

Rendimiento total en el aserrado de trozas basales de taxones de pinos del NE de Argentina

Ector Belaber¹, Rosa Angela Winck², Cristian Rotundo³, Cristian Bulman⁴, Diego Rolando Aquino⁵, Maria Elena Gauchat⁶, Hugo Enrique Fassola H.E.⁷

Palabras Clave: pinos amarillos, pinos híbridos, tablas

Introducción

Son numerosos los estudios realizados en coníferas a los fines de determinar los rendimientos totales o brutos de los rollizos, pudiendo señalarse, entre las especies de rápido crecimiento del género *Pinus* spp., los realizados por Whiteside (1982), Todoroki *et al.* (2001), y Orozco Contreras *et al.* (2016). Según ellos, el diámetro en punta fina (dpf), el diámetro en punta gruesa (dpg), el largo (L), la conicidad (C) y la flecha (F) inciden en el rendimiento total en el aserrado, estando influenciadas estas características por el material genético.

Argentina cuenta con 1,37 millones de hectáreas de plantaciones forestales, de las cuales un 78 % se encuentran en el NE del país, siendo pinos un 62 % (Forestar 2030, 2019). *Pinus taeda* (PT) y *Pinus elliottii* (PEE) son mayoritarias, aunque en los últimos años la superficie del híbrido *Pinus elliottii* var. *elliottii* × *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (F2), alcanzó las 21.000 ha (Belaber *et al.*, 2018). Las exportaciones de rollizos y madera aserrada en Argentina son básicamente de pinos y totalizaron U\$S 161 millones en 2021 (INDEC, 2022), resaltando este hecho, la importancia de las coníferas. La existencia de un ensayo de *Pinus* spp., perteneciente a una red de 4 ensayos instalada por el INTA entre 1996 y 1997, en la región mesopotámica (Cappa *et al.*, 2013), brindó la posibilidad de plantear hipótesis relativas a las diferencias entre ellos en cuanto a la calidad de rollizos y del rendimiento bruto en el aserrado. Por tal motivo, los objetivos de este trabajo fueron evaluar y contrastar características y rendimiento total en el aserrado de rollizos basales procedentes de árboles de distintos estratos de los ta-

xones PT, PEE, filiales F1 y F2 del híbrido entre PEE y *P. caribaea* var. *hondurensis* (PCH) y sus retrocruzas por el parental femenino (PEE × F1) y por el parental masculino (F1 × PCH).

Materiales y Métodos

Los rollizos se obtuvieron de un ensayo de la red con 18 taxones de *Pinus* spp. implantado en setiembre de 1996 en la EEA INTA Cerro Azul, Misiones (27°39'18.89"S-55°25'48.80"O), que no recibieron tratamientos de podas y raleos. Se seleccionaron 7 taxones por su difusión regional y su desempeño en crecimiento en las evaluaciones realizadas con anterioridad (Cappa *et al.*, 2013). Cinco de los taxones procedían de CSIRO (Australia) y corresponden a PCH, las F1 (a) y F2 (b) del híbrido PEE × PCH y las retrocruzas de éste híbrido por sus parentales (F1 × PCH y PEE × F1). Los dos taxones restantes se correspondían con materiales de procedencia local, PEE del HSC del INTA Cerro Azul, Misiones y PT, procedencia Marion County del HSC de Arauco SA, Misiones. En noviembre de 2019, a los 23 años de edad, se procedió a medir dicho ensayo y posteriormente, mediante un muestreo al azar estratificado, se seleccionaron al azar seis ejemplares en cada uno de los 7 taxones, dos del estrato dominante (D), dos del codominante (CD) y dos del estrato suprimido (S). Dichos ejemplares debían ser rectos, no presentar heridas, ni bifurcaciones. Los árboles seleccionados fueron apeados para obtener una troza basal de 3,10 m de longitud. En estas se midió el diámetro en punta gruesa (dpg) y el diámetro en punta fina (dpf), con y sin corteza (cc y sc). Mediante el empleo de la fórmula de Smalian se estimó el volumen cc y sc de los rollizos (vol troza cc y sc). La relación entre el dpg sc y el dpf sc permitió estimar el ahusamiento o conicidad del rollizo (C). En la Tabla 1

1 Investigador EEA Montecarlo. Contacto: elaber.ector@inta.gob.ar.

2 Investigadora EEA Montecarlo. Contacto: winck.rosa@inta.gob.ar.

3 Investigador EEA Montecarlo. Contacto: rotundo.cristian@inta.gob.ar.

4 Investigador EEA Montecarlo. Contacto: bulman.cristian@inta.gob.ar.

5 Investigador EEA Montecarlo. Contacto: aquino.diego@inta.gob.ar.

6 Investigadora EEA Montecarlo. Contacto: gauchat.maria@inta.gob.ar.

7 Profesional asociado INTA EEA Montecarlo. Contacto: fassola.hugo@inta.gob.ar.

se presentan las medias de las variables que describen los rollizos obtenidos de cada taxón.

Los rollizos fueron aserrados en una sierra de banda con carro, siguiendo patrón de cortes paralelos (“canto vivo”) (Steele, 1984) - sin rotar el rollo – obteniéndose tablas con 28 mm de espesor. Los costaneros fueron re aserrados y todas las piezas fueron dimensionadas en una canteadora, posteriormente fueron secadas en horno hasta aproximadamente un 12 % de contenido de humedad. Con las medidas del ancho, espesor y largo, se estimó el volumen de tablas y la sumatoria de las correspondientes a cada rollizo determinó el volumen total (tabtotal) y su rendimiento porcentual en relación al volumen de la troza sc. Las dimensiones se verificaron siguiendo los criterios de las normas de Apariencia y Remanufactura e Industria (“Factory”) desarrolladas por Arauco SA basadas en las de la Western Wood Products Association (WWPA) y utilizadas por Fassola et al. (2008). Se clasificó como no califica (NC) las tablas sin nudos en una o varias de sus caras con dimensiones menores a 75 mm de ancho y 240 cm de largo, y las tablas con nudos que

no alcanzaban 125 mm de ancho y 240 cm de largo (potencialmente apta para calificar como Factory), estimándose su volumen y participación porcentual en relación a vol troza sc. La diferencia entre tabtotal y NC permitió estimar la producción potencialmente comercial (tabtotalclasif). Para estimar las medias de las variables respuesta y establecer si había diferencias de medias para los factores taxón y estrato, como sus interacciones, se recurrió al modelo correspondiente a un arreglo multifactorial. El ANOVA fue realizado utilizando el software Infostat (Di Rienzo et al., 2008). La comparación de medias se realizó con el test DGC (Di Rienzo et al, 2002). El nivel de significancia empleado fue del $\alpha = 0,05$. Los valores porcentuales fueron transformados con la función arco seno a los fines de normalizar la distribución de los datos y estabilizar las varianzas (Di Rienzo et al., 2008).

Resultados

La Tabla 2 presenta los resultados de las comparaciones de medias del volumen medio total y rendimiento porcentual en tablas (tabtotal) para los factores taxón

Tabla 1: Valores de las variables descriptoras de los rollizos basales obtenidos de los ejemplares apeados de cada taxón

Trat #	Taxón #	Estadístico	dpg cc cm	dpf cc cm	dpg sc cm	dpf sc cm	vol troza cc m ³	vol troza sc m ³	C cm.m ⁻¹
1	PT	media (D.E)	40,1 (10,6)	29,4 (7,6)	37,1 (9,8)	26,3 (6,8)	0,310 (0,2)	0,259 (0,1)	3,5 (1,2)
6	PEE	media (D.E)	32,0 (7,2)	24,4 (5,6)	27,7 (6,2)	20,1 (4,7)	0,202 (0,1)	0,145 (0,1)	2,4 (0,2)
7	F ₁ × PCH	media (D.E)	39,9 (10,9)	30,9 (9,0)	35,2 (9,6)	26,1 (7,7)	0,324 (0,2)	0,244 (0,1)	2,9 (0,9)
8	PEE × F ₁	media (D.E)	37,2 (9,1)	28,6 (7,2)	34,9 (8,5)	26,3 (6,6)	0,277 (0,1)	0,240 (0,1)	2,8 (0,9)
9	F ₂	media (D.E)	36,2 (8,5)	26,9 (7,9)	32,1 (7,5)	22,7 (7,1)	0,255 (0,1)	0,192 (0,1)	3,0 (1,5)
10	F ₁	media (D.E)	43,5 (8,8)	33,9 (7,0)	39,1 (7,9)	29,4 (6,2)	0,377 (0,2)	0,295 (0,1)	3,1 (1,0)
12	PCH	media (D.E)	36,6 (6,1)	28,9 (5,6)	33,2 (5,6)	25,4 (5,1)	0,268 (0,1)	0,214 (0,1)	2,5 (0,7)

Donde: dpg cc, dpf cc, dpg sc, dpf sc: diámetros en punta gruesa y punta fina con y sin corteza; vol troza cc y sc: volumen de la troza con y sin corteza, respectivamente; C: conicidad de la troza; (): D.E. desvío estándar.

Tabla 2: Volumen medio total y porcentual de tablas del rendimiento en el aserrado de trozas basales de taxones de pinos y por estrato social de origen de las mismas y de tablas que no clasificaron bajo normas de mercado.

Trat #	Taxón	tabtotal (E.E.)		tabtotal* (E.E.)*		NC (E.E.)		NC* (E.E.)*		tabtotalclasif	
		m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%		
1	PT	0,13 (0,02)	A	50 (0,02)	A	0,01 (0,01)	A	9 (0,06)	A	0,12	46
6	PEE	0,08 (0,02)	A	55 (0,02)	A	0,01 (0,01)	A	7 (0,06)	A	0,07	47
7	F ₁ × PCH	0,14 (0,02)	A	57 (0,02)	A	0,02 (0,01)	A	15 (0,06)	A	0,12	50
8	PEE × F ₁	0,12 (0,02)	A	50 (0,02)	A	0,01 (0,01)	A	7 (0,06)	A	0,11	46
9	F ₂	0,10 (0,02)	A	52 (0,02)	A	0,01 (0,01)	A	13 (0,06)	A	0,09	47
10	F ₁	0,16 (0,02)	A	54 (0,02)	A	0,01 (0,01)	A	6 (0,06)	A	0,15	50
12	PCH	0,11 (0,02)	A	51 (0,02)	A	0,01 (0,01)	A	6 (0,06)	A	0,10	48
Estrato	D	0,18 (0,01)	B	56,2 (0,01)	B	0,01 (0,003)	A	7 (0,04)	A	0,17	52
	CD	0,10 (0,01)	A	49,1 (0,01)	A	0,01 (0,003)	A	10 (0,04)	A	0,09	45
	S	0,07 (0,01)	A	47,0 (0,01)	A	0,01 (0,003)	A	10 (0,04)	A	0,06	40

Dónde: Trat: tratamiento; D: estrato dominante; CD: estrato codominante; S: estrato suprimido; tabtotal: volumen y porcentaje total de tablas; NC: volumen y porcentaje de tablas que no clasificaron; tabtotalclasif: volumen y porcentaje de tablas que clasificaron bajo las normas empleadas; tabtotal* y NC*: valores de la transformación arco seno de % expresados en porcentajes; E.E: Error estándar. E.E.*: error estándar correspondiente al arco seno del %; Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

y estrato. No se observaron diferencias significativas entre los taxones para el volumen de tablas. No obstante se observó la tendencia de mayor volumen para F1, atribuible a su mayor dpf sc y vol troza sc y un valor de C intermedia (Tabla 1). Le siguen PT y luego las retrocruzas de F1. Respecto al estrato se determinó que el D tuvo la media más elevada presentando diferencias significativas respecto del a los estratos CD y S. En cuanto a los rendimientos relativos en tablas el comportamiento fue similar al de rendimiento en volumen. En ambos casos las interacciones no fueron significativas (valor- $p > 0,05$).

En relación al volumen NC y específicamente al valor porcentual de esta variable, si bien no se identificaron diferencias estadísticas significativas a nivel de taxón y estrato, tanto F1 × PCH como F2 alcanzaron valores superiores respecto de F1 y PCH y el estrato D presentó menores valores de NC (Tabla 2). En cuanto a la interacción entre los factores hubo diferencias significativas y el test DGC evidenció dos grupos. Los taxones F1 × PCH y F2 del estrato CD, con medias porcentuales de NC del 25,3 y 32,6 % respectivamente, constituyeron el grupo B. El grupo A, con el resto de las interacciones de los factores, presentaron medias porcentuales entre 0 y 17 %.

Discusión

Vital (2008) sostiene que los rendimientos en el aserrado considerados normales para coníferas varían entre el 55–65%, aunque en el presente caso fueron inferiores para todos los taxones. Aunque la tecnología de aserrado empleada era relativamente baja y el patrón de aserrado empleado no fue el más apropiado para los rollizos medianos a gruesos, más de 25 cm dpfsc. El patrón de cortes paralelos o “sandwich” puede ser apropiado para diámetros finos, pero no para categorías superiores que exigen se rote el rollizo en sierras de carro (Steele, 1984), aunque debido a la pandemia no fue posible variar el factor patrón de aserrado en la transformación y su posterior incorporación al análisis, por las restricciones operativas existentes para ampliar la muestra. En Brasil, para PEE, Manhiça et al. (2012), con dpf sc entre 24 y 33 cm, obtuvieron un rendimiento medio del 49 al 52 %. Rendimientos superiores para PT, del orden de 54 al 59 %, fueron informados por Dobner Júnior et al. (2012) y Murara Júnior et al. (2013), respectivamente, para rollos entre 18 y 57 cm de diámetro. En el presente estudio, si bien con PEE se obtuvieron algo superior a los resultantes en Brasil, en PT fueron inferiores. Una explicación a

este comportamiento de PT, independientemente de la sierra o el patrón de aserrado empleado, puede encontrarse en el hecho de que la forma de esta especie se ve afectada por la zona de crecimiento (Crechi, 2006). La muestra analizada de rollizos de PT presentó valores de C superiores al resto de los taxones (Tabla 1). De Tabla 1 también es posible inferir la menor proporción de corteza de PT y de PEE × F1 respecto al resto de los taxones. La mayor proporción de corteza de PEE respecto de PT observada coincide con los resultados obtenidos en el sur de Brasil en estudios de biomasa por Reis de Carvalho et al. (2021). Por otra parte, Pile et al. (2017) observaron en materiales de PEE del sur de Florida, USA, una mayor tolerancia al pasaje de fuego, engrosando su corteza como mecanismo adaptativo. En este sentido, el espesor de corteza deberá ser un aspecto a considerar en el mejoramiento de pinos en un entorno de cambio climático y mayor susceptibilidad a los incendios forestales.

Conclusiones

Los resultados del presente estudio, donde se contrastó la producción total en el aserrado de una muestra de trozas basales de diferentes taxones de pino procedentes de ejemplares de tres posiciones sociológicas diferentes, reflejaron un mejor comportamiento del híbrido australiano *Pinus elliottii* var. *elliottii* × *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (F1) respecto a los demás taxones evaluados, incluyendo a *Pinus taeda*. Es de resaltar que este híbrido es producido actualmente en Argentina, exhibiendo patrones similares de acumulación en fuste y copa, por lo que tendría respuestas similares. *Pinus taeda*, presentó un comportamiento intermedio entre las retrocruzas de *Pinus elliottii* var. *elliottii* × *Pinus caribaea* var. *hondurensis* por sus parentales. El avance en el desarrollo de las retrocruzas podría contribuir a ampliar la región de cultivo de coníferas y a incrementar los rendimientos industriales.

Referencias

- (a) F1: material seminal híbrido obtenido mediante polinización controlada.
- (b) F2: material seminal híbrido obtenido de la polinización libre de F1.

Bibliografía

Belaber E C, Gauchat M E, Reis H D, Borralho N M and Cappa E P. 2018. “Genetic parameters for growth, stem straightness, and branch quality for *Pinus elliottii* var. *elliottii* × *Pinus caribaea* var. *hondurensis* F 1 hy-

- brid in Argentina,” *For. Sci.*, vol. 64, no. 6, pp. 595–608.
- Cappa EP, Marco M; Garth Nikles D; Last IS. 2013. Performance of *Pinus elliottii*, *Pinus caribaea*, their F1, F2 and backcross hybrids and *Pinus taeda* to 10 years in the Mesopotamia Region, Argentina. *New Forests* 44:197–218. DOI 101007/s11056-012-9311-2
- Crechi E, Fassola H, Keller A, Barth S. 2006. Modelos de estimación del volumen individual de árboles con y sin corteza de *Pinus taeda* L para la zona norte de Misiones, Argentina. Disponible en: 12 Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales – FCF, UNaM – EEA Montecarlo INTA Eldorado, Misiones, Argentina
- Di Rienzo JA, Guzmán AW y Casanoves F. 2002. Un método de comparaciones múltiples basado en la distribución de la distancia del nodo raíz de un árbol binario *J Agric Biol Environ Stat* 7: 129-142. DOI: 101198/10857110260141193
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Dobner Júnior M, Higa AR, Rocha MP. 2012. Rendimento em serraria de toras de *Pinus taeda*: sortimentos de grandes dimensões. *Floresta e Ambiente*, v 19, n 3, p 385- 392.
- Forestar. 2030. 2019. Plan Estratégico Forestal y Foresto Industrial. Argentina 2030. Pp. 174. Bs As.
- Fassola H, Crechi E, Videla D, Keller A. 2008. Estudio preliminar del rendimiento en el aserrado de rollizos de rodales de *Pinus taeda* L con distintos regímenes silvícolas. Disponible en actas XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales Facultad de Ciencias Forestales, UNaM – EEA Montecarlo, INTA. Pp 11, Eldorado, Misiones, Argentina
- INDEC. 2022. Consultas del Comercio Exterior de Bienes. Disponible en <https://comexindecgovar/#/> . Acceso 17-1-2022.
- Manhica, A A; Rocha, MP; Timofeiczky Júnior, R. 2012. Rendimento no desdobro de *Pinus sp* utilizando modelos de corte numa serraria de pequeno porte. *Floresta*, Curitiba, v 42, n 2, p 409-420.
- MAGYP 2017 Inventario nacional de plantaciones forestales por superficie. Datos Agricultura, Ganadería y Pesca/Dataset/Recurso Disponible en: <https://datos-magypgobar/dataset/72ca69b6-32a8-4210-9b48-4a77852d2995/archivo/147acbc6-2048-4d2b-9cd7-df13efe328fa>. Acceso 17-01-2022
- Murara Júnior, MI; Rocha MP; Trugilho PF. 2013. Estimativa do rendimento em madeira serrada de pinus para duas metodologias de desdobro. *Floram, Seropédica*, v 20, n 4, p 556-563.
- Orozco Contreras R, Hernández Díaz JC, Nájera Luna JA, Domínguez Calleros PA, Goche Telles JR, López Serrano PM, Corral Rivas JJ. 2016. Pine lumber grade recovery as a function of log characteristics. *Rev. Mex. de Ciencias Forestales*. 7(36). México. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielophp?pid=S2007-11322016000400037&script=sci_arttext&tlng=en. Acceso 28-11-2021.
- Pile LS, Geoff Wang GG, Knapp B, Liu G, Dapao Yu D. 2017. Comparing morphology and physiology of southeastern US *Pinus* seedlings: implications for adaptation to surface fire regimes. *Annals of Forest Science* 74: 68. DOI 101007/s13595-017-0666-6
- Reis de Carvalho R, Trautenmüller J M, Reis de Carvalho S, Costa Júnior S, da Silva DA and Figueiredo Filho A. 2021. Determination of biomass stock in a mixed plantation of *Pinus taeda* L.. *Adv For Sci*, Cuiabá, v 8, n 2, p 1455-1462.
- Steele PH. 1984. Factors determining lumber recovery in sawmilling. *Gen Tech Rep FPL-39*. Madison, WI: US Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 8p
- Todoroki CL, West GG and Knowles L. 2001. Sensitivity analysis of log and branch characteristics influencing sawn timber grade. *New Zealand Journal of Forestry Science* 31(1): 101–119.
- Whiteside, ID. 1982. Predicting radiata pine gross saw log values and timber grades from log variables. *FRI bulletin no 4*, Pp 33, Rotorua NZ.