

PREDICCIÓN DEL DIÁMETRO SOBRE MUÑONES EN *PINUS TAEDA* L. EN EL DEPARTAMENTO IGUAZÚ, MISIONES*

MAXIMUM DIAMETER OVER STUBS PREDICTION OF *PINUS TAEDA* L. IN IGUAZÚ DEPARTMENT, MISIONES.

Hugo Enrique Fassola¹

Mónica Gelid de Ruibal²

Paula Ferrere³

Fecha recepción: Setiembre de 2002

Fecha aceptación: Febrero de 2004

¹. Investigador INTA EEA Montecarlo. TE y FAX ++54 (3751) 480057 / 480512, E mail : hfassola@ceel.com.ar AE 4. (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina.

². ExJefe Area Investig. Ftal. APSA. TE ++54 (375) 7470027. (3378) Pto. Esperanza, Misiones, Argentina.

³. Ex Becaria. INTA EEA Montecarlo. TE y FAX ++54 (3751) 480057 / 480512, E mail : ferrere@infovia.com.ar AE 4. (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina.

*Proyecto parcialmente financiado por SAGPyA – BIRF (Convenio de Préstamo 3948 – AR) Proyectos de Investigación Aplicada (PIA) en Bosques de Cultivo 20/96

SUMMARY

This study showed that maximum diameter over stubs (mdos) in trees of *Pinus taeda* L. origin Marion can be predicted with accuracy for any pruning lift up to a maximum of 4 and a dos height of 7,7 m above ground. Independent variables employed for dos prediction were diameter at breast height (D.B.H.), total height (H) and heigth above ground of the base of green crown before pruning (bgcbp). The best fitted and validated model was:

$$mdos = 3.5836 + 0.291966 * D.B.H. + 0.611349 * DADOS$$

$$\text{where } DADOS = D.B.H. * \left(\frac{H - bgcbp}{H - 1.3} \right)$$

Key words: pruning, diameter over stubs, forest management, *Pinus taeda*.

RESUMEN

Este estudio demostró que el diámetro máximo sobre muñones (dmsm) de un ejemplar de *Pinus taeda* L. origen Marion puede ser estimado con razonable seguridad para cualquier realce de poda hasta un máximo de 4 y hasta una altura de ocurrencia de 7,7 m. Las variables empleadas en el modelo ajustado para estimar el dmsm para un levante de poda dado son el diámetro a la altura del pecho (dap), la altura total (H) y la altura de la base de copa verde previo a la poda (bcvpp). El mejor modelo ajustado y validado contra una muestra independiente fue:

$$dmsm = 3,53836 + 0,291966 * dap + 0,611349 * DADOS$$

$$\text{Donde } DADOS = dap * \left(\frac{H - bcvpp}{H - 1,3} \right)$$

Palabras clave: poda, diámetro sobre muñones, manejo forestal, *Pinus taeda*.

INTRODUCCIÓN

Los rendimientos de rollizos podados están dados por las dimensiones de los mismos, por el tamaño del "cilindro con defectos" (cd) y por el grado de eficiencia durante la conversión (PARK, 1980,1982; TURNER Y PRICE, 1996; FASSOLA et al., 1999a).

PARK (1980,1982, 1985) definió al cilindro que contiene los defectos (cd) como el "cilindro que contiene la médula, los muñones de la poda, la oclusión de la herida de poda y las sinuosidades del fuste".

KNOWLES (1970), PARK (1980) y OLIVARES Y MENESES (1985), señalan que el diámetro máximo sobre muñón (dmsm) tiene estrecha relación con el dap, la altura total, el diámetro de ramas en el verticilo correspondiente y la altura de poda. FASSOLA *et al.* (1999a) determinaron una relación estrecha entre el diámetro del cilindro que contiene los defectos y el diámetro máximo sobre muñones (dmsm) en *Pinus taeda* L.; siendo el diámetro sobre muñón (dsm) una variable de fácil medición en cada levante de poda, mediante el empleo de una cinta diamétrica sobre los muñones de las ramas de cada verticilo inmediatamente después de la poda. Resultando el mayor de ellos en el dmsm para un levante de poda determinado.

Relaciones que permitan establecer las dimensiones del mismo como resultado de determinados esquemas silvícolas en rodales podados han sido desarrolladas en forma gráfica (SUTTON Y CROWE, 1975) y también ajustando modelos (KNOWLES *et al.*, 1987) para *Pinus radiata* D. Don en Nueva Zelanda. En nuestro país sólo se han establecido relaciones para algunos esquemas silvícolas de *Pinus elliottii* Engelm (FASSOLA, 1992) y en ejemplares podados de *Pinus taeda* L. origen Marion sólo para el primer levante de poda en dos sitios diferentes del litoral argentino (FASSOLA *et al.*, 1997, 1999b).

Considerando la importancia de poder predecir la dimensión que alcanzará el diámetro máximo sobre muñones (dmsm) bajo distintas alternativas silvícolas, para esta última especie que ha alcanzado gran difusión en el litoral argentino, se recurrió a la información generada por un ensayo de poda y raleo a los fines de determinar cuales eran las variables independientes que mejor explicaban las variaciones en el tamaño del mismo y ajustar un modelo de predicción para árboles podados.

MATERIAL Y MÉTODO

La información fue recogida en un ensayo de raleo y poda en *Pinus taeda* L. origen Marion (FASSOLA *et al.*, 1997) que fue instalado en 1995

sobre una plantación comercial de la especie a la edad de 3 años, espaciada originalmente a una distancia de aproximadamente 3 x 1,7 m. El último año de observación fue en 1998 correspondiendo con la aplicación del último levante de poda en aquellos tratamientos donde estaba previsto.

Este ensayo se encuentra ubicado en la localidad de Puerto Libertad, Departamento Iguazú, pro-

vincia de Misiones, Argentina, a los 26°14' de lat. Sur y 54° 36' de long. Oeste.

Los suelos responden a las características del gran grupo Kandiudult y el clima es semitropical húmedo (PAPADAKIS, 1974).

Sobre la plantación original, configurando un diseño de tipo sistemático clinal, se procedió a ejecutar un raleo configurando 4 densidades distintas (1960; 980; 490 y 245 plantas/ha) donde se aplicaron podas anuales en cuatro intensidades diferentes (0 %, 30 %, 50 % y 70 % de remoción de copa verde). Para cada intensidad de poda también se aplicó diferente número de realces de poda, variando estos de uno a cuatro, de frecuencia anual. Cada tratamiento configurado tuvo cinco pseudo-réplicas. En cada parcela o pseudo-réplica se procedió a la selección de árboles, donde en cada año se midieron distintas variables, detalladas en la Tabla 1, que totalizaron un total de 633 observaciones. En dicha tabla también se especifican los valores mínimos y máximos alcanzados por las mismas y también se describen las condiciones de densidad de los rodales configurados con los distintos tratamientos.

Dado que para *Pinus taeda* L. origen Marion sólo se contaba con modelos que permitían predecir las dimensiones del diámetro máximo sobre muñones (dmsm) para un primer levante de poda y una sola densidad, a partir del dap (FASSOLA *et al.*, 1997, 1999), y considerando como antecedentes a KNOWLES (1970), PARK (1980) y OLIVARES Y MENESES (1985), se procedió a analizar mediante análisis de correlación y regresión el grado de asociación que presentaba con las distintas variables de estado a los fines de poder predecir sus dimensiones en situaciones donde se aplicaban varios levantes de poda y situaciones diversas de densidad.

Mediante el empleo de una muestra independiente de 66 datos procedentes del mismo ensayo y seleccionada al azar en forma previa al ajuste de los modelos, se determinó el error estimación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de los análisis efectuados se determinó que el dap y la altura eran las variables que más explicaban la variación en el diámetro máximo sobre muñones. Otras variables de importancia fueron la intensidad de las podas, especialmente la última aplicada, el número de realces o levantes y luego el diámetro de ramas.

Una variable, que expresa la conicidad del fuste, también presentó alta asociación con el diámetro máximo sobre muñones. Esta variable, denominada DADOS (a), fue utilizada junto con el diámetro de ramas por KNOWLES *et al.* (1987) a fin de predecir el diámetro máximo sobre muñones en rodales podados de *Pinus radiata* D. Don. Aunque en el pre-

sente caso se le introdujo como modificación la utilización de la altura de la base de la copa verde previa a la aplicación de la poda (bcvpp), ya que mostró mejor comportamiento que la altura de ocurrencia del diámetro máximo sobre muñones (hdmsm) utilizada por los autores originalmente.

$$\text{Donde } DADOS = dap * \left(\frac{H - bcvpp}{H - 1,3} \right)$$

dap = diámetro a 1,3 m del suelo (cm)

H = altura (m)

bcvpp = altura desde el suelo de la base de copa verde previo a la poda (m)

Con posterioridad se procedió a ajustar diversos modelos, seleccionándose los cuatro siguientes:

(1)

$$dmsm = b_0 + b_1 * dap + b_2 * DADOS$$

(2)

$$dmsm = b_0 + b_1 * dap + b_2 * dap^2 + b_3 * DADOS$$

(3)

$$dmsm = b_0 + b_1 * dmr + b_2 * DADOS$$

(4)

$$dmsm = b_0 + b_1 * dmr + b_2 * dmr^2 + b_3 * DADOS$$

Siendo dap, dmr y DADOS variables predictoras y b_0 , b_1 , b_2 y b_3 coeficientes estimados de los datos.

Analizados los modelos ajustados se descartaron inicialmente los modelos con término cuadrático (2 y 4) debido a la presencia de una elevada multicolinealidad y por la escasa contribución de ese término a la mejora del ajuste.

Los estadísticos del modelo (1), que utiliza dap como una de las variables predictoras, fueron superiores a aquellos que resultaron del ajuste del modelo (3), que emplea diámetro máximo de ramas, siendo esta una variable ampliamente utilizada en trabajos anteriores. En las Tablas 2 y 3 se presentan sus respectivos coeficientes y estadísticos.

Puede atribuirse el mejor ajuste logrado con el modelo (1) a que la forma del árbol sería un elemento predictor relevante, siendo adecuadamente reflejado por el dap. Esta es una de las variables empleadas en los diferentes modelos existentes de predicción del diámetro a distintas alturas – aparte del tamaño del mismo – dada la estrecha correlación que exhibe. Expresa por lo tanto mejor las variaciones en el diámetro máximo sobre muñones para distintos tamaños de árboles considerados, que el diámetro máxi-

mo de ramas empleado en el modelo (3).

También la variable predictoradora DADOS, empleada en ambos modelos, contribuyó fuertemente a expresar la conicidad del fuste, aparte de estar directamente vinculada al tamaño del árbol por emplearse el dap y la altura total en su construcción. Al incluir también en su construcción la intensidad de la poda previa (bcvpp) está reforzando el efecto de la forma en la predicción del diámetro máximo sobre muñones. LARSON (1965), afirma que como consecuencia de la poda se produce una concentración de auxinas en la base de la copa que provoca un engrosamiento del fuste en esa zona. En el análisis de correlación inicial la variable base de la copa verde previa a la poda (bcvpp) manifestó una alta asociación con el diámetro máximo sobre muñón, mayor inclusive que el diámetro máximo de ramas.

Otra causal de que el modelo (3), basado en el empleo de la variable predictoradora diámetro máximo de ramas (dmr), haya presentado estadísticos menos satisfactorios que el modelo (1) pudo haberse debido a la fuerte variación en la misma para diámetros máximos sobre muñones similares. Probablemente valores promedio de la misma de rodales podados brinden mejor respuesta en la predicción del diámetro máximo sobre muñones (KNOWLES *et al.*, 1987; MENESES Y VELAZCO, 1990).

La selección del modelo (1) implica por otra parte que la predicción del diámetro máximo sobre muñones en ejemplares de *Pinus taeda* L. origen Marion pueda efectuarse sobre la base de variables de fácil medición o estimación, como el dap, la altura y la altura desde el suelo a la base de copa verde previa a la aplicación de la poda.

En las Figuras 1 y 2 se presentan los diámetros máximos sobre muñones observados y estimados, como también los residuos del modelo (1).

Contrastados estos modelos contra la muestra independiente el error promedio del modelo (1) fue de 0,026 cm y el error absoluto promedio alcanzó 0,82 cm, mientras que en el modelo (3) estos valores alcanzaron 0,101 y 0,95 cm respectivamente. Estos resultados permitieron seleccionar definitivamente el modelo (1), cuya expresión es:

$$dmsm = 3,53836 + 0,291966 * dap + 0,6111349 * dados$$

Con este modelo el 68 % de los errores absolutos de estimación del diámetro máximo sobre muñones (dmsm) de la muestra independiente fueron inferiores a 1 cm (Tabla 4)

Tabla 1: Valores mínimos y máximos de las variables de estado de los rodales y ejemplares de *Pinus taeda* L. origen Marion, utilizados en el estudio

Table 1: Maximum and minimum values of the stands and trees state variables of *Pinus taeda* L. origin Marion, employed in the study

	E	árboles	G	dap	H	dmsm	hdmsm	bcv	dmr	Hp	poda
	años	n°/ha	m ² /ha	cm	m	cm	m	m	cm	m	%
Mín	3	121	1,48	4	3,2	7,6	7,7	0,13	0,3	1,45	9,4
Máx	6	2094	23,95	28,01	14,1	23	0,1	7,4	12,5	9,6	71,3

E=edad; árboles = número de plantas; G = área basal; dap =diámetro; H= altura, dmsm = diámetro máximo sobre muñones, hdmsm = altura desde el suelo de ocurrencia del dmsm; bcv = altura desde el suelo de la base de la copa verde; dmr = diámetro de la rama de mayor diámetro medido en sentido horizontal, ubicada en el verticilo correspondiente al dmsm; Hp = altura de poda; poda = porcentaje de remoción de copa verde, expresado como proporción de la longitud de la misma tomada desde el ápice a la base.

Tabla 2: Coeficientes de los modelos de predicción del diámetro máximo sobre muñones en *Pinus taeda* L. origen Marion en Iguazú

Table 2: Coefficients of the prediction models for maximum diameter over stubs (mdos) of *Pinus taeda* L. origin Marion in Iguazú

	coeficientes modelo (1) dap	coeficientes modelo (1) dmr
constante	3,53836	4,43059
x	0,291966	0,408518
DADOS	0,611349	0,768157

Tabla 3: Estadísticos y resultados del análisis de la varianza de los modelos predictores del diámetro máximo sobre muñones (dmsm) en *Pinus taeda* L. origen Marion en Iguazú

Table 3: Statistics and ANOVA results of the predictor models for maximum diameter over stubs (mdos) of *Pinus taeda* origin Marion in Iguazú

	R ²	ESE	n	F calc	n.s.
modelo(1)	0,793	1,060	567	737,533	0,000
modelo (3)	0,718	1,190	504	639,29	0,000

Fig. 1: Diámetros máximos sobre muñón (dmsm) estimados y observados de *Pinus taeda* L. origen Marion empleando el modelo (1).

Fig. 1 : Estimated and observed maximum diameter over stubs (mdos) in *Pinus taeda* L. origin Marion with model (1)

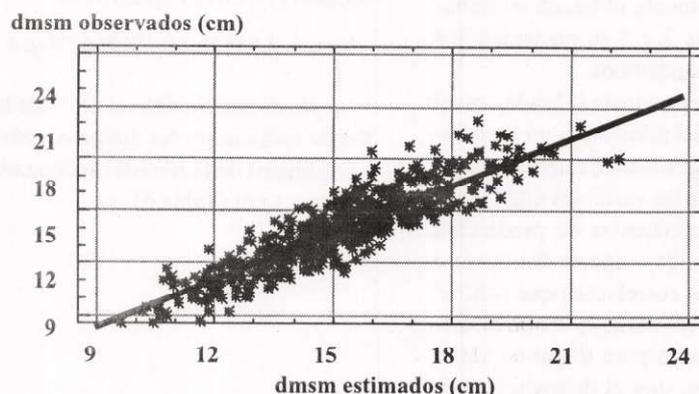


Fig. 2: Residuales del modelo (1) de predicción del diámetro máximo sobre muñón en *Pinus taeda* L. origen Marion

Fig. 2: Residuals of the model (1) for maximum diameter over stubs (mdos) prediction model of *Pinus taeda* L. origin Marion.

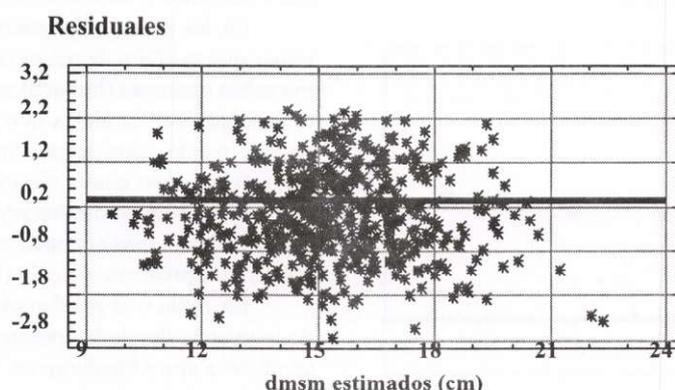


Tabla 4: Error porcentual, parcial y acumulado, de estimación del modelo (1) del diámetro máximo sobre muñón (dmsm) en *Pinus taeda* L. origen Marion

Table 4: Estimation error of the model(1), partial and accumulated percentage, for maximum diameter over stubs (mdso) prediction of *Pinus taeda* L. origin Marion

Diferencias absolutas estimados/observados clase (cm)	Parcial %	Acumulado %
0-0,25	15	15
0,25-0,5	23	38
0,5-0,75	20	57
0,75-1	11	68
1-1,25	5	73
1,25-1,5	5	77
1,5-1,75	5	82
1,75-2	9	91
2,25-2,50	6	97
2,5-2,75	3	100

Analizado el error promedio de estimación del diámetro máximo sobre muñones (dmsm) por clases diamétricas, se observó que se producía una subestimación del mismo en las clases extremas, 5-9,99 cm y 20-24,99 cm de diámetro, aunque el número de observaciones en las mismas fue bajo. En las

clases diamétricas donde es habitual aplicar podas el error fue muy bajo (Fig. 3).

El error de estimación del modelo seleccionado por clases de altura evidenció una subestimación leve del diámetro máximo sobre muñones (dmsm) en las clases de altura 2-3,99 m y de relativa mayor magnitud en las clases de 8-9,9 y 12-13,99, aunque debido al bajo número muestras independientes de estas clases puede considerarse que entre los 2 y 8 m ha tenido un buen comportamiento (Fig. 4), debiendo realizarse nuevas verificaciones con muestras que incluyan clases de altura mayores a los 8 m. Analizado el de error estimación del diámetro máximo sobre muñones (dmsm) en función de la altura de poda se observó una subestimación del dmsm por debajo de los 2 m de altura de poda y también por sobre los 6 m, aunque en este último caso con un número de muestras más importante que en el anterior.

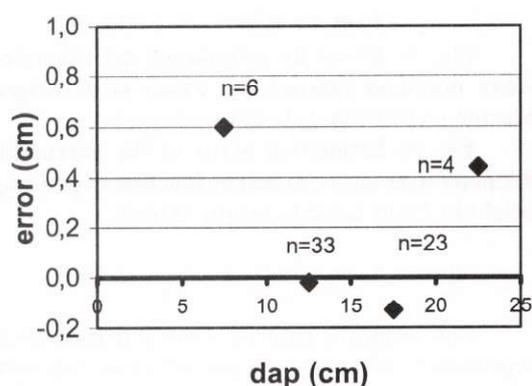


Fig. 3: Error de estimación del diámetro máximo sobre muñón *Pinus taeda* L. origen Marion en función del dap

Fig. 3: Estimation error of the maximum diameter over stubs as function of D.B.H. in *Pinus taeda* L. origin Marion

Entre los 2 y los 6 m de altura de poda, que se correspondió con parte de la información generada donde se ejecutó un primer realce de poda, como también con un segundo y tercer realce, demostró un buen comportamiento (Fig. 5)

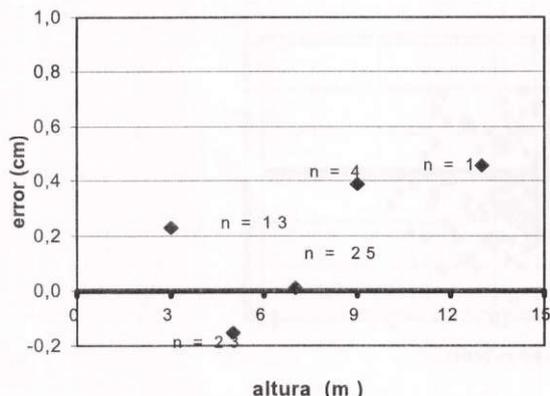


Fig. 4: Error de estimación del diámetro máximo sobre muñones en *Pinus taeda* L. origen Marion en función de la altura total.

Fig. 4: Estimation error of the maximum diameter over stubs as function of total height in *Pinus taeda* L. origin Marion

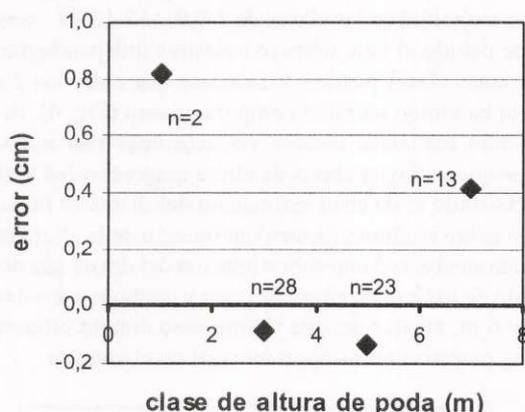


Fig. 5: Error de estimación del diámetro sobre muñones (dmsm) en *Pinus taeda* origen Marion en función de la altura de poda

Fig. 5: Estimation error of the maximum diameter over stubs (mdos) as function of pruning height in *Pinus taeda* L. origin Marion

Altura de ocurrencia del dmsm (hdmsm)

Con la misma base de datos empleada en la construcción del modelo de predicción del diámetro sobre muñones (dmsm) se procedió analizar la relación existente entre la altura de ocurrencia de este y variables del árbol.

Como resultado del análisis se determinó en el presente caso que, para la primer poda el diámetro máximo sobre muñones (dmsm) se producía en casi

la totalidad de los casos por debajo de 1,30 m, aunque no se encontró asociación con ninguna variable. En la Tabla 5 se presenta la altura promedio de ocurrencia del mismo, como también del desvío estándar y los máximos y mínimos observados.

En las podas subsiguientes fue posible determinar que la altura de ocurrencia del diámetro máximo sobre muñones (hdmsm) se encuentra fuertemente asociada con la altura que se alcanzó en la poda previa; puede considerarse que la reducción de la masa foliar tuvo como efecto un engrosamiento de las ramas de los verticilos próximos a la base de la copa, siendo el más afectado, en la mayoría de los casos, el más próximo al suelo (LARSON, 1965).

En Tabla 6 se pueden observar los coeficientes de la misma, donde la constante indica que el dmsm se ubicó a aproximadamente 18 cm de la base de la copa, lo que evidencia que en términos generales este se produjo en el primer verticilo. En la Figura 6 se observa la representación gráfica de esta relación

Tabla 5: Altura de ocurrencia del diámetro máximo sobre muñones (hdmsm) en la primer realce poda de *Pinus taeda* L. Marion

Table 5: Height of maximum diameter over stubs (hmdos) in the first pruning lift of *Pinus taeda* L. Marion

	hdmsm poda 1(m)
prom	0,48
mín	0,10
máx	1,07
desv. est.	0,23

Tabla 6: Coeficientes y estadísticos de la relación entre altura de ocurrencia del diámetro máximo sobre muñones (hdmsm) y la base de la copa verde previo a la poda (bcvpp), a partir del segundo realce de poda en *Pinus taeda* origen Marion

Table 6: Coefficients and statistics of the relationship between height of maximum diameter over stubs and crown base before pruning for second an higher pruning lift of *Pinus taeda* L. Marion

Parámetro	Coefficientes
constante	0,178
bcvpp	0,993
R2	97,272

hdmsm observada (m)

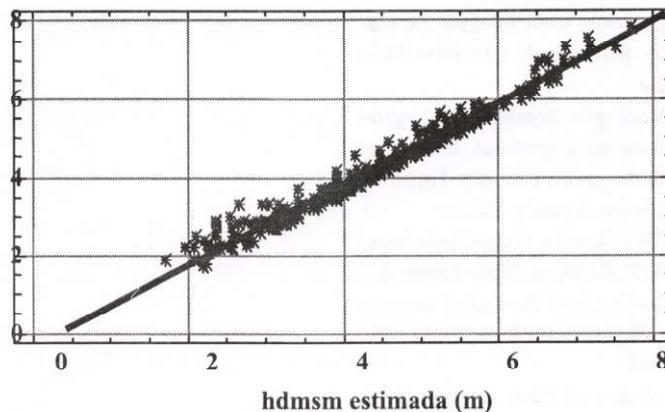


Fig. 6: Altura de ocurrencia, partir del segundo realce de poda, estimada y observada, del diámetro máximo sobre muñones (hdmsm) en ejemplares de *Pinus taeda* L. origen Marion en Iguazú.

Fig. 6: Estimated and observed height of maximum diameter over stubs (hdmsm) after second pruning lift in *Pinus taeda* L. origen Marion in Iguazú

CONCLUSIONES

El diámetro máximo sobre muñones de ejemplares de *Pinus taeda* L. origen Marion, sometidos a diversos tratamientos de poda y raleo, pudo ser predicho, para las condiciones del ensayo evaluado, en virtud a que su variación pudo ser explicada por variables predictoras como el dap y DADOS, expresando esta última fundamentalmente la conicidad del fuste.

Mediante el desarrollo y empleo de modelos de nivel regional, de características similares al ajustado en este estudio, es factible programar la ejecución de esquemas de podas que mantengan el diámetro máximo sobre muñones de similares dimensiones en los sucesivos realces mediante el empleo de variables de fácil acceso. Evitando de esa forma la presencia de cilindros con defectos agregados, a fin de maximizar el rendimiento en madera libre de nudos.

La coincidencia de la altura de ocurrencia del diámetro máximo sobre muñones con la altura de la base de la copa verde previo a la poda o de los primeros verticilos podados en el realce considerando, sería atribuible a la concentración de auxinas promovida por la poda.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de los Ing. Ftale. D. Allegranza, A. Friedl, N. Parh, A. Lupi, J. Bernio y de los técnicos J. Segovia y C. Valiente en la ejecución de las mediciones, aportes y sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

FASSOLA H. E. 1992. Regimenes silvícolas con producción de madera libre de nudos en *Pinus*

elliottii Engelm en la zona central de la Prov. de Corrientes. Primer informe de avance : El control del diámetro sobre muñón en 15 cm con tratamientos silvícolas directos. Fac. de Cs. Ftale. UNaM. Ivyraretá 3:28-62.

FASSOLA H. E. y Gelid de Ruibal M.. 1997. Diámetro máximo sobre muñones al momento de la primer poda en árboles dominantes de *Pinus taeda* L. del Depto. Iguazú, Misiones. INTA EEA Montecarlo, Informe Técnico 19: 1-7.

FASSOLA H. E., Fahler J., Ferrere P., Allegranza D. y Bernio J..1999a. Determinación del cilindro con defectos en rollizos podados de *Pinus taeda* L. y su relación con el rendimiento en madera libre de nudos. Proyecto de investigación aplicada 20/96. Informe Final. EEA Montecarlo.11pp.

FASSOLA H. E., Rodriguez A. F., Allegranza D., Hernández P. A., Ferrere P., Durán M. y Reboratti H..1999b. Resultados iniciales de tratamientos silvícolas directos en *Pinus taeda* L. origen Marion, en el NE de Corrientes. INTA EEA Montecarlo, Informe Técnico 22:1-9. Argentina

KNOWLES R.L.. 1970. Occlusion defect in pruned *Pinus radiata* logs. In : Forest Research Institute Symposium nº 12 : Pruning and thinning practice 2: 145-146. New Zealand Forest Service.

KNOWLES R.L., West G. G. y Koehler A. R.. 1987. Predicting diameter-over-stubs in pruned stands of radiata pine. Forest Research Institute Bulletin 12:1-25. New Zealand.

LARSON P. 1965. Stem form of young *Larix* influenced by wind and pruning. Forest Science. Vol. II nº 4:412-433.

MENESES M. y Velazco J. 1990. Crecimiento

- diametral de ramas en árboles podados. En : Determinación de relaciones básicas en árboles de *Pinus radiata* D. Don para el desarrollo de un modelo simulador de poda. UACH- Fac. de Cs. Ftiles. Serie Técnica. Informe de Convenio 183: 28-46. Valdivia, Chile.
- PAPADAKIS J. 1974. Ecología, Posibilidades agropecuarias de las provincias argentinas. Enc. Arg. de Agric. y Jardinería. Segunda Edición. Tomo II, fascículo 3:3-7. Ed. Acme Agency. Bs As.
- 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.. 1985. Recovery of clear lengths from pruned *Pinus radiata* sawlogs. NZJFS 15 (2): 207-222.
- OLIVARES P. B. y Meneses Mario V.. 1985. Diseño de un simulador de poda. En : *Pinus radiata* investigación en Chile, II:76-85. Univ. Austral de Chile.
- SUTTON W.R.J. y Crowe J. B. 1975. Selective pruning of radiata pine. New Zealand Journal of Forestry Science 5(2):171-195
- TURNER P. y 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.