

DETERMINACIÓN DEL CILINDRO CON DEFECTOS EN ROLLIZOS PODADOS DE *PINUS TAEDA* L. Y SU RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO EN MADERA LIBRE DE NUDOS

DEFECT CORE IN PRUNED BUTT LOGS OF *PINUS TAEDA* L. AND ITS RELATIONSHIP WITH CLEAR WOOD YIELD

Hugo E. Fassola¹

Jorge Fahler²

Paula Ferrere¹

Diego. Alegranza¹

Julio Bernio¹

¹ EEA INTA Montecarlo. E-mail : hfasola@ceel.com.ar

² LIPSIA SA. E-mail: misiones@lipsia.com.ar

SUMMARY

Dissection of 26 pruned logs of *Pinus taeda* L trees, with a D.B.H. between 26.4 and 50.7 cm, was made with saw milling techniques. It was determined that defect cores (dc) varied between 10.2 and 28.5 cm. High lineal association was found between the maximum diameter over stubs (dosm) (variable of feasible mensuration at moment of pruning) and the defect core diameter (dcd). The fitted model was $dcd(cm) = 61.2661 + 0.978547 * dosm(cm)$. The average occlusion depth over stub was about three cm, but variability was large; the use of appropriate pruning tools and trained personal is strongly recommended. The grade index (gi) showed high association with clear wood yield. The fitted model was:

$$clearwoodyield(\%) = -28.148569 * gi + 68.4939 * gi^2$$

Key words : pruning, log quality, clear wood yield, *Pinus taeda* L.

RESUMEN

Efectuada la disección - mediante técnicas de aserrado - de 26 rollizos podados de árboles de *Pinus taeda* L, cuyos diámetros a la altura de pecho variaban entre 26,4 y 50,7 cm, se determinó que los cilindros con defectos (cd) alcanzaron diámetros entre 10,2 y 28,5 cm. Se determinó una fuerte asociación de tipo lineal entre el diámetro máximo sobre muñón (dmsm) y el diámetro del cilindro con defectos (dcd). El modelo propuesto que describió dicha relación fue: $dcd(cm) = 61,2661 + 0,978547 * dmsm(cm)$. La oclusión de la herida de poda promedio fue cercana a los tres cm, aunque la alta variabilidad establecida hace necesario recomendar la utilización de herramientas de poda adecuadas y un correcto entrenamiento del personal que ejecuta la misma. El Índice de Grado (ig) - un medio simple de expresar la calidad y valor de las trozas podadas - presentó una fuerte asociación con el rendimiento porcentual en madera libre de nudos de todos los grados obtenido fuera del cd. El modelo propuesto que describe dicha relación fue:

$$rendimientoenmaderalibrede nudos(\%) = -28,148569 * ig + 68,4939 * ig^2$$

Palabras clave: poda, calidad de rollizos, rendimiento en madera libre de nudos., *Pinus taeda* L.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Los rendimientos en madera aserrada libre de nudos o defectos, logrados a partir de rollizos podados, están dados tanto por las dimensiones de los mismos, como también por el tamaño del “cilindro con defectos” (cd) y por el grado de eficiencia durante la conversión (PARK, 1980,1982; TURNER y Price, 1996). Park (1980,1982, 1985) definió al cilindro con defectos como el “cilindro que contiene la médula, los muñones de la poda, la oclusión de la herida de poda y las sinuosidades del fuste”.

A diferencia del tamaño del rollizo, factible de ser establecido por medición al momento del apeo, el tamaño del cilindro con defectos está oculto dentro del mismo. Park (1980,1982) desarrolló relaciones entre este y el diámetro sobre oclusión¹ (dso), como entre este último y el diámetro máximo sobre muñón³ (dmsm), esta última variable posible de medir al momento de la poda o a partir de la disección de rollizos de *Pinus radiata* D. Don mediante técnicas de aserrado.

Olivares *et al.* (1985) para la determinación del dcd (diámetro del cilindro con defectos) en rollizos podados de *Pinus radiata* D. Don recurrieron al debobinado de los mismos, aunque posteriormente también lo hicieron mediante la técnica de aserrado (Olivares y Meneses, 1992)

Establecer las dimensiones del diámetro del cilindro con defectos (dcd) le permitió a Park (1980) evaluar los regímenes de poda en *Pinus radiata* D. Don, asociando el rendimiento porcentual en madera libre de nudos y su valor con relación al volumen total de la troza, con un índice, al que denominó Índice de Grado (ig) (Park y Parker, 1983). El Índice de Grado es un indicador de la calidad de un rollizo podado y surge del producto del diámetro a la altura del pecho (dap) con el factor de conversión en el aserrado con relación a el diámetro del cilindro que contiene los defectos:

$$\text{índice de grado (ig)} = \frac{(\text{dap}(\text{dcd}) * \text{factor de conversión industrial})}{\text{dcd}(\text{cm})}$$

En Argentina el único estudio relacionado con la determinación del dcd fue realizado por Fassi *et al.* (1993) en *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.

Sin embargo en *Pinus taeda* L., especie de la cual se podan grandes extensiones en las provincias de Misiones y Corrientes, se desconoce si se mantienen relaciones similares a las determinadas para *Pinus radiata* D. Don.

Por lo ante dicho los objetivos del presente trabajo fueron:

- Establecer relaciones entre el diámetro máximo sobre muñón y el diámetro sobre oclusión con el diámetro del cilindro con defectos
- Establecer relaciones entre variables externas e internas de los rollizos y el rendimiento en madera libre de nudos

El contar con relaciones como las descriptas permitirá evaluar con mayor precisión los regímenes de poda aplicados a la especie.

¹ se define al diámetro sobre muñón al diámetro del fuste a la altura de un verticilo podado determinado, resultando de sumarle al diámetro del fuste el engrosamiento producido en la base de las ramas, surgiendo el diámetro máximo sobre muñón de la comparación de los diámetros sobre muñón calculados para la totalidad de los verticilos podados en una oportunidad dada (Olivares P. y Meneses V., 1985) y al diámetro sobre oclusión al que surge de sumar a este último la oclusión de la herida de poda.

MATERIALES Y METODOS

Los rollizos se extrajeron de un rodal de *Pinus taeda* L. de 17 años de edad, que se encuentra ubicado en el Municipio de Puerto Esperanza (26° lat S. y 54° 20' long. O.), Departamento Iguazú, Provincia de Misiones, Argentina, perteneciente a la empresa Lipsia.

Los suelos responden a las características del gran grupo Kandudult, el material genético empleado era de origen comercial y con una densidad inicial de plantación empleada de 2,4 x 2,4 m

Este rodal fue podado con serrucho en dos oportunidades, a los 4 y 7 años de edad a 2,4 m y a aproximadamente 4,1 - 4,4 m de altura respectivamente. Los raleos fueron ejecutados a los 6, 8 y 11 años de edad, reduciéndose la densidad en cada operación a 1066, 485 y 295 plantas por hectárea respectivamente

Para el trabajo se seleccionaron 26 árboles que visualmente presentaran su primer troza recta. El criterio para la selección de los mismos fue el de abarcar la mayor variación posible en dap, y consecuentemente en diámetro máximo sobre muñón, del rodal.

En cada una de las trozas podadas de 4,10 m se marcó la cara orientada al Norte y luego del apeo se midieron los diámetros con y sin corteza en cada extremo. En la Tabla 1 se presentan los rangos de algunas de las variables que caracterizaban los árboles apeados, como las trozas podadas.

Tabla 1: Valores promedio, mínimo, máximo y desvío estándar de las variables utilizadas: diámetro a la altura del pecho (dap) y altura del árbol (Ht), largo de las trozas podadas (long. troz. basal), diámetro en la base mayor (dmaysc) y menor (dmensc) y volumen de la troza sin corteza resultantes de la muestra de 26 árboles y trozas podadas de *Pinus taeda* L.

	dap	Ht	long.troz. basal	dmaysc	dmensc	vol. troza sc
	cm	m	m	cm	Cm	m3
Promedio	38,9	19,0	4,1	45,4	32,5	0,7
Mínimo	26,4	16,1	4,1	28,6	21,2	0,3
Máximo	50,7	21,6	4,1	63,3	41,5	1,2
Desv. Est.	7,3	1,3	0,0	9,5	6,2	0,3

Una vez descortezados y en forma pero previa al aserrado, se midió la flecha y se determinó la clase de rollizo en función de la misma y el diámetro en punta delgada, aplicando las normas de tipificación neocelandesas (MINISTRY OF FORESTRY, 1988), para corroborar que los rollizos seleccionados fueran rectos.

Los extremos del rollizo se dividieron en cuadrantes y sobre los ejes de los mismos se midieron los diámetros, se posicionó la médula y se indicó en que cuadrante se ubicaba el Norte.

Efectuadas estas mediciones se procedió a aserrar el rollizo en tablas de 2,54 cm (1 pulgada) de espesor de acuerdo con la técnica descrita por Park (1980, 1982), Olivares y Meneses (1992) y Fassi *et al.* (1993), con las modificaciones necesarias debido a que se utilizó una sierra de banda y una sierra circular múltiple (Fassola *et al.*, 1998).

El patrón de aserrado utilizado permitió reconstruir el rollizo en dos planos y ubicar en cada uno de ellos la médula, muñones de ramas y las oclusiones de las heridas de poda

De esta forma fue posible determinar el diámetro del cilindro con defectos, el diámetro sobre oclusión y el diámetro máximo sobre muñón correspondiente a ese diámetro, quedando de esta forma incorporadas las sinuosidades de la médula (OLIVARES y Meneses, 1992).

Para la tipificación de la madera libre de nudos se consideraron dos grados de calidad (WHITESIDE, 1982). Las tablas logradas por fuera del cilindro con defectos, si superaban un largo de 1800 mm fueron clasificadas en “clear” n° 1 y 2 de acuerdo con la presencia o no de algún tipo de defectos. Este largo mínimo se adoptó debido a que no es factible obtenerlo del saneo de tablas y a que también se realizan exportaciones de piezas de esa longitud o mayores. No se consideró la presencia de bolsas de resinas ya que la misma fue baja.

La información recogida fue analizada mediante regresión a los fines de establecer las relaciones existentes entre el diámetro máximo sobre muñón, el diámetro sobre oclusión y el diámetro del cilindro con defectos, como también entre este último el dap, el factor de conversión en el aserrado y el rendimiento en madera libre de nudos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la determinación en los rollizos de los diámetros sobre muñón y sus correspondientes diámetros sobre oclusión y cilindros con defectos, se presentan en la Tabla 2. Del mismo surge que mediante el muestreo efectuado fue posible recoger una amplia variación en diámetros sobre muñón, aunque a futuro se hace necesario recoger información de trozas de mayores diámetros y dmsm pequeños.

Tabla 2: Valores promedios, mínimos, máximos, desvío estándar y coeficiente de variación de las variables dmsm, dso, profundidad de la oclusión y dcd resultantes de 26 rollizos podados de *Pinus taeda* L.

	dmsm	dso	prof.ocl.	dcd
	mm	mm	mm	mm
Promedio	194	222	29	251
Mínimo	102	112	9	165
Máximo	285	304	71	335
Desv. est.	50	52	13,4	55
Coef. variac. (%)	25,8	23,4	46,3	21,9

Con relación al valor promedio de los máximos diámetros sobre muñón observados, se puede estimar que resultó algo elevado. En cuanto a los valores máximos alcanzados por estos, se observó que ocurrieron en rollizos que en general se correspondían con los de los árboles de mayor dap y que se ubicaban en los bordes de caminos. Con respecto al diámetro mínimo alcanzado por esta variable, puede considerarse que muy difícilmente logre mantenerse un diámetro máximo sobre muñón similar al registrado en sucesivos levantes, habiendo correspondido el mismo a un árbol de posición intermedia que no arribará – probablemente - a la corta final.

La profundidad de la oclusión de la herida de poda presentó un valor promedio cercano a los tres centímetros. Si bien este valor puede considerarse bajo, la variabilidad observada ha sido alta. Esta alta variabilidad podría deberse a la pericia de quienes ejecutaron la poda o bien a que exista una influencia debido al diámetro de la rama. La diferencia entre el diámetro del cilindro con defectos y el diámetro sobre oclusión es atribuible a las sinuosidades de la médula.

Relación entre el diámetro máximo sobre muñón (dmsm) y el diámetro sobre oclusión (dso)

Al relacionar el diámetro sobre muñón con el diámetro sobre oclusión se determinó que existe entre ellos una fuerte asociación de carácter lineal, explicando la variable

independiente 93,26 % de la variación de la dependiente. En Tabla 3 se presentan los coeficientes del modelo ajustado, como también el análisis de la varianza correspondiente.

Tabla 3: Coeficientes de regresión, estadísticos y ANOVA del modelo $dso = f(dmsm)$

b_0	b_1	R^2	ESE	n	f
28,8341	1,00062	93,26	13,68	26	332,12**

b_0 y b_1 : coeficientes; R^2 : coeficiente de determinación; ESE: error estándar del estimador; n: tamaño de la muestra; f: f calculado; **= altamente significativo al 99 % de probabilidades; *=significativo al 95 % de probabilidades; n.s.= no significativo

En la Figura 1 puede observarse la representación gráfica del modelo ajustado, como también de los valores observados.

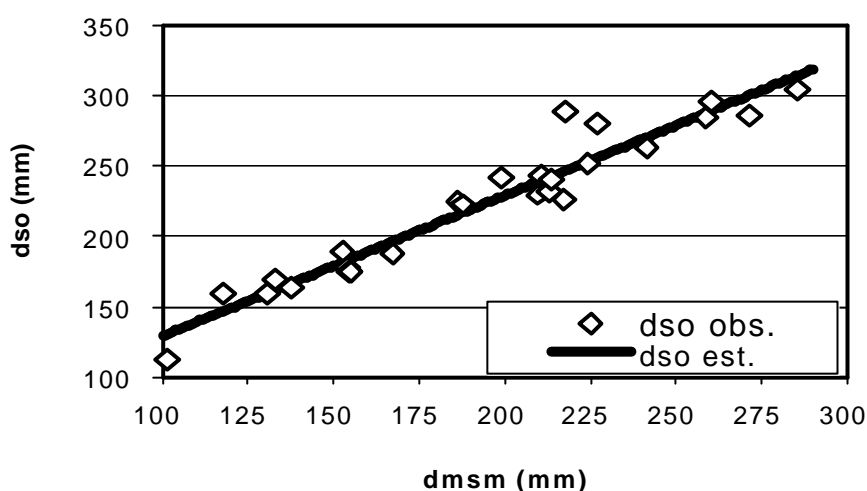


Figura 1: dso estimados y observados con relación al dmsm en *Pinus taeda* L.

Relación entre el diámetro sobre oclusión (dso) y el diámetro del cilindro con defectos (dcd)

En la Tabla 4 se puede observar que la asociación entre el diámetro sobre oclusión y el diámetro que contiene los defectos es alta, explicando el primero un 82 % de la variación en el tamaño del cilindro que contiene los muñones y heridas de poda, como las sinuosidades de la médula.

Tabla 4: Coeficientes de regresión, estadísticos y ANOVA del modelo $dcd = f(dso)$

b_0	b_1	R^2 %	ESE	n	f
36,2771	0,963501	81,80	23,95	26	107,90**

b_0 y b_1 : coeficientes; R^2 : coeficiente de correlación; ESE: error estándar del estimador; n: tamaño de la muestra; f: f calculado; **= altamente significativo al 99 % de probabilidades; *=significativo al 95 % de probabilidades; n.s.= no significativo

En las Figuras 2 y 3 puede observarse la representación gráfica del modelo ajustado y los valores observados, como también la de los residuales.

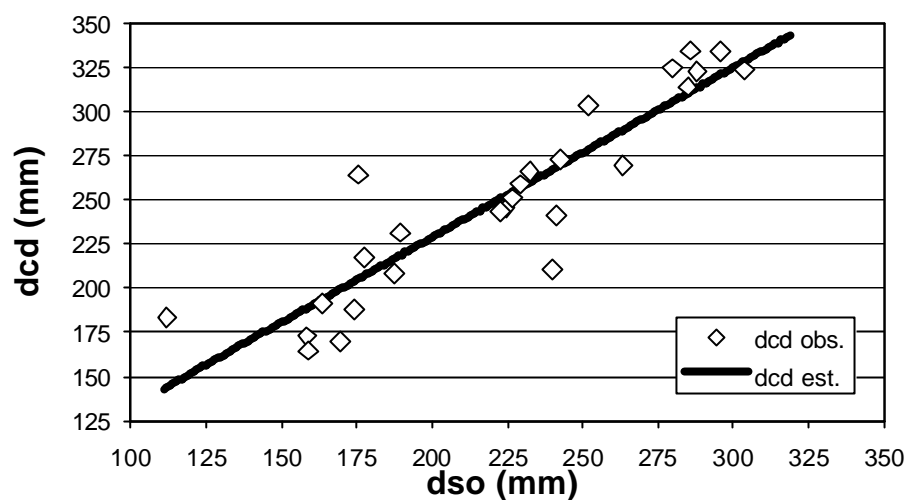


Figura 2: dcd estimados y observados con relación al dso en *Pinus taeda* L

En la Figura 2 se observa que los valores de diámetro del cilindro con defectos tienden a formar agrupamientos cuando se los relaciona con el diámetro sobre oclusión.

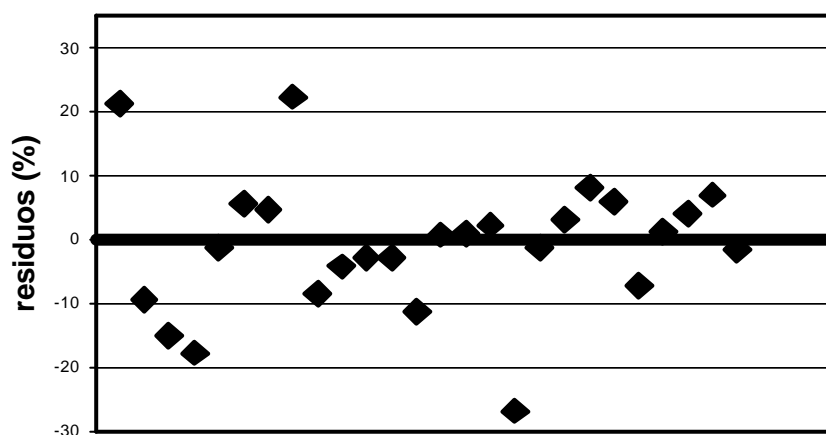


Figura 3: residuos de la relación dso-dcd expresados en %.

Relación entre el diámetro sobre muñones (dmsm) y el diámetro del cilindro con defectos (dcd)

En Tabla 5 podemos observar que la asociación entre el dmsm y el dcd es alta, aunque ligeramente menor que la registrada entre dso y dcd.

Sin embargo al representar gráficamente este modelo y sus residuales (Figuras 4 y 5) se observó una mejor distribución de los dcd observados, si lo comparamos con el modelo dso-dcd, razón por la cual se lo seleccionó modelo para la predicción del diámetro del cilindro con defectos.

Tabla 5: Coeficientes de regresión, estadísticos y ANOVA del modelo $dcd = f(dmsm)$

b_0	b_1	$R^2 \%$	ESE	n	f
61,2661	0,978547	78,59	25,9762	26	88,12**

b_0 y b_1 : coeficientes; R^2 : coeficiente de correlación; ESE: error estándar del estimador; n: tamaño de la muestra; f: f calculado; **= altamente significativo al 99 % de probabilidades; *=significativo al 95 % de probabilidades; n.s.= no significativo

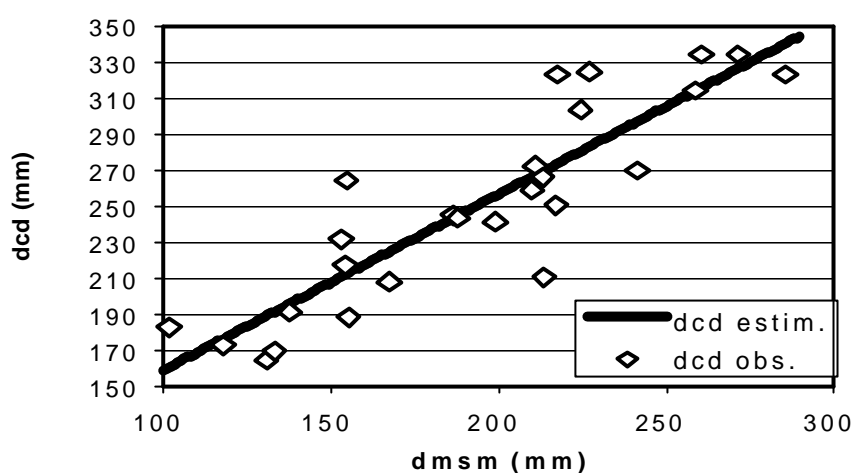


Figura 4: dcd estimados y observados con relación al dmsm en *Pinus taeda* L.

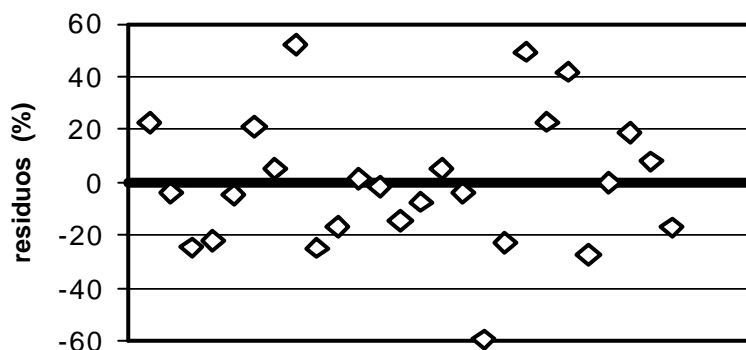


Figura 5: residuos de la relación dmsm-dcd expresados en %.

Estos resultados hacen aconsejable estimar el dcd en función del dmsm, aunque Park (1982) ajustó un modelo para estimar el dcd recurriendo a dos pasos, en primera instancia relacionó el dmsm con el dso y luego a partir de este estableció el dcd. Olivares y Meneses (1992) procedieron de la misma manera, pero también ajustaron modelos que relacionaban el dmsm con el dcd, concluyendo que los errores del abordaje que emplea dos regresiones eran menores que en el método directo de estimación.

Dada la falta de rodales podados de edad avanzada y diámetros superiores a los evaluados en el presente estudio se hace necesario recomendar nuevos muestreos a medida que estos estén disponibles rollizos procedentes de estos, a fin de corroborar el comportamiento de las relaciones diámetro máximo sobre muñón-diámetro sobre oclusión-diámetro del cilindro con defectos y cubrir todo el rango de combinaciones de estas variables

posibles, como también desarrollar modelos predictores del dcd de nivel regional (Gosnell, 1987).

Rendimiento en madera libre de nudos

En Tabla 6 se presentan los valores promedio, mínimo, máximo y desvíos estándares de los Índices de Grado (ig) obtenidos para un factor promedio de conversión en el aserrado de 0,35 y el porcentaje de madera libre de nudos, en sus dos clases, obtenido con relación al volumen total de tablas por rollizo.

Tabla 6: Valores promedio, mínimo, máximo y desvío estándar del Índice de Grado (ig) y rendimiento porcentual en madera libre de nudos en rollizos de *Pinus taeda* L.(m.l.n Vt (%)).

	ig	m.l.n Vt (%)
Promedio	0,55	5,4
Mínimo	0,48	1,6
Máximo	0,65	10,7
Desv. estándar	0,04	2,5

De la misma surgió que los Índices de Grado obtenidos fueron bajos si se los compara con los obtenidos por Park (1980, 1983), quien alcanzó índices superiores 1, valor este al que consideraba límite inferior de una poda con posible retorno económico. La posibilidad existente a futuro de contar con rollizos de gran dap y diámetro del cilindro con defectos de dimensiones relativamente reducidas va a permitir alcanzar mayores ig.

Otro factor que también ha incidido negativamente en los valores de ig fue el bajo porcentaje de conversión en el aserrado, atribuible a la rigidez del programa de aserrado, ejecutado con una sierra de banda y una sierra múltiple. A una situación similar hacen referencia Olivares y Meneses (1992), que en un estudio con iguales objetivos utilizaron una sierra alternativa. En una muestra de trozas basales podadas de *Pinus radiata* D. Don, de 4,25 m de largo y 54,0 cm de dap promedio, obtuvieron un rendimiento promedio de madera libre de nudos del 19 %.

Park (1980) trabajando con los rendimientos en madera libre de nudos y el Índice de grado estableció la fuerte asociación existente entre ambas variables, siendo la misma de carácter lineal. Park y Parker (1983) posteriormente ajustan modelos cuadráticos para describir la forma de dicha asociación. En el presente caso se ajustaron varios modelos a fin de determinar la forma que adoptaba, siendo un modelo cuadrático el que mejor ajuste brindó (Tabla 7 y Figura 6).

Tabla 7: Coeficientes de regresión y estadísticos para el modelo $m \ln(\%) = f(ig)$

b_1	b_2	$R^2 \%$	ESE	n	f
-28,148569	68,4939	95,60	1,25	25	250,179**

b_1 y b_2 : coeficientes; R^2 : coeficiente de correlación; ESE: error estándar del estimador; n: tamaño de la muestra; f: f calculado; **= altamente significativo al 99 % de probabilidades; *=significativo al 95 % de probabilidades; n.s.= no significativo

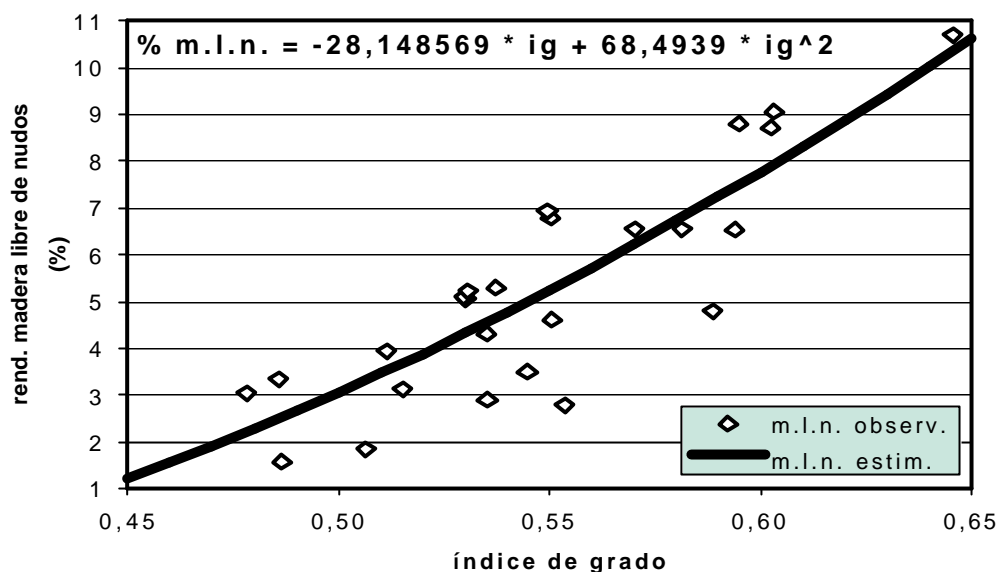


Figura 6: Porcentaje de madera libre de nudos estimada y observada con relación al índice de grado en rollizos podados de *Pinus taeda*. L

De esta relación surgió que ejemplares de gran dap, pero también con cilindros con defectos de gran diámetro, presentaron un bajo o casi nulo rendimiento en madera libre de nudos, tal como en el caso de los ejemplares de bordura.

Este índice resulta útil para proyecciones a largo plazo sobre la calidad esperada de un rollizo podado. Aunque su uso presenta restricciones cuando se quiere describir o evaluar la calidad de un rollizo, ya que en la variable conversión industrial, se incluyen, en forma de datos reales o asumidos, una multiplicidad de características de las trozas como del aserradero (PARK, 1989).

Park (1989, 1994) desarrolló con posterioridad el Índice de Rollizos Podados, el cual a través de mediciones del tamaño de la troza, su perfil y el diámetro del cilindro con defectos, le permitió obtener una medida absoluta de la calidad de los mismos.

Sin embargo el “volumen del cilindro común”, variable que interviene en su construcción, es de trabajosa obtención. Razón por la cual, para las condiciones actuales de la silvicultura e industria en la Mesopotamia argentina, donde aun no se controla adecuadamente el tamaño del diámetro máximo sobre muñón en las podas o se las ejecuta muchas veces con elementos poco eficientes y los programas de aserrado pueden considerarse poco flexibles y eficientes, se considera que el Índice de Grado es una herramienta adecuada para analizar estrategias de poda.

Se recomiendan también nuevos muestreos los cuales contribuirán a mejorar la estimación de los rendimientos en madera libre de nudos, siendo aconsejable constituir una base de datos donde dicha información sea preservada para su utilización en estudios futuros.

Es de resaltar por otra parte que los dmsm resultantes de los dos levantes de poda aplicados a los árboles analizados no son coincidentes. Por esta razón volúmenes importantes de madera libre de nudos se formaron dentro del cilindro que contiene los defectos, debido a la presencia de cilindros agregados, tal como fuera establecido por Park (1985).

Al no considerarse la producción de madera libre de nudos en diversos largos, el rendimiento en ese grado fue subestimado al computar solo las tablas que se encontraban por fuera del cd.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El diámetro del cilindro que contiene los defectos (dcd) resultante de la muestra analizada de rollizos podados de *Pinus taeda* L., presentó una alta asociación, de carácter lineal, con el diámetro máximo sobre muñones (dmsm). Explicando esta última variable algo más del 78 % de la variación en el dcd.

La alta variabilidad registrada en la profundidad de la oclusión de la herida de poda en los verticilos analizados hace necesario resaltar la importancia del empleo de elementos de poda adecuados, además de entrenar intensamente al personal interviniente.

El Índice de Grado presentó un alto grado de asociación con el rendimiento en madera libre de nudos. Si bien este índice presenta restricciones en su uso, es sumamente útil para analizar regímenes de poda en el largo plazo.

Este índice evidencia también la necesidad de registrar el diámetro máximo sobre muñón al momento de las podas, ya que a partir del mismo puede ser estimado el diámetro del cilindro con defectos, variable que interviene en la estimación del Índice de Grado, como también en el Índice de Rollizos Podados (Park, 1989) o ha sido introducida en simuladores de aserrado para analizar el rendimiento en madera libre de nudos (TURNER y Price, 1996).

El poder predecir el rendimiento en madera libre de nudos de un rollizo podado de *Pinus taeda* L., a partir de variables como el dap, el diámetro máximo sobre muñón - con el cual se puede estimar el diámetro del cilindro con defectos - y los índices de conversión en aserrado de una industria determinada, permitirá también establecer bases equitativas para la valoración de los rollizos podados.

Se recomienda iniciar estudios tendientes a determinar los rendimientos en madera libre de nudos que se produzca entre cilindros con defectos agregados, ya que la presencia de los mismos será común en los próximos años por las técnicas de poda implementadas en la región.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo de los técnicos del INTA EEA Montecarlo Ana Lupi, Hugo Reis, de Daniel Videla, técnico del Centro Tecnológico de la Madera de Montecarlo y de Luis Ramírez de la empresa LIPSIA, como también las sugerencias del Prof. Mario Meneses, docente de la carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Austral de Chile.

BIBLIOGRAFIA

- FASSI, G.; FASSOLA, H.E.; MARANGONI, G. 1993. Determinación del Cilindro con Defectos en *Araucaria angustifolia* Bert. O. Ktze, mediante técnicas de aserrado. Actas del 1^{er} Congreso Argentino y Latinoamericano. Comisión Bosque Nativo, Vol 5: 47-55. Paraná. Entre Ríos.
- FASSOLA, H. E.; FAHLER, J.; FERRERE, P.; ALLEGRAZZA, D.; BERNIO, J.; LUPI, A.; VIDELA, D.; RAMÍREZ, L.; REIS, H. 1988. Estudio de la oclusión de la herida de poda y del Cilindro con defectos en rollizos podados de *Pinus taeda* L. Proyecto de investigación aplicada (PIA) 20/96 "Manejo intensivo de *Pinus taeda* L.." subcomponente b. Informe interno n° 1. SAGPyA – BIRF. Inédito : 1-29. Buenos Aires.
- GOSNELL, T. 1987. Equations for predicting defect core size for pruned radiata pine butt logs. FRI Bulletin 131. Ministry of Forestry. New Zealand.
- KNOWLES, R.L. 1979. Occlusion defect in *Pinus radiata* logs. Paper 33 FRI Symposium n° 12 : Pruning and thinning practice: 145-146. Nueva Zelanda.

- MENESES, M.; VELASCO, R.J.. 1992. Comportamiento del cilindro con defectos en parcelas sometidas a diversos tratamientos de poda y raleo. *Pinus radiata* - Investigación en Chile. Silvicultura, Manejo y Tecnología :108-123. UACH.
- Ministry of Forestry & Forest Research Institute. 1988. New Zealand Radiata Pine. A technical appraisal of produce, processes, and uses. Pág. 6.
- OLIVARES, P.B.; DIAZ-VAZ, J.E.; JUACIDA R.; Meneses M.; Poblete H. 1985. Modelo de predicción del diámetro del cilindro con defectos de *Pinus radiata* D. Don. Investigación en Chile. Tomo II: 86-103. Valdivia, Chile.
- OLIVARES, P.B.; MENESES, V.M. 1985. Diseño de un simulador de poda. *Pinus radiata* Investigación en Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Tomo II:76-85.
- OLIVARES, P. B.; MENESES M. 1992. Predicción del tamaño del cilindro con defectos y estimación del rendimiento de madera aserrada libre de nudos. *Pinus radiata* - Investigación en Chile. Silvicultura, Manejo y Tecnología : 87-108. UACH. Valdivia Chile.
- PARK, J. C. 1980. A grade index for pruned butt logs. NJFS. 10 (2): 419-438. Rotorua. New Zealand.
- PARK, J.C. 1982. Occlusion and the defect core in pruned radiata pine. FRI Bulletin 2 : 1-15. NZFS. Rotorua. New Zealand.
- PARK, J.C.; Parker C. E. 1983. Regional validation studies of pruned radiata pine butt logs sawn boards. FRI Bulletin 51 : 1-26. Rotorua New Zealand.
- PARK, J.C. 1985. Recovery of clear lengths from pruned *Pinus radiata* sawlogs. NZJFS 15 (2): 207-222.
- PARK, J.C. 1989. Pruned Log Index. NZJFS 19 (1): 41-53.
- PARK, J.C. 1994. Evaluating pruned saw log quality and assessing sawmill recoveries in New Zealand. Forest products Journal 44 (4): 43-52
- TURNER, P. & PRICE, C.S. 1996. Maximizing value of the plantation resource : Part 1 – Development of a Log Grading Proposal for Pruned Softwood Logs. Suid-Afrikaanse Bosboutydskrif 176 : 29-33.
- WHITESIDE, I.D. 1982. Clear Grades of radiata pine timber - Development and evaluation of grading rules. FRI Bulletin 1: 1-12. FRI-NZFS. Rotorua. New Zealand.