

## Efecto de dos diseños silvopastoriles sobre el desarrollo de ramas en *Pinus ponderosa*. Dougl. ex. Laws.

Diez, J.P.<sup>1</sup>; Caballé G.<sup>1</sup>

### Resumen

El componente arbóreo en sistemas silvopastoriles puede generar fuertes efectos negativos sobre el componente forrajero. Aplicando podas y fuertes raleos o separando físicamente el componente arbóreo y forrajero mediante la implementación de un diseño en fajas se pueden controlar los efectos negativos. Sin embargo, la condición de crecimiento libre en que se encuentran los árboles una vez efectuado los raleos puede presentar efectos negativos sobre su calidad de madera. El objetivo del presente trabajo fue evaluar como evolucionaron las ramas remanentes a la poda en dos diseños de sistema silvopastoril: diseño en fajas y árboles uniformemente distribuidos. La experiencia se llevó a cabo en el norte neuquino, en una plantación de *Pinus ponderosa* con una densidad inicial de 1100 pl/ha. En el año 2008 fue raleada llevando la densidad a 400 árb ha<sup>-1</sup> (30% cobertura arbórea). Se conformaron tres réplicas (1,5 a 2 ha) con diseño en fajas y distribución uniforme de los árboles. En el año 2009 se podaron todos los árboles hasta la mitad de la copa viva. En 2014 se midieron diez árboles en las siguientes condiciones de crecimiento: libre (árboles uniformemente distribuidos), borde e interior de faja (testigo). Se midió: DAP, diámetro basal de ramas de los tres verticilos inferiores y se tomaron muestras de la rama mayor en el verticilo inferior para analizar crecimiento. Los resultados muestran que el incremento medio anual (IMA) de anillos de ramas en el periodo 2009-2014 es mayor en el diseño uniforme, hay un mayor desarrollo de área basal en los primeros 2 verticilos como así también del número de ramas. Por lo tanto, en un sistema silvopastoril con una distribución uniforme se sugiere realizar sucesivas podas en un lapso menor a los 5 años para evitar daños tecnológicos en la madera causado por ramas grandes y la proliferación de brotes epicórmicos.

**Palabras Clave:** Poda, raleo, calidad de madera.

## Effect of two silvopastoral designs on the development of branches in *Pinus ponderosa*. Dougl. ex. Laws.

### Abstract

The high tree canopy cover in silvopastoral systems can generate strong negative effects on forage component. Applying pruning and thinning or by implementing a shelterbelts design can be controlled the negative effects. However, the condition of free growing of the trees after carrying out the thinning may have negative effects on their wood quality. The aim of this study was to evaluate the evolution of remnant branches after pruning in two silvopastoral system designs: shelterbelts design and homogeneously distributed trees. The experiment was conducted in the northern Neuquén, in a *Pinus ponderosa* plantation with an initial density of 1100 trees ha<sup>-1</sup>. In 2008 was thinned leading final density at 400 trees ha<sup>-1</sup> and 30% of canopy cover. Three replicates (1.5 to 2 ha) of shelterbelts and homogeneously design was conformed. In 2009 all the trees were pruned to half of the live crown. In 2014 were measured ten trees of the following growing condition: free (homogeneously distributed trees), edge and inner shelterbelts. In each tree were performed the following measurements: DBH, basal diameter of branches of the three lower whorls and the samples of branch at the lower whorl were taken to analyse growth. The results show that the mean annual increment (MAI) in the period 2009-2014 was higher in the branches of the free growing trees. At the same time, there was an increase of the basal area and the number of branches in the two lower whorls of these trees. Therefore, in silvopastoral system with homogeneously distributed trees it is suggested applying successive pruning in period of time less than 5 years to avoid technological damage to the timber caused by large branches and epicormics shoots proliferation.

**Key words:** Pruning, thinning and wood quality

<sup>1</sup>EEA Bariloche, Modesta Victoria 4450, C.P.: 8400, CC 277. San Carlos de Bariloche, Argentina, correo electrónico: diez.juan@inta.gob.ar

## Introducción

La viabilidad biológica de los sistemas silvopastoriles depende del correcto manejo de las interacciones (positivas y negativas) que se producen entre sus componentes. El componente arbóreo, por efecto del sombreado y la competencia por agua y nutrientes puede generar fuertes efectos negativos sobre el componente forrajero (Rao et al. 1998). El control de estos efectos negativos se puede viabilizar mediante un estricto manejo de la cobertura arbórea o separando físicamente en el terreno el componente arbóreo y forrajero mediante la implementación de un diseño en fajas.

En sistemas silvopastoriles con pino ponderosa en el NO de Patagonia el nivel de cobertura arbórea, cuando los árboles se distribuyen uniformemente, se debe mantener próximo al 50% evitando que predominen los efectos negativos sobre las especies del pastizal natural (Caballé 2013). Mediante la aplicación de fuertes raleos y un manejo intenso de las po-

das es posible alcanzar y mantener el mencionado nivel de cobertura. Sin embargo, la condición de crecimiento libre en que se encuentran los árboles una vez efectuado el raleo y por un periodo que puede alcanzar 5-10 años dependiendo de la calidad de sitio, puede presentar efectos negativos sobre su calidad de madera. Maclaren (1993) encuentra en pino radiata que al disminuir la densidad, aumenta el tamaño de ramas y consecuentemente el tamaño de los nudos. Para mantener el nivel de competencia entre los árboles y evitar el crecimiento desmedido de las ramas se recomienda distribuir en fajas el componente arbóreo. Esta última opción, no se ha implementado hasta el momento en sistemas silvopastoriles del NO de Patagonia. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar como evolucionaron las ramas remanentes a la poda en respuesta dos diseños de sistemas silvopastoriles, con distribución en fajas y uniforme de los árboles.

## Materiales y Métodos

El trabajo se llevó a cabo en el Campo Forestal Mallín Verde, Las Ovejas, Neuquén (S 36° 56' 24" O 70° 48' 00"). El rodal en donde se realizó la experiencia fue plantado en el año 1998 a una densidad inicial de 1100 árb ha<sup>-1</sup>. En el año 2008 se realizaron tres réplicas de 1,5 a 2ha con dos tratamientos de raleo, uno con distanciamiento uniforme de los árboles remanentes y el segundo con un arreglo de fajas de 5 hileras continuas dejando un distanciamiento de 15 metros hasta la faja siguientes. En ambos casos, la densidad final pos-raleo fue de 400 árb ha<sup>-1</sup>. Al año siguiente, se realizó en todos los árboles el primer levante de poda hasta la mitad de la copa viva.

En abril de 2014 se realizaron mediciones de diámetro a la altura del pecho (DAP, 1,3 m) utilizando forcípula forestal y se cuantificó y midió el diámetro de las ramas en la inserción al fuste (medidos con calibre digital) de los 3 verticilos de la base de la copa viva en 10 árboles al azar en condición de crecimiento libre del tratamiento de raleo uniforme, en 10 árboles del borde de las fajas y en 10 árboles de las filas internas de las fajas que fueron considerados como testigo sin ralear. Además, en todos los árboles se extrajo la rama de mayor diá-

metro presente en el verticilo más cercano al suelo. Las muestras de ramas fueron pulidas y se midió el ancho de los anillos de crecimiento con el software Windendro (Guay et al. 1992). Se analizó el crecimiento previo y posterior al raleo y la poda utilizando la medida del ancho del anillo correspondiente. También fue analizado el número de ramas por verticilo y su área basal asociada, para determinar diferencias entre tratamientos. Los datos fueron analizados con la opción ANOVA de una vía usando como covariable el DAP mediante el programa Infostat (Di Rienzo et al, 2008)

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta X_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad \text{con } i=1, \dots, a; j=1, \dots, n$$

donde  $\mu$  corresponde a la media general,  $\tau_i$  el efecto del  $i$ -ésimo tratamiento;  $\beta$  es el parámetro desconocido que representa las tasa de cambio en  $Y$  frente al cambio unitario de  $X$ ;  $X_{ij}$  es la variable regresora o covariable y  $\varepsilon_{ij}$  es el error aleatorio asociado con la unidad experimental. Cuando hubo diferencias significativas entre tratamientos se realizó un test de LSD Fisher para evidenciar las mismas.

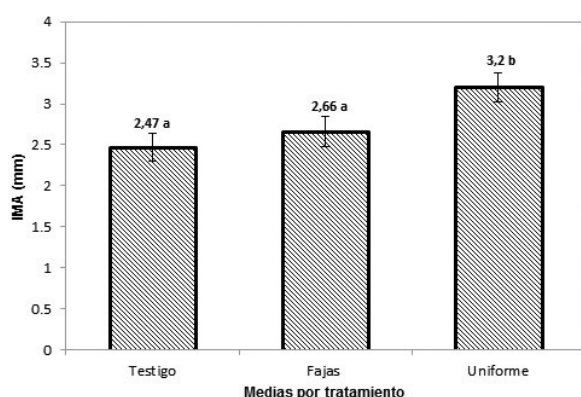
## Resultados y discusión

Como punto de partida de este trabajo, se analizó el crecimiento de las ramas hasta el año en que se hizo el raleo (2008) para determinar si se partía de una población homogénea. De dicho análisis se desprende que no hay diferencias significativas ( $p=0,2289$ ) en el crecimiento acumulado de las ramas al momento del raleo, lo que marca que se parte de una población con tamaño de ramas similares.

El incremento medio anual de las ramas entre el año 2009 y 2014, fue significativamente mayor en individuos en situación de crecimiento libre del tratamiento de raleo uniforme. El crecimiento de las ramas del borde de las fajas

y las testigo no presentaron diferencias entre ellas. Adicionalmente, del análisis se deduce que el tamaño de los árboles no influyó de forma significativa ( $p=0,3326$ ) en el crecimiento de las ramas.

Cuando se analizó el área basal total de las ramas del primer verticilo (más cercano al suelo) se observaron diferencias altamente significativas ( $p=0,0010$ ) siendo menor en los árboles del borde e interior de las fajas respecto a los árboles de crecimiento libre del tratamiento de raleo uniforme. Las ramas del segundo verticilo, mostraron un patrón similar al primer verticilo, siendo altamente significa-



**Figura 1.** Incremento Medio Anual (IMA, mm) Anillos 2009-2014. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

tivas ( $p=0,0081$ ) las diferencias entre los tratamientos. En el tercer verticilo las ramas de los distintos tratamientos no muestran diferencias ( $p=0,1596$ ) en cuanto al área basal de ramas, o sea que el efecto encontrado en los verticilos anteriores, se diluye hacia arriba en los verticilos remanentes. En lo referente al número de ramas, los tratamientos mostraron ser distintos estadísticamente ( $p=0,0402$ ) diferenciándose el número de ramas de los árboles con crecimiento libre respecto a los árboles del borde e interior de las fajas. Las diferencias se evidencian también en el segundo verticilo ( $p=0,0495$ ) pero solo hay distinción del tratamiento uniforme, contrastado con el interno de la faja. Ya en el tercer verticilo, no se observan diferencias ( $p=0,8359$ ).

No se encontraron diferencias significativas en ninguno de los tres verticilos estudiados cuando se evaluó el área basal media por rama ( $p=0,0561$ ;  $0,4453$  y  $0,3009$ ). Por lo

tanto, en las diferencias encontradas en el área basal total de ramas en el verticilo inferior sería explicada por el mayor número de ramas y mayor incremento ocurrido en los árboles de crecimiento libre. Por lo tanto, el mayor número de ramas presente por verticilo en el tratamiento de distribución uniforme repercute negativamente sobre la calidad tecnológica de la madera ya que aumenta el número de nudos e inclusive algunos son de tamaño mayor.

Se piensa que las ramas epicórmicas en estos verticilos, estarían representadas en un mayor número lo que haría que disminuyera el tamaño promedio de la rama, debido a que las mismas son de diámetro menor. La mayor cantidad de ramas en el primer verticilo en el tratamiento uniforme se puede explicar por una entrada más homogénea de luz que promueve el brote de yemas epicórmicas en toda la circunferencia del árbol.

Según Hevia (2012) en estudios realizados en *P. radiata*, se observa que esta especie produce mayor cantidad de brotes epicórmicos cuanto más severa es la operación de poda, y los mismos proliferan en la zona de mayor exposición a la luz. Coincidiendo, Barrio et al. (2009) y Maclaren (1993) proponen que los cambios de las condiciones en las forestaciones producto de tratamientos silvícolas (podas severas y raleos), sumado a la mortalidad natural, plagas o daño mecánico producirían que llemas inhibidas desarrollen produciendo brotes epicórmicos.

Millar Ortiz (2003) haciendo referencia a Rodríguez (1986), expone que el ancho de anillos de las ramas reacciona positivamente (aumenta) frente a la operación de raleo, como así también la copa. Por el contrario Gyenge et al. (2009) no encontraron aumento de diámetro en ramas remanentes a un ensayo de poda a distintas alturas y edades en rodales con baja densidad de plantación en *P. ponderosa*.

**Tabla 1.** Área basal total de ramas y N° de ramas.

Tratamientos	Área Basal Total de Ramas (cm <sup>2</sup> )			N° Ramas		
	V 1	V 2	V 3	V 1	V 2	V 3
Testigo	89,73 a	92,78 a	82,65 a	4,99 a	5,69 a	6,29 a
Fajas	121,78 a	109,97 a	103,70 a	5,36 a	6,05 a b	6,58 a
Uniforme	157,77 b	138,72 b	98,96 a	6,75 b	7,46 b	6,33 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Conclusiones

En el caso de manejar un sistema silvopastoril con *P. ponderosa* teniendo una distribución uniforme de los individuos se sugiere realizar intervenciones de poda en lapsos menores a

los 5 años, para tratar de evitar el crecimiento desmedido de ramas y la proliferación de brotes epicórmicos.

## Agradecimientos

Jorge Bozzi, Oscar Muñoz, Ann-Sophie Sergent, Mariana Weigandt, Santiago Varela.

## Bibliografía

- Barrio M, F Castedo, J Majada, A Hevia 2009. Manual básico de la poda y formación de los árboles forestales. Madrid, España. Editorial Mundi-Prensa. 255 p. ISBN: 978-84-8476286-7.
- Caballé, G., 2013. Efecto interactivo de la defoliación del estrato herbáceo y la cobertura del estrato arbóreo sobre el crecimiento del estrato herbáceo en sistemas silvopastoriles. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, 216 pp.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Guay R, Gagnon R, Morin H (1992) A new automatic and interactive tree-ring measurement system based on a line scan camera. *For Chron* 68:138–141
- Gyenge, J. E.; Fernández, M.E.; Schlichter, T.M. (2009) Effect of pruning on branch production and water relations in widely spaced ponderosa pines. *Agroforest Syst* (2009) 77:223–235. DOI 10.1007/s10457-008-9183-9
- Hevia, A. 2012 Influencia de la poda en el desarrollo de masas de *Pinus radiata* D. Don y *Pinus pinaster* Aiton en Asturias. Tesis doctoral. UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA. ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGROFORESTAL
- Maclaren, J. P. 1993. *Radiata pine grower's Manual*. FRI Bulletin No184. Rotorua New Zealand Forest Research Institute. 139 p.
- Millar Ortíz, J.A. 2003. Análisis del crecimiento diametral de ramas de *Pinus radiata* D. Don en distintos sitios, entre las regiones VII y IX. Trabajo de Titulación presentado como parte de los requisitos para optar al Título de Ingeniero Forestal. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia 2003.
- Rao, M.R., Nair, P.K.R., Ong, C.K. 1998. Biophysical interaction in tropical agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 38: 3-50.
- Rodríguez, C. 1986. Prácticas silvícolas en plantaciones de *Pinus radiata*. Valdivia. Seminario SILV 315. Escuela de Graduados. Universidad Austral de Chile. Magíster en Ciencias. 26p.