Análisis comparativo de modelos para *Pinus taeda* y *Eucalyptus grandis*

Cecilia Rachid Casnati
(Ing. Agr. PhD)

Euan Mason
Richard Woollons
Joe Landsberg

INIA – University of Canterbury

Nuevas tecnologías para la mejora de la información orientada al manejo forestal

Tacuarembó, 9 de noviembre de 2016

MODELOS DE CRECIMIENTO

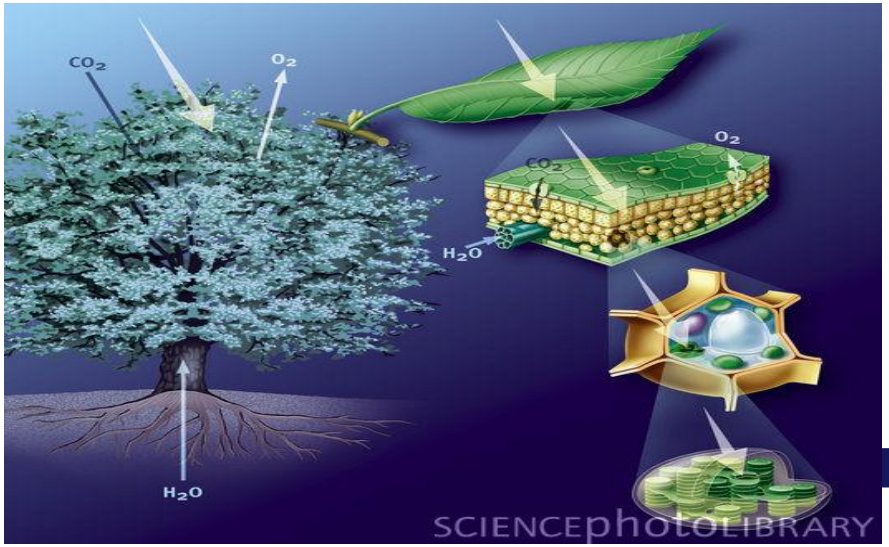
Empíricos

$$y = f(t)$$

- Precisión
- Simplicidad
- Descripción de productos

- Sensibilidad a factores climáticos

Eco-fisiológicos PPB → Pools de biomasa



Metodología más apropiada para el manejo (Bartelink and Mohren, 2004; Bugmann *et al., 2010; Fontes et al., 2010; Landsberg, 2003; Mäkelä et al., 2000)*

OBJETIVO

Conocer las ventajas potenciales de un modelo híbrido comparado con la alternativa actualmente utilizada para el manejo de plantaciones de *Pinus taeda* y *Eucalyptus grandis* en Uruguay.

METODOLOGIA

INFORMACION Y SISTEMAS EVALUADOS

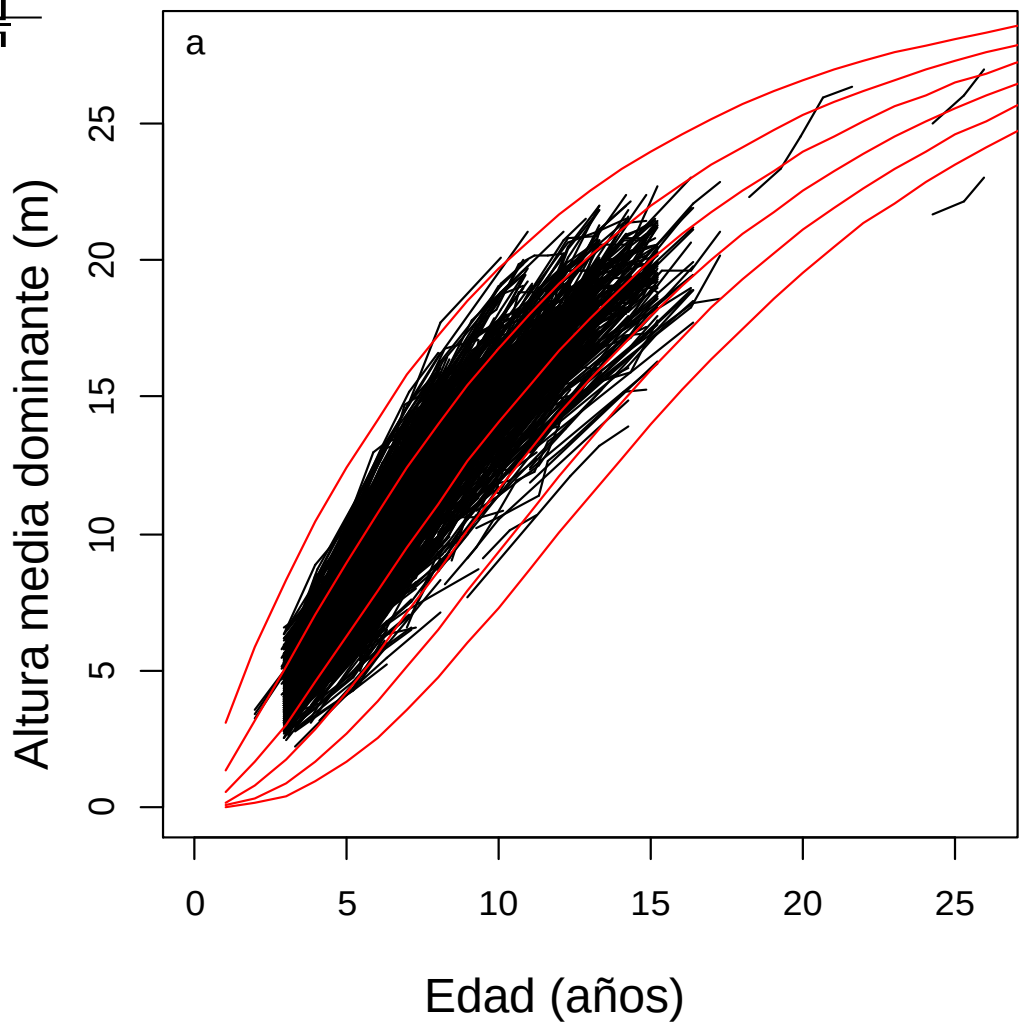
Componentes	Base	Mejorado	Híbrido
Altura media dominante (h_{dom})	Edad	Edad	Radiación
Area basal (G)	Zonificación CONEAT	Altitud	Temperatura
DAP máximo (d_{max})		Orientación de la pendiente (modificada)	Déficit de presión de vapor
Desvío estándar de los DAPs (SD_d)		Pendiente	Balance hídrico
Mortalidad (Probabilidad de mortalidad y tasa de mortalidad)		Agua potencialmente disponible en el suelo	

METODOLOGIA

Inclusión de información

$$h_{dom\,2} = (a)\left[\frac{h_{dom\,1}}{(a)}\right]^{\frac{ln\left[1-e^{(-bt_2)}\right]}{ln\left[1-e^{(-bt_1)}\right]}}$$

$$a = a_0 + a_1X_1 + \cdots + a_nX_n$$



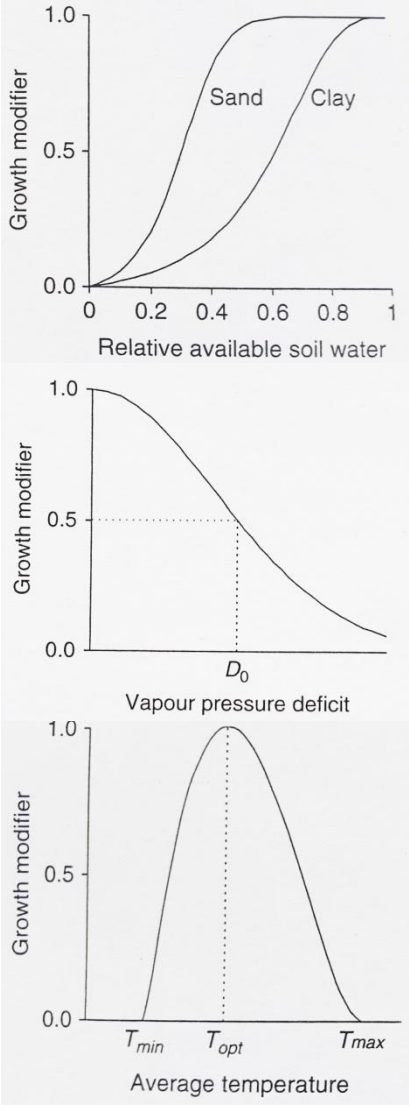
METODOLOGIA

Ecuaciones híbridas

Sumas de luz potencialmente utilizable (PULS) (Mason *et al*, 2007)

$$R_T = \sum_{i=1}^{T} R_t \, min(f_\theta f_D) f_T$$

Balance hídrico
Déficit de presión de vapor
Temperatura

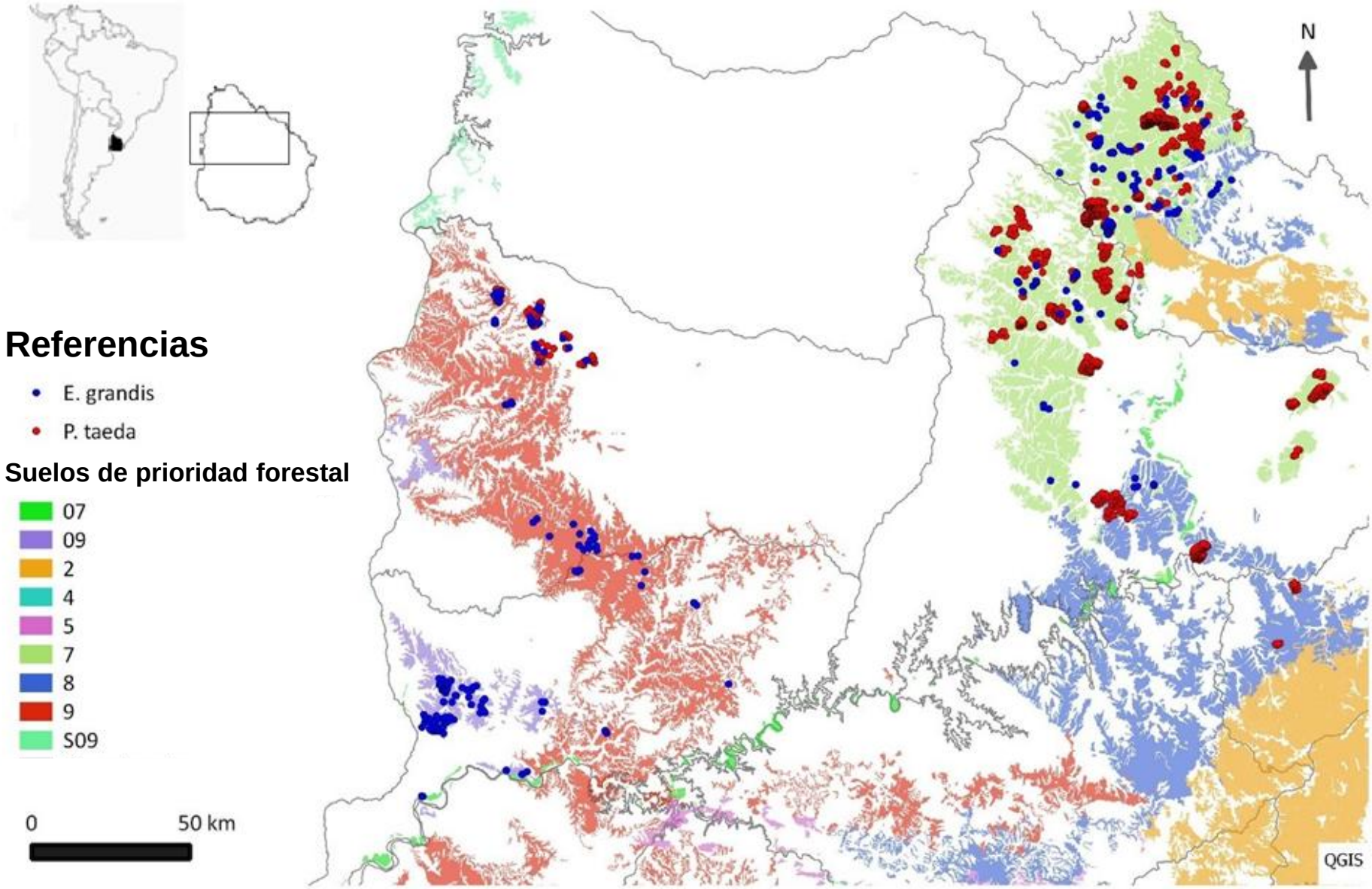


METODOLOGIA

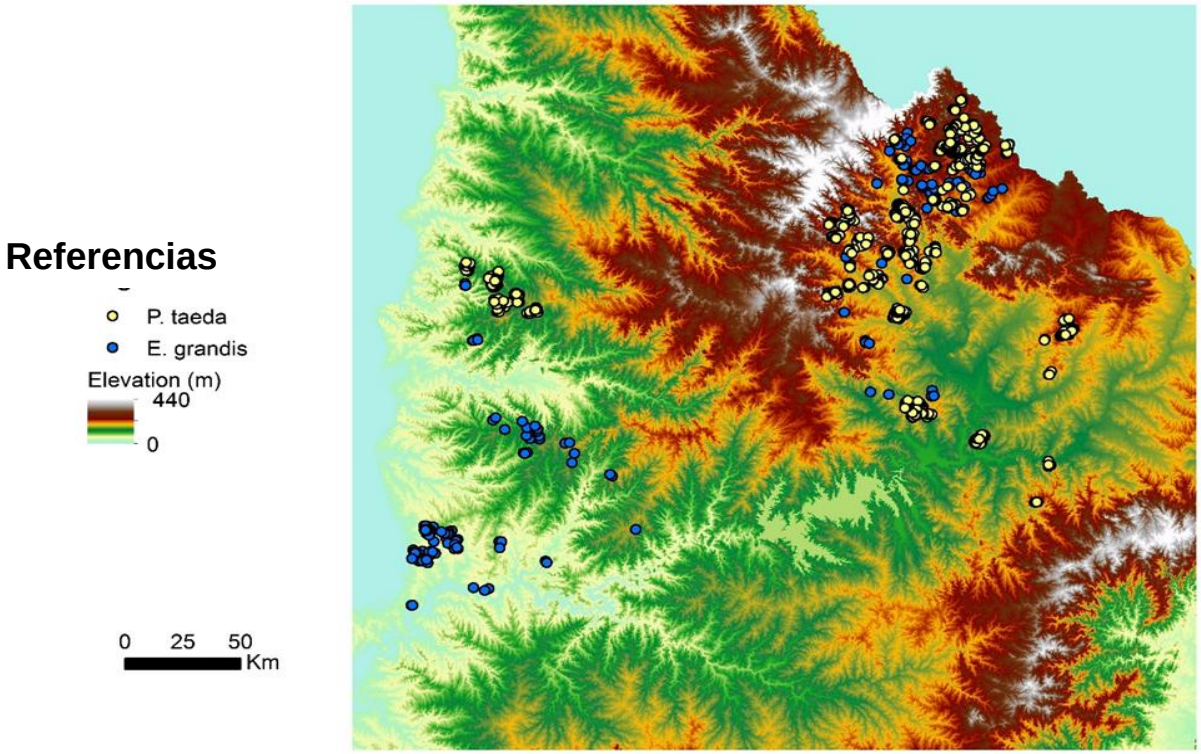
INFORMACION Y SISTEMAS EVALUADOS

Componentes	Base	Mejorado	Híbrido
Altura media dominante (h_{dom})	Edad	Edad	Radiación
Area basal (G)	Zonificación CONEAT	Altitud	Temperatura
DAP máximo (d_{max})		Orientación de la pendiente (modificada)	Déficit de presión de vapor
Desvío estándar de los DAPs (SD_d)		Pendiente	Balance hídrico
Mortalidad (Probabilidad de mortalidad y tasa de mortalidad)		Agua potencialmente disponible en el suelo	

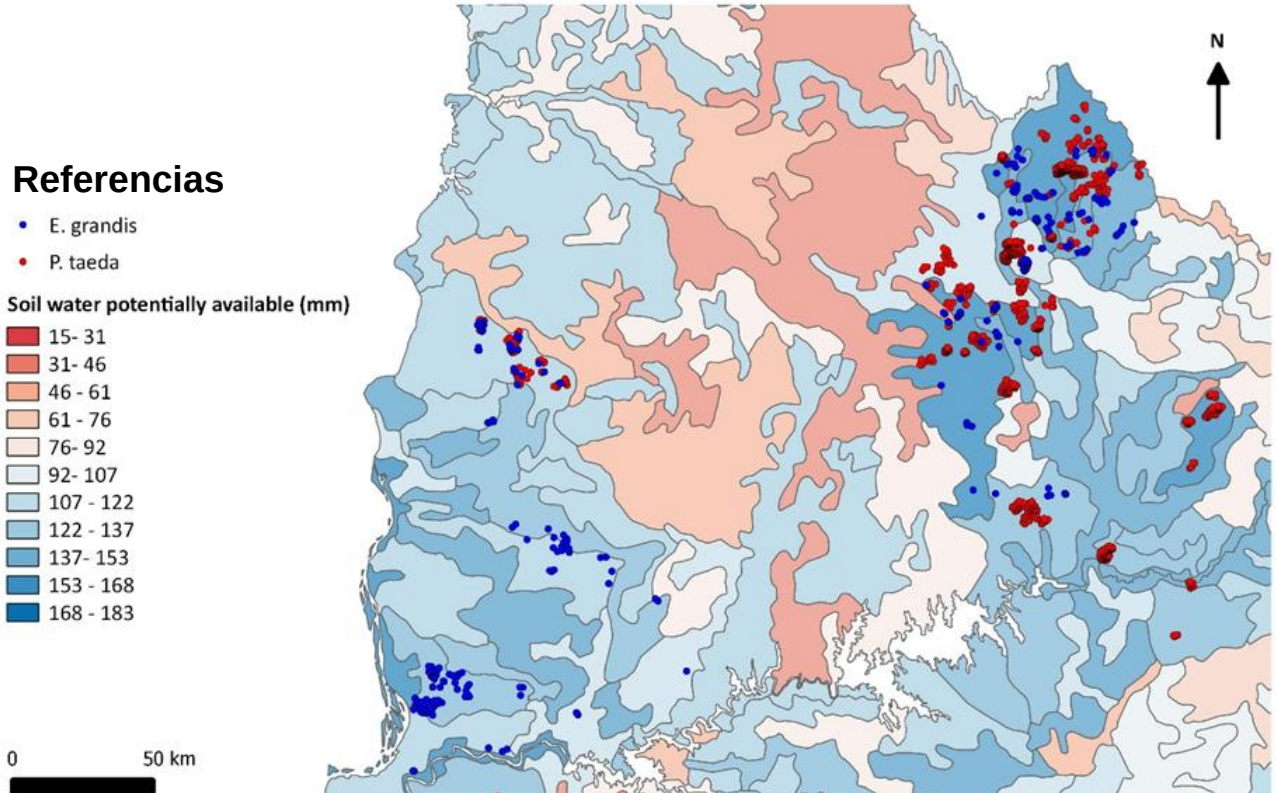
Localización de parcelas permanentes



Información utilizada en ecuaciones mejoradas



- **Altitud (*Alt*)**
- **Pendiente (*β*)**
- **Orientación de la pendiente (α_c α_s)**

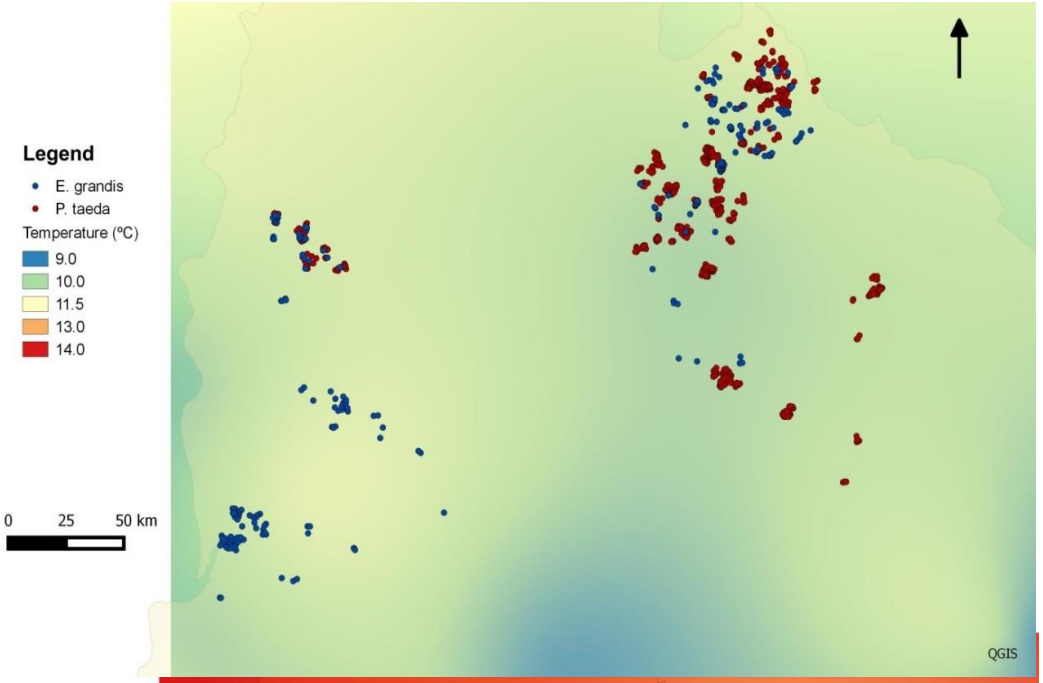


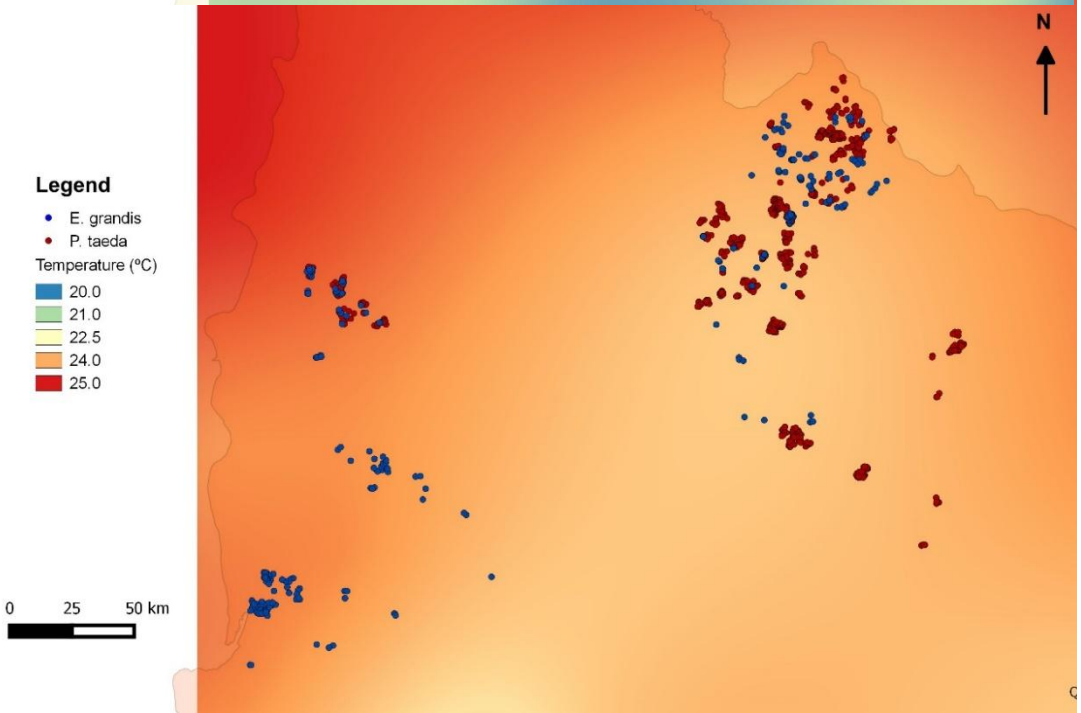
- **Agua potencialmente disponible en el suelo (*APDS*)**

Información utilizada en ecuaciones híbridas

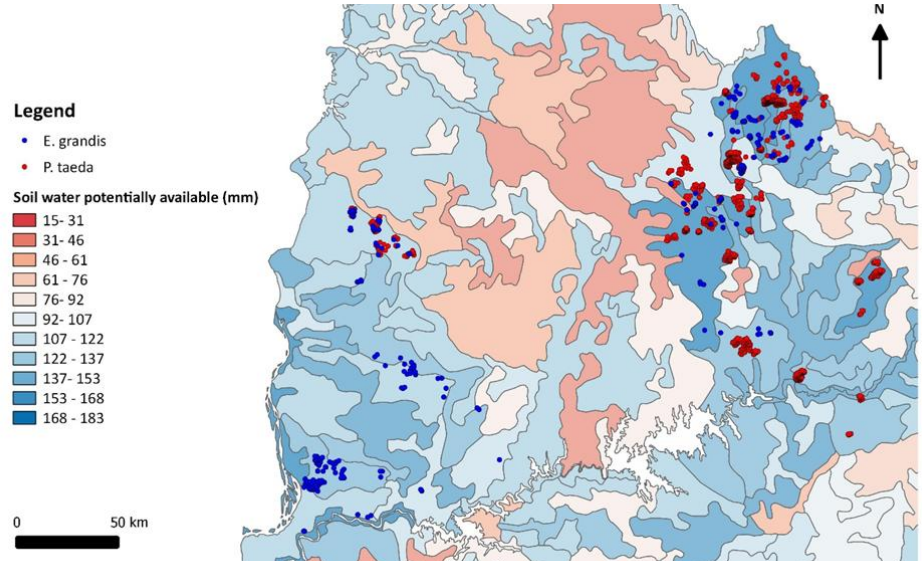
Radiación global horizontal corregida por inlcinación de la pendiente y orientación

Temperatura (máxima y mínima)

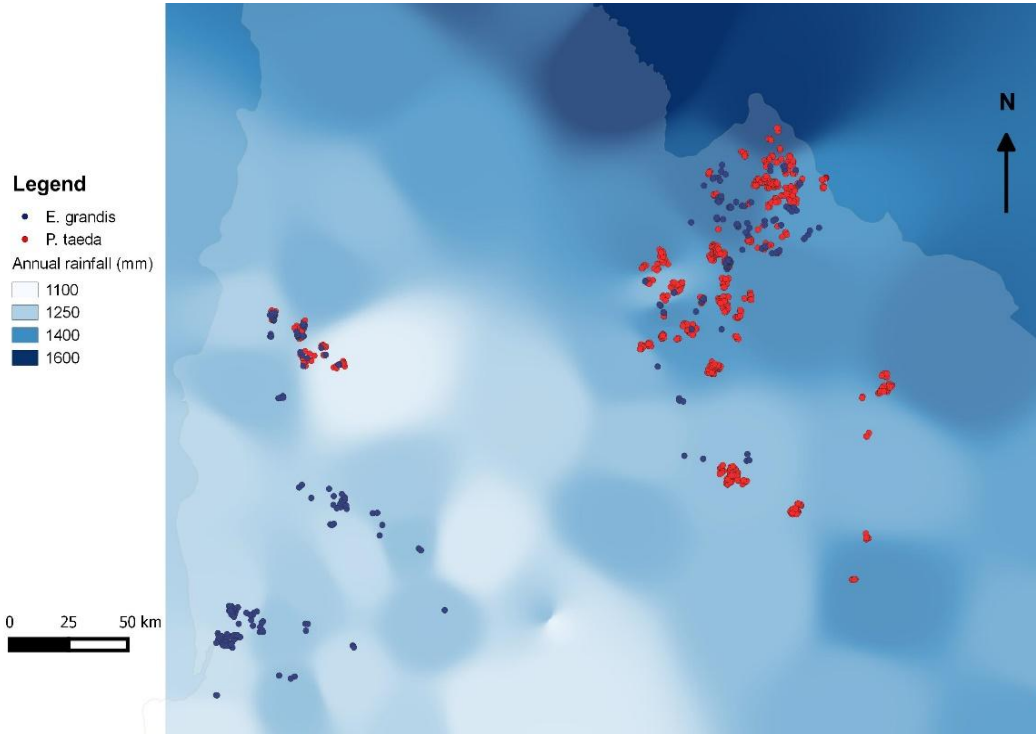




Agua potencialmente disponible en el suelo



Precipitaciones anuales



METODOLOGIA

INFORMACION Y SISTEMAS EVALUADOS

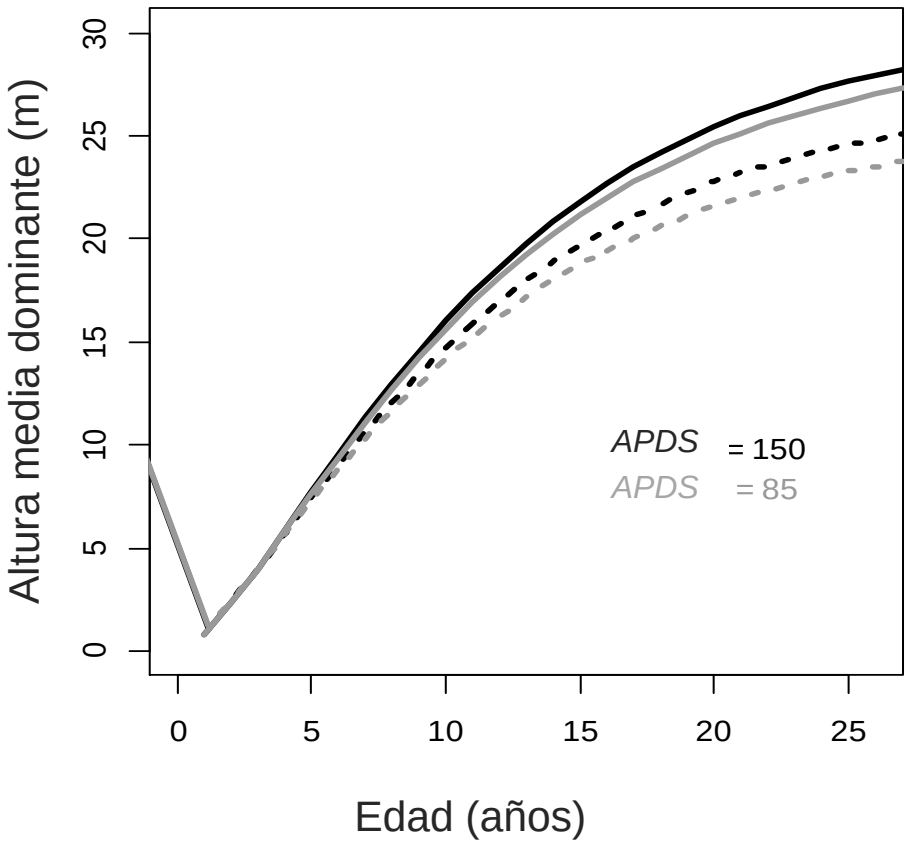
Componentes	Base	Mejorado	Híbrido
Altura media dominante (h_{dom})	Edad	Edad	Radiación
Area basal (G)	Zonificación CONEAT	Altitud	Temperatura
DAP máximo (d_{max})		Orientación de la pendiente (modificada)	Déficit de presión de vapor
Desvío estándar de los DAPs (SD_d)		Pendiente	Balance hídrico
Mortalidad (Probabilidad de mortalidad y tasa de mortalidad)		Agua potencialmente disponible en el suelo	

RESULTADOS I: Información incluída en los modelos

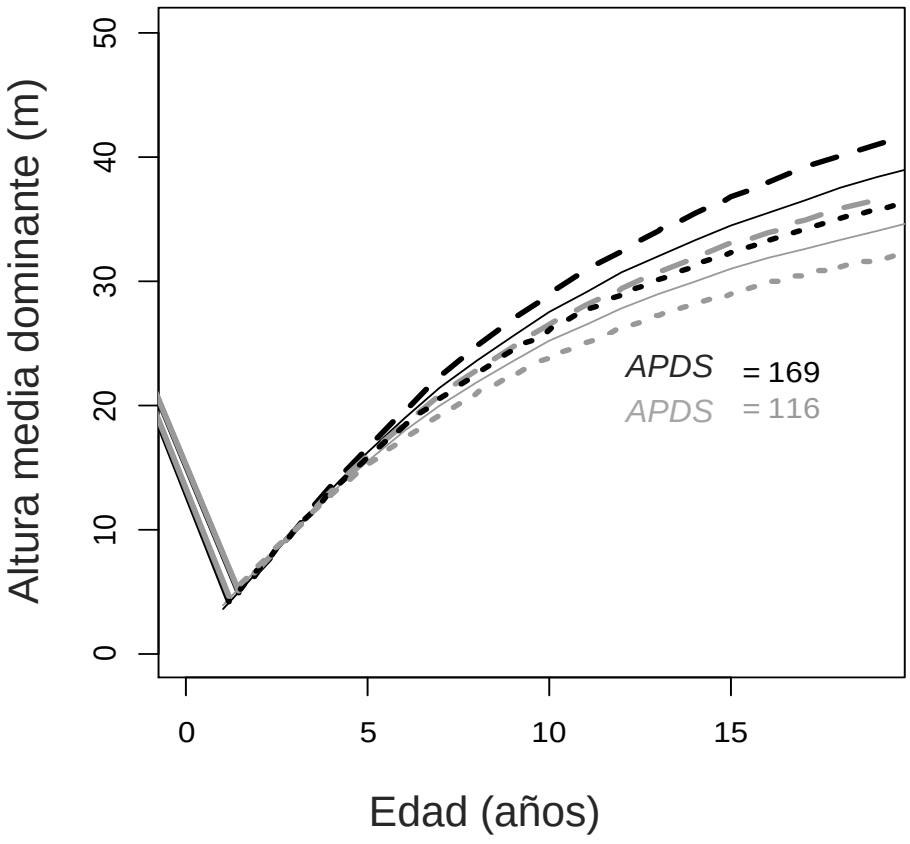
	Base		Mejorado		Híbrido	
	PT	EG	PT	EG	PT	EG
h_{dom}	-	Z7	- APDS Alt	- APDS, α_c, α_s	$R_{\theta DT}$	$R_{\theta DT}$ $\bar{R}_{\theta D}$
G	-	Z7 Raleo	APDS, Alt, α_s	Raleo APDS β	$R_{\theta DT}$	$R_{\theta DT}$ $\bar{R}_{\theta D}$
d_{max}	IS	Z7	-	APDS α_s	$R_{\theta DT}$	$R_{\theta DT}$ $\bar{R}_{\theta D}$
SD_d	-	Z7	-	-	$R_{\theta DT}$	$R_{\theta DT}$
p	N_1, SD_{d1}, H_{dom1}, G	t_1, Int, N_1, SD_{d1} Z7	Int, N_1, SD_{d1}, H_{dom1}, G	t_1, Int, N_1, SD_d APDS, β, α_c, α_s	$R_{\theta DT}$-Int N_1, SD_d, $\bar{R}_{\theta D}$	$R_{\theta DT}$-Int APDS, β, α_c
N_2	-	Z7	-	APDS, β, α_s	$R_{\theta DT}$ $\bar{R}_{\theta D}$	$R_{\theta DT}$ $\bar{R}_{\theta D}$

RESULTADOS

APDS en ecuaciones mejoradas



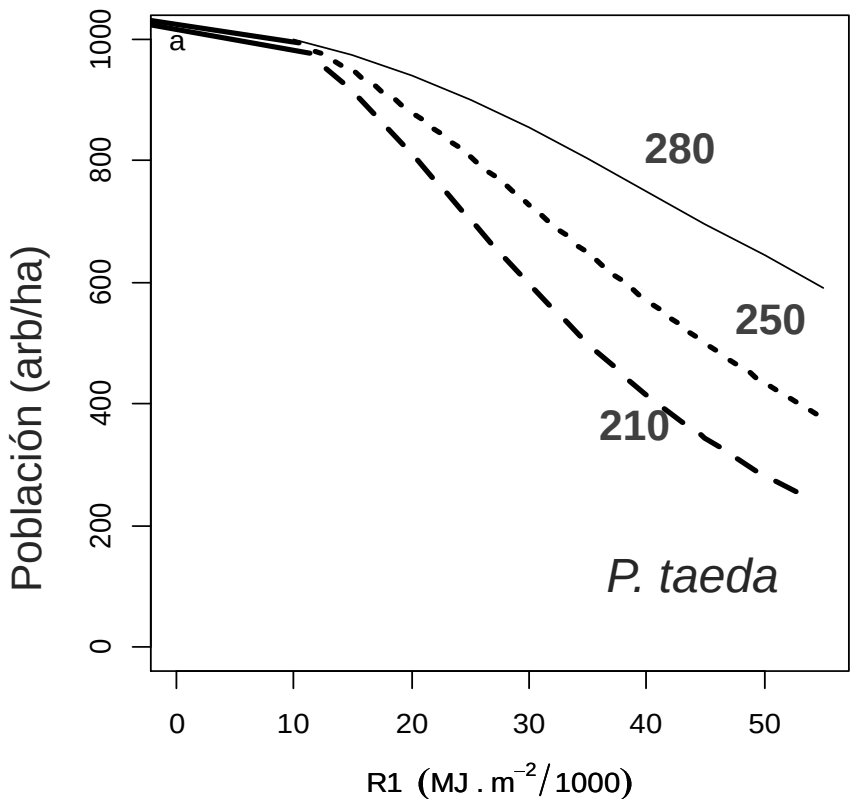
P. taeda

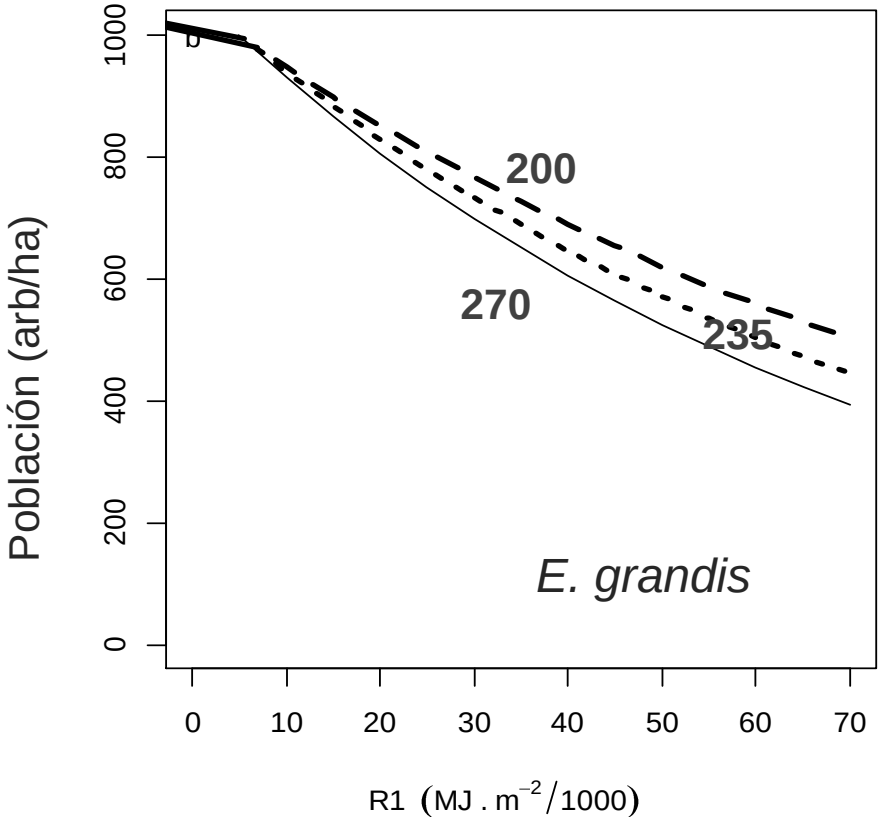


E. grandis

RESULTADOS

Tasa de mortalidad utilizando PULS





Curvas de densidad de población para diferentes valores promedio de luz potencialmente utilizable mensual $\bar{R}_{\theta D}$ **(Mj.m^{-2})**

RESULTADOS II: Comparación de metodologías

COMPARACION POR COMPONENTE

Precision

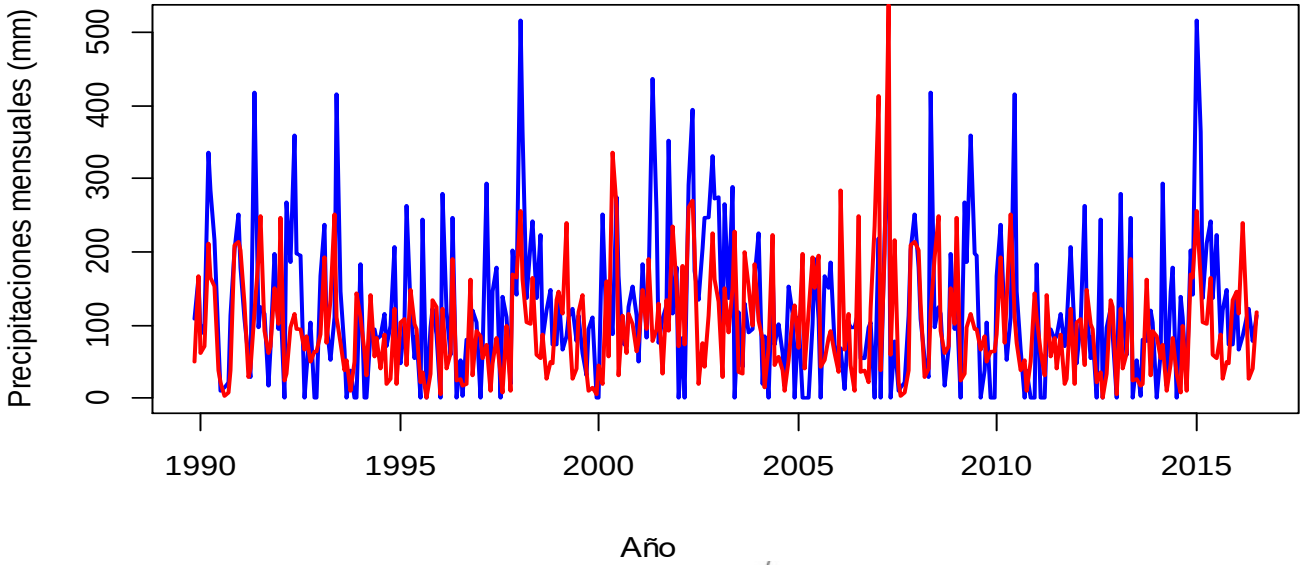
Porcentaje de ganancia en la precisión respecto al componente menos preciso (basado en la RCME)

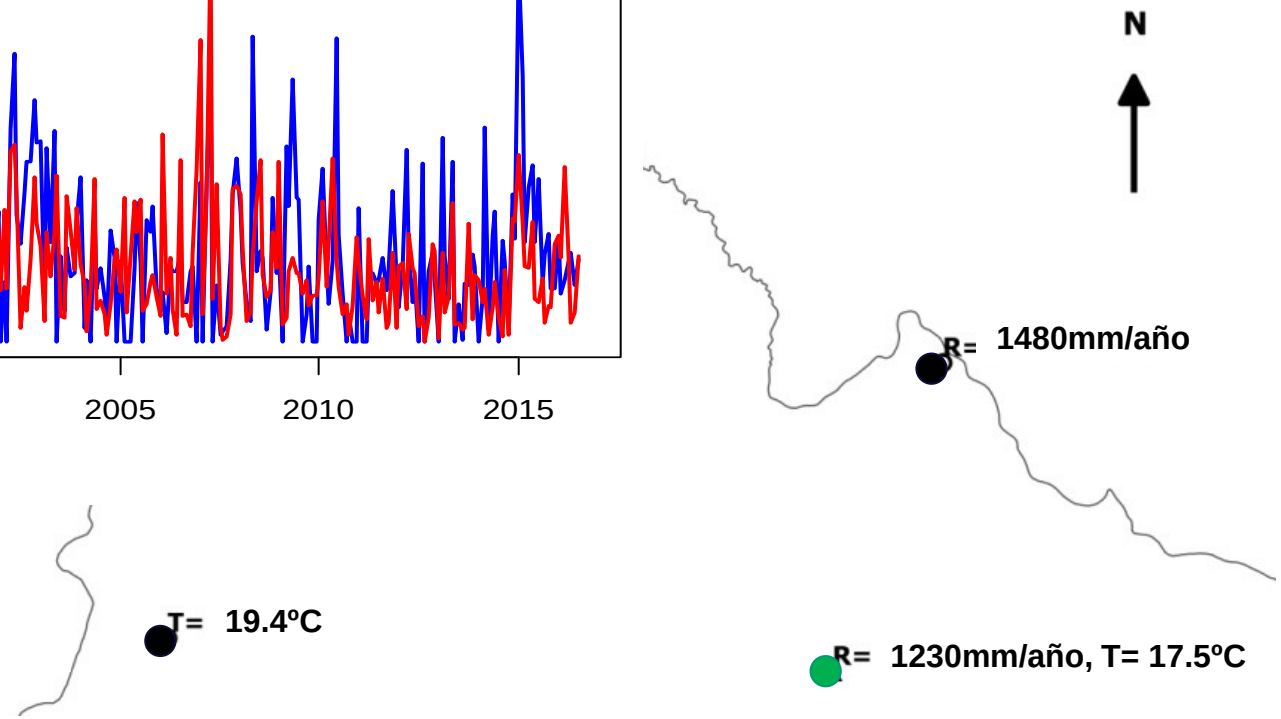
	Base		*Mejorado*		*Híbrido*	
	PT	EG	PT	EG	PT*	EG
h_{dom}	2.0	0	**3.4**	1.8	0	**10**
G	0	0	2.5	4.0	**6.9**	**14.3**
d_{max}	0	0	1.4	1.8	**9.1**	**9.5**
SD_d	0	0	**2.1**	0	**2.1**	**8.9**
$p - N$	0	0	0	1.6	**0**	**9.5**
Promedio	**0.4**	**0**	**1.9**	**1.8**	**3.6**	**10.4**

***Utilizando set datos independientes**

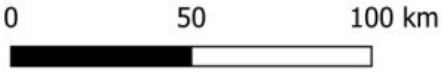
RESULTADOS III: Pruebas con la metodología híbrida

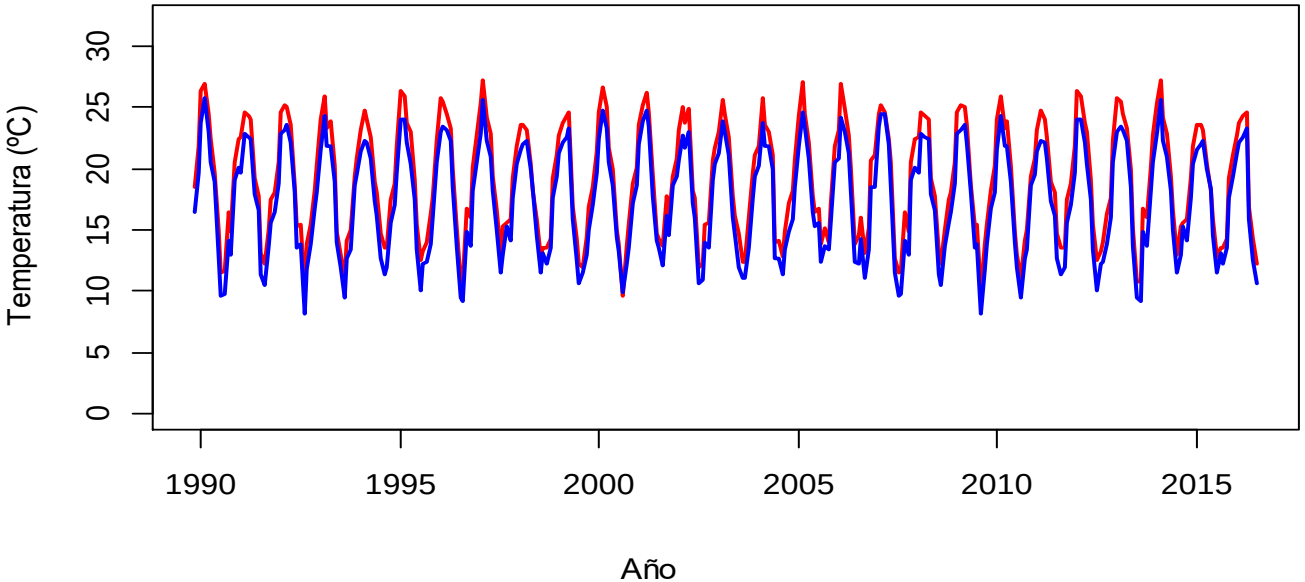
VARIACIONES CLIMATICAS





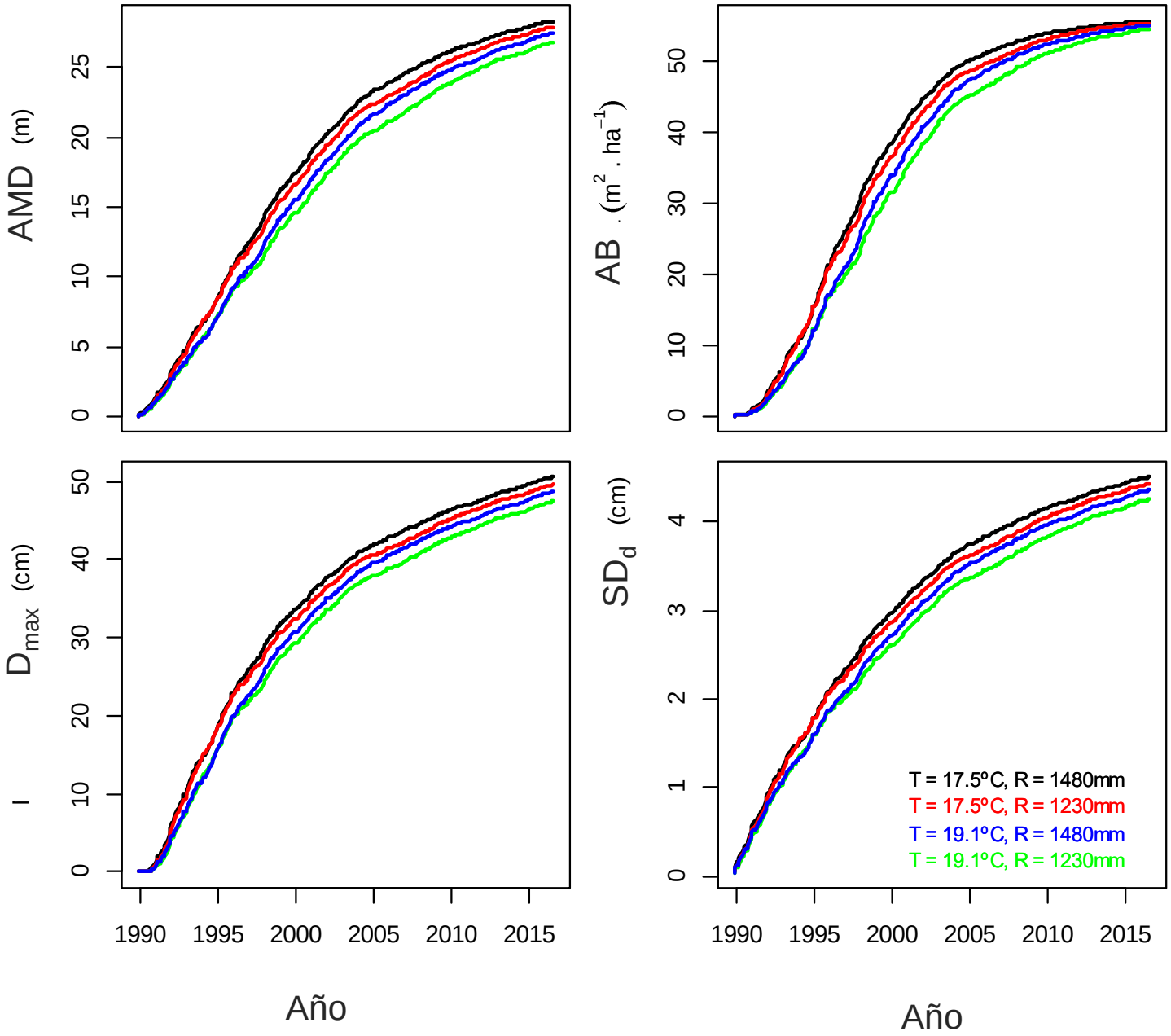
- Parcela de simulación
- Regímenes contrastantes de temperatura y precipitaciones





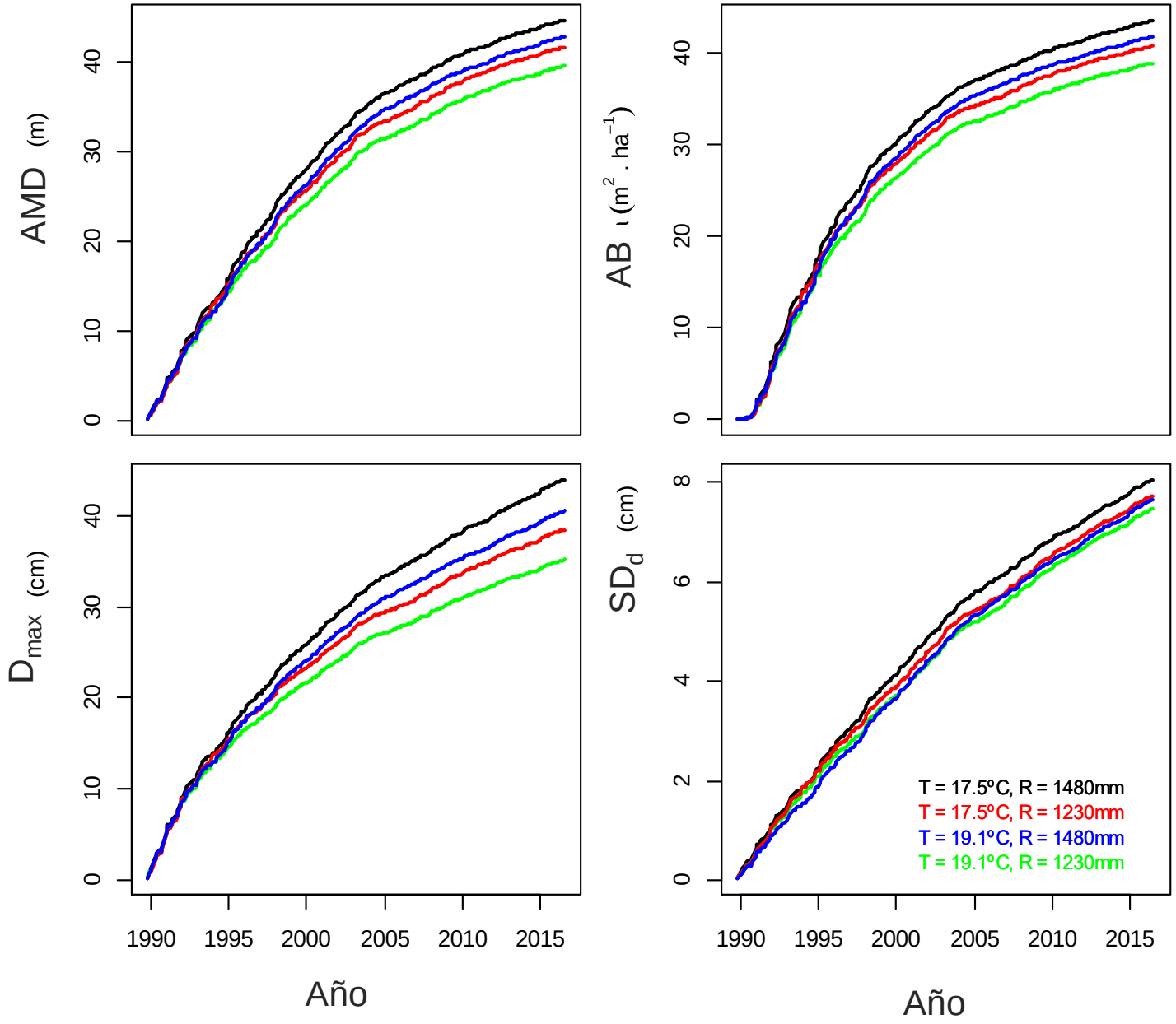
VARIACIONES CLIMATICAS

P. taeda



VARIACIONES CLIMATICAS

E. grandis



CONSIDERACIONES FINALES

INFORMACION DISPONIBLE

Existe información base disponible y efectiva para su uso en modelación :

- **disponibilidad de agua en el suelo**
- **modelo digital de terreno**
- **clima**

DIFERENTES METODOLOGIAS

3 tipo de modelos con creciente nivel de información y complejidad, que muestran:

- **Coherencia en la importancia de ciertos factores de crecimiento para las diferentes especies (agua)**
- **Diferencias con respecto a otros factores (orientación de la pendiente)**
- **Diferencias entre especies con respecto al efecto de los factores en la dinámica de rodales.**

Disponibilidad de recursos:

➡ ***P. taeda*** ↑ **crecimiento** ↓ **mortalidad**

➡ ***E. grandis*** ↑ **crecimiento** ↑ **mortalidad**

VENTAJAS DEL METODO HIBRIDO

El modelo híbrido es más complejo, pero es más preciso en general, y más útil (más información).

Algunas de las posibilidades que ofrece este método son:

- **Simular crecimiento intra-anual**
- **Clasificar sitios según factores limitantes del crecimiento para diferentes especies**
- **Analizar cambios espacio-temporales en las condiciones climáticas**
- **Simular el efecto de algunos manejos que incidan en la disponibilidad de recursos (laboreos o riego)**

POTENCIALIDADES

- **La metodología híbrida ofrece una base para simulación de interacciones entre factores climáticos – crecimiento – dinámica de plagas y enfermedades**

- **Se pueden incluir otros modificadores de la eficiencia de uso de la luz (incremento de la utilidad): fertilidad, heladas, etc**

- **El modelo híbrido podría ser utilizado para simular variación intra-rodal con mapas precisos de disponibilidad de agua en el suelo y terreno e información climática**

silvicultura de precisión

Agradecimientos

INIA

Ministerio de Asuntos Exteriores y Comercio (Nueva Zelanda)

Clovery

Bosques del Sur

Global Forests Partners

UPM

Cambium

GRAS (INIA)

INUMET

RENARE (MGAP)

Roberto Scoz

Fernando Resquin

Gustavo Balmelli

Andrés Hirigoyen

PREGUNTAS?