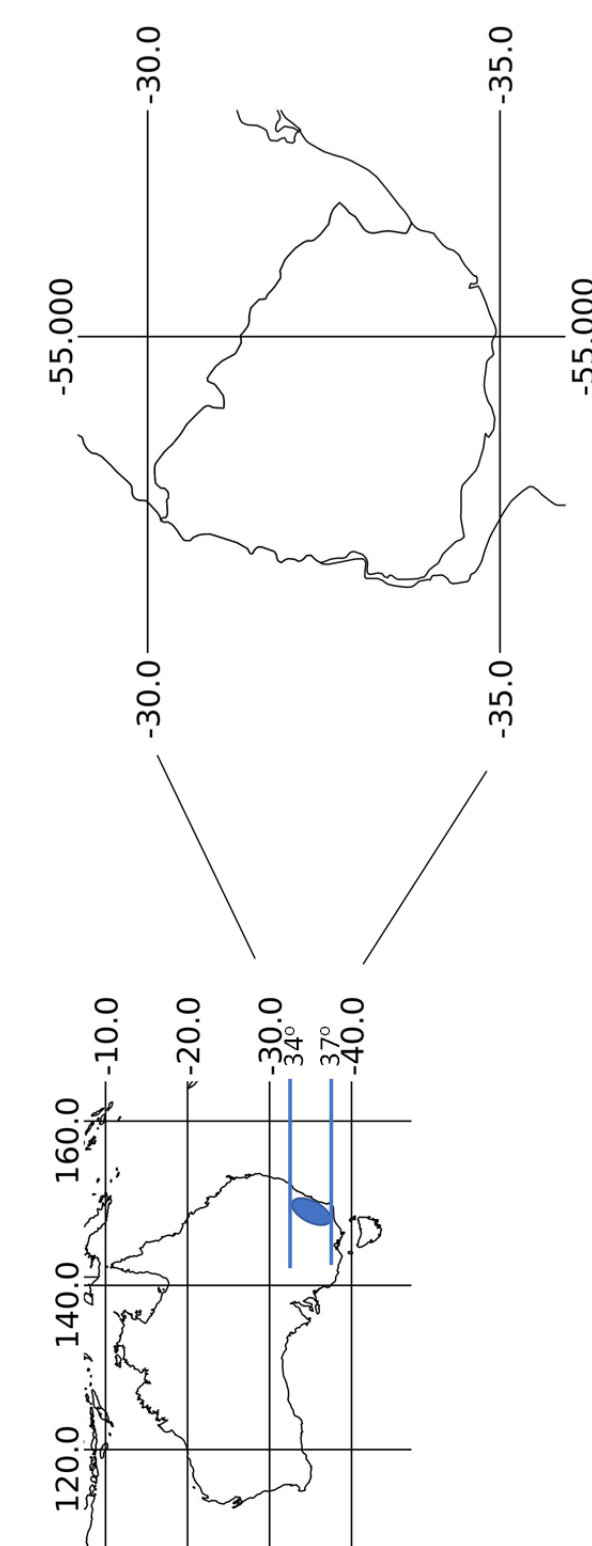


Figura 1. Área de introducciones de fuentes de semilla de Australia

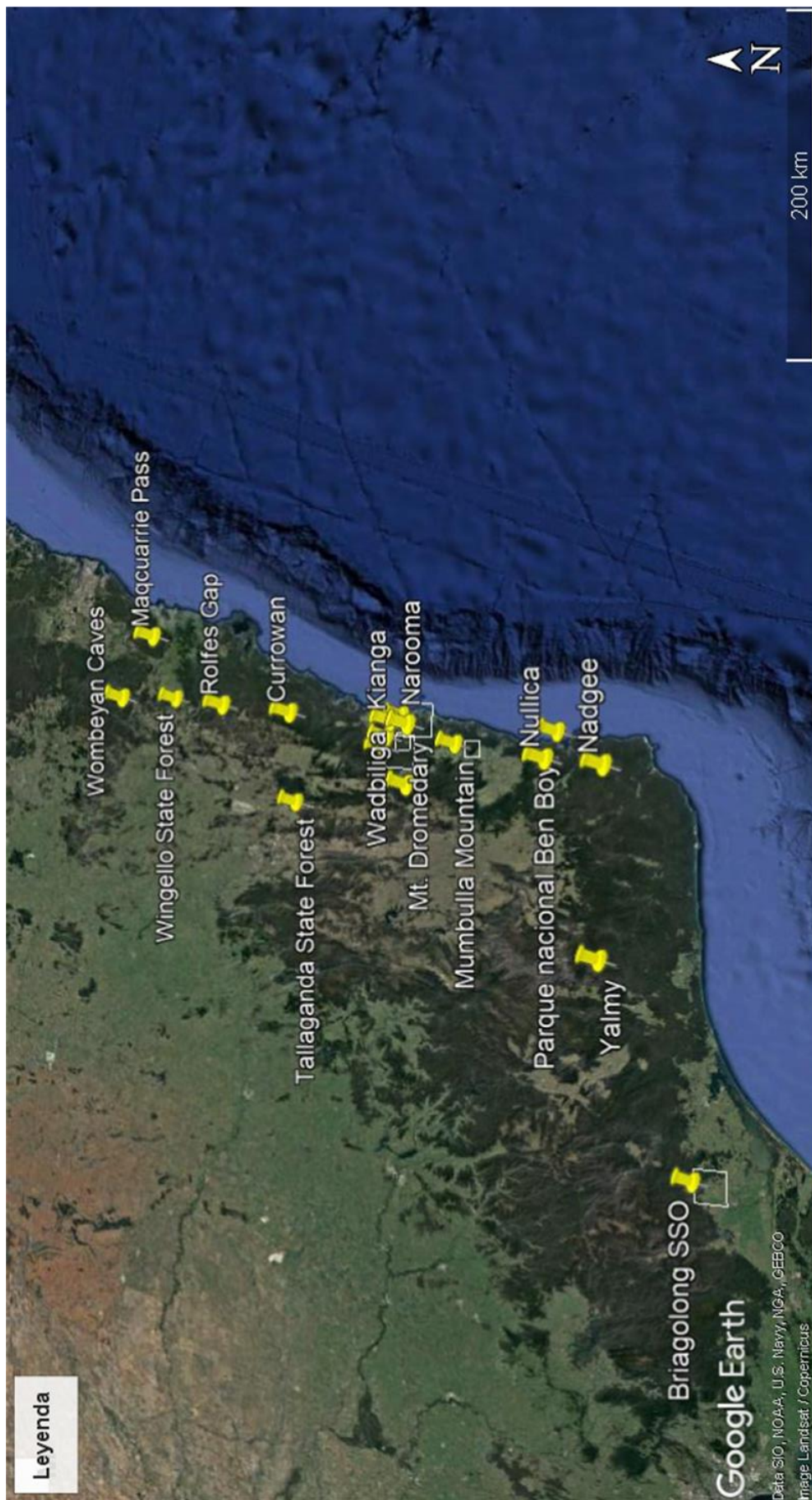


Figura 2. Distribución de orígenes evaluados



## 2. Ensayos instalados

Tabla 1. Principales características de los ensayos instalados

| Empresa         | Rastrojo/virgen | Plantación          | Predio      | Tipo de suelo | Nro. orígenes/familias    | Arb/ha             |
|-----------------|-----------------|---------------------|-------------|---------------|---------------------------|--------------------|
| AF              | Refo E.glob     | Oto. 2021           | Cruz Roja   | 2.11a         | 22/143 + 6 Tes. comercial | 1666 (6 x 1)       |
| GWRGlobal       | Refo E.glob     | Oto. 2021           | Yatay       | 2.12          | 12/113 + 1 Tes. Comercial | 1388 (4 x 1.8)     |
| Redalco         | Refo E.glob     | Prim. 2021          | Gitano      | 2.12          | 25/156                    | 1600 (5 x 1.25)    |
| INIA Las Brujas | Sin for. Previa | Prim 2021-Oto. 2022 |             | 10.8b         | 29/173                    | 1250 (4 x 2)       |
| Redalco         | Refo E.glob     | Oto. 2022           | El Capricho | 2.12          | 110                       | 1826 (3.65 x 1.50) |

## 3. Evaluaciones realizadas

- Supervivencia: altura, muerte súbita, secos.
- Período: 32 a 35 meses.

## 4. Resultados a la fecha

### 4.1. Ensayo Cruz Roja (Florida)

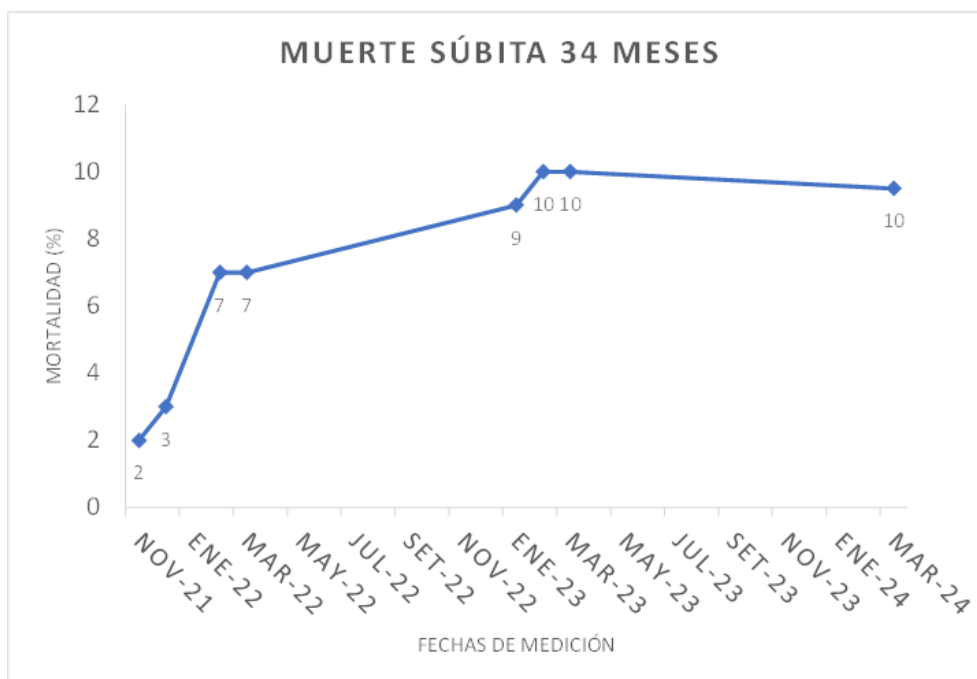


Figura 3. Evolución mortalidad en primeros 34 meses

Figura 3. El síndrome de muerte súbita en promedio para todo el ensayo ha tenido relativo pocos cambios en los 3 primeros veranos de evaluación

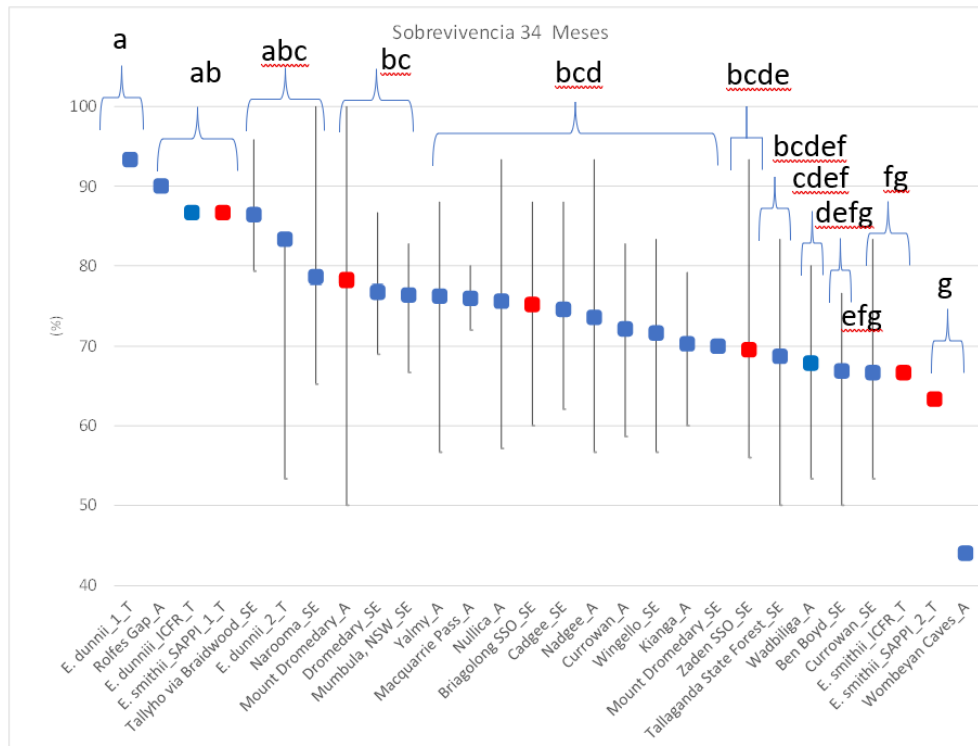


Figura 4. Valores promedio de sobrevivencia de orígenes con máximos y mínimos a nivel de familia

**Códigos:**

A - Arianda

SE - Seed energy

T - Testigo comercial

SSO - Huerto semillero

Figura 4. Se registra una alta variabilidad en las distintas fuentes de semilla evaluadas. Los orígenes comerciales de SAPPI han tenido valores muy variables de sobrevivencia, así como de otros provenientes de huertos semilleros. El origen Mt. Dromedary registra en promedio valores altos de sobrevivencia.

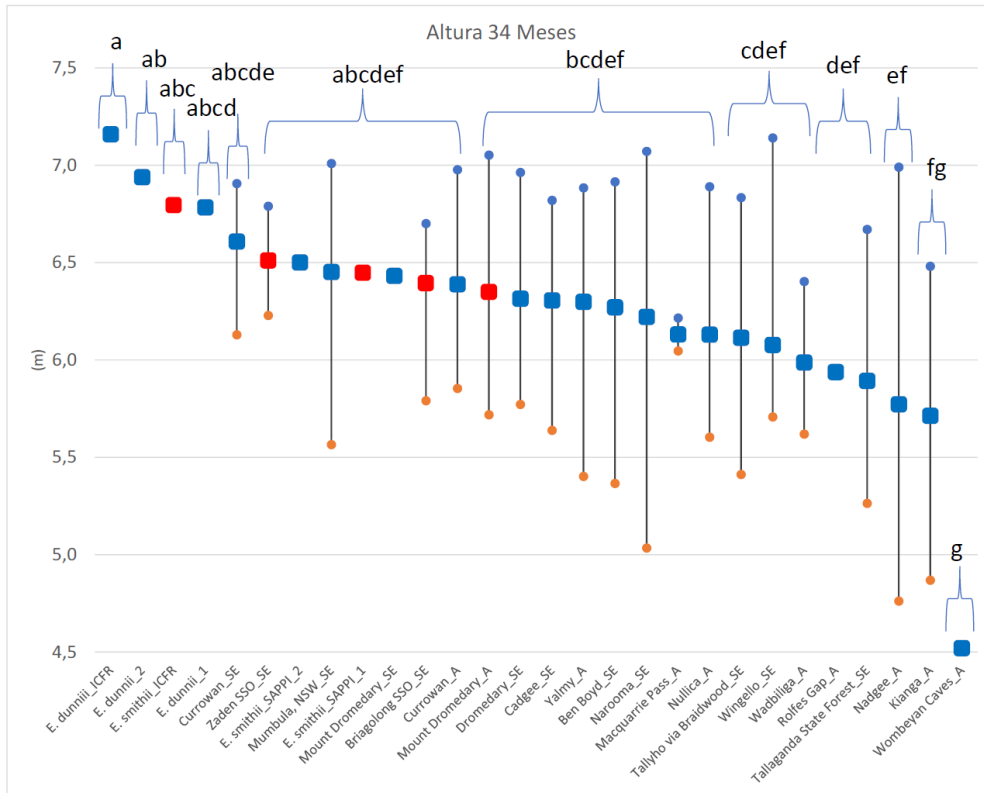


Figura 5. Valores promedio de **altura** de orígenes con máximos y mínimos a nivel de familia

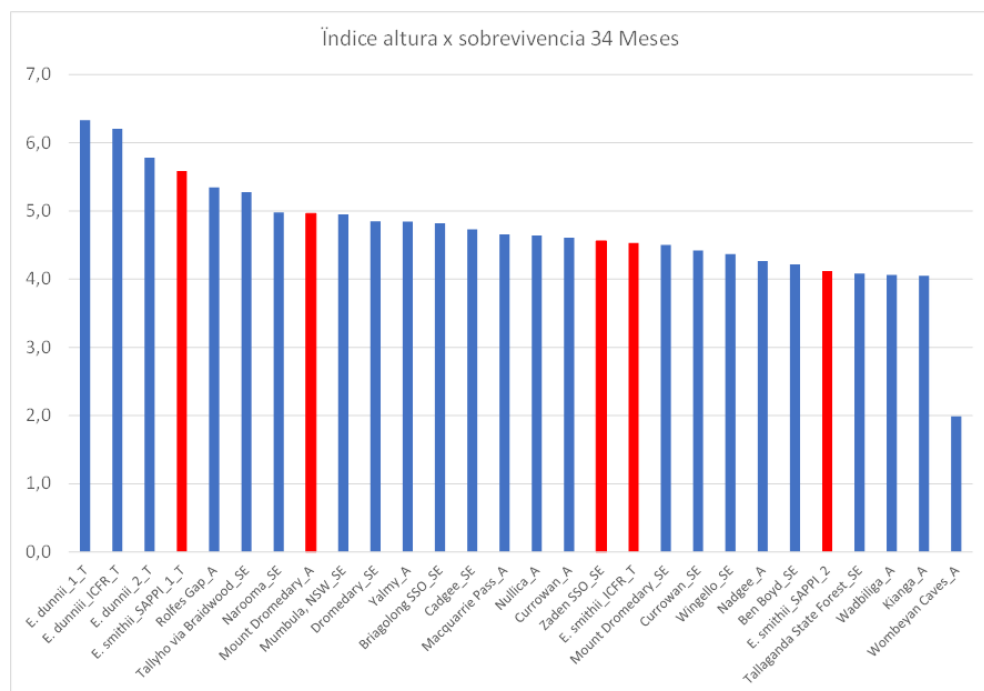


Figura 6. Índice promedio de productividad (**altura por sobrevivencia**) de orígenes

Figuras 5 y 6. Similar comentario en cuanto a la altura y el índice sobrevivencia x altura en cuanto a la alta variabilidad de los resultados obtenidos. Se registra diferente comportamiento de la semilla proveniente de huertos semilleros.

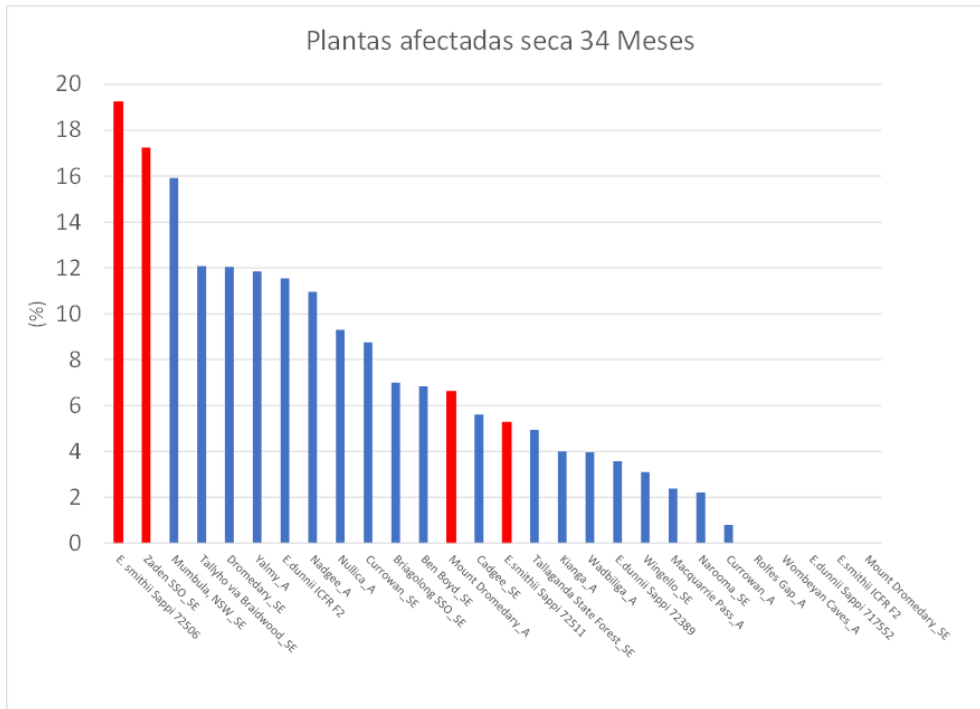


Figura 7. Valores promedio de proporción de **plantas con síntomas de marchitamiento** por déficit de lluvias

Figura 7. Ocurrió una importante recuperación de plantas afectadas por falta de lluvias. Tanto Sappi como SE muestran resultados muy variables.

#### 4.2. Ensayo Yatay (Treinta y Tres)

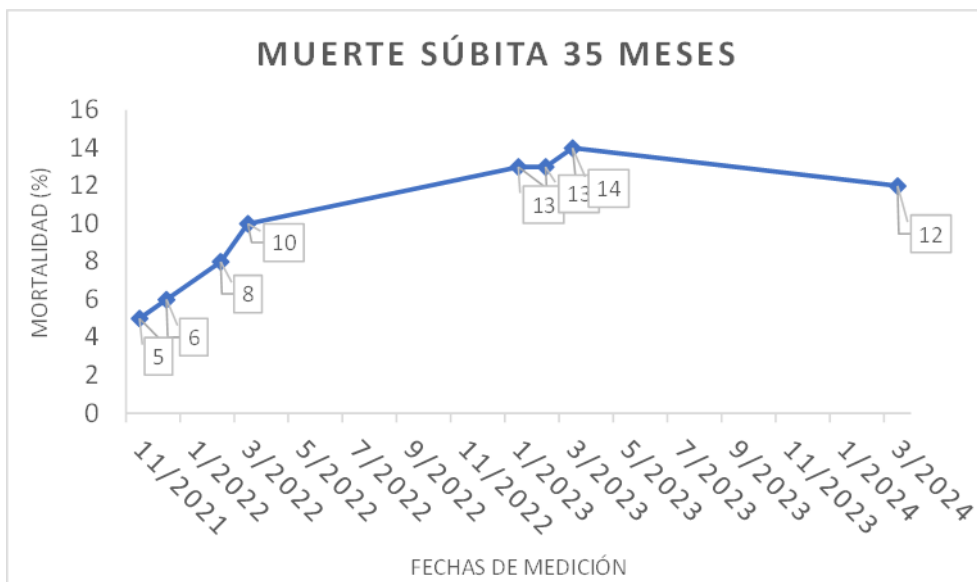


Figura 8. Evolución mortalidad en primeros 3 años

Figura 8. En este ensayo también se registra que el síndrome de muerte súbita en promedio para todo el ensayo ha tenido pocos cambios en los 3 primeros veranos de evaluación

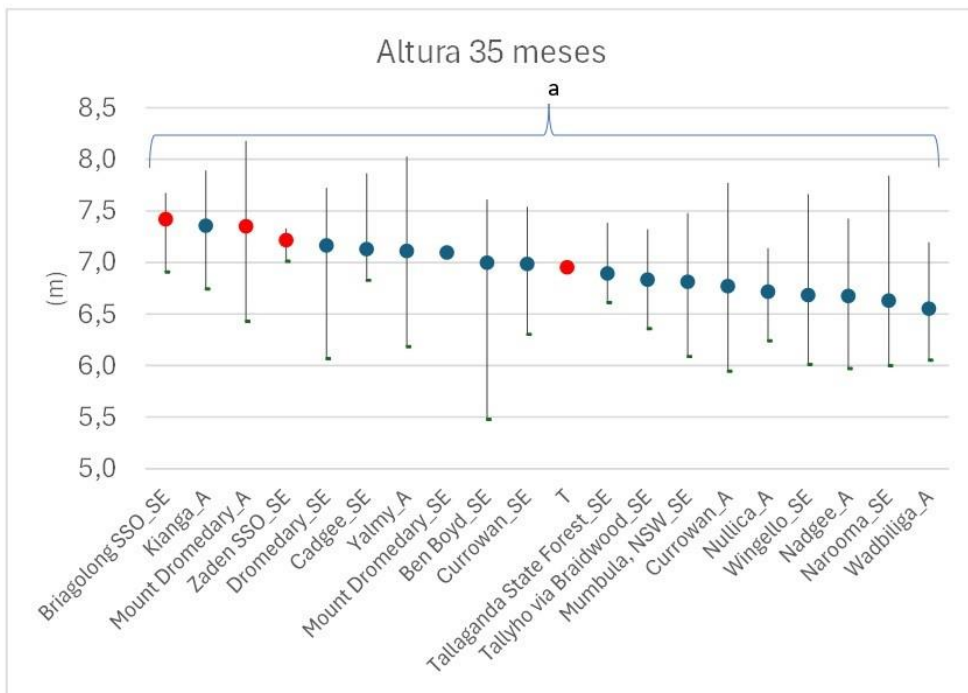


Figura 9. Valores promedio de **altura** de orígenes con máximos y mínimos a nivel de familia

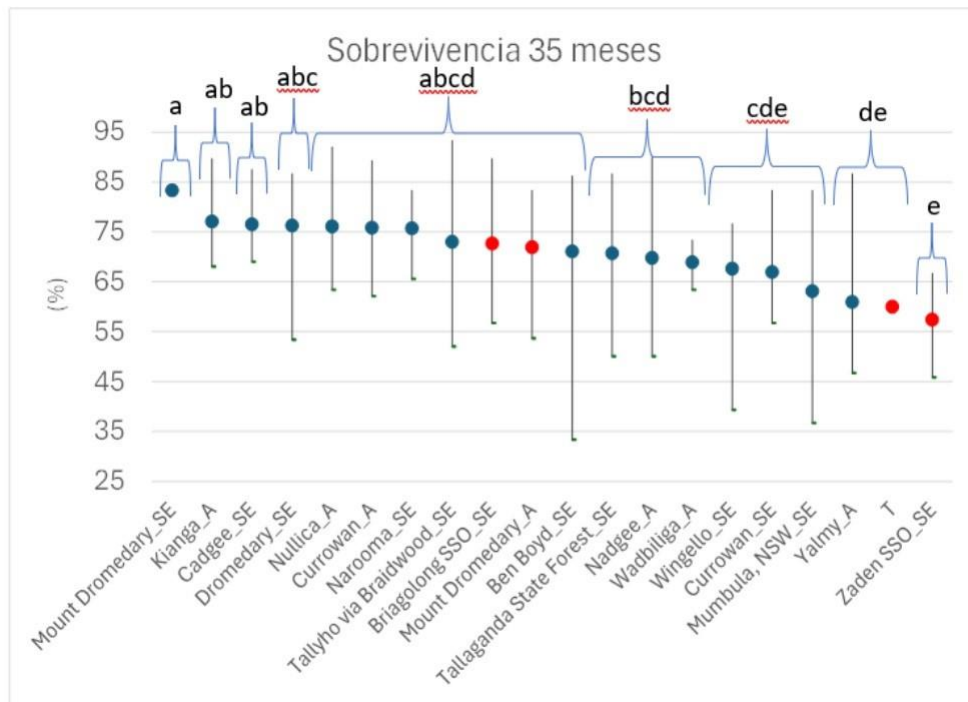


Figura 10. Valores promedio de **sobrevivencia** de orígenes con máximos y mínimos a nivel de familia

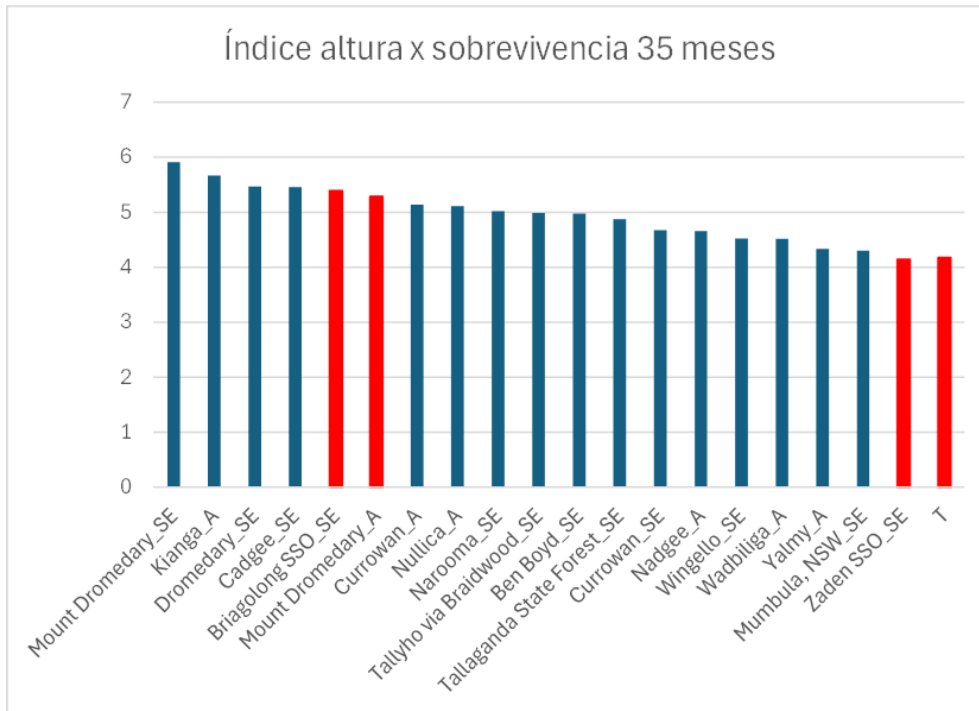


Figura 11. Índice promedio de productividad (altura por sobrevivencia) de orígenes

Figuras 9,10 y 11. Mismos niveles de crecimiento en altura entre los orígenes evaluados. La semilla proveniente de huertos semilleros (subrayados) también muestran resultados muy variados como en el ensayo anterior. Se registra una alta variabilidad en las distintas fuentes de semilla evaluadas.

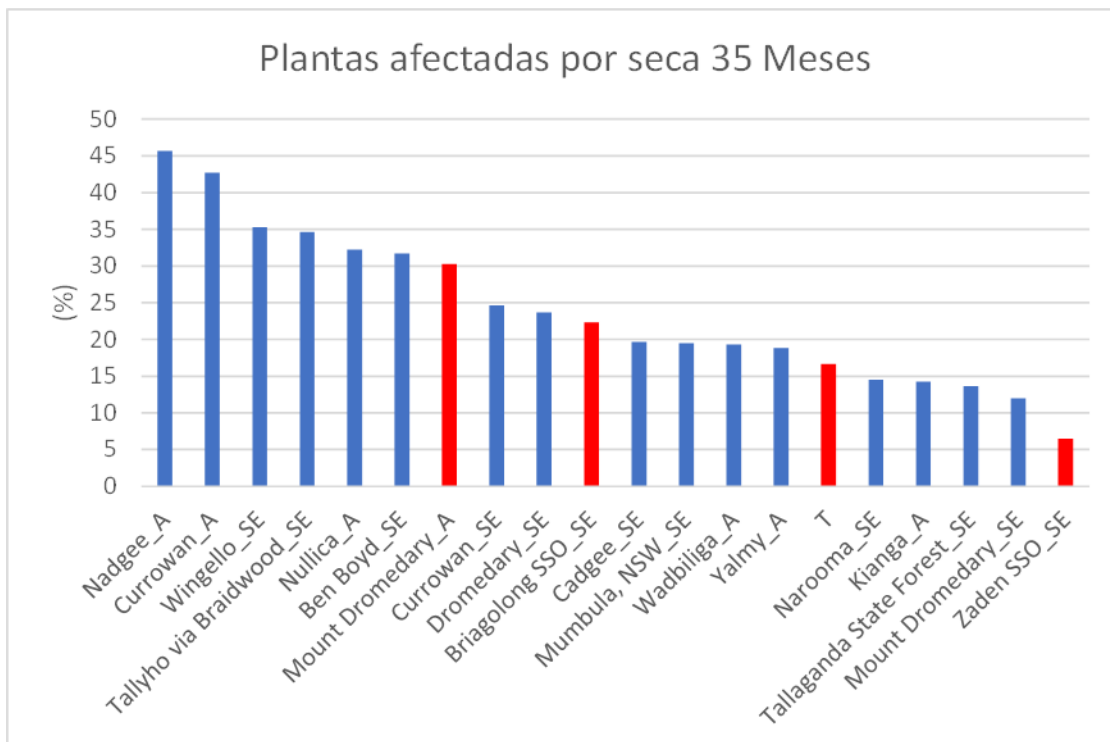


Figura 12. Valores promedio de proporción de plantas con síntomas de marchitamiento por déficit de lluvias

Figura 12. Ocurrió una importante recuperación de plantas afectadas por falta de lluvias. Tanto Sappi como SE muestran resultados muy variables.

### 4.3. Ensayo Gitano (Rocha)

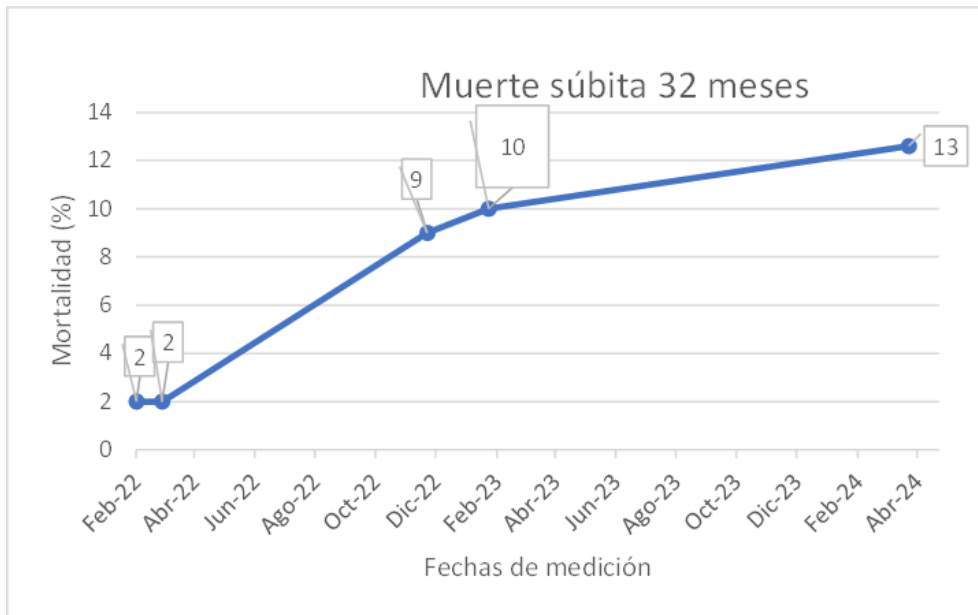


Figura 13. Evolución muerte súbita en primeros 32 meses

Figura 13. En este ensayo también se registra un incremento de la muerte súbita luego del segundo verano de manera similar a lo registrado en los ensayos anteriores

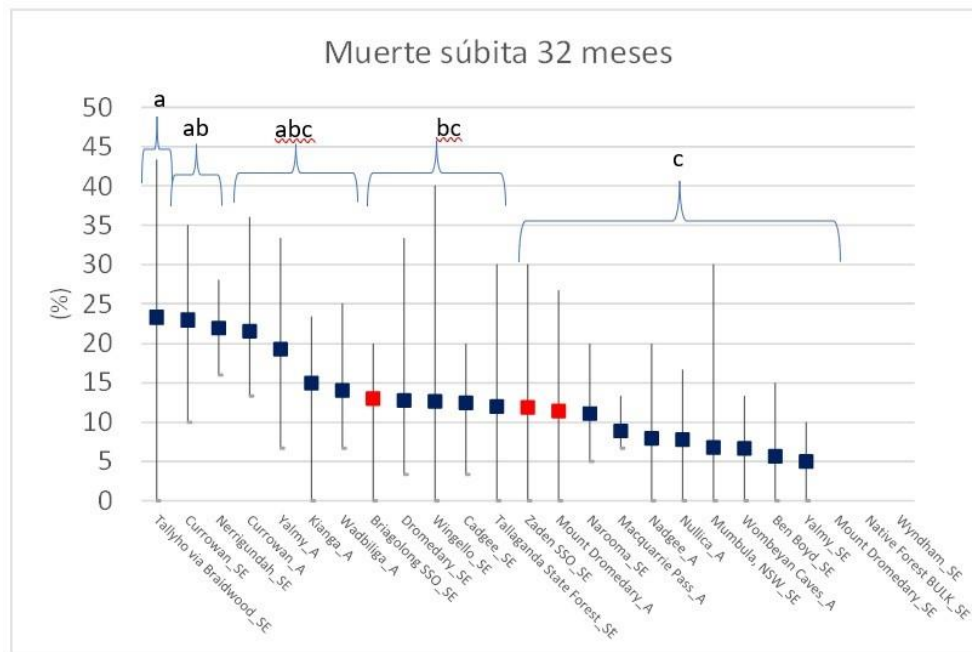


Figura 14. Valores promedio de **muerte súbita** de orígenes con máximos y mínimos a nivel de familia

Figura 14. Los niveles de muerte súbita en este sitio son de similares niveles comparado con los otros ensayos. La semilla proveniente de huertos semilleros tienen valores relativamente bajos de pérdidas de plantas por este síndrome.

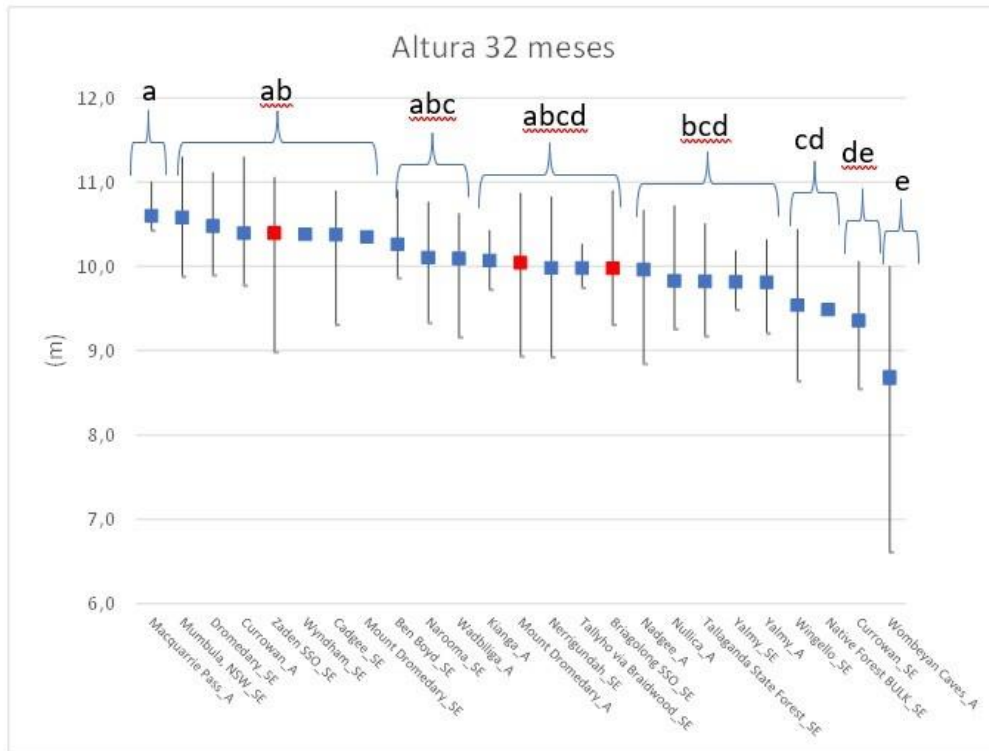


Figura 15. Valores promedio de **altura** de orígenes con máximos y mínimos a nivel de familia

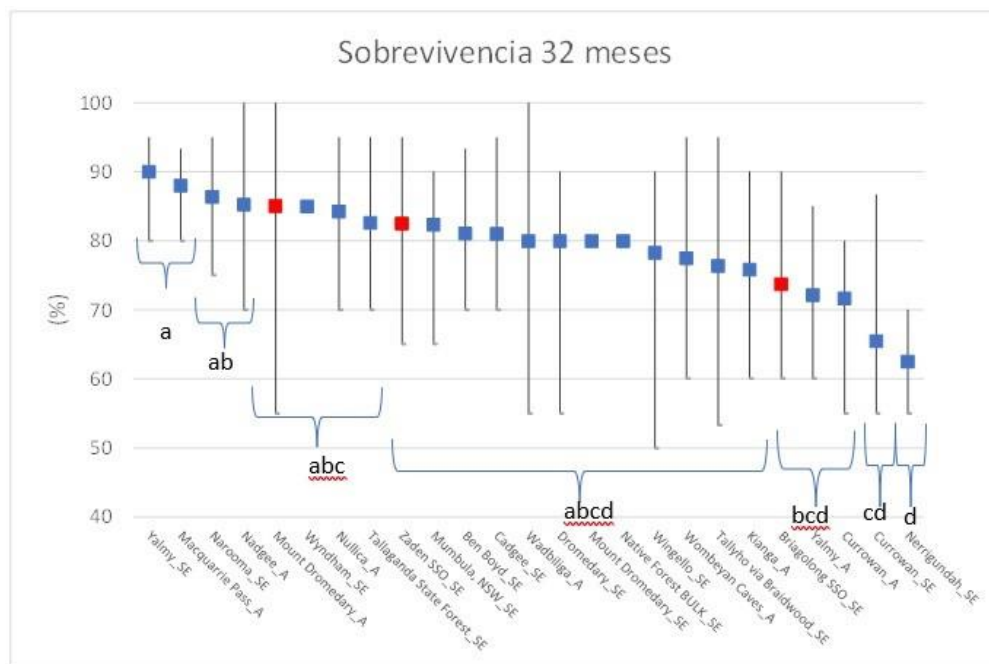


Figura 16. Valores promedio de **sobrevivencia** de orígenes con máximos y mínimos a nivel de familia



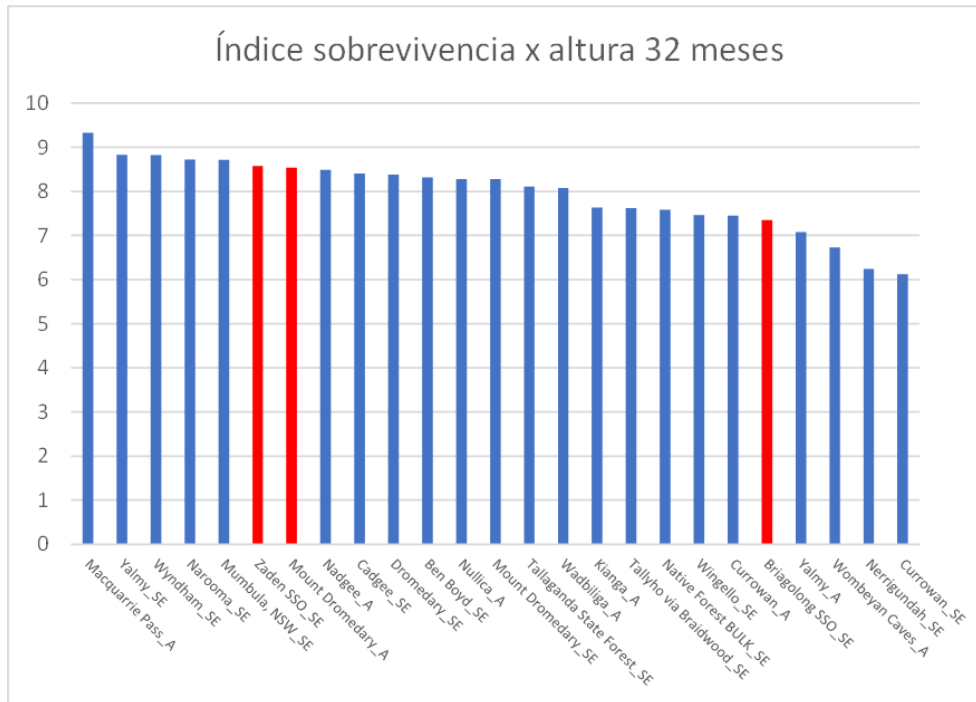


Figura 17. Índice promedio de productividad (**altura por sobrevivencia**) de orígenes

Figuras 15, 16 y 17. La semilla proveniente de huertos semilleros muestran una alta variabilidad en crecimiento y sobrevivencia. No obstante, no se registran importantes diferencias entre los orígenes evaluados.

Tabla 2. Posición de orígenes por productividad

| Origen                     | Posición ranking |
|----------------------------|------------------|
| Narooma_SE                 | 1                |
| Macquarrie Pass_A          | 2                |
| Dromedary_SE               | 2                |
| Cadgee_SE                  | 2                |
| Mount Dromedary_A          | 2                |
| Mumbula, NSW_SE            | 3                |
| Tallyho via Braidwood_SE   | 3                |
| Nullica_A                  | 4                |
| Mount Dromedary_SE         | 4                |
| Briagolong SSO_SE          | 5                |
| Currowan_A                 | 5                |
| Nadgee_A                   | 5                |
| Zaden SSO_SE               | 5                |
| Ben Boyd_SE                | 6                |
| Kianga_A                   | 6                |
| Tallaganda State Forest_SE | 7                |
| Yalmy_A                    | 7                |
| Wadbiliga_A                | 8                |
| Wingello_SE                | 8                |
| Currowan_SE                | 9                |
| Wombeyan Caves_A           | 10               |

Tabla 2. La semilla proveniente de monte nativo utilizada a nivel comercial (Mt. Dromedary) tiene altos niveles de productividad en los 3 sitios evaluados. Orígenes con la misma denominación tienen resultados muy variables desde el punto de vista de la mortalidad señalando la importancia de la precisa identificación y/o selección de las fuentes de semilla a utilizar comercialmente.

#### 5. Comentarios finales

- ✓ Hay **diferencias entre orígenes** en cuanto a la proporción de plantas con síntoma de **muerte súbita**
- ✓ Los materiales provenientes de **huerto semillero** tienen un **comportamiento variado** en cuanto a la muerte súbita, crecimiento en altura y sobrevivencia
- ✓ En general se detectan escasas diferencias en los niveles de crecimiento en altura y sobrevivencia probablemente debido a la corta edad de los árboles.





Crecimiento de *Eucalyptus dunnii* a través de los simuladores de INIA

# Crecimiento de *Eucalyptus dunnii* a través de los simuladores de INIA



Cecilia Rachid – Andrés Hirigoyen  
Sistema Forestal INIA

## Eucalyptus dunnii en Uruguay

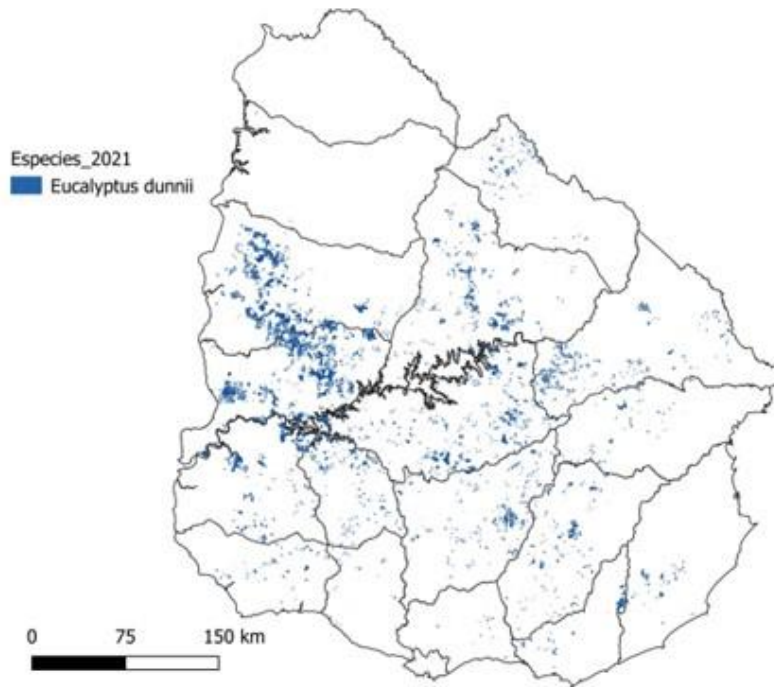


Figura1. Distribución geográfica de las plantaciones de *E. dunnii*

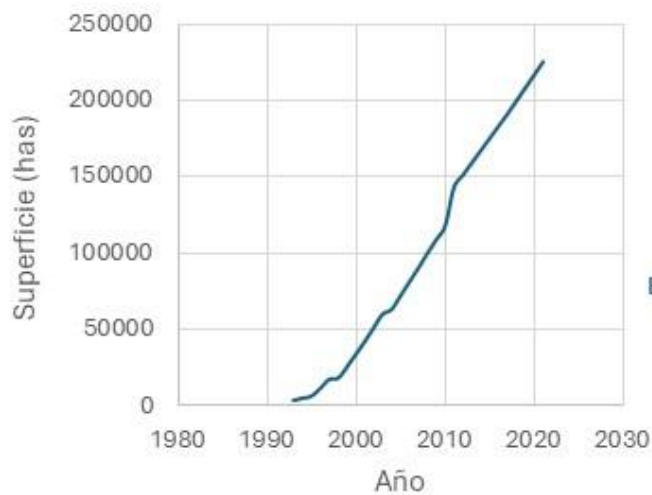


Figura 2 .Evolución de la superficie plantada con *E. dunnii*

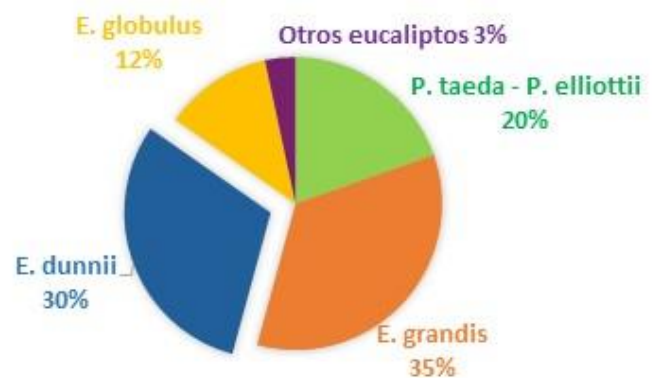


Figura 3. Importancia de *E. dunnii* entre las especies exóticas comerciales

Fuente: MGAP-DGF 2022. Superficie forestal del Uruguay (bosques plantados)

## Simuladores forestales INIA

[www.iniaforestaluy.com/sag](http://www.iniaforestaluy.com/sag)



Figura 4. Pantalla de inicio de los Sistemas de Apoyo a la Gestión Forestal (SAG)

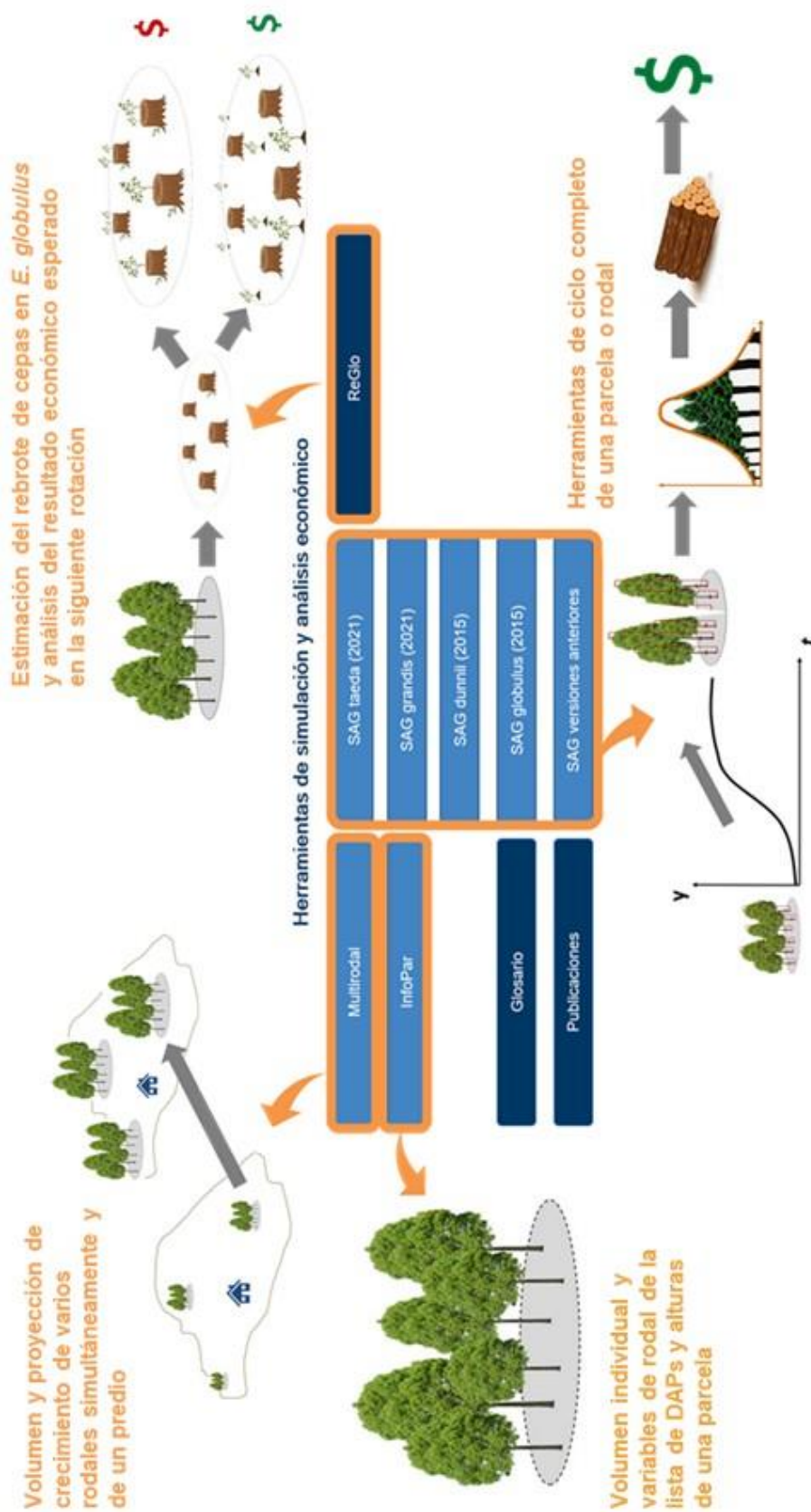


Figura 5. Herramientas de simulación disponibles



## Incorporación de información de plantaciones en zonas 2 y 8 en 2023

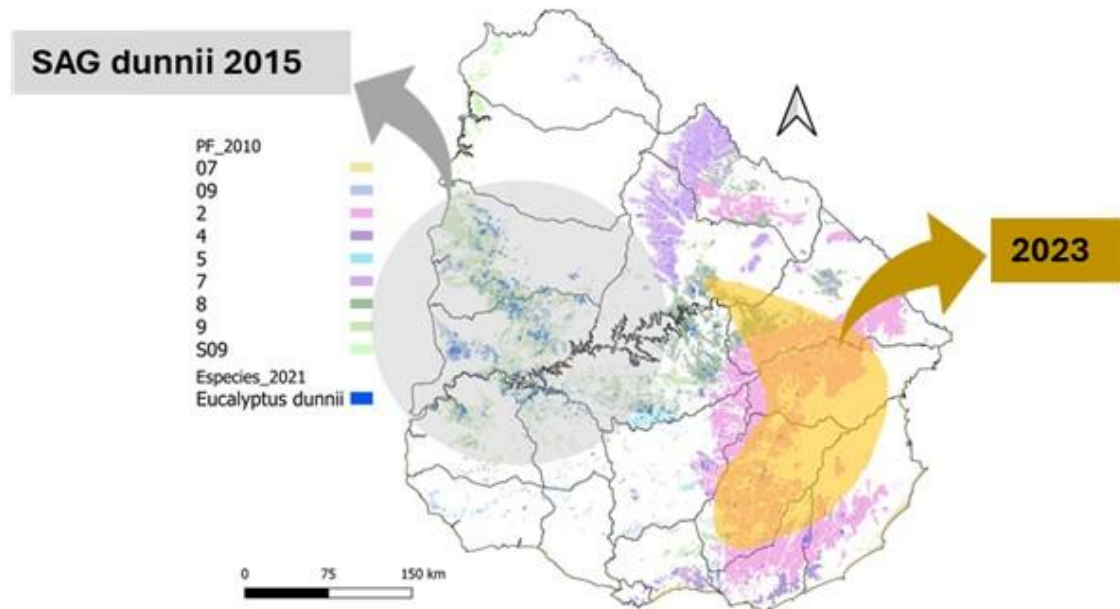


Figura 6. Información base de los simuladores forestales

Tabla 1. Resumen de la información base de los simuladores de *E. dunnii*

|                                  | ZONA |      |      | Total |
|----------------------------------|------|------|------|-------|
|                                  | 2    | 8    | 9    |       |
| <b>Num parc</b>                  | 205  | 30   | 175  | 410   |
| <b>Obs totales</b>               | 626  | 157  | 1158 | 1941  |
| Edad min                         | 3    | 3    | 1    |       |
| <b>Edad prom</b>                 | 5.3  | 7.2  | 7.5  | -     |
| Edad max                         | 13   | 13   | 18   |       |
| Nmax                             | 1733 | 1433 | 1700 |       |
| <b>Nprom (arb/ha)</b>            | 1148 | 1000 | 1183 | -     |
| Nmin                             | 560  | 460  | 500  |       |
| ABmax                            | 47.3 | 40.8 | 51.6 |       |
| <b>Abprom (m<sup>2</sup>/ha)</b> | 17.8 | 24.1 | 24   | -     |
| ABmin                            | 3.2  | 4.25 | 0.07 |       |
| DAPmax                           | 24.4 | 31.2 | 500  |       |
| <b>DAP (cm)</b>                  | 13.5 | 17.5 | 15.1 | -     |
| DAPmin                           | 5.7  | 6.3  | 1    |       |
| ISmax                            | 33   | 34   | 32   |       |
| <b>ISprom (m)</b>                | 25   | 26   | 24   | -     |
| ISmin                            | 17   | 21   | 17   |       |

## Distribución de Índices de Sitio

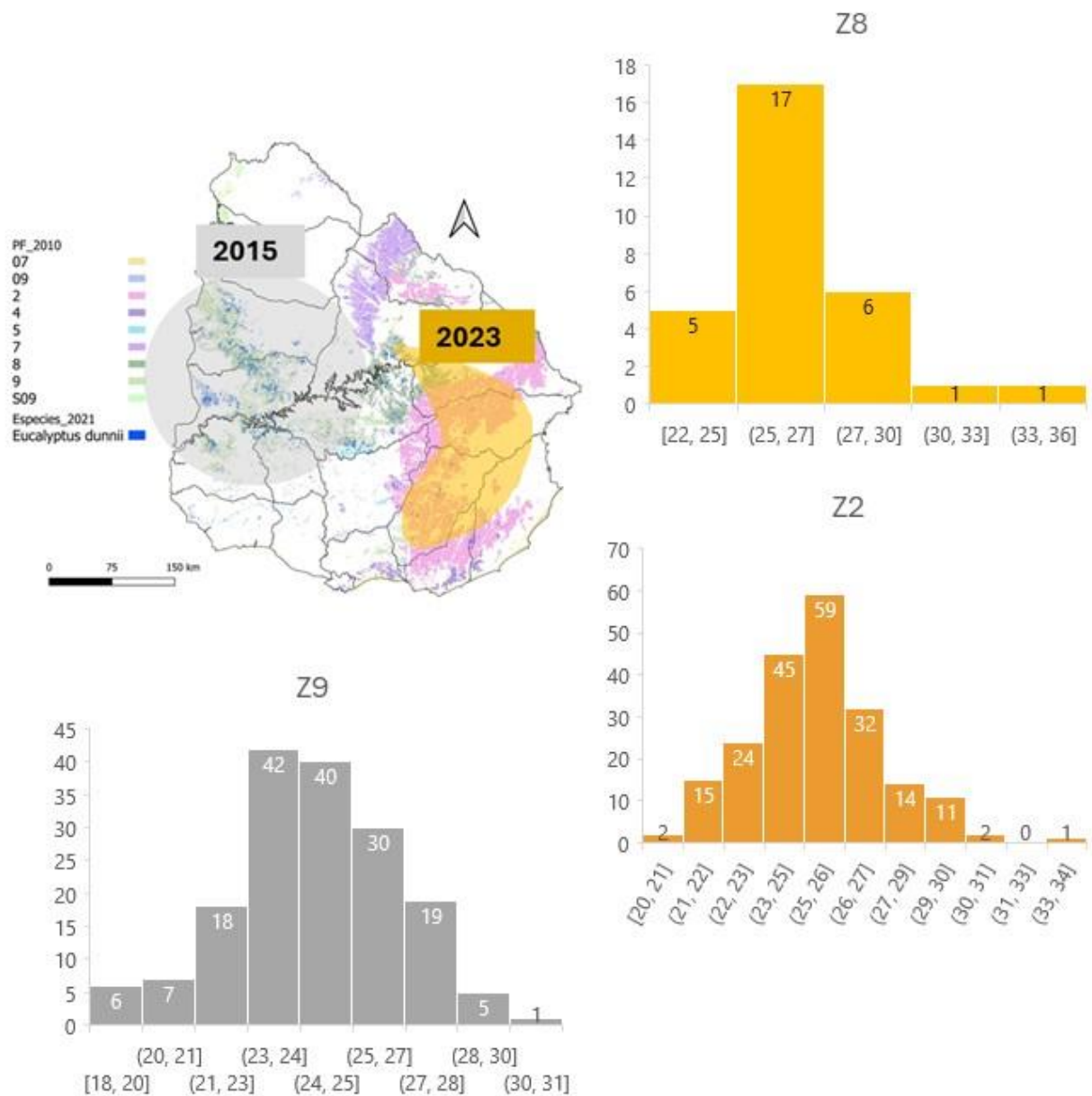


Figura 7. Histogramas de Índices de Sitio para cada grupo de suelo (Zona)

## Proyecciones de altura media dominante (AMD) para **zona 9** vs **zonas 2 y 8**

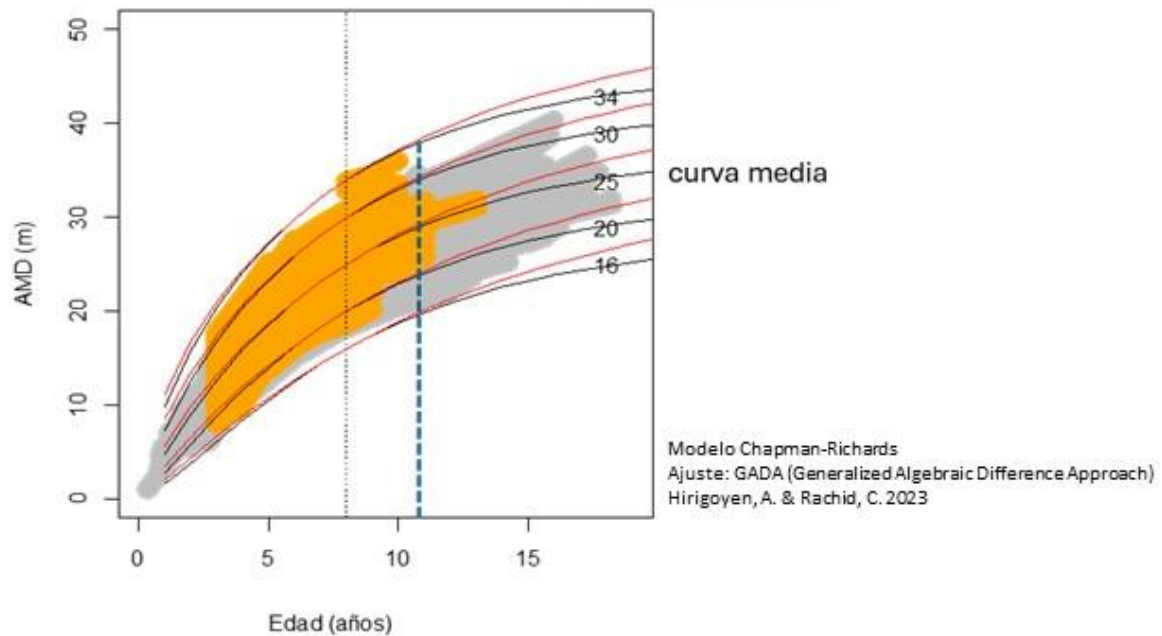


Figura 7. Trayectorias modeladas de altura media dominante (AMD)

## Proyecciones de área basal (AB) para **zona 9** vs **zonas 2 y 8**

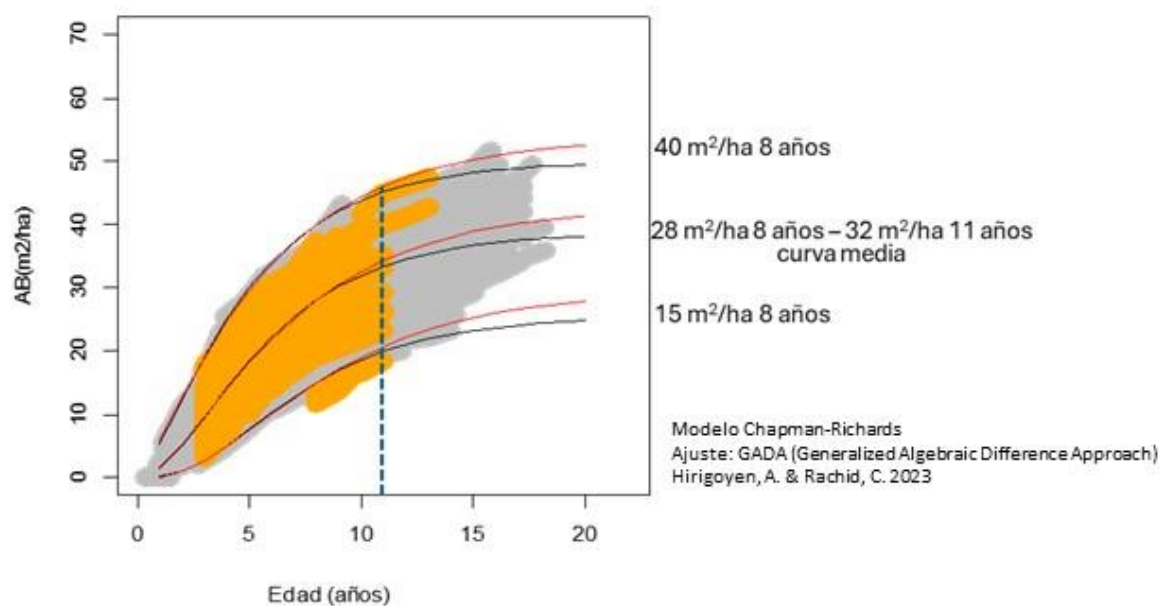


Figura 8. Trayectorias modeladas de área basal por hectárea (AB)

## Proyecciones de Volumen ( $m^3/ha$ ) para zona 9 vs zonas 2 y 8

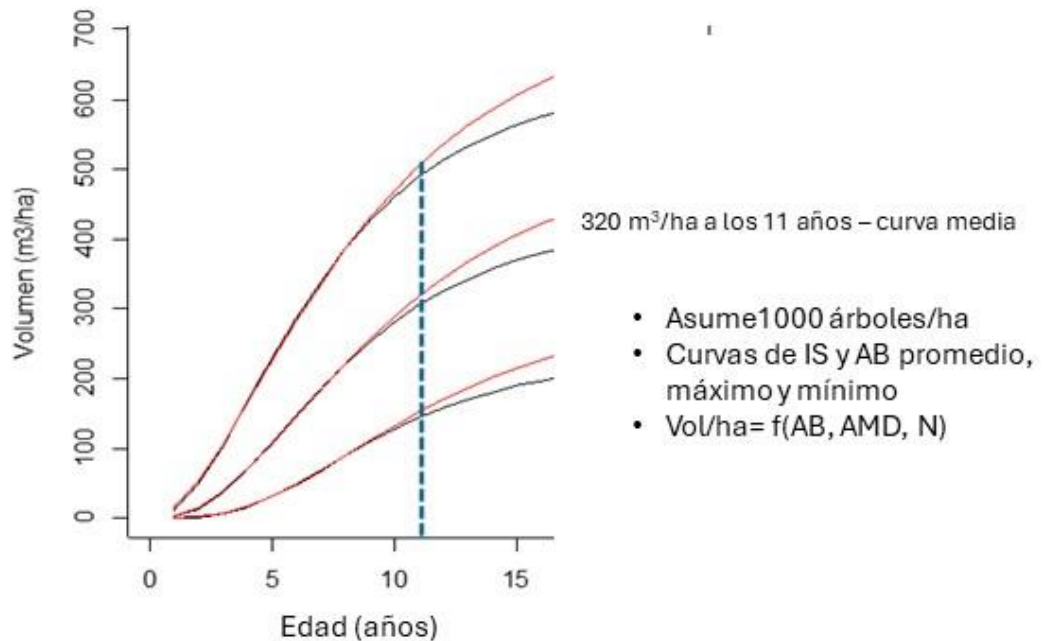


Figura 9. Trayectorias estimadas de volumen por ha en base a las trayectorias de AMD y AB

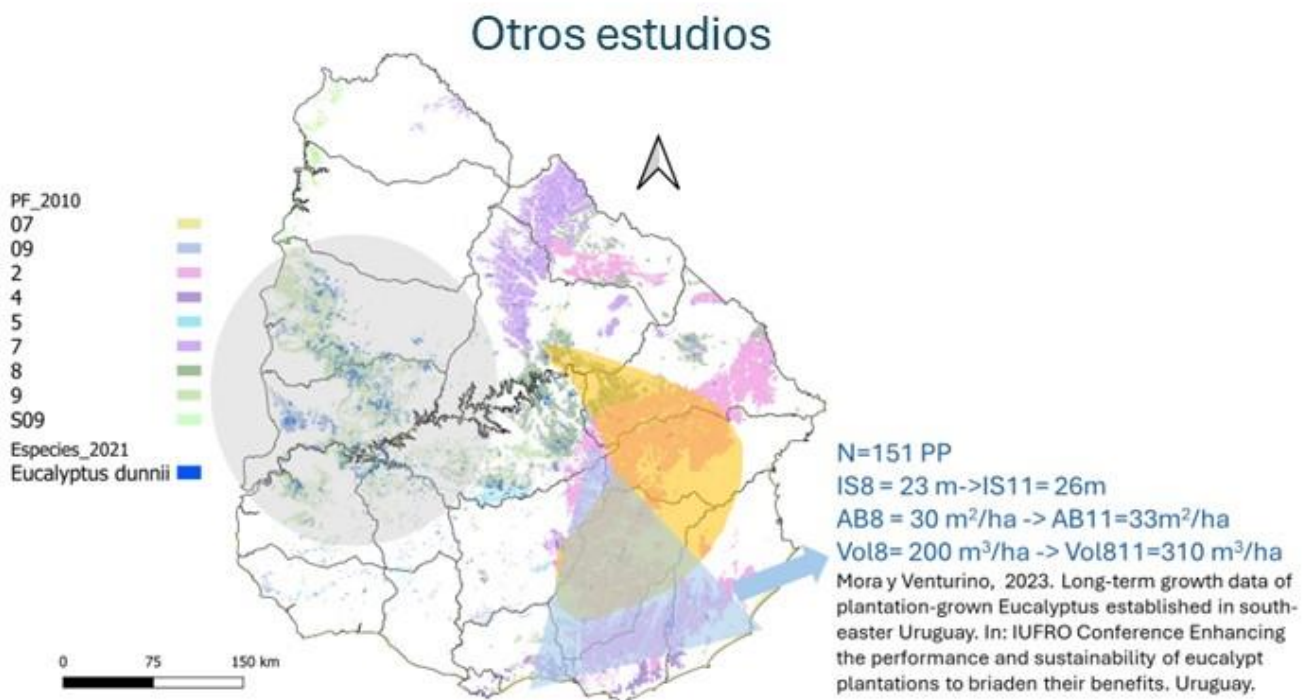


Figura 10. Localización de información de *E. dunnii* de distintas fuentes

## Conclusiones

1. En 2023 **se expandió** la base de datos del simulador SAG dunnii con información de zonas 2 y 8.
2. Según la información recabada (no es una muestra estadística), la **diferencia entre el promedio de IS entre zonas es pequeña.**
3. Los menores IS se registraron en Z9 y los mayores en Z8. **En todas las zonas hay variación de sitios.**
4. Las diferencias entre las formas de las curvas es pequeña entre las zonas 9 vs zonas 2 y 8 **hasta los 11 años=> las proyecciones** hasta los 11 años **no difieren de forma significativa por zona** (partiendo de la misma situación productiva).
5. Las estimaciones de crecimientos a **edades mayores a los 11 años deben ser respaldados** con nueva información de rodales maduros para las zonas 2 y 8.