

Instituto  
Nacional de  
Investigación  
Agropecuaria

URUGUAY

---

---

---

---

# ACTUALIZACIÓN TÉCNICA EN

# EUCALYPTUS GLOBULUS

AREA FORESTAL

ABRIL, 2005

Serie de Actividades  
de Difusión N° 402

# **SEMINARIO**

# **"ACTUALIZACIÓN TÉCNICA**

# **EN EUCALYPTUS GLOBULUS"**

**AUTORES:**

Ing. Agr. Nora Altier - INIA Las Brujas

Biol. Lina Bettucci - Facultad de Ciencias UDELAR

Ing. Agr. Ricardo Methol - Forestal Oriental / INIA Tacuarembó

**INIA LAS BRUJAS**  
**INIA TACUAREMBÓ**  
**14 de Abril de 2005**

**Desarrollo de tests estándar  
de inoculación artificial para la  
caracterización sanitaria de germoplasma  
de *Eucalyptus globulus***

***Proyecto PDT 35/05***

**Nora Altier  
INIA Las Brujas**

## **Equipo de trabajo**

- **Gustavo Balmelli, mejoramiento genético**
- **Nora Altier, fitopatología**
- **Virginia Marroni, fitopatología**
- **Acelino Couto Alfenas, consultor**
- **Beatriz Dini, asistente**

## **Antecedentes y justificación**

- **Proyecto PDT 07/29**
  - **Evaluación a campo (446 progenies)**
  - **Problemática sanitaria diagnosticada**
  - **Parámetros genéticos determinados**
- **Incorporación de tolerancia en el PMG**
- **Caracterización sanitaria de germoplasma (fuentes de semilla y clones)**
- **Selección eficiente → inoculación artificial**



## **Problemas sanitarios registrados**

### **▣ Enfermedades del fuste**

- ▣ Podredumbre blanca (*Inocutis jamaicensis*)
- ▣ Cancros (*Coniothyrium zuluense*)
- ▣ Mancha violeta (*Botryosphaeria dothidea*) ←

### **▣ Enfermedades foliares**

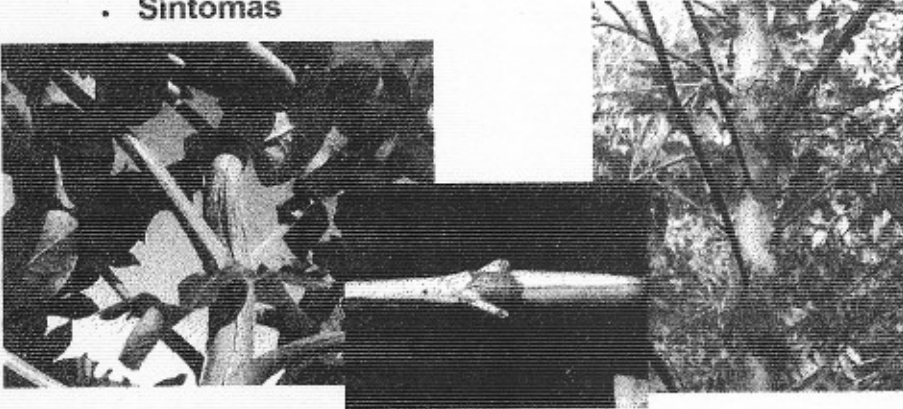
- ▣ Roya (*Puccinia psidii*) ←
- ▣ Manchas foliares (*Mycosphaerella* spp.) ←

## **Metodología estándar**

- Reproducir condiciones para el desarrollo de la enfermedad
- Brindar resultados reproducibles y confiables
- Ser eficiente en cuanto al uso del tiempo y del espacio

## Mancha violeta

- Agente causal: *Botryosphaeria dothidea*
- Sintomas



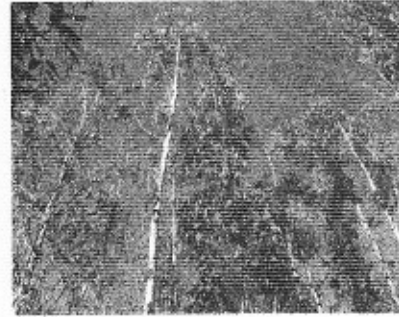
Mancha violeta y evolución a canchros en el fuste

## Mancha violeta

- Importancia económica
  - endófito, patógeno oportunista asociado a estrés
- Cuantificación
  - pruebas de 2a. generación: 47.8% incidencia



Quebrado del fuste



Muerte apical

## Roya

- Agente causal: *Puccinia psidii*
- Síntomas y signos



Pústulas de *Puccinia psidii*



Deformación de hojas y brotes

## Roya

- Impacto económico
  - directo: crecimiento
  - indirecto: estrés
- Cuantificación
  - pruebas de 2a. generación
  - Frecuencia relativa:  
44% - 47%



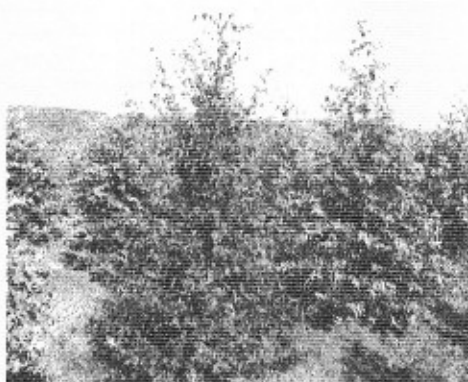
Muerte de ápices y evolución de pústulas a manchas

## Roya

### • Variabilidad

Diferencias en  
susceptibilidad  
a roya entre plantas  
de diferentes familias

Prueba de 2a.  
generación



## Mancha causada por *Mycosphaerella*

- Agente causal:  
*Mycosphaerella* spp.
- Síntomas



Manchas necróticas en hojas  
causadas por *Mycosphaerella*



Defoliación prematura



## Mancha causada por *Mycosphaerella*

- Impacto económico
  - directo: crecimiento
  - indirecto: estrés
  - Defoliación
- Cuantificación
  - pruebas de 2a. generación
  - Frecuencia relativa:  
26% - 35%
  - Defoliación:  
2.38 - 2.85



Diferencias en defoliación

## Objetivos específicos

- Ajustar metodología de colecta, producción y conservación de inóculo para *P. psidii*, *Mycosphaerella* y *Botryosphaeria*
- Ajustar metodología de inoculación artificial y evaluación de síntomas (escala o índice)
- Identificar genotipos para utilizar como testigos en los ensayos de caracterización
- Validar la metodología en materiales utilizados a nivel comercial

## **Estrategia**

- **Primera etapa: elaboración de protocolos para cada enfermedad**
- **Segunda etapa: caracterización de progenies del PNF, elección de testigos con reacción conocida**
- **Etapa final: caracterización de fuentes de semilla o clones utilizados a nivel comercial**

**Avances en investigación en podredumbre de árboles  
en pie de *E. globulus***



Investigación realizada por: Sandra Lupo, Alejandro Pérez, Sofía Simeto,  
Federico Rivas, Sebastián Martínez. Responsable: Lina Bettucci  
Laboratorio de Micología Facultad de Ciencias – Facultad de Ingeniería

➤ **DISTRIBUCIÓN DE LA PODREDUMBRE**

➤ **IDENTIFICACIÓN DE DISTINTOS GENETOS**

➤ **CARACTERÍSTICAS ECOFISIOLÓGICAS DE  
*INOCUTIS JAMAICENSIS***

- crecimiento a diferentes aw, pH, temperatura
- producción de enzimas extracelulares
- capacidad descomponedora

➤ **EVALUACIÓN DE LA VELOCIDAD DE EXPANSIÓN  
DE LA PODREDUMBRE (Inoculación experimental)**

2

**DISTRIBUCIÓN DE LA PODREDUMBRE**

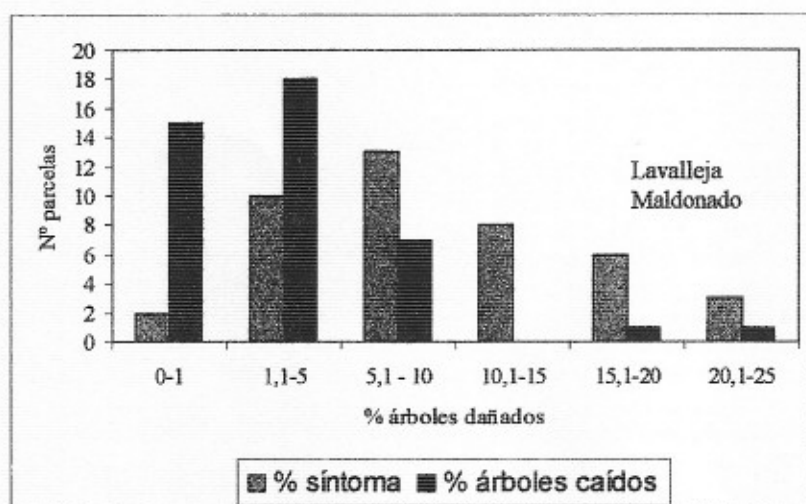
➤ Se evaluaron ca. 4400 plantas de 42 plantaciones  
en diferentes Departamentos:

Durazno (3)	Río Negro (1)
Florida (7)	Rocha (5)
Lavalleja (14)	Soriano (4)
Maldonado (3)	Tacuarembó (1)
Paysandú (4)	Cerro Largo
	Treinta y Tres

3



## DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS



4

## Conclusiones

- ❖ El mayor porcentaje de daño se encontró fundamentalmente en la zona sur-sureste
- ❖ El máximo porcentaje de plantas con síntomas (24.3 %) se encontró en una plantación ubicada en Carapé, Lavalleja
- ❖ El mayor porcentaje de árboles caídos se encontró en Río Negro (22.9 %), plantación de Geevestone, y en Tacuarembó (16.9 %), suelos sujetos a anegamiento
- ❖ Solo dos predios estudiados (Soriano y Rocha) no presentaron síntomas ni fructificaciones pero en uno de ellos (Soriano) había 6 % de árboles caídos infectados y en el otro sólo 1 % (Rocha).
- ❖ El porcentaje de plantas con síntomas varía según los orígenes de las plantas
- ❖ El porcentaje de plantas con síntomas, para un mismo origen, aumenta bajo condiciones ambientales desfavorables

5

## IDENTIFICACIÓN DE DISTINTOS GENETOS EN *EUCALYPTUS* Y OTROS HOSPEDANTES

- Obtención de cultivos monocarióticos y dicarióticos de distintos hospedantes
- Amplificación de la región ITS
- RFLPs: *Hae*III, *Alu*I, *Hha*I, *Msp*I, *Taq*I

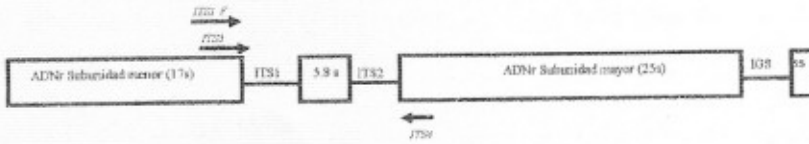
6

## Metodología

- Aislamiento de dicariones de *Eucalyptus globulus* (113)
- Aislamiento de dicariones de plantas nativas (45) *Dodonaea viscosa*, *Heterothalamus aliemus*, *Eupatorium bunifolium*, *Parkinsonia aculeata*, *Scutia buxifolia*, *Daphnopsis racemosa*, *Lithraea brasiliensis*, Asteraceae y de *Acacia longifolia*
- Aislamiento de monocariones a partir de basidiosporas (53 )

7

## Metodología



Esquema que representa la ubicación de la región ITS y de los primers utilizados (Tomado de Lanfranco *et al.*, 1998)

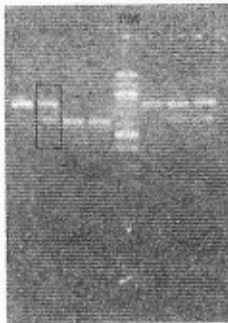
Primer	Secuencia	Referencias
ITS1F	CTT GGT CAT TTA GAG GAA GTA A	Gardes and Bruns (1993)
ITS4	TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC	White <i>et al.</i> (1990)
ITS5	GGA AGT AAA AGT CGT AAC AAG G	White <i>et al.</i> (1990)

•RFLPs: *Hae*III, *Alu*I, *Hha*I, *Msp*I, *Taq*I

8

## Fragmentos de restricción obtenidos con la enzima *Hae* III

*Eucalyptus*



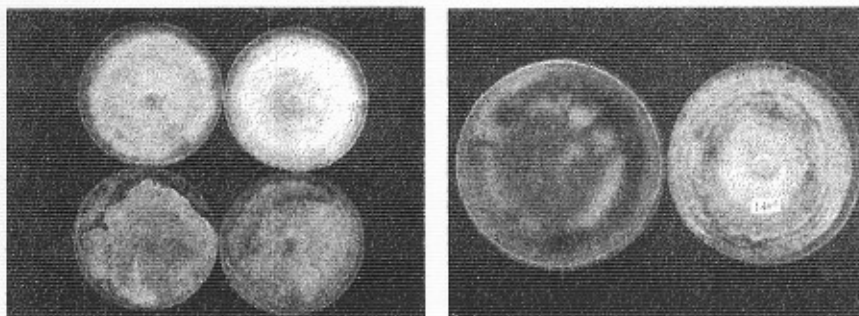
Otros hospedantes



9

CARACTERÍSTICAS ECOFISIOLÓGICAS DE  
*INOCUTIS JAMAICENSIS*

**Características culturales**



Variaciones de las características de la colonia

10

CARACTERÍSTICAS ECOFISIOLÓGICAS DE  
*INOCUTIS JAMAICENSIS*

**Metodología**

- Se midió el crecimiento a distintos pH:  
pH: 4.5, 5, 5.5, 6 y 7.
- Medio de cultivo agar malta el pH se ajustó mediante el uso de hidróxido de sodio y ácido láctico.
- La incubación se llevó a cabo a 5 y 25°C.
- Se hicieron tres réplicas para caso.

11



- Se midió el crecimiento a distintas  $a_w$ : 1; 0.99; 0.98; 0.97.
- Se utilizó agar-malta-glicerol.

$$a_w = (1 - x)e^{Kx^2}$$

$a_w$ : valor de la actividad hídrica;  
 $X$ : fracción molar del soluto  
 $K$ : 1.16 a 25°C para el glicerol

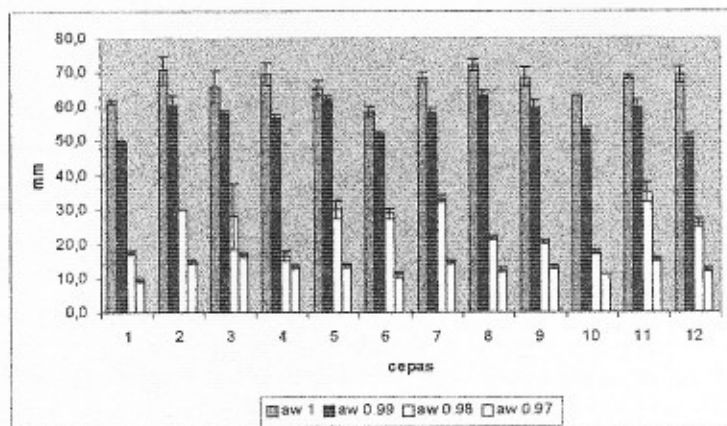
- Las evaluaciones del crecimiento se efectuaron diariamente hasta los 14 días.
- La incubación se efectuó a 5, 25 y 37°C.
- Se hicieron tres réplicas para caso.

12

## Resultados

( $a_w$ )

Crecimiento de *Inocutis jamaicensis* a distintas actividades hídricas a 25°C



Diámetro de crecimiento a los 14 días

13

❖ No crece a 5°C.

❖ A 25°C se observó crecimiento a todas las  $a_w$  pero todas las cepas crecieron mejor a  $a_w$  más altas.

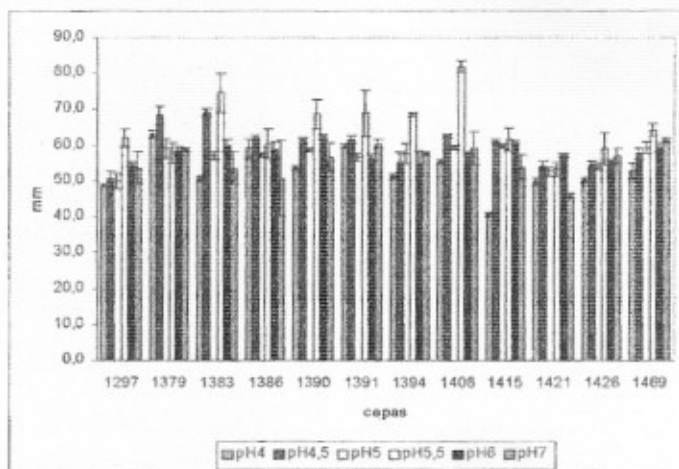
❖ A 37°C el crecimiento fue escaso (1 a 27mm en 14 días); alguna cepas crecieron más a  $a_w=0.99$  y otras a  $a_w=1$ .

❖ En casi todos los Basidiomycetes lignivoros el crecimiento se detiene a  $a_w=0.97$  (-40bar), en el cual el potencial mátrico de la madera hace inaccesible la celulosa a las moléculas del tamaño de la enzimas.

14

## Resultados pH

Comparación de los diámetros de crecimiento a distintos pH, a 25°C



Diámetro de crecimiento a los 14 días

15

- ❖ A 5 °C no se observó crecimiento (a 5°C al pH y *a<sub>w</sub>* de la madera hay crecimiento).
- ❖ Las 12 cepas crecieron a todos los pH a 25°C.
- ❖ La mitad de las cepas crecieron mejor a pH 5.5.
- ❖ Una cepa creció mejor a pH 4.5.
- ❖ Las restantes no presentaron diferencias significativas a los distintos pH.

16

## **Producción de enzimas oxidativas extracelulares**

### **Metodología**

**lacasa:** 1 M de  $\alpha$ -naftol en etanol 96 %

**g-lacasa:** 0.1% de guayacol en 96 % de etanol

**fosfatasa:** 1 % de fosfato de  $\alpha$ -naftol en parte iguales con una solución al 1 % de Fast Red I:T:R. en acetona

**estearasa:** 1 % de acetato de  $\alpha$ -naftol en solución acuosa en partes iguales con una solución al 1 % de Fast Red I:T:R. en acetona.

**peroxidasa:** 0.4 % de peróxido de hidrógeno y 1 % de pirogalol en solución acuosa

**La intensidad de la reacción indica, en forma semicuantitativa la capacidad de cada cepa de producir dichas enzimas.**

17

## Producción de enzimas oxidativas extracelulares Resultados

cepa	Lac	g-Lac	Fosf	Est	Per
1297	3	3	1	2	-
1379	4	3	1	3	-
1386	4	3	2	3	-
1390	3	1	3	2	-
1391	4	3	2	2	-
1394	3	3	2	3	-

Lac.: lacasa; -lac.: g-lacasa; fosf.: fosfatasa; est.: estearasa; per.: peroxidasa.  
+: reacción positiva; 0: negativa; 1-4: intensidad creciente.

De las enzimas que participan en la degradación de la lignina sólo la lacasa fue positiva en cambio la peroxidasa no se detectó con esta técnica.

18

## Capacidad descomponedora

### Metodología

- Inoculación de probetas
- Evaluación por pérdida de peso
- 3 maderitas 10 réplicas



control



cepa FI 1379

19



### Pérdida de peso (%)

	30 Días		60 Días		90 Días	
	Duramen	Albura	Duramen	Albura	Duramen	Albura
Clones	10.7±1.0	9.1 ±1.9	17.0 ±1.4	13.2 ±1.8	23.6 ±2.2	19.1 ±1.3
Jeerlang	0.8 ±0.6	5.5 ±0.6	4.0 ±1.7	16.2 ±2.1	8.5 ±3.7	22.7 ±0.7

20

❖ Las probetas de **Clon** perdieron más peso que las de Jeerlang: la pérdida de peso de probetas de clon a los 30 días fue algo mayor que las de **Jeerlang** a los 90 días.

❖ Las probetas de duramen de **Clon** perdieron más peso que la albura. En cambio las probetas de albura de **Jeerlang** perdieron más peso que las de duramen.

❖ Los resultados preliminares de las inoculaciones a campo con la misma cepa parecerían mostrar lo contrario.

21

## EVALUACIÓN DE LA VELOCIDAD DE EXPANSIÓN DE LA PODREDUMBRE (Inoculación experimental)

### Metodología

- |  |                    |
|--|--------------------|
| ➤ Inoculación sobre cicatriz por abscisión de rama | } disco de micelio |
| ➤ Inoculación en albura                            |                    |
| ➤ Inoculación en duramen                           | } tarugo           |

22

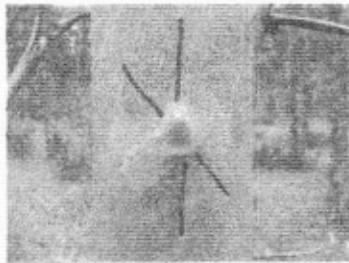
➤ Se inocularon a dos alturas:  
30 cm del suelo y a la altura del pecho (ca 1.50 m)

➤ Se realizaron: 12 réplicas por tratamiento  
3 réplicas por testigos

**Se seleccionaron 48 árboles de cada procedencia:**

- Geevestone (1998), Ingral 3, Tres Bocas, Río Negro
- Jeerelang (1999) Los Olivos, Bequeló, Soriano
- Clon 334 AR (1999) Los Olivos, Bequeló, Soriano

23



Inoculación superficial con un disco de agar con micelio de *I. jamaicensis* (sobre la corteza) en la emergencia de rama



Inoculación en la altura con un disco de agar con micelio de *I. jamaicensis*



Inoculación de duramen mediante un tarugo de madera colonizada por *I. jamaicensis*



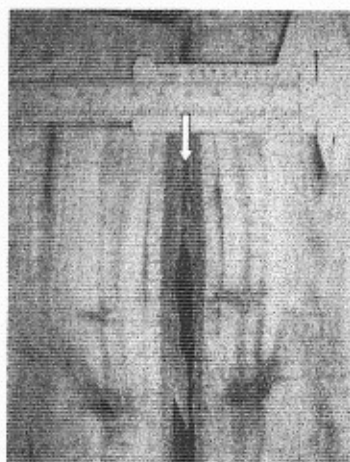
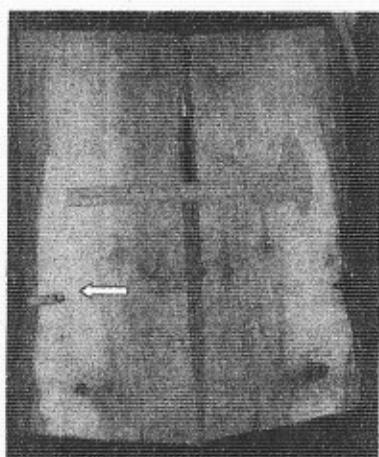
24

## Resultados preliminares (1 año)



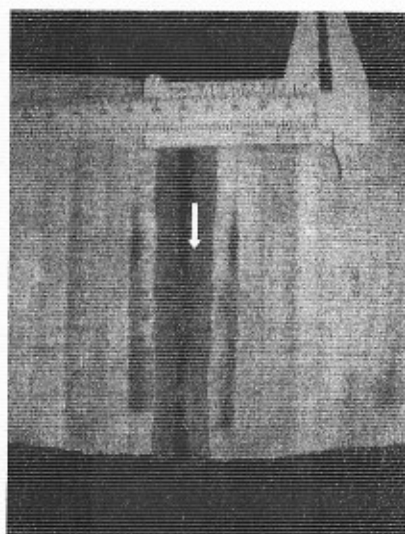
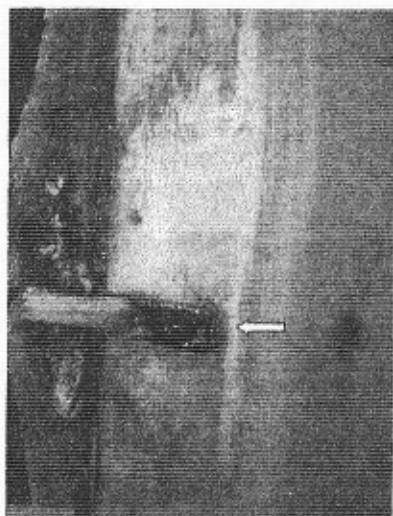
Geevestone sintoma de achatamiento del tronco en el sitio de inoculación

25



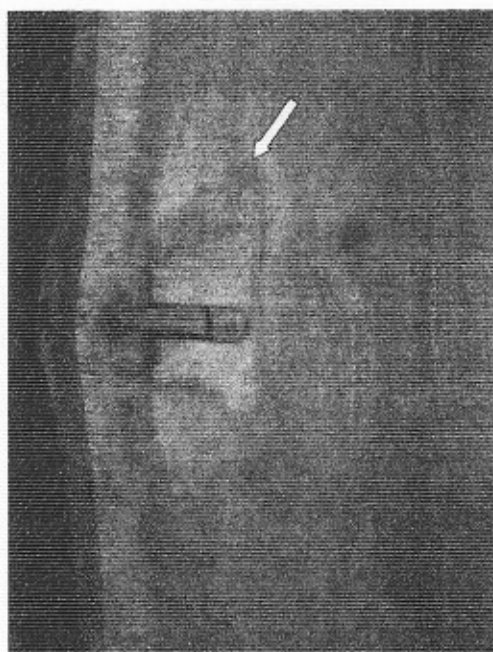
Corte longitudinal de trozas de Geevestone. a: inoculación en el duramen, podredumbre producida alrededor de la lesión; b: inoculación en albura, no se produjo podredumbre

26



Corte longitudinal de trozas de Jeerelang. a: inoculación en el duramen, podredumbre producida alrededor de la lesión; b: inoculación en albura, no se produjo podredumbre

27



Corte longitudinal de troza de Clon. Inoculación en el duramen, podredumbre producida alrededor de la lesión

28

### Conclusiones preliminares

• En los tres orígenes de *E. globulus* las inoculaciones en la albura o superficial, no produjeron podredumbre.

• Las inoculaciones en duramen produjeron podredumbre.

• En todos los casos en que hubo podredumbre hubo producción de quino.

• Los testigos no presentaron síntomas de infección.

• Existe diferencias entre los distintos orígenes.

**Geevestone** reprodujo el síntoma de achatamiento igual al observado en infecciones naturales, debido a la destrucción del cambium provocada por la lesión experimental para efectuar la inoculación.

**Jeerelang y clones** mostraban podredumbre incipiente: decoloración o ninguna colonización con abundante producción de quino.

29



### **Actividades previstas**

- ❖ Estudio de la variabilidad poblacional mediante RAMS
- ❖ Determinación de la actividad enzimática de distintas cepas (dicariones y monocariones)
- ❖ Corte del resto de los árboles (2/3)
- ❖ Determinación de la pérdida de peso en los troncos inoculados

**Modelo de crecimiento para  
*E. globulus* en Uruguay**



**Ing. Agr. Ricardo Methol**  
Convenio INIA – Forestal Oriental



## Temario

- Introducción
- Modelo de crecimiento para *E. globulus* en Uruguay
- SAG *globulus*
- Consideraciones finales

2

## Introducción

- Importancia de *E. globulus* en el Uruguay
- Localización de las plantaciones
- Importancia de disponer de modelos de crecimientos para esta especie
  - mejorar la gestión a nivel de rodal / empresa
  - estimaciones de disponibilidad de madera

3

### Modelo de crecimiento para *E. globulus* en Uruguay

- Modelo empírico de rodal.
- Desarrollado a partir de datos de ensayos de INIA y de parcelas permanentes comerciales.
- Base de datos utilizada presenta algunas limitaciones (cobertura).
- Previo a su uso extensivo debería evaluarse para las condiciones en que se usará

4

---

---

---

---

---

---

---

---

### Componentes del modelo

#### Tres componentes:

1. Modelo de rodal
2. Generación de distribuciones diamétricas
3. Simulación de trozado

5

---

---

---

---

---

---

---

---

### 1. Modelo de rodal

- 1.1 Ecuación de altura dominante
- 1.2 Ecuación de área basal
- 1.3 Ecuación de número de árboles vivos / ha (mortalidad)
- 1.4 Ecuación de volumen total
- 1.5 Ecuaciones de volúmenes comerciales

6

---

---

---

---

---

---

---

---

### 1.1 Altura dominante

- Altura promedio de los 100 arb/ha de mayor DAP
- Ecuación de proyección de altura dominante

$$H_{dom(t)} = f(H_{dom(10)}, t_0, t, Z)$$

- Índice de sitio

$$IS = f(H_{dom(10)}, t_0, g, Z)$$

7

---

---

---

---

---

---

---

---

### Ecuación de altura dominante

$$AD_{(t)} = f(AD_{(10)}, t_0, t, Z)$$

---

---

---

---

---

---

---

---

### 1.2 Área Basal

Ecuación de proyección de área basal (AB):

$$AB_t = f(AB_0, t_0, t, N_0, IS)$$

8

---

---

---

---

---

---

---

---



### 1.3 Supervivencia / Mortalidad (N)

Ecuación de proyección del número de árboles vivos por hectárea:

$$N_t = f(N_0, t_0, t, IS)$$

10

---

---

---

---

---

---

---

---

### 1.4 Volumen total por hectárea (V)

- No es una ecuación de proyección
- Se basa en los valores proyectados de AD, AB y N
- $V = f(AD, AB, N)$

11

---

---

---

---

---

---

---

---

### 1.5 Volúmenes comerciales

- Para diámetros límite de 5 cm y 8 cm
- 1º se estima la proporción que representa el volumen comercial a 5 cm (V5) respecto al volumen total (VT)
- Luego se estima la proporción que representa el V8 respecto al V5
- Esto asegura consistencia en las estimaciones:  $V8 < V5 < VT$

12

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Distribuciones diamétricas

- Funciones de probabilidad de distribución (por ej. distribución Normal)
- Distribución Weibull (invertida)
- Variables requeridas:
  - DAP medio
  - DAP máximo
  - desvío estándar de los DAPs

13

---

---

---

---

---

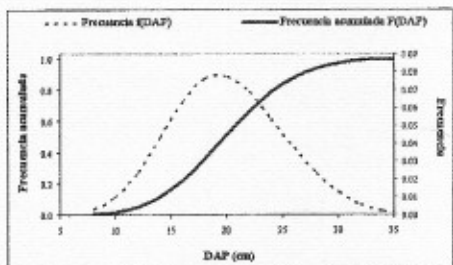
---

---

---

### Ejemplo de distribución diamétrica generada con la distribución Weibull

DAP medio = 20 / DAP máximo = 40 / Desvío estándar = 5



---

---

---

---

---

---

---

---

### Estimación de variables para generar distribuciones diamétricas

#### 2.1 DAP medio:

$$D_g = \sqrt{\frac{4AB}{\pi N}} * 100$$

... asegura la compatibilidad entre las variables de rodal y la distribución diamétrica generada

15

---

---

---

---

---

---

---

---

Estimación de variables para generar distribuciones diamétricas

- 2.2 Ecuación de proyección del DAP máximo
- 2.3 Ecuación de proyección del desvío estándar de los DAPs

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Simulador de trozado

- 3.1 Función de ahusamiento  
 $d = f(\text{DAP}, H, h)$   
datos de árboles apeados (factor de forma)
- 3.2 Ecuación  $H=f(\text{DAP})$
- 3.3 Algoritmo para ir asignando cada troza a la categoría que corresponda (programación)

---

---

---

---

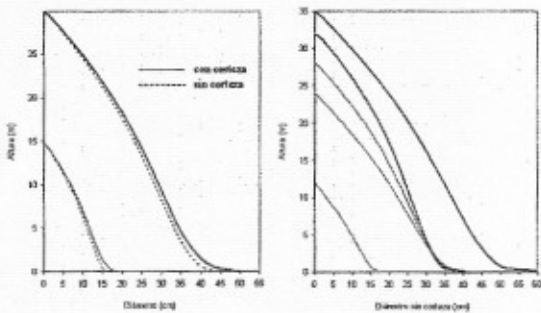
---

---

---

---

3.1 Función de ahusamiento



---

---

---

---

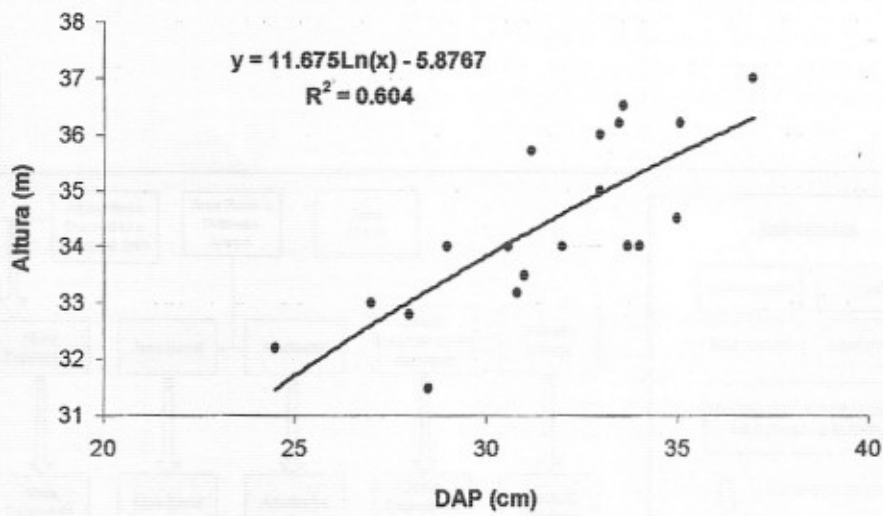
---

---

---

---

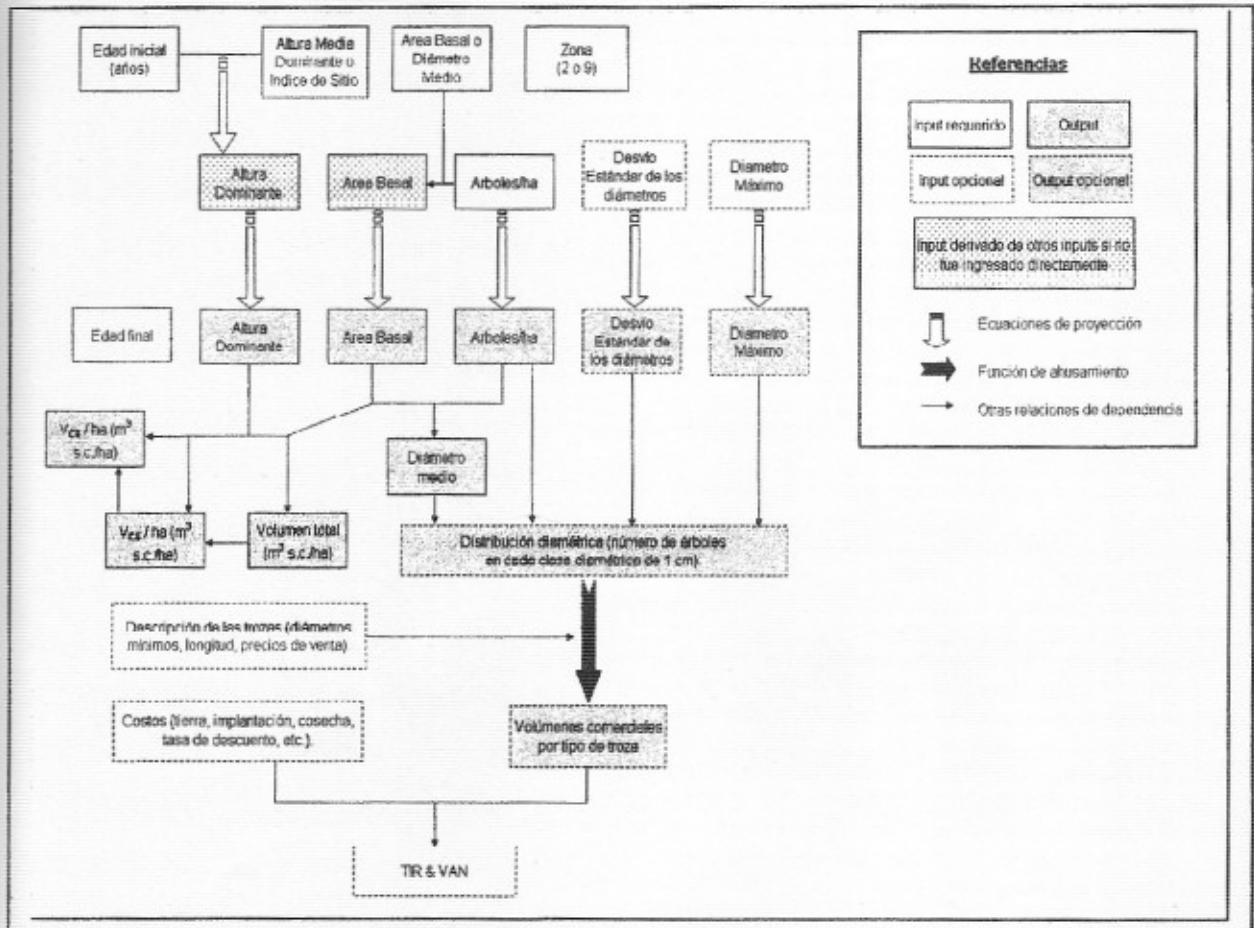
### 3.2 Ecuación Altura - DAP



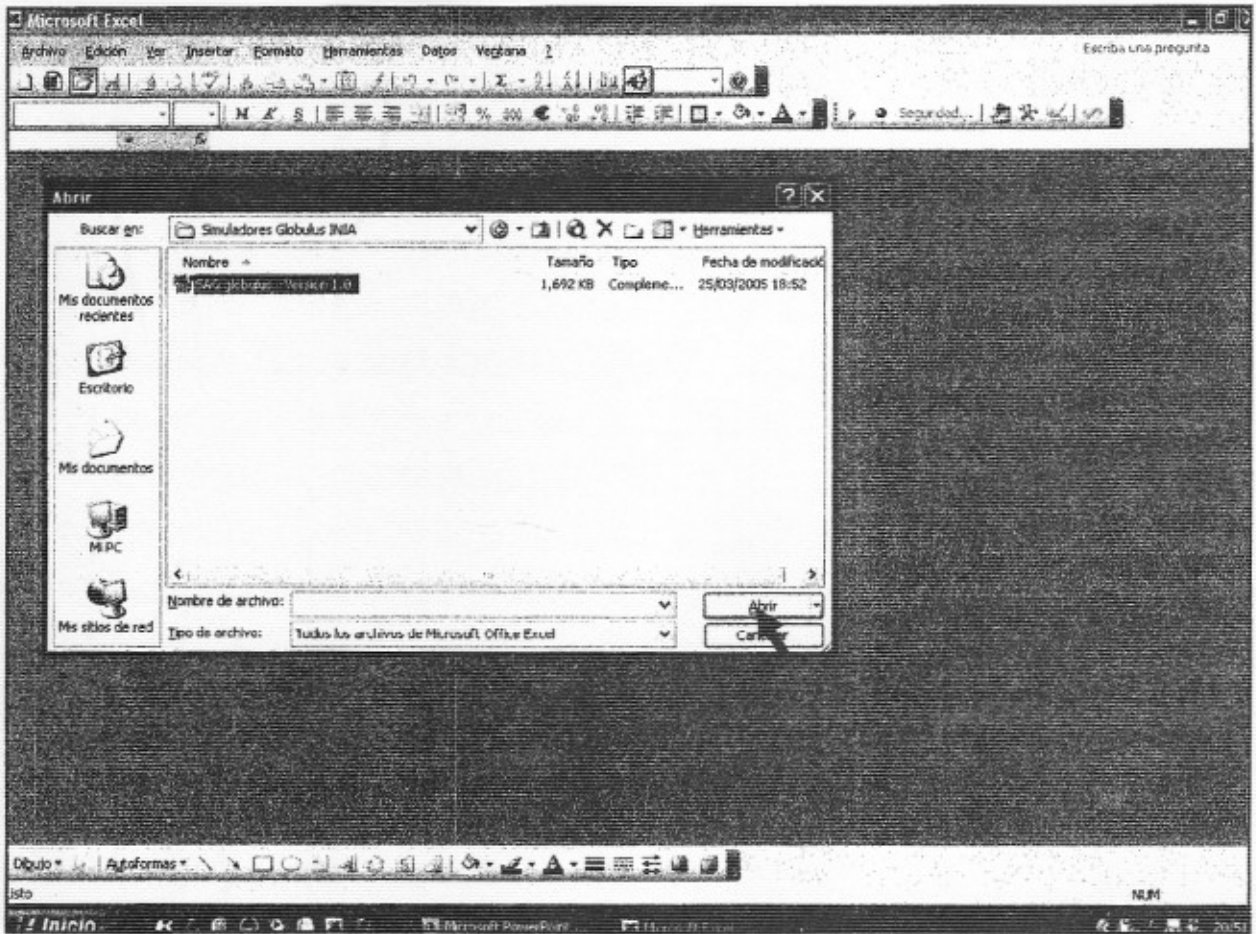
### SAG *globulus*

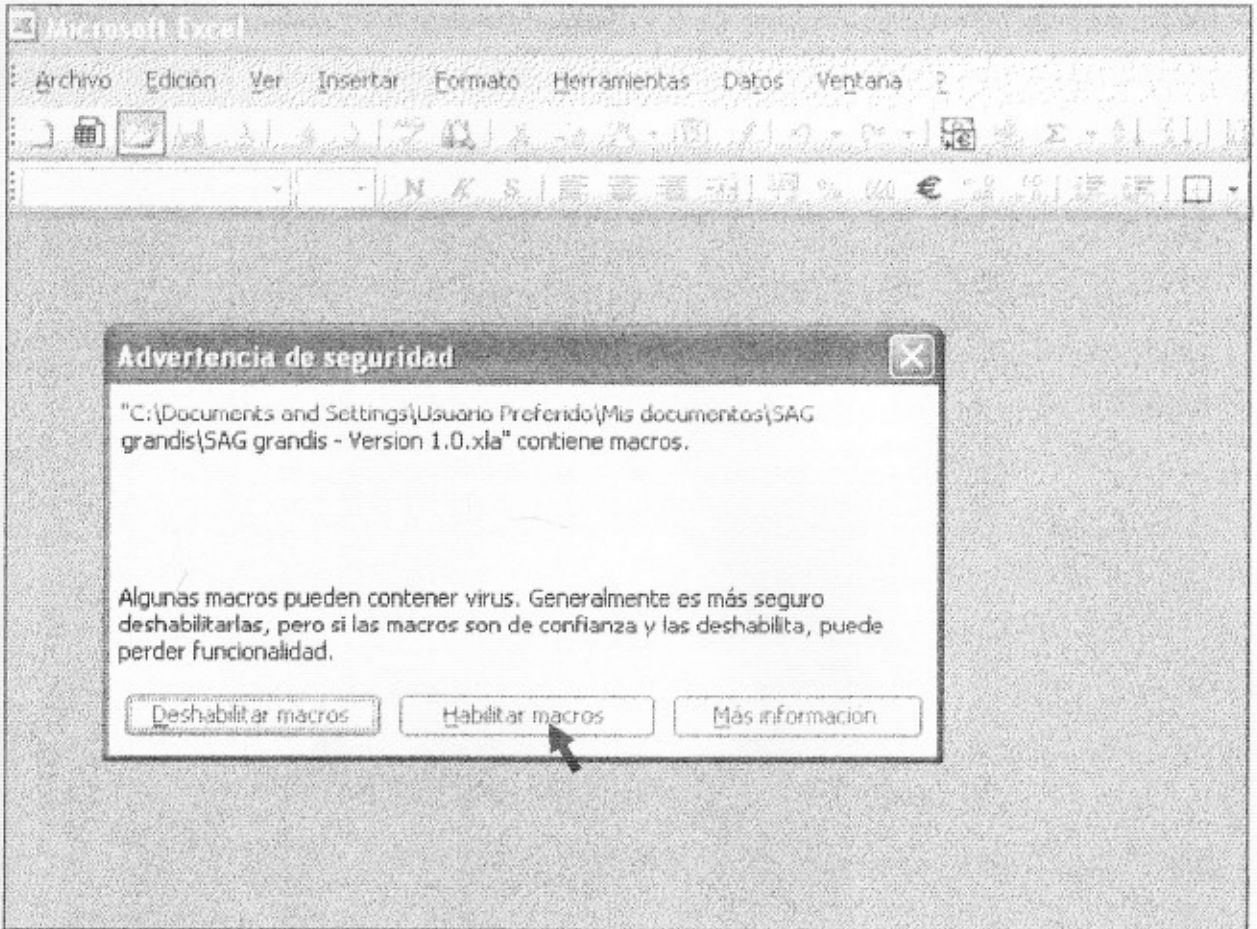
- 1. Modelo de rodal
  - +
  - 2. Distribuciones diamétricas
  - +
  - 3. Simulación de trozado
  - +
  - 4. Análisis económico
  - +
  - 5. Programación (VBA - Excel)
- } Modelo de crecimiento

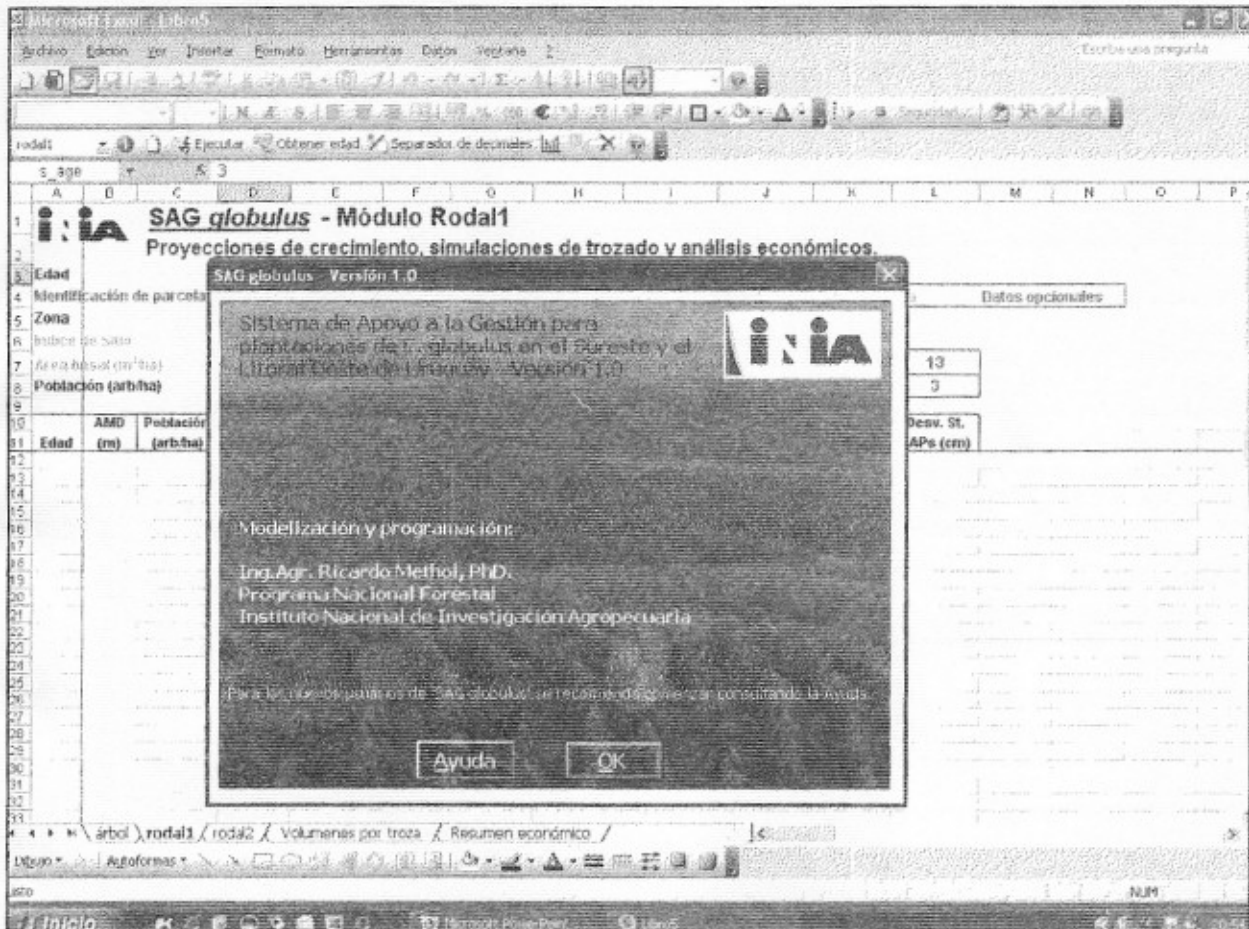
**SAG *globulus***







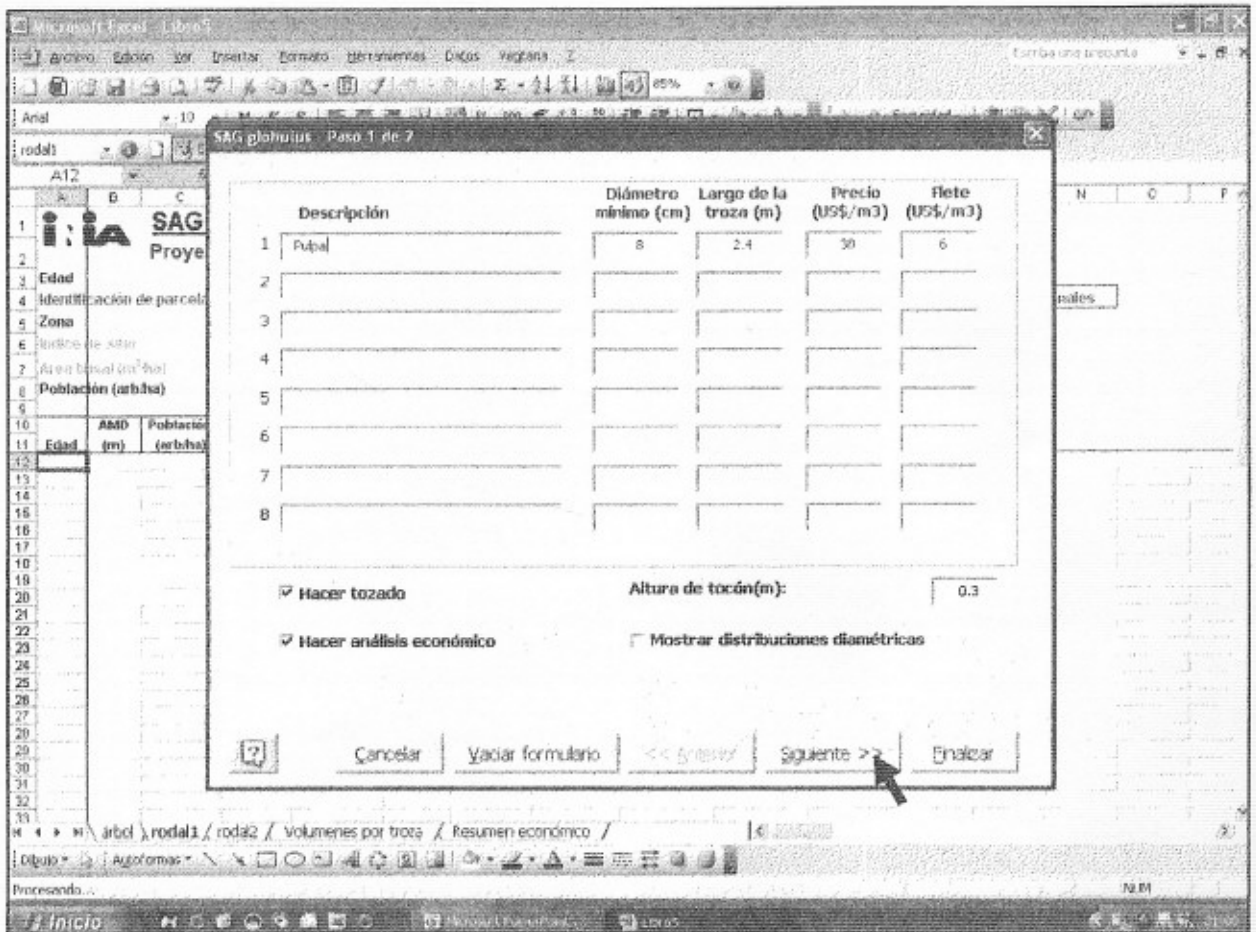


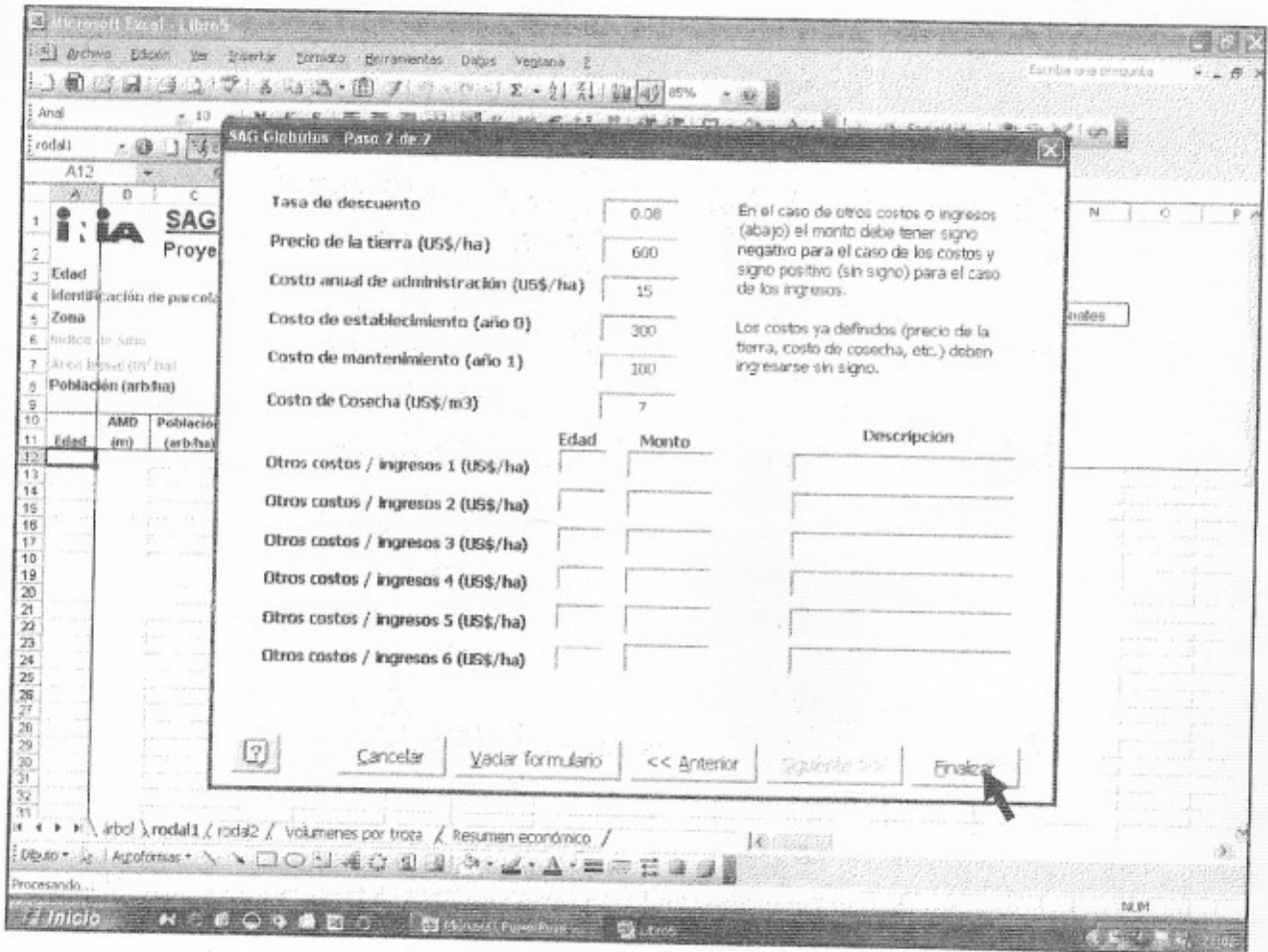












Microsoft Excel - Libro5

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana 2

rodal1

032

### SAG globulus - Módulo Rodal1

Proyecciones de crecimiento, simulaciones de trozado y análisis económicos.

Edad: 3

Identificación de parcela: demo

Zona: 2

Área basal (m²/ha): 20

Población (arb/ha): 850

Edad final: 10

DAP máximo (cm): 13

Desvío estándar de DAPs: 3

VAN: 795.5

TIR: 14.4%

Edad	AMD (m)	Población (arb/ha)	A.R. (m²/ha)	BAP medio (cm)	Vol. s.c. (m³/ha)	BMA vol (m³/ha/año)	ICA vol (m³/ha/año)	Vol. comerc. hasta 5 cm	Vol. comerc. hasta 6 cm	BAP max (cm)	Desv. St. DAPs (cm)
3	11.0	850	5.1	8.7	20.6	6.9	13.9	6.4	13.0	3.0	
4	13.4	839	8.0	11.1	39.2	9.9	19.6	11.4	21.4	3.4	
5	15.4	820	10.7	12.9	59.4	11.9	20.3	15.1	40.2	3.7	
6	17.1	797	13.1	14.5	80.5	13.4	21.1	17.8	60.8	4.0	
7	18.7	772	15.3	15.9	101.7	14.5	21.2	22.8	82	4.2	
8	20.0	747	17.3	17.2	122.7	15.3	21	113.7	103.2	4.3	
9	21.2	722	19.1	18.4	143.0	15.9	20.5	134.1	124.2	4.4	
10	22.3	698	20.8	19.5	163.2	16.3	19.9	154	144.5	4.5	

Inicio

Microsoft Excel - Libro5

Archivo Edición Formato Insertar Herramientas Datos Ventana Ayuda

Anal 100%

volúmenes VPT\_plot demo

## Planilla de resultados: Volúmenes comerciales por tipo de troza

Parcela: demo      Altura tocón (m): 0.30

Edad inicial: 3.00

Edad final: 10      Costo cosecha, m<sup>3</sup>/ha (Módulo Arbol): 7.0

Proviene del módulo: Rodal1

Prioridad	Tipo de troza	Diámetro mín. s.c. (cm)	Longitud (m)	Precio (US\$/m <sup>3</sup> )	Flete (US\$/m <sup>3</sup> )	Cosecha final			
						Total de trozas/ha	Volumen medio/troza m <sup>3</sup> /ha.ha.c	Vol. total m <sup>3</sup> /ha.ha.c	%
1	Pulpa	8.0	2.4	30.0	6.0	3339	0.043	144.9	86.8
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
Desperdicio								18.3	11.2
Total						3339	0.043	163.2	100.0

H:\arbol\rodal1\rodal2\Volúmenes por troza\Resumen económico /

Inicio 13:01

Microsoft Excel - Libro1

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana Ayuda

Forma una pregunta

Arbol 11 N X \$ % 300 100%

resumen Ejecutar Separador de decimales

cell\_plot K 'demo

**i:ia** **Planilla resumen con indicadores de resultado económico**

Parcela	demo	N inicial (árboles/ha)	850
Edad inicial	3 00	Área Basal inicial (m2/ha)	5 10
Edad final	10 00	Índice de sitio	20 0

Nota: los valores en las celdas celestes se cargarán en el Asistente del Módulo Rodal1 (donde podrán ser modificados).

**Costos generales (US\$/ha)**

Tasa de descuento	8.0%
Precio de la tierra (US\$/ha)	600
Costo anual de administración (US\$/ha/año)	15
Costo de establecimiento (año 0)	300
Costo de mantenimiento (año 1)	100
Costo de cosecha (US\$/m <sup>2</sup> )	7

**Otros costos o ingresos (US\$/ha)**

Edad	Descripción	US\$/ha

**VAN (US\$/ha)** 795.5 **TIR** 14.4%

arbol / rodal1 / rodal2 / volúmenes por troza / Resumen económico /

Inicio



Microsoft Excel - Libro5

Archivo Edición Ver Formato Herramientas Datos Ventana 3

Formato: 125%

Arbol 12

rodal1  
rodal2

volcanes  
resumen

### SAG globulus - Módulo Árbol

Estimador de variables de rodal a partir de datos de árboles individuales

Parcela: demo      Área de parcela (m<sup>2</sup>): 600      Índice de Sitio: 22

Zona: 2      Frecuencia (arb/ha que representa cada árbol): 16.7

Edad: 11.0

Datos requeridos      Datos opcionales  
Se requiere uno de los 2 o  
suficientes para las actividades

Arbol No.	Arbol ID	DAP (cm)	Altura (m)	Código (vacío, D a 999)	Vol s.c. (m <sup>3</sup> /árbol)	Vol s.c. (m <sup>3</sup> /ha)
10		27.7				
11		5.6				
12		18.8				
13		5.3				
14		16.4				
15		11				
16		7.2				
17		18.7				
18		5.1				
19		12.5				
20		25				
21		15.8				
22		15				
23		15.2				
24		17.4				
25		27.3				
26		23.9				
27		15.5				
28		15.1				
29		18.2				
30		14.1				
31		10.5				
32		17.1				
33		12.5				
34		25.8				

Inicio      Microsoft PowerPoint      Local



Microsoft Excel - Libro5

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ?

85%

Arial 10 N K S

Ejecutar Obtener edad Separador de decimales

O7B

**SAG globulus - Módulo Árbol**  
 Estimador de variables de rodal a partir de datos de árboles individuales

Parcela **demo** AMD (m)  Índice de Sitio **22**

Zona **2** Área de parcela (m<sup>2</sup>) **600**

Edad **11.0** Frecuencia (arb/ha que representa cada árbol) **16.7**

**Datos**  
Se re...  
sufici...

Árbol Nro.	Árbol ID	DAP (cm)	Altura (m)	Código (vacío, D o DfM)	Vol s.c. (m <sup>3</sup> /árbol)	Vol s.c. (m <sup>3</sup> /ha)
55	46	5.5	8		0.008	0.1
56	47	11.6	16.5		0.071	1.2
57	48	5.5	7.2		0.008	0.1
58	49	22.4	24.7		0.364	6.1
59	50	15.7	20.2		0.15	2.5
60	51	19.2	22.8		0.25	4.2
61	52	22.7	24.9		0.375	6.3
62	53	6.2	8.1		0.011	0.2
63	Total / promedio		15	16.5	0.177	156.3
64	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)		16.4			
65	DMD / AMD		25.2	25.4		
66	Increm. Medio Anual		2.3	2.3		14.2
67	Valor máximo		27.7	27.3		
68	Desvío estándar		6.4	5.91		
69	Árboles / ha		883			
70	Volumen comercial hasta 5 cm (m <sup>3</sup> /ha)					145.3
71	Volumen comercial hasta 8 cm (m <sup>3</sup> /ha)					134.5
72						

Microsoft Excel - Libro5

Archivo Editar Ver Inserta Formato Herramientas Datos Ventana

85%

Volúmenes

Planilla de resultados: Volúmenes comerciales por tipo de troza

Parcela: dieno      Altura tócon (m): 0.30

Etad inicial: 11.00

Etad final:      Costo cosecha, m<sup>3</sup>/ha (Módulo Arbol): 7.0

Proviene del módulo: Arbol

Prioridad	Tipo de troza	Diámetro mín. s.c. femi	Longitud (m)	Precio (US\$/m <sup>3</sup> )	Flete (US\$/m <sup>3</sup> )	Cosecha final				Ingresos del módulo Arbol (US\$/ha)			
						Total de troza/ha	Volumen medio/troza	Vol. total m <sup>3</sup> /ha (s.c.)	%	Ingreso bruto	Costos cosecha	Costos flete	Ingreso neto
1	Fulpo	8.0	2.4	30.0	6.0	3283	0.041	134.8	85.2	4043	943	805	2291
Desperdicio								21.5	13.8				
Total						3283	0.041	156.3	100.0	4043	943	805	2291

### Módulo "Arbol" permite:

- Calcular diversas estadísticas de rodal que se requieren en "Rodal 1"
- Previo a la cosecha: estimar volúmenes comerciales por tipo de troza y comparar sistemas de trozado alternativos








---

---

---

---

---

---

---

---

### Herramientas disponibles en cada módulo

Módulo	Herramientas		
	Modelo de crecimiento	Simulador de trozado	Análisis económico
Rodal1	X	X	X
Rodal2	X	O	
Arbol		X	O

---

---

---

---

---

---

---

---

### Ejemplos - análisis del comportamiento del sistema utilizando el Módulo Rodal 1

Comparación de 6 situaciones:

Datos Iniciales				Situación	Escenarios	
Zona	Edad	AB	N		IS	Edad
2	3	5.1	900	1	18	8
2	3	5.1	900	2	18	10
2	3	5.1	900	3	18	12
2	3	5.1	900	4	22	8
2	3	5.1	900	5	22	10
2	3	5.1	900	6	22	12

---

---

---

---

---

---

---

---

## Volúmenes y DAP a la cosecha

Situación	Escenarios		VT	V5	V8	DAP medio
	IS	Edad				
1	18	8	106	96	86	23.9
2	18	10	142	132	122	26.2
3	18	12	176	168	157	27.7
4	22	8	140	131	120	25.8
5	22	10	185	176	166	28.5
6	22	12	226	217	208	30.3

- Al aumentar el índice de sitio o la edad de cosecha aumentan los volúmenes comerciales y el DAP medio.

40

## Costos asumidos

Concepto	Unidad	Valor (USD)
Precio de la tierra	ha	600
Costo de plantación	ha	300
Costo de limpieza al año	ha	100
Costo de administración	ha/año	15
Costo de venta de la madera	m <sup>3</sup>	28
Costo de cosecha	m <sup>3</sup>	7
Costo de flete	m <sup>3</sup>	7
Tasa de descuento	%	8

41

## Indicadores económicos

Situación	Diámetro límite = 8 cm				
	Ingreso bruto	Cosecha y flete	Ingreso neto	VAN (USD/ha)	TIR (%)
1	2,394	1,283	1,112	205	10.5%
2	3,422	1,796	1,625	372	11.4%
3	4,404	2,288	2,117	446	11.3%
4	3,352	1,761	1,590	589	14.4%
5	4,640	2,405	2,234	789	14.3%
6	5,813	2,992	2,821	951	13.6%

Situación	Diámetro límite = 5 cm				
	Ingreso bruto	Cosecha y flete	Ingreso neto	VAN (USD/ha)	TIR (%)
1	2,695	1,358	1,338	339	11.9%
2	3,702	1,866	1,835	489	12.1%
3	4,856	2,351	2,505	518	11.7%
4	3,688	1,840	1,828	726	16.5%
5	4,820	2,475	2,444	893	15.0%
6	6,062	3,054	3,008	941	14.0%

42

## Otras comparaciones posibles

- Mayor rango de sitios (IS)
- Distintas densidades de plantación
- Distintos materiales genéticos?
- Efecto a largo plazo de distintos tipos de silvicultura inicial
- Incidencia relativa de los distintos costos