

# La poda en una plantación de *Pinus elliottii*

## *The pruning in a plantation of Pinus elliottii*

D. Schoelzke<sup>1</sup>

Recibido en octubre de 1998, aceptado en mayo del 2003.

### RESUMEN

En una plantación de *Pinus elliottii* de 5 años de edad (1989) fue instalado un ensayo de poda con 8 tratamientos. Estos se distinguen por el año del comienzo de la poda (1989, 1990 y 1991) y por la altura de la poda (2 m, 4 m y 6 m). En una variante los árboles solo han sido podados, en la otra variante los árboles podados han sido liberados a través de un raleo de los 4 vecinos directos.

Los resultados, obtenidos después de 7 años de observación, muestran que los distintos tratamientos de la poda no han tenido ninguna influencia en el crecimiento en altura. En el incremento del diámetro y del área basal aparecen diferencias en los tratamientos, pero estas diferencias no han podido ser aseguradas estadísticamente. Esto significa que los árboles podados han crecido igual que los árboles testigos. De esta manera el tratamiento que ha comenzado en el primer año con la poda a 4 m es el tratamiento a recomendar, porque ya a partir del primer año se produce madera libre de nudos hasta esta altura.

En cuanto a las variantes sin y con raleo, se han encontrado diferencias altamente aseguradas estadísticamente. En diámetro los árboles podados en la variante con raleo tienen un 30 % más de incremento que los árboles en la variante sin raleo. Esta ventaja también se manifiesta en cuanto al incremento del área basal donde se obtiene un 96 % más en la variante con raleo.

Se concluye que la poda siempre tiene que estar acompañada por un raleo para obtener un mejor crecimiento

**Palabras Clave:** poda, poda y raleo, crecimiento, *Pinus elliottii*

### ABSTRACT

A trial of pruning, working with 8 different treatments, was installed in a plantation of *Pinus elliottii* at the age of 5 (1989). The treatments vary with the beginning of the pruning (1989, 1990 and 1991) and with the height (2 m, 4 m, and 6 m). In one part of the trial the trees only were pruned, in the other part the pruned trees were freed from their 4 direct neighbours by thinning.

The results, received after 7 years of observation, show that the different treatments did not have any influence at height growth. In the increment of the diameter and the basal area seem to appear differences in the treatments, but these differences could not have been assured statistically. This means, that the pruned trees have shown the same growth as the control trees. In this manner, the treatment which began in the first year with pruning up to 4 m is the treatment to be recommended, because already from the first year on wood without branches is produced up to this height.

Concerning the parts without and with thinning, statistically highly assured differences were found. The pruned trees in the part with thinning show some 30 % more increment of the diameter than the trees in the part without thinning. This advantage manifests itself as well in the increment of the basal area where we obtain some 96 % more than in the part without thinning.

From this result one can take the conclusion that pruning always has to be accompanied by thinning to obtain a better growth rate.

**Key words:** pruning, pruning and thinning, growth, *Pinus elliottii*.

<sup>1</sup> Waldbau Institut – Freiburg Universitat. Alemania

## 1. INTRODUCCIÓN

Hasta ahora la mayoría de las plantaciones con especies exóticas en la Argentina han servido para la producción de madera para chips, papel o celulosa. Estas aplicaciones requieren de madera de baja calidad por lo que no es necesario el raleo ni la poda de los rodales.

Con la disminución en el suministro de madera de grandes diámetros y alto valor de las selvas tropicales y subtropicales (Anonymus, 1980) se puede prever que también en la Argentina la producción de madera valiosa va a ganar en importancia.

En todos los sectores donde se usa la madera en forma aserrada, el valor de la misma se define sobre todo por diámetro, contenido de nudos y sanidad (Stratmann, 1975). Loeffler (1966) reconoce en el contenido de nudos la deficiencia más grande de la madera. Uno de los principales parámetros para determinar calidad de madera es la presencia de nudos. Se evalúa la calidad de la madera aserrada en Alemania a través de la cantidad, el diámetro y la característica de los nudos (nudo sano, nudo negro y nudo suelto). En madera con nudos la estabilidad estática y dinámica está definitivamente reducida (Knigge y Schulz, 1966).

A través de la poda se puede mejorar bastante la homogeneidad de la madera. Materia prima homogénea incrementa el valor del producto (Ollmann, 1980). Si el objetivo es la producción de madera de alto valor, la poda resulta imprescindible (Mitscherlich y v. Gadow, 1968).

La poda es una de las actividades más importantes para aumentar el valor de la producción forestal. No hay otra práctica que tenga como meta la homogeneización de la madera, ya sea a través del mejoramiento genético, las técnicas de la plantación, fertilización o a través de medidas técnicas como en la producción de chips o fibras, que pueda aumentar el valor de la madera tanto como la poda (Knigge y Olischlaeger, 1970).

En Alemania se ha intentado en el pasado conseguir madera sin nudos a través de la aplicación de espaciamientos pequeños especialmente en pino, plantándose hasta 30.000 plantas por hectárea. De todas formas no se garantiza la producción de madera sin nudos (Meyer, 1972). Actualmente se planta en Alemania alrededor de 8.000 plantas por hectárea. Trabajando con cantidades de plantas mucho menores en las plantaciones de pino en la Argentina, se necesita la poda para la producción de madera de alto valor.

El objetivo del trabajo es implementar ensayos de poda a fin de definir el momento adecuado de su comienzo así como la altura conveniente en plantaciones de *Pinus elliottii*.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

Las plantaciones de *Pinus elliottii* se encuentran en propiedades de la empresa Papel Misionero S.A.I.F.C. en Colonia Flora, cerca de la ciudad Jardín América, Provincia de Misiones. El ensayo fue instalado en 1989 en una plantación de 5 años. La plantación fue hecha con un distanciamiento de 1,9 por 2,7 m del cual resultaron 1.949 árboles por hectárea. Los árboles tenían en el comienzo del ensayo un promedio del DAP de 13,8 cm y un promedio de altura de 7,30 m.

En el ensayo se trabaja en una variante **sin**, en la otra **con** raleo. En la variante sin raleo se ha marcado una parcela con límites fijos, dentro de los cuales los árboles para el ensayo fueron elegidos tomando en cuenta el vigor y la calidad del fuste. En la variante con raleo la parcela no tiene límites fijos, las filas se extienden hasta encontrar suficientes árboles vigorosos. De este modo resulta un promedio del DAP en la variante sin raleo de 13,4 cm y en la variante con raleo de 14,2 cm. Estadísticamente esta diferencia no ha podido ser asegurada. En la variante con raleo se ha extraído los 4 vecinos directos de los árboles elegidos.

La variante sin raleo tiene dos filas de bordura y una fila sin tocar entre las filas con tratamiento. La variante con raleo tiene tres filas de bordura y también tres filas sin tocar entre las filas con tratamiento.

Al iniciar el estudio se trabajó con tres tratamientos, aumentando en los dos años siguientes a ocho tratamientos. En 1989 los tratamientos realizados fueron: sin poda (testigo), poda a 2 m y a 4 m. En las filas con tratamiento se ha elegido tres árboles por cada tratamiento. En la primera fila con tratamiento se comenzó con la elección de los tres testigos, luego siguió la elección de los tres árboles con poda a 2 m y posteriormente los tres árboles con poda a 4 m. En la segunda fila se comenzó con los tres árboles con poda a 2 m, siguiendo los con poda a 4 m y los testigos, y en la tercera fila se comenzó con los tres árboles con poda a 4 m, siguiendo los testigos y los con poda a 2 m, obteniendo una distribución de los árboles con tratamiento al azar.

En el año 1990 los primeros árboles de cada tratamiento han quedado sin poda, los dos siguientes han recibido un tratamiento. En el caso de los testigos fueron podados a 2 m, en el caso de la poda a 2 m han sido podados a 4 m y en el caso de la poda a 4 m han sido podados a 6 m. En el año 1991 los dos primeros árboles de cada tratamiento han quedado sin tocar, el último árbol de cada tratamiento fue podado. En el caso de los testigos a 4 m, en el caso de la poda a 2 m el último árbol fue podado a 6 m. En el caso de la poda a 4 m ha sido previsto la poda del último árbol a 8 m. Esta poda no se ha realizado, así que este tratamiento quedó afuera del ensayo. Los tratamientos se resumen en la tabla 1.

**Tabla 1.** Tratamientos en el ensayo de poda

<b>1989</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>tratamiento</b>
Sin poda	Sin poda	Sin poda	0 - 0 - 0
Sin poda	Poda a 2 m	Sin poda	0 - 2 - 0
Sin poda	Poda a 2 m	Poda a 4 m	0 - 2 - 4
Poda a 2 m	Sin poda	Sin poda	2 - 0 - 0
Poda a 2 m	Poda a 4 m	Sin poda	2 - 4 - 0
Poda a 2 m	Poda a 4 m	Poda a 6 m	2 - 4 - 6
Poda a 4 m	Sin poda	Sin poda	4 - 0 - 0
Poda a 4 m	Poda a 6 m	Sin poda	4 - 6 - 0

Las figuras 1 y 2 muestran partes de las variantes sin y con raleo. A partir del año 1991 queda en cada fila un árbol por tratamiento. Como se ha trabajado con 10 filas, cada tratamiento está representado por diez árboles. De esta manera se puede ver cada árbol como parcela propia y se obtiene 10 repeticiones.

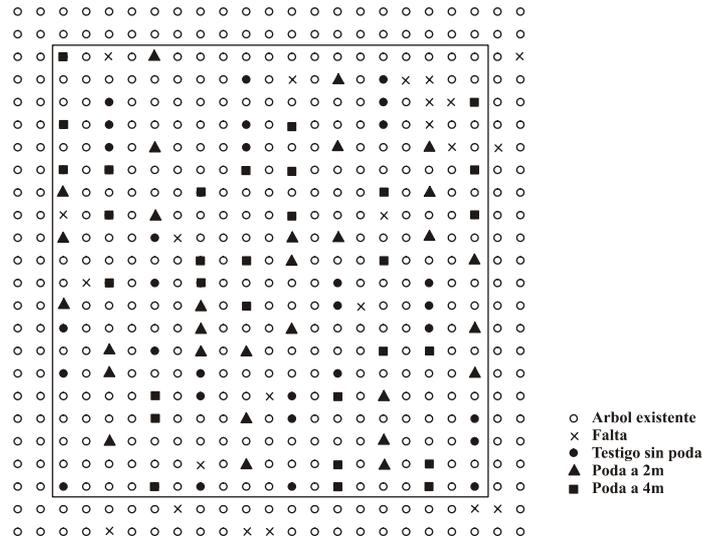


Figura 1. parte de la variante sin raleo

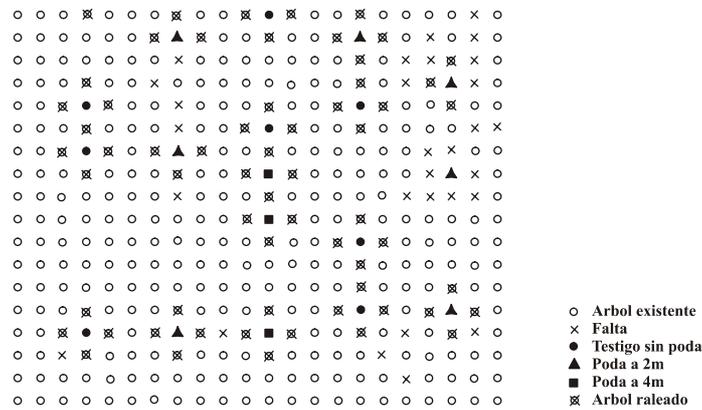


Figura 2. parte de la variante con raleo

En los años 1989, 1990, 1991, 1992 y 1996 los DAP y las alturas de todos los árboles elegidos fueron medidos.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Reducción de la copa verde

Con la aplicación de la poda se ha reducido la copa verde de los árboles que en el comienzo del ensayo alcanzaba hasta el suelo a un cierto porcentaje de la altura de los árboles. La tabla 2 muestra el porcentaje de la copa restante para los distintos tratamientos

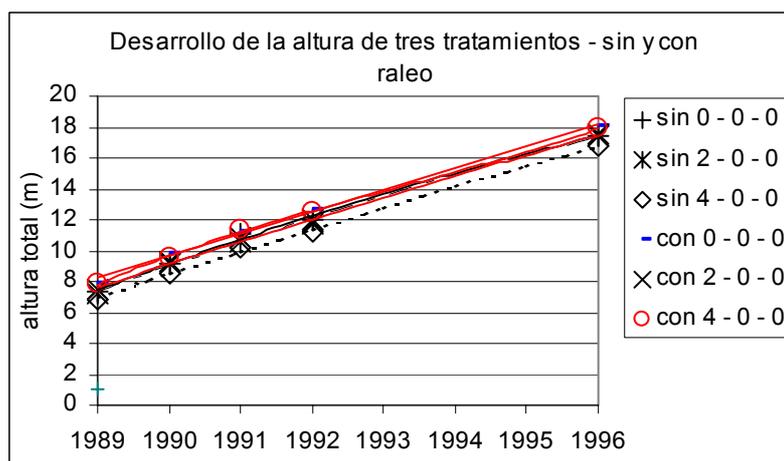
**Tabla 2.** La copa restante en % de la altura de los árboles en dependencia de los tratamientos

Tratamiento	Altura de los árboles		Altura de la poda	Copa en % de la altura	
	Sin raleo	con raleo		sin raleo	con raleo
2-0-0	7,28	7,49	2,00	72,5	73,3
4-0-0	6,86	7,81	4,00	41,7	48,8
0-2-0	9,19	9,08	2,00	78,2	78,0
0-2-4	9,20	9,18	2,00	78,3	78,2
	10,83	10,83	4,00	63,1	61,5
2-4-0	7,62	7,54	2,00	73,8	73,5
	9,47	9,50	4,00	57,8	57,9
2-4-6	7,27	7,62	2,00	72,5	73,8
	9,10	9,83	4,00	56,0	59,3
	10,75	11,25	6,00	44,2	46,7
4-6-0	6,90	7,75	4,00	42,0	48,4
	8,70	9,55	6,00	31,0	37,2

La copa verde fue reducida en cuatro tratamientos a menos de un 50 % de la altura de los árboles: en el tratamiento 4-0-0, en el tratamiento 2-4-6 con la poda a 6 m y en el tratamiento 4-6-0 con la poda a 4 m y a 6 m. Como la copa verde alcanzaba hasta el suelo, esto significa, que la copa verde ha sido reducida hasta los valores indicados en la tabla 2.

### 3.2 Crecimiento de la altura

El desarrollo del crecimiento de la altura no está influido ni por la poda y tampoco por el raleo, como se puede ver en figura 3, donde se expresan los valores correspondientes para los tratamientos 0-0-0, 2-0-0 y 4-0-0 sin y con raleo. Como en los años 1993, 1994 y 1995 no se ha podido medir, se trabaja en las figuras 3, 4 y 5 con líneas de tendencia para conectar los valores de la medición 1992 con las de la medición del año 1996.

**Figura 3.** Crecimiento en altura de tres tratamientos sin y con raleo

En el año 1989 los árboles tienen una altura entre 7 y 8 m. Al terminar el ensayo en el año 1996 la altura queda entre 17 y 18 m, es decir, durante 7 años los árboles han crecido 10 m. El crecimiento de la altura desarrolla más o menos paralelamente, ni la poda, ni el raleo tienen influencia. Similar comportamiento manifiestan los demás tratamientos.

### 3.3 Desarrollo del DAP

Las figuras 4 y 5 muestran el desarrollo del DAP para los distintos tratamientos sin y con raleo respectivamente.

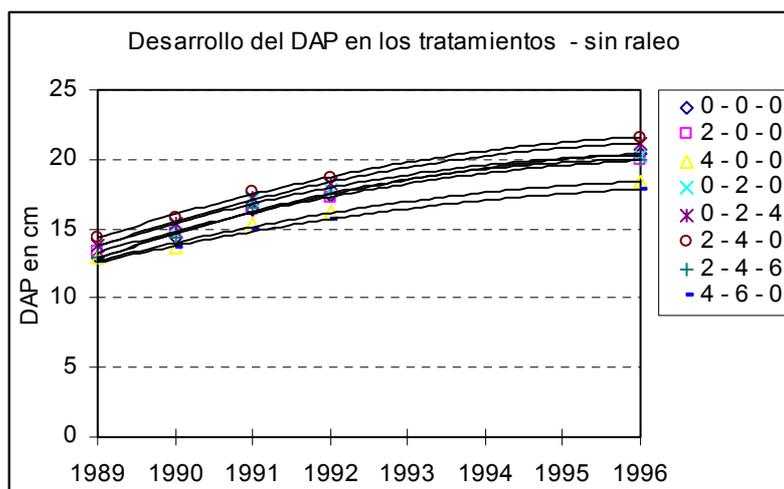


Figura 4. Evolución del DAP en los tratamientos – sin raleo

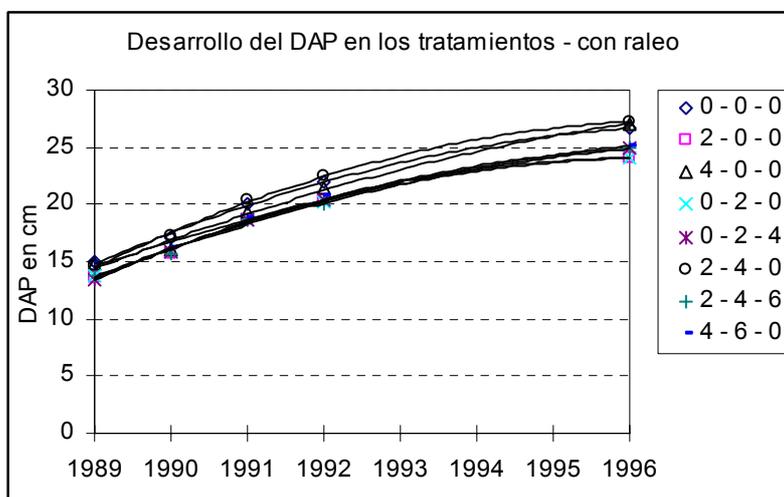


Figura 5. Evolución del DAP en los tratamientos – con raleo

En la variante sin raleo los árboles tienen en el año 1989 diámetros entre 12,7 y 14,9 cm y llegan en el año 1996 a diámetros entre 17,9 y 21,6 cm, sin que las diferencias entre los distintos tratamientos puedan ser aseguradas estadísticamente.

En la variante con raleo el diámetro de los árboles en el año 1989 varía entre 13,5 y 14,9 cm. En el año 1996 los diámetros se encuentran entre 24,0 y 27,2 cm. Tampoco en esta variante se puede asegurar estadísticamente las diferencias entre tratamientos.

Esto significa que el desarrollo del DAP no ha sido influido por los distintos tratamientos, incluido los testigos, si bien se observa una tendencia en la variante sin raleo de tal manera que los tratamientos 4-0-0 y 4-6-0 quedan un poco atrás de los demás tratamientos.

Donde sí hay una diferencia asegurada estadísticamente (al nivel de 0,1 %), es entre las variantes sin y con raleo. Este se muestra claramente en la figura 6 donde se ve el incremento del DAP entre los años 1989 y 1996 en los distintos tratamientos

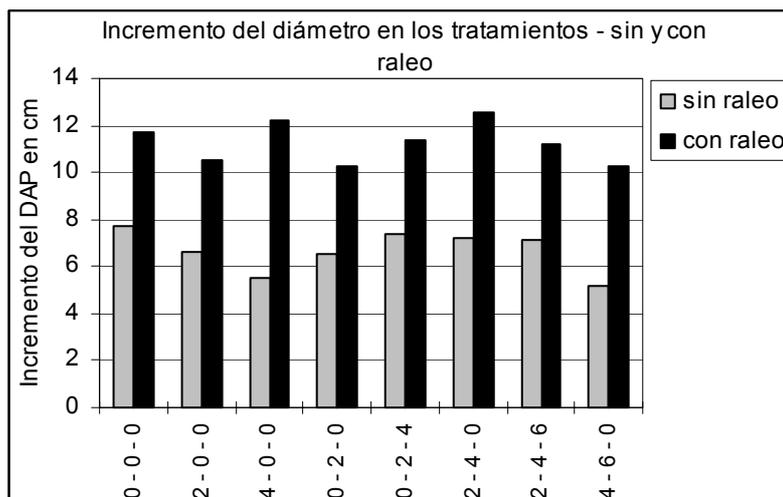


Figura 6. Incremento del DAP 1989 – 1996 en los tratamientos, sin o con raleo

Mientras las diferencias en los distintos tratamientos en las variantes respectivas no pueden ser aseguradas estadísticamente, se destaca claramente la diferencia entre las dos variantes. Como promedio en la variante sin raleo el DAP ha aumentado por 6,6 cm en 7 años, mientras en la variante con raleo el aumento fue de 11,3 cm. Es decir, en la variante con raleo el incremento del DAP durante 7 años supera lo de la variante sin raleo por casi 5 cm.

Para nivelar la diferencia en el DAP que había en el comienzo del ensayo (13,4 cm en la variante sin y 14,2 cm en la variante con raleo), se ha calculado el incremento del DAP en % del valor inicial. La tabla 3 muestra el incremento en % en los distintos tratamientos de las dos variantes y las diferencias en que han crecido mejor los árboles de la variante con raleo.

Tabla 3 Incremento del DAP en % del diámetro inicial 1989 – 1996

tratamiento	sin raleo	con raleo	diferencia
0-0-0	56,9	78,6	21,7
2-0-0	49,3	77,2	27,9
4-0-0	42,8	82,8	40,0
0-2-0	46,8	75,2	28,4
0-2-4	53,3	84,5	31,2
2-4-0	49,8	86,1	36,3
2-4-6	54,6	81,3	26,7
4-6-0	40,9	68,9	28,0
<b>Promedio</b>	<b>49,3</b>	<b>79,3</b>	<b>30,0</b>

En la variante con raleo los árboles han aumentado su DAP un 30 % más que en la variante sin raleo. De nuevo las diferencias entre los distintos tratamientos en las variantes respectivas no han podido ser aseguradas estadísticamente. La Figura 7 ilustra los valores de la Tabla 3.

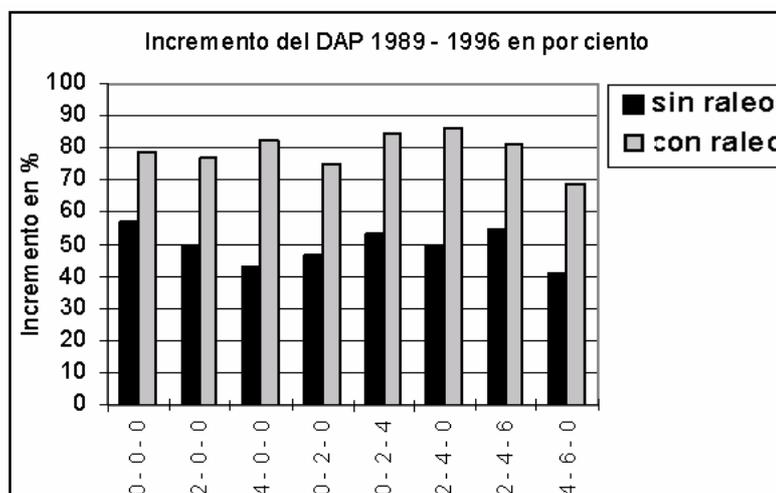


Figura 7. Incremento del DAP en % 1989 – 1996

### 3.5 Desarrollo del incremento del área basal

Similar comportamiento al incremento del DAP se manifiesta en el incremento del área basal. Dentro de cada variante no hay diferencias estadísticamente aseguradas entre los tratamientos. Pero sí hay diferencias altamente aseguradas (al nivel de 0,1 %) entre la variante sin y con raleo. La figura 8 muestra el incremento del área basal en los tratamientos entre 1989 y 1996 sin y con raleo.

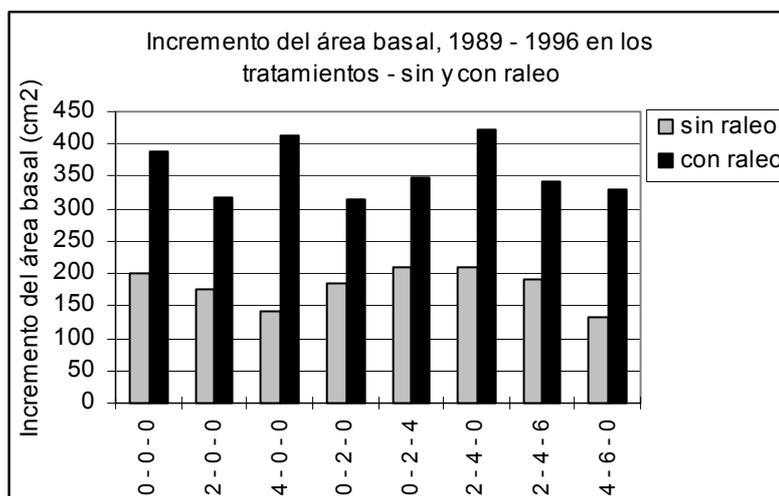


Figura 8: Incremento del área basal 1989 – 1996 en los tratamientos – sin y con raleo

En la variante sin raleo el incremento del área basal tiene un promedio de 180,5 cm<sup>2</sup>, mientras en la variante con raleo este valor es de 359,2 cm<sup>2</sup>.

En la Tabla 4 se calcula el incremento del área basal en % del valor inicial.

**Tabla 4:** Incremento del área basal 1989 – 1996 en %

<b>tratamiento</b>	<b>sin raleo</b>	<b>con raleo</b>	<b>Diferencia</b>
0 – 0 – 0	148,5	219,0	70,5
2 – 0 – 0	122,7	216,5	93,8
4 – 0 – 0	106,2	237,9	131,7
0 – 2 – 0	120,8	206,3	85,5
0 – 2 – 4	137,1	237,5	100,4
2 – 4 – 0	125,0	246,3	121,3
2 – 4 – 6	144,6	228,9	84,3
4 – 6 – 0	102,8	187,8	85,0
<b>Promedio</b>	<b>125,96</b>	<b>222,53</b>	<b>96,57</b>

Esto significa que con el raleo aplicado el incremento del área basal ha aumentado casi un 100 % más que en la variante sin raleo. Idéntica conclusión se expresa para el volumen (magnitud calculada con el área basal, la altura y el coeficiente mórfico). Aplicando el raleo se puede obtener en siete años un 100 % más de volumen para cada árbol favorecido.

## 4. DISCUSIÓN

### 4.1 Reacción del crecimiento

Los tratamientos de poda investigados en este ensayo no tienen influencia ninguna en el crecimiento de altura, diámetro y área basal. Si bien la tendencia parece ser, que con una reducción de la copa verde a menos que un 50 % de la altura del árbol, que en el caso dado significa a la vez una reducción de la copa verde por más que un 50 %, el crecimiento del diámetro y del área basal sufren daños, esto no ha podido ser asegurado estadísticamente. Sobre todo en la variante sin raleo parece que en los tratamientos 4 – 0 – 0, 2 – 4 – 6 y 4 – 6 – 0 donde la copa verde fue reducida aproximadamente en un 60 %, en el último casi un 70 %, el crecimiento ha disminuido. Pero como no hay un aseguramiento estadístico, podemos ver a la disminución únicamente como tendencia. También en la variante con raleo aparece esta tendencia, menos en el tratamiento 4 – 0 – 0, donde recibimos uno de los resultados mejores del ensayo.

Con los resultados obtenidos tenemos algunas diferencias en cuanto a ensayos internacionales que han sido evaluados por Mitscherlich y v. Gadow (1968): ensayos de poda en *Pinus silvestris* en Noruega muestran pérdidas en el incremento del diámetro y de la altura si se saca más que un 28 % de la copa verde, a valores inferiores se manifiesta un aumento leve en el incremento. Se explica este fenómeno con el hecho que las ramas más bajas y todavía verdes de un árbol consumen más de lo que producen.

Resultados similares se han encontrado en Finlandia, donde solo la reducción de la copa verde por un 20 % no presenta pérdidas en el incremento. La reducción de la copa verde en valores entre 50 y 80 % trae como consecuencia pérdidas inmensas en el incremento.

Un ensayo de poda en Estados Unidos en *Pinus strobus* mostró a partir de una reducción de la copa verde por un 30 % pérdidas en el incremento. A valores de extracción mayores del 55 % de la copa verde, 8 de 17 árboles se han muerto.

Otros ensayos en Estados Unidos llegan a los mismos resultados. Fueron investigadas las especies: *Pinus ponderosa*, *Pinus resinosa* y *Pinus elliotii*. En un ensayo con *Pinus resinosa* la copa verde fue reducida por un 70 % con la consecuencia que todos los árboles han perdido su rango social y una tercera parte se ha muerto.

Como conclusión de todas estas investigaciones los autores recomiendan no sacar más de la copa verde que un 20 – 25 %. Una reducción de la copa verde por más que un 50 % significa pérdidas graves en el incremento de las cuales los árboles no se pueden recuperar en los años siguientes. Si se saca más que un 70 % de la copa verde, se tiene que contar con la muerte de los árboles.

El ensayo aquí presentado no muestra pérdidas ni en el incremento del diámetro, ni en el incremento del área basal y tampoco en el incremento de la altura con reducciones de la copa verde entre un 12 y casi un 70 %.

Klaedtke y Yue (1997) en un ensayo de poda en *Picea abies* en Alemania no encuentran influencia de la poda en el crecimiento de la altura. En este ensayo la reducción de la copa verde ha sido entre un 20 y 68 %. Con el aumento de la intervención a la copa verde el incremento del diámetro fue reducido. Pero esta reacción duró menos que un año si la copa verde fue reducida hasta un 25 % y desapareció después de tres años si la reducción fue de arriba de un 45 %. La reducción más grande del incremento se encontró en árboles que no han sido liberados de los competidores. Por eso los autores recomiendan aplicar un raleo si la intervención a la copa verde es de un 50 % o más.

La tendencia en el ensayo presentado es similar. En las intervenciones más fuertes a la copa verde se ha notado una reducción en el incremento del diámetro, si bien esta reducción no ha podido ser asegurada estadísticamente. Pero solo en la variante sin raleo los árboles no se han recuperado de esta pérdida. En la variante con raleo los árboles se han recuperado ya después de un año.

En cuanto al raleo se ha mostrado claramente que es imprescindible la aplicación de un raleo si se efectúa una poda para que los árboles podados puedan crecer sin competidores. Es válido para los tratamientos de poda aplicados, también si la intervención a la copa verde ha sido menor que un 50 %.

## 4.2 Cantidad de árboles para podar

Del ensayo aquí presentado no sale la cantidad adecuada de árboles para podar por hectárea. Esta cuestión se investiga en otro ensayo que todavía no está terminado. Wargenau (1965) informa de Nueva Zelanda que en rodales de *Pinus radiata*, plantados con 2.225 plantas por hectárea, fueron podados 1.000 árboles hasta la altura de 3 m con una edad de 6 años. En una edad entre 8 y 10 años se han podado 370 árboles hasta 6 m de altura y en una edad entre 13 y 15 años 250 árboles por hectárea fueron podados hasta 11 m de altura. El turno ha sido de 40 años.

Las recomendaciones de las administraciones forestales de los estados federales en Alemania en cuanto a la cantidad de árboles para podar varían para *Pinus silvestris* entre 200 y 400 por hectárea; Con la cifra mayor se supone, que ya en los últimos raleos se puede sacar una cierta cantidad de madera valiosa.

## 4.3 Comienzo y altura de la poda

El diámetro de los árboles al comienzo de la poda depende del diámetro deseado en el tiempo de la cosecha. En Alemania se trabaja desde hace mucho con una relación mínima entre el diámetro del núcleo nudoso y el grosor de la madera sin nudos de 1:2. Si por ejemplo el árbol en el tiempo de la poda tiene un diámetro de 15 cm, tiene que llegar a un diámetro de 45 cm en el tiempo de la cosecha para tener 15 cm de madera sin nudos en ambos lados. Si el grosor de la madera sin nudos es más grande, mejor todavía.

En Alemania las administraciones forestales recomiendan el comienzo de la poda con diámetros entre 10 y 15 cm, siendo los casos más frecuentes entre 10 y 12 cm.

En cuanto a la altura de la poda se ha mostrado que para las condiciones en Europa Central es recomendable no podar a una altura mayor a 6 m. Para eso hay dos razones: hasta 6 m se puede podar con sierras con palo desde el suelo. Para alturas más grandes se necesita escaleras o máquinas, lo que encarece bastante la poda. Por el otro lado un 66 % del valor de un tronco se encuentra en los primeros 6 m (Speidel, 1967), así que una poda a alturas más grandes aumentaría muy poco el valor del tronco. Schulz (1977) habla de un ennoblecimiento de los costeros si se poda a alturas arriba de 6 m con los turnos usuales en Europa Central.

Las administraciones forestales en Alemania recomiendan para *Pinus silvestris* una altura de poda entre 6 y 8 m, estando la mayoría en 6 m.

En el ensayo aquí presentado se ha comenzado con la poda con diámetros entre 13 y 14 cm. Eso significa que los árboles tienen que llegar por lo menos a diámetros de 45 cm en el tiempo de la cosecha.

En cuanto a la altura se ve que la poda a 4 m en el primer año en la variante con raleo ha tenido un resultado muy bueno. Si bien no hay una diferencia con otros tratamientos estadísticamente, con la poda a 4 m en el primer año ya ganamos un año más de la producción de madera sin nudos hasta esta altura.

#### 4.4 Beneficio económico de la poda

El beneficio económico de la poda depende de los costos de la misma y de la diferencia en los precios para la madera podada y no podada. Es difícil conseguir cifras para la Argentina porque un mercado para madera sin nudos recién está estableciéndose.

En Alemania se ha obtenido excedente de ingresos en el caso de *Picea abies* entre un 100 y un 600 % para madera libre de nudos (Schoelzke, 1982). Si salimos de la base que en el caso de *Pinus silvestris* madera sin nudos hace aumentar el rango de calidad por un grado solo, ya se puede obtener excedente de ingresos de un 40 %, según precios en el estado federal de Baden-Wuerttemberg (Alemania).

Wargenau (1965) informa de excedente de ingresos después de una poda en *Pinus radiata* entre un 15 y un 20 %, puesto que el árbol después de la última poda puede poner 9 cm de madera sin nudos en ambos lados.

Ritter (1997) encuentra para un rodal de *Picea abies* un excedente de ingresos de DM 409,00 por metro cúbico cosechado. El calcula con 200 árboles en la corta final, todos podados y totalmente liberados de los competidores con que fue reducido el grado de la cobertura a 0,6. Si se calcula con troncos de 5,5 m de largo y con un diámetro de 45 cm en la mitad del tronco se recibe 196 metros cúbicos de madera sin nudos. El precio de la madera no podada está en DM 200,00 y de la madera libre de nudos en DM 750,00 por metro cúbico. Por la reducción del grado de la cobertura a 0,6 Ritter calcula una producción menor en volumen de 230 metros cúbicos y en valor de DM 27.700,00. Esta pérdida se enfrenta con el excedente de ingresos que se obtiene a través de la poda. Este se calcula como sigue:

$$ME = PF - \frac{DL}{MF} - PN$$

Donde:

ME = excedente de ingresos por metro cúbico de madera sin nudos

PF = precio de la madera sin nudos

DL = falta de ingresos por la reducción del grado de la cobertura

MF = volumen de la madera sin nudos

PN = precio de la madera sin poda

En el ejemplo dado el calculo es:

$$ME = 750 - \frac{27.700}{196} - 200 = 409,00$$

Tomando en cuenta esta cifra define como “costos de oportunidad”, el importe de DM 341,00 (750,00 – 409,00) por metro cubico cosechado. Pero todavía quedan DM 409,00 como excedente de ingresos. Ritter manifiesta que con “costos de oportunidad” tan altos se puede dejar de lado los costos de la poda.

## 5. CONCLUSIONES

Las primeras tres conclusiones surgen de las referencias bibliográficas:

- Para la producción de madera de pino de alto valor la poda es imprescindible. Para la poda se elige los árboles más vigorosos y de buena calidad.
- El comienzo de la poda se debería efectuar cuando los árboles tengan un diámetro entre 10 y 15 cm, siempre tomando en cuenta la relación mínima entre el diámetro del núcleo nudoso y el grosor de la madera libre de nudos de 1:2.
- En cuanto a la altura se recomienda la poda hasta 6 m. Hasta esta altura se puede trabajar del suelo con una sierra con palo y no se necesita ni escaleras ni máquinas. Aparte de eso se encuentra un 66 % del valor de un árbol en los primeros 6 m del tronco.
- Del ensayo aquí presentado se puede constatar, que en el comienzo ya se puede podar a 4 m sin sufrir pérdidas en el incremento. Si bien los otros tratamientos tampoco sufren pérdidas estadísticamente aseguradas, con la poda a 4 m en el comienzo se gana un año en la producción de la madera sin nudos hasta esta altura.
- Sería recomendable comenzar ya un año antes (con 4 años de edad) con la poda de todos los árboles en el rodal a 2 m. Este tratamiento no ha sido investigado, pero se supone que una poda así hace el rodal más accesible y facilita la selección de los árboles más vigorosos y de buena calidad.
- Como aparece una tendencia que en los tratamientos 2 – 4 – 6 y 4 – 6 – 0, donde se ha sacado más que un 50 % de la copa verde, el incremento ha disminuido, no se recomiendan estos tratamientos para evitar algún riesgo.
- Según el desarrollo del crecimiento en altura sería recomendable, podar los árboles a 4 m cuando alcancen una altura entre 7 y 8 m, esperar un año y podar en el tercer año a 6m.

## REFERENCIAS

- Anonymus, 1980: Schwierige Situation auf dem afrikanischen Tropenholzmarkt (Situación difícil en el mercado africano de la madera de los trópicos) Holz-Zbl. 106, 751, 754
- Bayerisches Staatsministerium fuer Ernaehrung, Landwirtschaft und Forsten, 1980: Richtlinien fuer die Wertaestung im Bayerischen Staatswald (Normas para la poda de valor en los bosques estatales de Baviera)
- Forstliche Versuchs - und Forschungsanstalt Baden-Wuerttemberg, 1991: Wertaestung von Nadelbaeumen (Poda de valor en coníferas), Merkblatt No. 20
- Hessische Landesforstverwaltung, 1991: Richtlinien fuer die Aestung (Normas para la poda), Merkblatt No. 3
- Klaedtker, J. y Yue, C. 1997: Wachstumsreaktionen bei Fichte nach Gruenaestung (Reacción del crecimiento en *Picea abies* después de intervenciones a la copa verde), AFZ/Der Wald, 3, 145 – 148
- Knigge, W. y Schulz, H. 1966: Grundriss der Forstbenutzung (Compendio del aprovechamiento forestal) Parey, Hamburg y Berlin
- Knigge, W. y Olischlaeger, K. 1970: Moeglichkeiten der Gruenaestung der Fichte (Posibilidades de la intervencion a la copa verde en *Picea abies*), Holz-Zbl. 193, 1497 – 1500
- Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalen, 1978: Wertholzerzeugung durch Aestung von Nadelbaumbestaenden (Producción de madera de alto valor a través de la poda en rodales de coníferas), Informationen fuer den Waldbesitzer No. 5
- Landesforstverwaltung Rheinland-Pfalz, 1989: Zur Wertaestung von Nadelbaumbestaenden (De la poda de valor en rodales de coníferas), Merkblatt No. 1
- Loeffler, H.D. 1966: Einfluesse auf den Wert des Rohholzes, untersucht an 19 Beispielen des Saegerundholzes der Weisstanne (Influencias sobre el valor de la madera, investigado en 19 ejemplos de la madera aserrada de *Abies alba*), Tesis de habilitación – Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas de la Universidad de Freiburg
- Meyer, R. 1972: Die einzige Alternative –Aestung in Nadelholzbestaenden (La única alternativa – poda en rodales de coníferas), Forstarchiv 43, 132 – 135
- Mitscherlich, G. y v. Gadow, K. 1968: Ueber den Zuwachsverlust bei der Aestung von Nadelbaeumen (De la pérdida en el incremento podando coníferas), Allgem. Forst- u. Jgd.-Ztg. 139, 175 – 184
- Ollmann, H. 1980: Kuenftige Entwicklung von Hozverbrauch und Holzversorgung (Desarrollo futuro del uso y del suministro de madera) Forstarchiv 51, 1 – 5
- Ritter, H. 1997: Vom “Wert” der Wertaestung (Del “valor” de la poda de valor), AFZ/Der Wald
- Schoelzke, D. 1982: Die Aestung von Fichtenbestaenden in der Bundesrepublik Deutschland (La poda de rodales de *Picea abies* en la República Federal de Alemania), Der Forst- und Holzwirt 37, 307 – 314
- Schulz, H. 1977: Unsere Enkel und ihr Wertholz (Nuestros nietos y su madera de alto valor), Holz-Zbl. 103, 741 – 743
- Speidel, G. 1967: Forstliche Betriebswirtschaftslehre (Teoría de la organización y régimen de las empresas forestales), Parey, Hamburg y Berlin
- Stratmann, J. 1975: Bestandesbehandlungsprogramme fuer Kiefernbestaende der Lueneburger Heide (Programas de tratamiento para rodales de *Pinus silvestris* en el brezal de Lueneburg), Tesis del doctorado – Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Goettingen
- Wargenau, H. 1965: Die Aestung von Koniferen in Neuseeland (La poda de coníferas en Nueva Zelanda), Forstarchiv 36, 241 - 243

