



Foto: Cecilia Rachid

NUEVAS FUNCIONALIDADES EN EL MÓDULO DE TROZADO DE LOS SISTEMAS DE APOYO A LA GESTIÓN FORESTAL DE INIA

Ing. Agr. PhD. Cecilia Rachid Casnati¹
 Ing. Agr. Dr. Andrés Hirigoyen¹
 Ing Agr. MSc. Fabián Varela²

¹Sistema Forestal - INIA
²Programador en Desarrollo FV

Los simuladores forestales de INIA han incluido desde su desarrollo inicial un módulo de trozado que permite estimar el número y volumen de trozas producidas por una población o rodal objetivo en función de las especificaciones dimensionales ingresadas. En este artículo se repasa la utilidad y se detallan las mejoras realizadas a dicho módulo para proveer más información y propiciar un uso más ágil de esta herramienta.

INTRODUCCION

Los Sistemas de Apoyo a la Gestión Forestal (SAG) de INIA son herramientas de simulación y análisis esenciales para la toma de decisiones informadas respecto al manejo y prácticas silviculturales en las plantaciones forestales. Dentro de estos sistemas, el módulo de trozado permite estimar el número y volumen de trozas que se obtendrán de un rodal, optimizando así la producción

según las especificaciones dimensionales deseadas. En simuladores de "ciclo productivo completo" como SAG grandis, SAG globulus, SAG dunnii y SAG taeda, el módulo de trozado estima los volúmenes comerciales por tipo de troza en raleos y tala rasa, permitiendo analizar la cantidad de productos con características específicas. Por ejemplo, se puede determinar el volumen de trozas de alto valor para aserrío y de menor valor para pulpa en diferentes momentos de cosecha.

La estimación de productos de diferentes valores comerciales permite:

- a) definir la combinación de productos más conveniente,
- b) calcular el volumen de desperdicios y
- c) determinar las dimensiones óptimas del rodal para maximizar la producción de los productos deseados y ajustar el manejo silvicultural.

Los volúmenes estimados por el módulo de trozado se integran al módulo de análisis económico, donde se pueden asignar precios a las trozas para evaluar los resultados económicos de las decisiones de manejo.

¿CÓMO SE UTILIZA EL SIMULADOR DE TROZADO?

Para acceder al simulador de trozado, en primer lugar se debe ingresar la información dasométrica del rodal a cosechar en la pantalla inicial.

El módulo de trozado permite estimar el volumen de trozas con diferentes especificaciones en un rodal y así analizar opciones de productos a obtener.



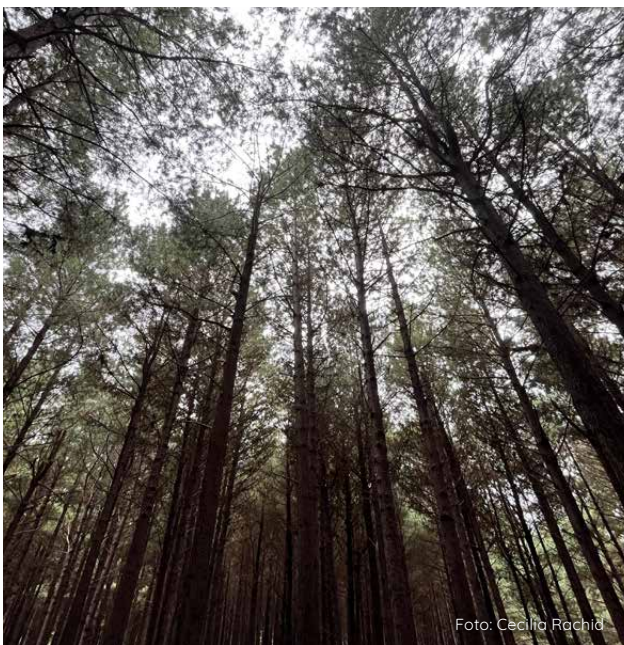
Trozas podadas de *Pinus taeda*.

La información inicial ingresada puede referirse a un ciclo de crecimiento o directamente información de un rodal en edad de cosecha. En el primer caso, la edad inicial y edad final de la proyección son diferentes, mientras que en el segundo caso la edad inicial y la edad final son iguales.

De esta forma la información que caracteriza la población corresponde a la edad inicial en el primer caso o edad única en el segundo. La información requerida es:

- a) número de árboles por hectárea,
- b) diámetro promedio o área basal por hectárea,
- c) desvío estándar de los dap (diámetros a la altura del pecho),
- d) dap máximo y
- e) altura media dominante o índice de sitio (IS).

La altura media dominante se define en el sistema como la altura promedio de los 100 árboles de mayor dap de la hectárea y el IS como la altura dominante a la edad clave de 10 y 15 años para *E. grandis* y *P. taeda* respectivamente y ocho años para *E. globulus* y *E. dunnii*.



Rodal de *Pinus taeda* a edad de cosecha.

Figura 1 - Pantalla de ingreso de información.

Al oprimir el botón “Ejecutar simulación” aparecerá en el cuadro de salida las variables de rodal proyectadas para cada edad de interés o el momento actual de cosecha (Figura 2). En este momento se genera la información necesaria para las consultas de trozado, es decir, las distribuciones diamétricas de todas las edades incluyendo los raleos y cosecha.

1) Seleccionar la edad de trozado según las cortas intermedias y tala rasa indicadas en la pantalla de ingreso de información (raleos y tala rasa) como se indica en la Figura 4.

Si se desea que el sistema contabilice el máximo número de trozas de dicha categoría se deja el valor por defecto de “99” trozas por árbol, caso contrario se debe ingresar el número de trozas de esa categoría (por ejemplo, en el caso que se desee estimar volúmenes de la primera troza porque está podada se ingresa “1”).



Agregar categoría de troza

Guardar trozado actual

Seleccionar trozados guardados

Seleccionar edad trozado

Definición de trozado

descripción del trozado

Edad Trozado : 25.0 años.

Edad de cosecha / Categoría de troza	Diámetro mínimo (cm)	Largo de Troza (m)	Trozados por árbol	CANTIDAD	Volúmen (m3/ha)
Edad 25.0/Aserrable 1 - S/P	35,00	3,00	99	0	0,0
Edad 25.0/Aserrable 2 - S/P	25,00	3,00	99	0	0,0
Edad 25.0/Pulpa	8,00	4,00	99	0	0,0

Altura del tocón0,20 m

Simular trozado

Análisis Económico

*Recuerde trozado de raleos para incluirlos en Análisis Económico

Figura 3 - Ventana de ingreso de especificaciones de trozas, donde se proveen valores por defecto. El ejemplo indica que se analiza una tala rasa a los 25 años. Los botones de la izquierda ofrecen nuevas opciones funcionales.

3) Oprimir el botón “Simular trozado”. Al realizarlo, el sistema devuelve la cantidad de trozas y volumen por categoría. También se ofrece un cuadro con el volumen total en pie, el volumen total de las trozas y el desperdicio total (resultante de restar las trozas al volumen total) y gráficos para facilitar la comparación visual de estos resultados (Figura 5).

Los pasos 1 a 3 se deben repetir de forma individual para cada momento de cosecha (cortas intermedias o tala rasa).

¿EN QUÉ CONSISTEN LAS MEJORAS INCORPORADAS?

El simulador de trozado incorpora las siguientes mejoras, accesibles a través de los botones ubicados a la izquierda de la pantalla (Figura 3):

- Categorías de trozas ilimitadas: el sistema ahora permite agregar todas las categorías de trozas deseadas, eliminando la limitación del sistema anterior. Esto se realiza mediante el botón "Agregar categoría de troza".
- Gestión de esquemas de trozado: es posible guardar múltiples esquemas de trozado, asignándoles un nombre en el casillero "Definición de trozado", a través del botón "Guardar trozado actual".

Figura 4 - Detalle del menú para indicar la edad de trozado (señalado en naranja).

Agregar categoría de troza

Guardar trozado actual

Seleccionar trozados guardados

Seleccionar edad trozado

Definición de trozado

descripción del trozado

Edad de cosecha / Categoría de troza

Diámetro mínimo

Edad 25.0/Aserrable 1 - S/P	
Edad 25.0/Aserrable 2 - S/P	
Edad 25.0/Pulpa	

Altura del tocón0,20 m

Simular trozado

*Recuerde trozado de raleos para incluirlos en An

Las mejoras implementadas permiten definir un número ilimitado de categorías de trozas, guardarlas para subsiguientes análisis y recoger los volúmenes detallados por categoría de trozas en el módulo de análisis económico, mejorando la experiencia de uso y capacidad de análisis.

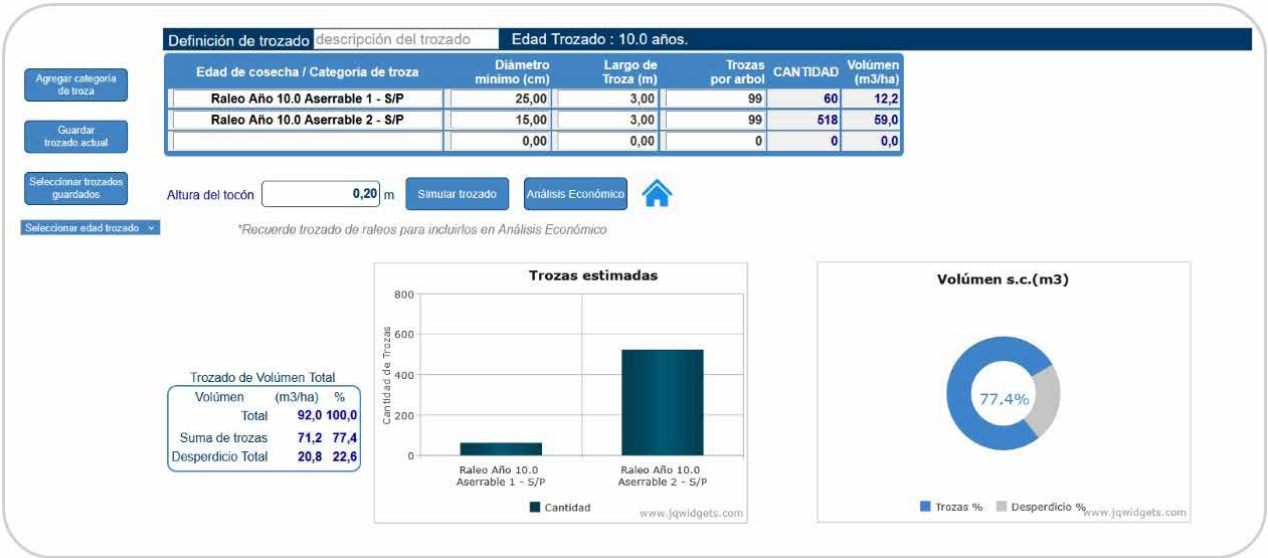


Figura 5 - Visualización de resultados de trozado correspondiente a un raleo a los 10 años.

Estos esquemas guardados pueden ser reutilizados en análisis futuros, seleccionándolos de una lista mediante el botón "Seleccionar trozados guardados" (Figura 6).

• Análisis económico detallado: el análisis económico ahora muestra el detalle de los volúmenes por tipo de troza para cada evento de cosecha. Esta información se visualiza al hacer clic en el botón "Análisis económico" (Figura 7).



Cosecha y trozado en una plantación de *Eucalyptus grandis*.

Estas nuevas funcionalidades permiten una mayor capacidad de análisis y mayor eficiencia en la carga de información, lo que favorece la exploración de alternativas para la toma de decisiones.

CARACTERISTICAS DE LA HERRAMIENTA A CONSIDERAR PARA SU USO

La información poblacional inicial ingresada es clave para estimar el número de trozas por hectárea para cada rodal, considerando sus características de crecimiento y conformación. Dicha información permite estimar el rango de diámetros, el número de árboles de cada diámetro (distribución diamétrica) y la altura de los árboles de cada clase diamétrica.

El ingreso de la información inicial de calidad es fundamental para definir la correcta variabilidad, crecimiento y número de los fustes disponibles para el trozado y obtener el máximo provecho de la herramienta.

A cada clase diamétrica se aplica una función de volumen y una función de ahusamiento compatibles. El ahusamiento es la disminución en diámetros que sufre el fuste desde la base hasta el ápice y es de utilidad para estimar el diámetro a cualquier altura o la altura comercial a la cual ocurre el diámetro mínimo objetivo.

Su compatibilidad asegura que al volumen estimado por la ecuación de volumen sea igual al volumen calculado por la ecuación de ahusamiento (integrando el perfil del tronco). Esto proporciona estimaciones más consistentes y precisas.

Al oprimir “simular trozado” las especificaciones de las trozas se ordenarán automáticamente en orden decreciente de diámetro límite en la punta fina y luego en largos decrecientes si los diámetros son iguales. Esto es porque el sistema intenta obtener la troza ingresada en la tabla de categorías, si dicha troza no cumple con los requisitos establecidos de diámetro mínimo o largo, el sistema intentará obtener

Agregar categoría de troza

Guardar trozado actual

Seleccionar trozados guardados

Descripción		
BP25	✓	✕
EM4	✓	✕
PTaeda	✓	✕

Definición de trozado

EM4

Edad de cosecha / Categoría de troza	Diámetro mínimo
Edad 25.0/Aserrable 1 - S/P	
Edad 25.0/Aserrable 2 - S/P	
Aserrable 3	
Edad 25.0/Pulpa	

Altura del tocón m

Simular trozado

**Recuerde trozado de raleos para incluirlos en Análisis*

Figura 6 - Detalle del menú desplegado para la selección de esquemas de trozado (señalado en naranja).

la segunda troza ingresada y así sucesivamente.

Al momento el sistema no controla el diámetro del cilindro nudoso o el volumen de madera libre de nudos resultante del calendario de podas utilizado. Por esto, en el uso de esta categoría registrarán los supuestos de alturas de poda y tiempos desde la última poda que considere el usuario bajo su criterio, experiencia y objetivo de análisis.

Ingresar valores de venta, costo de flete y cosecha

Edad de cosecha / Categoría Troza	Volumen (m3/ha)	Precio (US\$/m3)	Costo cosecha (US\$/m3)	Costo flete (US\$/m3)
Edad 25.0/Aserrable 1 - S/P	555,63	0,00	0,00	0,00
Edad 25.0/Aserrable 2 - S/P	82,58	0,00	0,00	0,00
Raleo Año 10.0 Aserrable 2 - S/P	12,24	0,00	0,00	0,00
Raleo Año 10.0 Pulpa	72,39	0,00	0,00	0,00

Calcular Ingreso Neto Trozas

Ingresar otros Costos e Ingresos

Año inicio	Año fin	Descripción	Valor US\$	Eliminar
0	25	Tasa de descuento	0,08	✕
0	0	Precio de la tierra (US\$/ha)	600,00	✕
1	25	Costo anual de administración (US\$/ha/año)	100,00	✕
0	0	Costo del establecimiento al año 0 (US\$/ha)	80,00	✕
1	1	Costo de mantenimiento al año 1 (US\$/ha)	70,00	✕

Agregar Costos

Agregar Ingresos

Resultados

Cálculo VAN y TIR

VAN US\$ 0,00

TIR 0,00 %

Reporte (pdf)

Generar Planilla

Figura 7 - Pantalla de análisis económico con desglose de trozas de raleo y tala rasa (señalado en naranja).

ACCESO A LOS SISTEMAS DE APOYO A LA GESTIÓN DE INIA

Recordamos que el acceso a los simuladores forestales es gratuito, ingresando en el siguiente enlace y registrando un usuario en forma rápida.

Acceda AQUÍ

Puede acceder a una breve descripción de todas las herramientas disponibles en este acceso.

Acceda AQUÍ

Junio 2025 - Revista INIA 121