

**DASOMETRIA EN PLANTACIONES COMERCIALES DE TOONA  
(*Toona ciliata* var. *australis*) EN LA PROVINCIA DE SALTA**

**FORESTRY MEASUREMENTS IN COMMERCIAL PLANTATIONS OF TOONA  
(*Toona ciliata* var. *australis*) IN SALTA PROVINCE, ARGENTINA**

**Antonio Mangialavori <sup>1</sup>**

**José M. Minetti <sup>2</sup>**

**Fabio Moscovich <sup>3</sup>**

**Ernesto Crechi <sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo. Proyecto Forestal de Desarrollo SAGPYA -BIRF. Núcleo de Extension Forestal del NOA. [mansalta@copaipa.org.ar](mailto:mansalta@copaipa.org.ar)

<sup>2</sup> Ingeniero Forestal. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA – AER Mosconi (Salta).

[jminetti@correo.inta.gov.ar](mailto:jminetti@correo.inta.gov.ar)

<sup>3</sup> M.Sc. Ingeniero Forestal. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA – EEA Montecarlo, Misiones.

[fmoscovich@ceel.com.ar](mailto:fmoscovich@ceel.com.ar)

<sup>4</sup> M.Sc. Ingeniero Forestal Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA – EEA Montecarlo. Misiones.

[ecrechi@ceel.com.ar](mailto:ecrechi@ceel.com.ar)

## **SUMMARY**

Afforestation with *Toona ciliata* var. *australis* is developing in northwest Argentina, with more than 500 ha in dense stands and 200 ha of native forest enriched with path plantings. Main goal of this paper is to generate information upon main forest parameters on two plantations located at San Agustín and Río Blanco, in Department of Orán, Salta, Argentina. Plantation at San Agustín had fewer values for all forest parameters like BHD, basal area, height, survival rate, annual diameter increments. Due to this both sites were taken as different populations and adjustments of hypsometric relations were performed separately. Results show the potential of this species for the development of commercial plantations with yields of 12.3 and 20.8 m<sup>3</sup>/ha/year.

**Key words:** *Toona ciliata* var. *australis*, plantations, growth, wood, Salta.

## **RESUMEN**

La implantación de *Toona ciliata* var. *australis* está en pleno desarrollo en el NOA, existiendo a la fecha más de 500 has de macizos y 200 has de enriquecimiento en las provincias de Salta y Jujuy. El objetivo básico de este trabajo es generar información de los principales parámetros dasométricos en sendas plantaciones de San Agustín y Río Blanco, Dpto. Orán, Salta. Se pudo determinar que la plantación realizada en San Agustín, presentó menores valores dasométricos en DAP, área basal, altura, sobrevivencia e incrementos medios anuales (IMA) en todos los parámetros considerados. Por estos motivos se decidió considerarlos como sitios diferentes y se realizaron ajustes de relaciones hipsométricas en forma separada. Los resultados de este trabajo demuestran el potencial de la especie para el desarrollo de plantaciones comerciales con rendimientos que pueden oscilar entre los 12.3 y 20.8 m<sup>3</sup>/ha/año.

**Palabras clave:** *Toona ciliata* var. *australis*, plantaciones, crecimiento, madera, Salta.

## INTRODUCCIÓN

La Toona o Cedro australiano es una especie promisorio para forestaciones comerciales en el NOA por la calidad de su madera (mueblería y aberturas), rápido crecimiento e inmunidad al ataque del barrenador del brote (*Hypsipyla grandella*) que afecta a los Cedros nativos. Fue introducida en esta región en la década del 70 y en la Provincia de Salta, las primeras plantaciones se realizaron en Colonia Santa Rosa, Departamento de Orán.

El sector forestoindustrial del Norte de Salta, se sustenta en el procesamiento de maderas del bosque nativo, como ser Cedros, Quina, Lapacho, Afata y otras, las cuales son cada vez más escasas y de menor calidad. Como la madera de Toona tiene prácticamente las mismas características tecnológicas y usos que la de Cedro (una de las especies más preciadas en la región), el desarrollo de plantaciones comerciales de esta permitirá disminuir la presión de extracción de Cedro en el bosque nativo.

La implantación de bosques comerciales de especies valiosas como Toona en la provincias de Salta y Jujuy es una actividad en pleno desarrollo, existiendo a la fecha unas 500 has en macizos y más de 200 has en enriquecimiento. Más del 90 % de la superficie forestada con esta especie se encuentra en la provincia de Salta y el resto en la de Jujuy, distribuidas entre 21 productores, de las cuales un 70% fueron realizadas en los últimos 3 años.

El objetivo básico de este trabajo es generar información de los principales parámetros dasométricos de crecimiento en lotes comerciales, a través del establecimiento de parcelas permanentes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las plantaciones objeto de estudio se encuentran ubicadas en el Departamento de Orán, ubicado al Norte de la provincia de Salta. La zona corresponde fitogeográficamente a la provincia de las Yungas, Selva de Transición o Selva Pedemontana (Cabrera, 1976).

El clima según Thorntwaite, es clasificado como *C<sub>1</sub>'B'4da'* (subhúmedo, mesotermal, con pequeño o nulo excedente de agua y con concentración de verano inferior al 48%)

La temperatura media anual es de 21.1 °C, registrándose pocas o nulas heladas (1,3 días/año en promedio). Las temperaturas máximas medias de los meses más cálido y más frío son de 32,9 °C y 21,1 °C respectivamente; mientras que las mínimas medias, para los mismos meses, son de 21,5 °C y 9.3 °C.

Las precipitaciones oscilan entre los 900 y 1300 mm anuales con un promedio anual de 938 mm/año, concentradas en el período estival (Bianchi, 1981). Hay un importante déficit hídrico, que abarca desde mayo a noviembre, registrándose exceso solo en dos meses del verano.

Los suelos en general son poco desarrollados, de textura media, bien drenados, ácidos a moderadamente alcalinos y con buen contenido de materia orgánica.

### Descripción de los sitios:

- **San Agustín**

Se encuentra al Este de la ciudad de Orán (23° 10' 21.6" S y 64° 14' 8.6" O) y la superficie estudiada es de 10 has sobre una superficie total de 20. Fue plantada en febrero de 1997 sobre un desmonte de selva pedemontana degradada. Se trata de un suelo de moderado

desarrollo, con perfil A, B<sub>2</sub>, C; de textura media en superficie y medianamente fina a medianamente gruesa en profundidad; bien drenados y con pendientes de 2 a 4 %.

- **Río Blanco**

Este Sitio se encuentra al Norte de la ciudad de Orán (23° 4' 14.5" S y 64° 19' 33.2" O) y la superficie estudiada es de 6 has sobre un total de 35 has. Fue plantada en septiembre de 1998 sobre un suelo con más de 20 años de uso agrícola. Se trata de un suelo de incipiente desarrollo, con perfil A, C; de textura media a gruesa en profundidad; bien a algo excesivamente drenado, moderadamente ácido; con contenido medio de materia orgánica y pendientes menor al 1%.

Mediante muestreo al azar simple y con una intensidad del 4 % se establecieron parcelas permanentes de forma rectangular, formadas por 48 árboles dispuestos en 4 filas de 12 individuos cada una y numerados del 1 al 48, midiéndose las siguientes variables:

- Diámetro a 1,30 m de altura (*DAP*), a todos los individuos
- Altura total a los primeros 12 árboles de cada parcela (primera fila) y a los 5 más gruesos de la parcela.

Con el objetivo de definir relaciones hipsométricas, se realizó un análisis de regresión y estableció una ecuación para determinar la altura total (*h*) en función del diámetro a la altura del pecho (*DAP*) para cada uno de los campos.

## **RESULTADOS**

De los resultados obtenidos en los casos en estudio se pudo determinar que la plantación realizada en San Agustín, si bien es seis meses mayor que la realizada en Río Blanco, presentó menores valores dasométricos en *DAP* medio, área basal, altura media y sobrevivencia de los individuos. También mostró menores valores en cuanto a los incrementos medios anuales (*IMA*) en todos los parámetros considerados (Tabla 1). Por estos motivos se decidió considerarlos como de sitios diferentes y se realizaron ajustes de relaciones hipsométricas en forma separada para cada uno de los campos.

En San Agustín existió una fuerte mortalidad natural, debido a un problema de competencia y menor calidad de sitio. Actualmente el número de árboles por hectárea es muy semejante en ambos campos.

Como se puede observar en la Tabla 1, las diferencias encontradas son bastante importantes, el incremento medio anual (*IMA*) en diámetro en Río Blanco supera al de San Agustín en 0.8 cm/año. En área basal (*AB*) en San Agustín crece 0.9 m<sup>2</sup>/ha/año menos que Río Blanco. Esto está generando una diferencia de volumen de 8.5 m<sup>3</sup>/ha/año de San Agustín respecto de Río Blanco.

También es importante resaltar que, además de la superioridad encontrada en el rendimiento volumétrico del campo Río Blanco en contraposición con lo encontrado en el campo San Agustín, los diámetros (máximo, medio, mínimo) se muestran mayores; lo que aumentaría el rendimiento y mejoraría la calidad de estos árboles. En las alturas totales no se observaron diferencias importantes.

**Tabla 1: Valores encontrados para los diferentes parámetros en estudio.**

Parámetros		San Agustín	Río Blanco
DAP (cm)	Máximo	21,9	27,8
	Medio	15,3	17,9
	Mínimo	9,8	10,1
Altura (m)	Máximo	13,5	16,4
	Medio	10,8	12,6
	Mínimo	8,9	9,7
Área basal (m <sup>2</sup> /ha)		12,3	16,0
Edad (años)		5,5	5
Espaciamiento (m)		2,5 x 4	4 x 4
Densidad Inicial (plantas/ha)		1,000	625
Densidad actual (plantas/ha)		652	610
Sobrevivencia (%)		65,2	97,5
Vol. total con corteza (m <sup>3</sup> /ha)		67,6	104,0
IMA	DAP (cm/año)	2,8	3,6
	Altura (m/año)	2,0	2,5
	ÁB (m <sup>2</sup> /ha/año)	2,3	3,2
	Vtcc (m <sup>3</sup> /ha/año)	12,3	20,8

En la Tabla 2 se pueden observar algunos parámetros estadísticos de las variables en estudio (diámetro altura del pecho, altura total y área basal).

**Tabla 2: Estadísticos encontrados para parámetros bajo estudio.**

Parámetro		San Agustín	Río Blanco
DAP	$S_x^2$	6,0463	12,9603
	$S_x$	2,4589	3,6000
	cv%	14,9548	18,0002
	$S_x^2$	0,2667	0,4157
Altura Total	$S_x^2$	1,2381	1,9497
	$S_x$	1,1127	1,3963
	cv%	9,9718	10,5538
	$S_x^2$	0,1207	0,1612
Área Basal	$S_x^2$	0,000039	0,00012
	$S_x$	0,0062	0,0111
	cv%	28,7084	34,2052
	$S_x^2$	0,0007	0,0013

$S_x^2$  = variancia;  $S_x$  = error estándar; cv% = coeficiente de variación;  $S_x^2$  = variancia de la media.

Como se observa en la Tabla 2, los estadísticos calculados no muestran valores muy importantes, salvo el coeficiente de variación porcentual (cv%) establecido para el área basal del sitio San Agustín (28,7084) que se muestra bastante elevado respecto del establecido para el sitio Río Blanco; posiblemente sea el reflejo de lo planteado para el caso del DAP, producto de una fuerte competencia por el sitio entre los individuos.

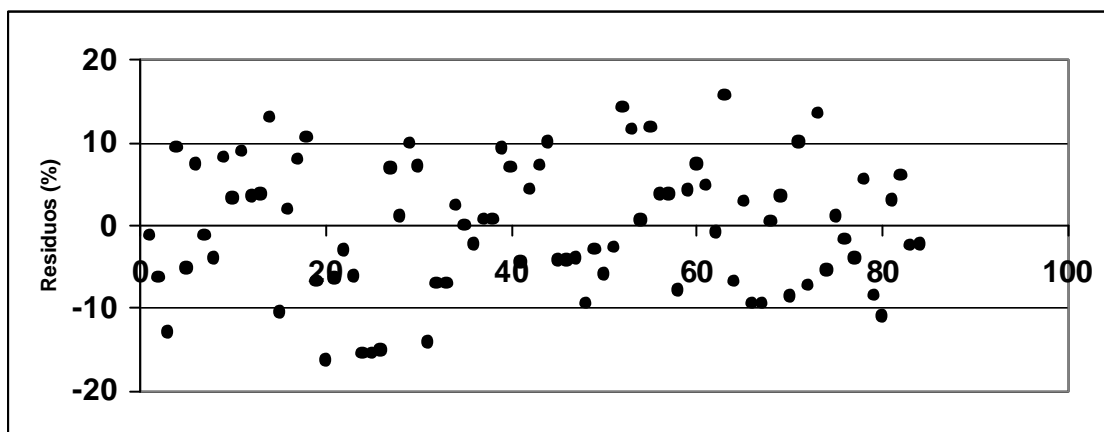
Con el objetivo de definir relaciones hipsométricas, se realizó un análisis de regresión, para cada uno de los sitios, donde se estableció que la ecuación para determinar la altura total ( $h$ ) en función del diámetro a la altura del pecho ( $DAP$ ) era:

➤ Para Campo San Agustín: una ecuación recíproca como sigue:

$$h = \frac{1}{(0,129105 - 0,00235175 \cdot DAP)} \quad (1)$$

El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) para la ecuación (1) es de 43,01%, que si bien aparenta ser bajo, realizando un análisis de los residuos (Figura 1) se puede observar que la distribución de los mismos no presenta una tendencia definida.

Por esto, se puede decir que la ecuación encontrada se puede utilizar para estimar la altura en los años iniciales de la plantación bajo estas condiciones.

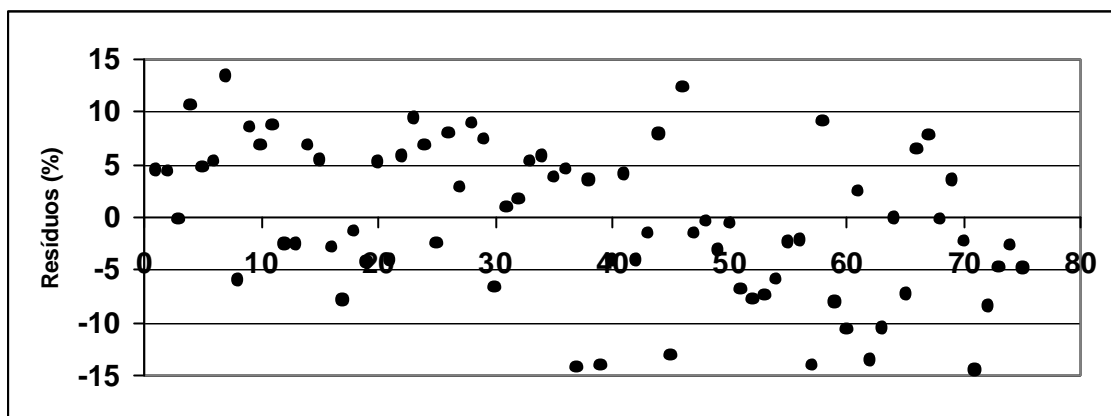


**Figura 1: Distribución de residuos, expresados en porcentaje, entre altura total observada y estimada, para Campo San Agustín.**

➤ Para Campo Río Blanco: una ecuación exponencial, como sigue:

$$h = 2,122616 + \exp^{0,0227351DAP} \quad (2)$$

En este caso, el coeficiente de determinación logrado con la ecuación (2) fue de 57,54%; que al igual que en el caso anterior, haciendo un análisis de los residuos, como aconseja Schneider (1998), se observa (Figura 2) que no existen tendencias a lo largo de la línea de regresión.



**Figura 2: Distribución de residuos, expresados en porcentaje, entre altura total observada y estimada, para Campo Río Blanco.**

De la observación de la Figura 2, se puede decir que la ecuación encontrada a través de la regresión puede ser utilizada para estimar la altura total de un rodal de *Toona ciliata* var. *australis*, manejado bajo las mismas condiciones que el presentado en el campo de Río Blanco.

Como los individuos son demasiado jóvenes todavía, y como no se realizó hasta el presente, una cubicación rigurosa de los árboles, de acuerdo lo aconsejan distintos investigadores (Finguer, 1992; Thren, 1993; Prodan, 1997; entre otros), para realizar estimativas del volumen total con corteza ( $V_{tcc}$ ) se utilizó una ecuación relacionando el DAP y la altura total ( $h$ ) y usando un factor de forma ( $f$ ) de 0,5.

## CONCLUSIONES

En este avance sobre el estudio de *Toona ciliata* var. *australis* en plantaciones comerciales para la Provincia de Salta, se pudieron ajustar dos ecuaciones que determinan la relación hipsométrica para los dos campos bajo estudio. En el campo San Agustín se ajustó una ecuación recíproca y para el campo Río Blanco una ecuación exponencial.

Se observó, en campo San Agustín, una alta mortalidad por competencia (fundamentalmente por humedad del suelo), lo que llevó a igualar el número de árboles en las dos situaciones en estudio. Esto determina que el campo San Agustín, si bien es una plantación de mayor edad, los valores de DAP medio, área basal, volumen total con corteza e incrementos medios anuales sean inferiores a los presentados en el campo Río Blanco.

Como se trata de un estudio preliminar que integra un plan de trabajo de medición de parcelas permanentes, a futuro se tendrá información precisa de los patrones de crecimiento y desarrollo de plantaciones de esta especie en la región. Por ahora los resultados de este trabajo demuestran el potencial de la especie para el desarrollo de plantaciones comerciales con rendimientos que pueden oscilar entre los 12.3 y 20.8 m<sup>3</sup>/ha/año.

## AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. Roberto Neumann de la EEA Salta. INTA, por la revisión y aportes al presente trabajo. Al Ing Agr. Carlos Suarez, técnico privado, viverista y asesor de las plantaciones en el sitio Río Blanco. Al CPN Daniel Loutaif empresario forestal propietario de las plantaciones del sitio San Agustín.

## BIBLIOGRAFÍA

- CABRERA, A.L. 1976. **Regiones fitogeográficas argentinas**. Fascículo 1. En : Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. 2º ed., t.2. Edit. ACME S.A.C.I. Buenos Aires. 85 p.
- FINGUER, C.A.G. 1992. **Fundamentos de biometría florestal**. UFSM/CEPF/FATEC. Santa María, RS, Brasil. 269 p.
- PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. 1997. **Mensura forestal**. GTZ/IICA. San José, Costa Rica. 586 p.
- SCHNEIDER, P.R. 1998. **Análise de regressão aplicada à Engenharia Florestal**. UFSM, CEPEF. Santa Maria, RS, Brasil. 236 p.
- THREN, M. **Serie Técnica Forestal**. DASOMETRÍA. 1993. V 1. UNSE/GTZ. Facultad de Ciencias Forestales, UNSE.. Santiago del Estero. 182 p.
- VARELA, R.; M. GIL y E. DEL CASTILLO. 1993. **“*Toona ciliata* var. *australis*: su cultivo en el NOA”**. Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Paraná. Entre Ríos.
- NADIR, A.; CHAFATINOS, T. 1990. **Los suelos del NOA (Salta y Jujuy)**. UNSa. Salta.
- BIANCHI, A. y C.E. YAÑEZ. 1992. **Las precipitaciones del Noroeste argentino**. EEA Salta, INTA. Salta. 388 p.