

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE UN ENSAYO DE PODA EN *Pinus taeda* L. EN
RIVERA**

Etapas 1. Crecimiento e incremento a la edad de 6 años

por

Claudio Ariel RODRIGUEZ FERNANDEZ

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2007**

Tesis aprobada por:

Director: _____

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Fecha: _____

Autor: _____

Claudio Ariel Rodríguez Fernández

AGRADECIMIENTOS

Los agradecimientos van dirigidos a las personas que directa o indirectamente me brindaron su apoyo y comprensión. Al Ing. Agr. Juan Cabris de León, por estar presente ante mis dudas y consultas varias, las horas de trabajo dedicadas y por el interés demostrado en el tema. Al Ing. Agr. Juan Pedro Posse por la información compartida y su atención durante el trabajo de campo. Para la Ing. Agr. Estela Priore por su ayuda con los temas estadísticos, y su buena disposición para las consultas. Para la bachiller Magdalena Vizcarra por su ayuda durante el trabajo de campo. Para el técnico Forestal Sergio Gonzalez, por su colaboración y consejos. Y un agradecimiento muy especial a mis padres, Anahí Fernández y Fernando Rodríguez, y mi hermano, Marcelo Rodríguez, por todo su apoyo, no sólo durante esta etapa, sino en todo el transcurso de mi formación. Gracias a ellos hoy puedo estar en la etapa final de mi carrera, Ingeniero Agrónomo Forestal.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	II
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	3
2.1. PODA EN PLANTACIONES DE <i>PINUS TAEDA</i>	3
2.2. ENSAYOS EN PODA DE <i>PINUS TAEDA</i>	3
2.3. ANTECEDENTES NACIONALES DE PODA EN <i>PINUS TAEDA</i>	6
2.4. EFECTOS DE LA PODA SOBRE CRECIMIENTO E INCREMENTO ...	6
2.4.1 <u>Diámetro a la altura del pecho (<i>dap</i>)</u>	7
2.4.2 <u>Altura total (<i>Ht</i>)</u>	8
2.4.3 <u>Altura de poda (<i>HFG</i>)</u>	9
2.4.4 <u>Diámetro máximo sobre muñon (<i>DMSM</i>)</u>	9
2.4.5 <u>Volumen individual (<i>Vt</i>)</u>	10
3 <u>MATERIALES Y METODOS</u>	11
4 <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	22
4.1 DIAMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (<i>DAP</i>)	22
4.2 INCREMENTO MEDIO ANUAL EN AREA BASAL (<i>IMA AB</i>)	25
4.3 ALTURA TOTAL (<i>HT</i>)	27
4.4 INCREMENTO MEDIO ANUAL EN ALTURA TOTAL (<i>IMA HT</i>)	30

4.5	ALTURA DE PODA (<i>HFG</i>).....	32
4.6	DIAMETRO DE LA PRIMER RAMA VERDE (<i>DDFG</i> ó <i>DDRV</i>)	34
4.7	DIAMETRO MÁXIMO SOBRE MUÑÓN (<i>DMSM</i>).....	36
5	<u>CONCLUSIONES</u>	38
6	<u>RESUMEN</u>	40
7	<u>SUMMARY</u>	41
8	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	42
9	<u>ANEXOS</u>	45

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Figura No.	Página
1. Estación La Toca, plantación 2000. Rivera Norte	11
2. Tratamiento 1; poda de 70 % de la <i>Ht.</i>	13
3. Tratamiento 2, poda de 60% de la <i>Ht.</i>	14
4. Tratamiento 3; poda de 50 % de la <i>Ht.</i>	15
5. Tratamiento 4; poda de 40 % de la <i>Ht.</i>	16
6. Medición de diámetro a la altura del pecho (<i>dap</i>) con cinta diamétrica.....	17
7. Medición de altura total (<i>Ht</i>) con la pértiga.	18
8. Medición de altura de poda (<i>HFG</i>) con la pértiga.	19
9. Representación de las parcelas efectivas.....	20
Gráfico No.	
1. Diámetro a la altura del pecho (<i>dap</i>) en cuatro fechas de registro, bajo cuatro tratamientos de poda.	23
2. Incremento medio anual en área basal (<i>IMA ab</i>) en tres períodos 2003 a 2006, bajo cuatro tratamientos de poda.....	26
3. Altura total (<i>Ht</i>), en cuatro fechas de registro, bajo cuatro tratamientos de poda.....	28
4. Incremento medio anual en altura total (<i>IMA Ht</i>), en tres períodos 2003 a 2006, bajo cuatro tratamientos de poda.....	31
5. Altura de poda (<i>HFG</i>), en tres fechas de registro, bajo cuatro tratamientos de poda.....	33
6. Diámetro de la primer rama verde (<i>DDRV ó DDFG</i>), en tres fechas de registro, bajo cuatro tratamientos de poda.....	35

7. Diámetro máximo sobre muñón (<i>DMSM</i>), en dos fechas de registro, bajo cuatro tratamientos de poda.....	37
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla No.

1. Descripción de bloques, parcelas y tratamientos	12
2. Diámetro a la altura del pecho (<i>dap</i>), comparación Tukey entre los diferentes tratamientos, período 2003-2006.	22
3. Incremento medio en área basal, comparación Tukey para los diferentes tratamientos, periodo 2003-2006.....	25
4. Altura total, comparación Tukey para los diferentes tratamientos, período 2003-2006.....	27
5. Incremento medio anual en altura total, comparación Tukey para los diferentes tratamientos, periodo 2003-2006	30
6. Altura de poda, comparación Tukey para los diferentes tratamientos, período 2003-2005	32
7. Diámetro de la primer rama verde; comparación Tukey para los diferentes tratamientos, período 2003-2005.....	34
8. Diámetro máximo sobre muñón, comparación Tukey para los diferentes tratamientos, período 2004-2005.....	36

1. INTRODUCCION

Uruguay posee a la actualidad alrededor de 120 000 ha de *Pinus taeda*. Aproximadamente 105000 ha se encuentran en los Departamentos de Tacuarembó y Rivera en el Norte del país (URUGUAY.MGAP. DGF, 2004).

En especies forestales de rápido crecimiento, cultivadas con fines industriales para obtener madera de alta calidad y valor, para aserrío o debobinado, el tratamiento esencial en el sistema silvícola es la poda. La poda, definida aquí como la extracción, en sucesivas operaciones, de ramas laterales desde la base del árbol hasta determinada altura (refaldado), tiene como propósitos adelantarse a la muerte y abscisión natural de estas ramas, que son retiradas antes que avance la formación de nudos y otros defectos anatómicos asociados en la madera.

Como resultado de un sistema de podas, se obtiene una alta proporción de madera libre de defectos (*clear*), de mayor valor comercial.

Las podas realizadas en edades tempranas permiten obtener trozas basales con nudos circunscriptos a un cilindro central de diámetro reducido, con una proporción mayor de madera *clear*, lo que resulta en un aumento del valor económico del rodal.

El control de la densidad y la realización de podas son complementarios. Es necesario prestar atención oportuna sobre ambos a la vez para obtener una producción que cuantitativa y cualitativamente optimice la rentabilidad al momento de la cosecha.

Conocer la respuesta de las plantaciones a los tratamientos más comúnmente efectuados y observar la evolución de las variables que caracterizan al rodal sometido a poda, hacen necesario profundizar los estudios acerca de éstos.

Los objetivos de este trabajo son,

a) Evaluar los efectos de cuatro niveles de severidad de poda sobre calidad de la madera

b) Estudiar la relación existente entre la severidad de poda y la respuesta de variables dendrométricas que inciden sobre el crecimiento e incremento en volumen.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 PODA EN PLANTACIONES DE *Pinus taeda*

Existe un dilema productivo y económico para el silvicultor respecto de las opciones de tratamiento silvícola de la masa forestal desde el momento de implantación y durante la conducción de la misma. En un extremo está la maximización de la producción total de madera, la cual se consigue haciendo un uso completo del sitio de implantación (Avery y Burkhart, citados por Costas et al., 2002) , a través del a) tratamiento silvícola de la masa con regímenes de aclareos sucesivos, tales que se interviene cuando los niveles de competencia están al borde de la mortandad de los dominados y b) el mantenimiento de la mayor cantidad de copa viva por individuo posible (Hawley y Smith, citados por Costas et al., 2002).

En otro extremo, la maximización del diámetro promedio de los árboles del rodal y la obtención de trozas basales libres de nudos, a los efectos de obtener madera de valor económico unitario alto a través de a) un tratamiento silvícola de la masa tal que con densidades bajas o intermedias se maximice el espacio disponible para cada árbol, de manera que desarrolle su copa sin competencia con los otros individuos de la misma (Daniel et al., citados por Costas et al., 2002) y b) aplicación de podas sucesivas, de manera que al momento de la corta final se obtengan trozas basales donde las marcas o cicatrices de las ramas estén circunscriptas a un cilindro central pequeño (Fassola, citado por Costas et al., 2002)

El presente estudio se circunscribe al cultivo de trozas libres de nudos y defectos, de mayor valor económico, a través de podas y raleos.

2.2 ENSAYOS EN PODA DE *Pinus taeda*

Stöhr et al. (1987) evaluaron un ensayo instalado en Guarapuava, Parana, Brasil, sobre una plantación de *Pinus taeda* con espaciamiento inicial 2 x 2 m, de edad 5 años, en la cual se podaron todos los árboles hasta una altura de 2.5 m. Se aplicó el primer raleo dos meses después de esta poda. La altura media de los árboles era

9.8 m, el diámetro promedio era de 15,5 cm, y la densidad de 1100 árboles/ha.

Se evaluaron cuatro tratamientos de poda baja, retirando *a)* 0 % de copa viva; *b)* 20 % de copa viva; *c)* 40 % de copa viva y *d)* 60 % de copa viva. Las variables analizadas fueron altura total, altura de la rama verde inferior, altura de poda, porcentaje de copa viva, incremento medio anual en altura, incremento medio anual acumulativo en altura, diámetro a la altura del pecho (*dap*), incremento medio anual en *dap*, incremento medio anual acumulativo en *dap*, incremento medio periódico individual en volumen, porcentaje de incremento en volumen y relación de incremento en volumen.

Fassola et al. (1999) estudiaron las relaciones entre raleos, podas y crecimiento, en un ensayo instalado en junio de 1996 sobre una plantación de *Pinus taeda* L. origen Marion, de 3 años de edad, en la localidad de Santo Tomé, Corrientes, Argentina (56° Longitud Oeste y 28° 20´ Latitud Sur). La plantación tenía un espaciamiento inicial de 3 x 2 m.

El diseño de los tratamientos de raleo fue sistemático (Alder, Huxley, citados por Fassola et al., 1999). La densidad de rodal se controló en forma clinal, retirando 0%, 50 %, 75 % y 87 % de la densidad original (1666; 833; 416 y 208 árboles/ha, respectivamente). Las fajas estaban separadas entre sí por borduras perimetrales.

En forma perpendicular a las fajas de distinta densidad de rodal, se procedió a aplicar tratamientos de poda que combinaban distinta severidad y frecuencia. Los niveles de severidad de poda se aplicaron como porcentaje de remoción de copa verde, a saber 0 %, 30 %, 50 % y 70 %. Para cada severidad de poda se ejecutaron 2, 3 y 4 etapas o levantes con frecuencia anual. De esta forma quedaron configuradas 5 parcelas por tratamiento; dentro de cada una de ellas se seleccionó un árbol, consideradas parcelas de árboles individuales, de acuerdo con criterios de dominancia y forma, sobre las que se efectuó una serie de mediciones (Sutton et al., citados por Fassola et al., 1999).

Las variables estudiadas fueron, Diámetro a la altura del pecho, (*dap*), altura total (*Ht*), Base de la copa verde (*BCV*), Diámetro Máximo Sobre Muñones (*DMSM*), Altura de ocurrencia del *DMSM*

(*HDSM*), Diámetro de la rama más gruesa en sentido horizontal en el verticilo correspondiente al *DMSM*, (*DMR*).

Fassola et al. (2002a) estudiaron un ensayo de raleos y podas, ubicado en el Municipio de Puerto Esperanza (26° Lat S. y 54° 20' Long O.), Departamento Iguazú, provincia de Misiones, Argentina. El rodal había sido podado en dos oportunidades, a los 4 y a los 7 años de edad, hasta 2.4 y 4.1 – 4.4 m, respectivamente. Los raleos fueron ejecutados a los 6, 8 y 11 años de edad, reduciendo la densidad de rodal a 1.066, 485 y 295 árboles/ha. Las variables estudiadas fueron, 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.

Fassola et al. (2002b), presentan resultados sobre el mismo ensayo de Fassola (1999), que estudiaron durante 5 años, con la finalidad de construir modelos que puedan predecir volumen y calidad de productos futuros. Las variables analizadas fueron diámetro a la altura del pecho (*dap*), altura total (*Ht*) y volumen cilíndrométrico ($dap^2 * Ht$).

Costas et al. (2005) estudiaron el material experimental en un rodal de *Pinus taeda* Origen Marion, implantada en 1996 en la localidad de Aruhapé-mí, Dto. Libertador Gral. San Martín, Misiones, Argentina. Las coordenadas geográficas de ubicación del ensayo son 26° 50' 00" de latitud Sur y 54° 32' 30" de longitud Oeste. A los 7 años de edad con 3 niveles de densidad (1000, 700, 400 árboles/ha.) y 12 tratamientos de poda 4 niveles de altura final de poda y 3 niveles de número de levantes de poda conformaron un ensayo factorial con 36 combinaciones, y dos repeticiones para cada una. Se evaluaron los efectos de la densidad, la altura de poda, el número de levantes de poda y la interacción entre la densidad de rodal y las podas sobre la producción.

Las variables evaluadas fueron diámetro a la altura del pecho medio (*dap*), altura media, volumen individual, volumen por unidad de superficie, área basal, diámetro máximo sobre muñón (*DMSM*), coeficiente de forma de Girard (*CFG*), diámetro de ramas en la base de la copa (*DRBC*) y ángulo de inserción de las ramas en la base de la copa (*ARBC*).

2.3 ANTECEDENTES NACIONALES DE PODA EN *Pinus taeda*

El análisis de la bibliografía forestal nacional, entre 1908 y 1982, revela la escasez de información publicada específicamente acerca de raleo y poda en especies forestales (Sayagués Laso, 1995).

Los antecedentes nacionales más relevantes sobre poda en *P. taeda* se encuentran en la tesis de grado de Castellanos y López (1989), los regímenes de poda descritos por van Hoff (2001) y los modelos de producción forestal propuestos por PRAIF (2001).

Castellanos y López (1989) estudiaron la estructura de costos de producción de trozas de Pino (con y sin poda) para aserradero hasta su puesta en fábrica en Uruguay.

En el análisis de sistemas de producción forestal vigentes de PRAIF, a partir de proyectos de forestación presentados desde 1989 ante Dirección Forestal, se identificó un régimen silvícola para *Pinus* cultivado en Tacuarembó y Rivera. En rotación de 20 años, se realizan dos podas, poda baja (0 – 2.5 m) y alta (2.5 – 5.5 m) sobre 850 y 250 árboles/ha, respectivamente. No se indica edad de ejecución de estas podas.

Van Hoff (2001), describe regímenes de poda en Rivera y Tacuarembó para *Pinus taeda* cultivado en rotación de 22 años con densidad inicial 1000 árb. /ha. Las intervenciones se realizan a los 4, 7 y 9 años, hasta alturas de 2.5, 5 y 8 m, aplicadas a 900, 480 y 180 árb. /ha, respectivamente. Los resultados económicos de podas anuales, retirando un verticilo de ramas en cada operación han sido insatisfactorios.

2.4 EFECTOS DE LA PODA SOBRE CRECIMIENTO E INCREMENTO

Banks y Prevôt (1977) analizaron los regímenes silvícolas para la producción de trozas podadas en *Pinus patula*, *P. elliottii* y *P. taeda* en Rhodesia (Zimbabwe). La severidad de poda en términos del grado de reducción de la copa verde, junto con otros factores como especie, espaciamiento inicial y densidad de rodal, determinan qué pérdidas en incremento podrán ocurrir en aras de obtener madera de mayor calidad y valor económico.

Banks y Prevôt (1977) establecieron relaciones entre severidad de poda y variables dendrométricas. Las podas más leves, con extracción de hasta 25% de la copa viva no afectaron el crecimiento. Podas moderadas, en las que se retiraba un 50% de la copa viva, resultaron en la reducción temporaria del incremento en área basal; la pérdida en incremento volumétrico resultó no significativa. En podas severas, en las cuales se extrajo 50 – 75% de la copa viva, se observó reducciones significativas en las tasas de incremento en área basal, altura y volumen.

Costas et al. (2005) consideran razonable podar hasta 50% de la copa viva de los árboles dominantes. Si se realizan podas más intensas, el rendimiento disminuye. Esta reducción en el crecimiento y los costos relativamente más altos de las podas deberían ser compensados por el precio diferencial de la madera a cosechar.

2.4.1 Diámetro a la altura del pecho (*dap*)

Stöhr et al. (1987) no observaron diferencias significativas entre el *dap* medio del tratamiento control sin poda y el tratamiento más severo, la remoción de 60 % de la copa viva a lo largo de un período de observación de 4 años.

Rherenhauser, citado por Stöhr et al. (1987) para *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* en Estados Unidos y Mitscherlich et al., citados por Stöhr et al. (1987) para *Pinus silvestris*, *Picea abies* y *Pseudotsuga menziesii*, también establecieron relaciones inversas entre severidad de poda y crecimiento en *dap*.

Seitz (1995), destaca que los incrementos en diámetro muestran una tendencia parabólica, cuya mayor pendiente se encuentra cuando se realiza la remoción del 0% al 40% de la altura total del árbol; por lo tanto, podas con mayor severidad no representan ganancias importantes en el crecimiento del diámetro

Fassola et al. (1999), observaron que al año de aplicados los tratamientos no se establecieron tendencias bien definidas que relacionaran *dap* medio y severidad de poda. Al finalizar el segundo período de crecimiento, comenzaron a diferenciarse los *dap* medios de los distintos tratamientos. En el tercer período, fue posible determinar

que para una misma densidad de rodal, los *dap* medios disminuyeron marcadamente con el aumento del porcentaje de remoción de copa verde.

Fassola et al. (2002b) concluyeron que el *dap* se vio afectado en diferentes grados por tratamientos de raleo y poda. Con los resultados de este trabajo, se puede ver que podas intensas (70 %) en bajas densidades atentarían contra el objetivo de maximizar el rendimiento en madera libre de nudos en pocos árboles.

Costas et al. (2005), concluyen que los *dap* medios en niveles de menor severidad de poda resultaron ser estadísticamente superiores a los *dap* medios en los tratamientos de mayor severidad.

2.4.2 Altura total (Ht)

La altura total ha sido de gran importancia al prescribir la poda, como indicador del momento adecuado para su aplicación y como referencia para calcular su severidad. En este caso, la altura total media de los tratamientos se estudia como variable dendrométrica que explica una parte del incremento volumétrico.

Los resultados de Stöhr et al. (1987) muestran que el crecimiento en altura no varía significativamente por influencia de la poda. Los árboles podados reaccionan durante el primer año de tratamiento con un pequeño incremento, no encontraron diferencias significativas cuando evaluaron la altura total media de los tratamientos.

Seitz (1995), también coincide en no haber encontrado diferencias significativas cuando evalúa incrementos en altura total de los árboles. En ambos casos cabe aclarar que se trataba de una única intervención de poda.

Fassola et al. (1999), al comparar tratamientos de poda con densidades de rodal similares, observaron cierta tendencia a que la tasa de incremento periódica en altura fuera menor a medida que aumentaba la severidad y el número de etapas de poda con relación a los correspondientes tratamientos sin poda (testigos).

Entre las variables estudiadas por Fassola et al. (2002b), la altura total fue la menos afectada, salvo para tratamientos en los que se retiró más de 50% de la longitud de copa verde. Las alteraciones provocadas por estas podas severas en la evolución de altura total deben ser consideradas al modelar su desarrollo. Puede afirmarse que las mayores causas que afectan la evolución en altura son la severidad y el número de levantes de poda.

2.4.3 Altura de poda (HFG)

Fassola et al. (1999), para la variable altura de poda, expresan que, si bien en la elección de la misma intervienen multiplicidad de factores, como las expectativas de mercado, costos, etc., la remoción de copa verde afecta el crecimiento y por lo tanto, mientras mayor sea la altura de poda, más se prolongará el turno o rotación.

Si se considera que la altura de poda está estrechamente relacionada con la altura total, ya que se remueve un porcentaje de copa verde y por ser la *Ht* una variable escasamente afectada por los diferentes tratamientos, no se observaron grandes diferencias entre las alturas de poda final alcanzadas en tratamientos similares.

2.4.4 Diámetro máximo sobre muñón (DMSM)

Olivares y Meneses (1985), definieron diámetro sobre muñón (*DSM*) como el diámetro del fuste a la altura de un verticilo determinado que ha sido podado, valor que resulta de sumar al diámetro del fuste el engrosamiento producido en la base de las ramas. El diámetro máximo sobre muñón (*DMSM*) surge de la comparación de los *DSM* calculados para la totalidad de los verticilos podados en una oportunidad dada.

Fassola et al. (1999) observaron que con severidad de poda leve, 30 % de extracción de copa viva, el *DMSM* resultante en la segunda etapa de poda fue mayor que el inicial y el obtenido en la tercera poda superior al de la segunda, aunque en menor proporción. El *DMSM* resultante de la cuarta poda fue levemente inferior al obtenido en el tercer levante. En el caso de podas severas, de hasta 70 % de remoción de la copa verde, se observó una tendencia a que

el *DMSM* tuviera dimensiones inferiores a las obtenidas en los tratamientos de menor severidad.

Se atribuyen los menores valores de *DMSM* a la frecuencia y severidad de poda, que afectan variables dendrométricas como diámetros del fuste a diversas alturas, *dap* y *Ht*. (Fassola et al., citados por Fassola et al., 1999).

2.4.5 Volumen individual (V_i)

Stöhr et al. (1987), concluyeron que el volumen individual de árboles de *Pinus taeda* L. se ha visto afectado en distinto grado por la severidad de las podas. Y observaron diferencias significativas en el crecimiento en diámetro y volumen al comparar individuos severamente podados (60% de remoción de copa viva) con aquellos del tratamiento testigo (individuos sin podar), luego de cuatro años de instalado el ensayo.

Fassola et al. (1999) muestran, para cada densidad de rodal incluida en el ensayo, que la tasa de incremento periódico en volumen cilíndrico ($dap^2 * Ht$) de los árboles dominantes disminuyó con la severidad de poda creciente, en términos de remoción de la copa verde y número de levantes.

Costas et al. (2002, 2005), encontraron diferencias significativas entre valores de volumen individual (V_i) debidas al efecto de las podas. Los tratamientos de menor altura final de poda produjeron V_i estadísticamente mayores que los tratamientos de mayor altura de poda.

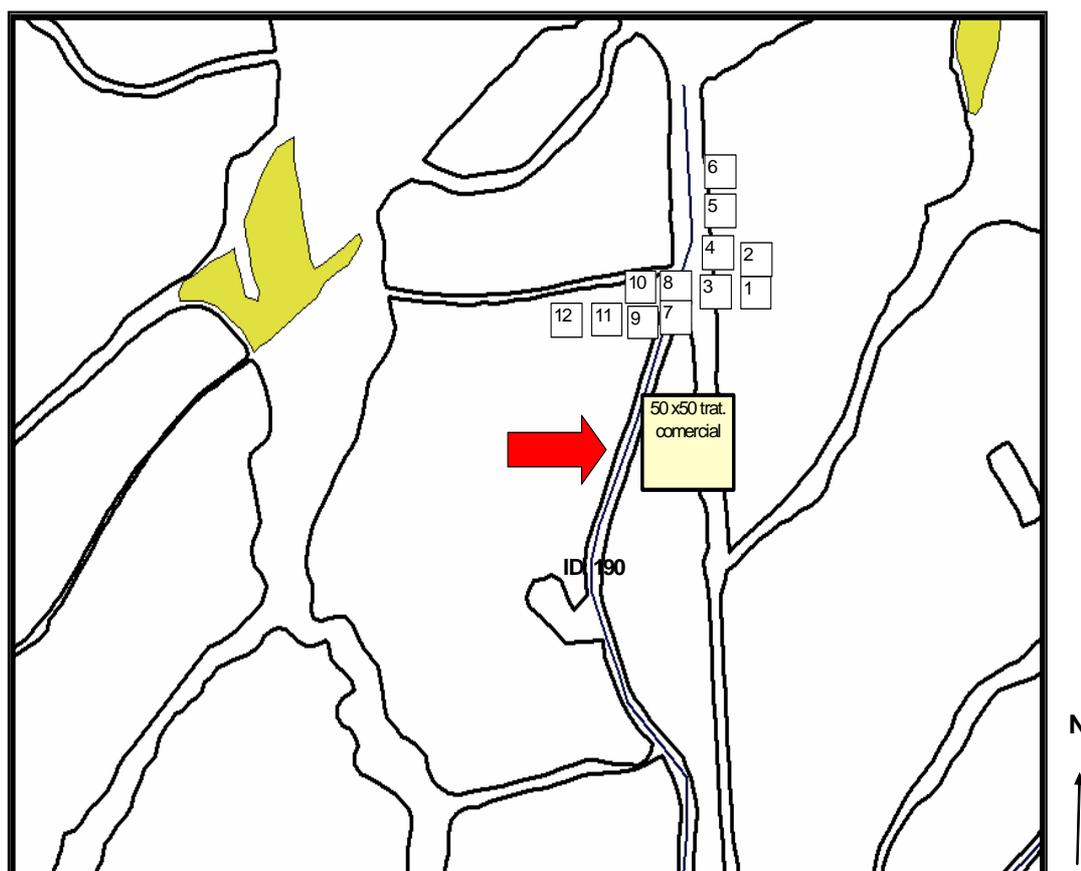
3. MATERIALES Y METODOS

El ensayo se encuentra situado en el establecimiento *La Toca*, Departamento de Rivera (Figura 1), bajo gestión de la empresa COLONVADE S.A., Los Piques S.A.

Las parcelas de *Pinus taeda L.*, se plantaron en abril del año 2000, con una densidad de 1000 árboles/ha., un marco de plantación de 4m. entre filas y 2.5m. entre plantas. Con una superficie total de 3.56 ha. , siendo la semilla proveniente de Estados Unidos y la serie corresponde a Usa/Veg/LP/Hs1.0/L11.

Figura 1. Estación La Toca, plantación 2000. Rivera Norte

Est. "La Toca". Plantacion 2000. Rivera Norte.



El ensayo se instaló en el año 2003, con un diseño experimental que incluye tres bloques completos al azar con cuatro tratamientos (Tabla 1). Estos son, a) Tratamiento 1, longitud de fuste podado 70 % de altura total (Figura 2); b) Tratamiento 2, longitud de fuste podado 60 % de altura total (Figura 3); c) Tratamiento 3, longitud de fuste podado 50 % de altura total (Figura 4) ; d) Tratamiento 4, longitud del fuste podado 40% de la altura total (Figura 5); y un Testigo comercial, con régimen de poda según norma silvícola (Manual de Campo) de la empresa.

Tabla 1. Descripción de bloques, parcelas y tratamientos

Bloque	Número de parcela	Trat.	fuste podado % Ht	% copa extraída		
				1ª poda	2ª poda	3ª poda
B1	1	1	70	70	39	36
	3	2	60	60	29	26
	9	4	40	40	14	11
	4	3	50	50	16	18
B2	10	4	40	40	13	11
	5	3	50	50	19	13
	8	2	60	60	27	28
	11	1	70	70	33	45
B3	6	2	60	60	30	28
	2	1	70	70	33	35
	7	4	40	40	13	15
	12	3	50	50	17	21

Figura 2. Tratamiento 1; poda 70 % de la *Ht.*



Figura 3. Tratamiento 2, poda 60% de la *Ht.*



Figura 4. Tratamiento 3; poda 50 % de la *Ht.*



Figura 5. Tratamiento 4; poda 40 % de la *Ht.*



En la etapa de campo se utilizaron planillas de registro impresas, materiales de escritorio, instrumental dasométrico (cinta diamétrica, vara extensible o pértiga para la medición de alturas, cinta métrica de 50 m.).

Las variables de medición directa fueron diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (Ht), diámetro máximo sobre muñón ($DMSM$), altura de poda (HFG) y diámetro de la primera rama verde ($DDRV$ ó $DDFG$).

Las variables calculadas fueron incremento medio anual en área basal ($IMA ab$) e incremento medio anual en altura total ($IMA Ht$).

Las mediciones realizadas a campo se obtuvieron con las herramientas antes mencionadas. En el caso del dap , se midió con cinta diamétrica a una altura de 1.30 m desde la base del árbol, previamente marcado por la operativa en toda la circunferencia del árbol. Se tuvo cuidado que la cinta diamétrica quedara en posición perpendicular al eje del árbol. (Figura 6)

Figura 6. Medición de diámetro a la altura del pecho (dap) con cinta diamétrica.



Se midió altura total (Ht ; Figura 7) y altura de poda (HFG ; Figura 8) con la pértiga, tratando que la misma estuviera apoyada en el suelo a nivel con la base del árbol y un observador realizara la apreciación visual a una distancia que permitiera observar con claridad tanto el árbol como el instrumento de medición. Estas mediciones debieron realizarse en ausencia de vientos fuertes que pudieran mover la copa del árbol, afectando la exactitud de la medición, al impedir una correcta apreciación visual.

Figura 7. Medición de altura total (Ht) con la pértiga.



Figura 8. Medición de altura de poda (*HFG*) con la pértiga.



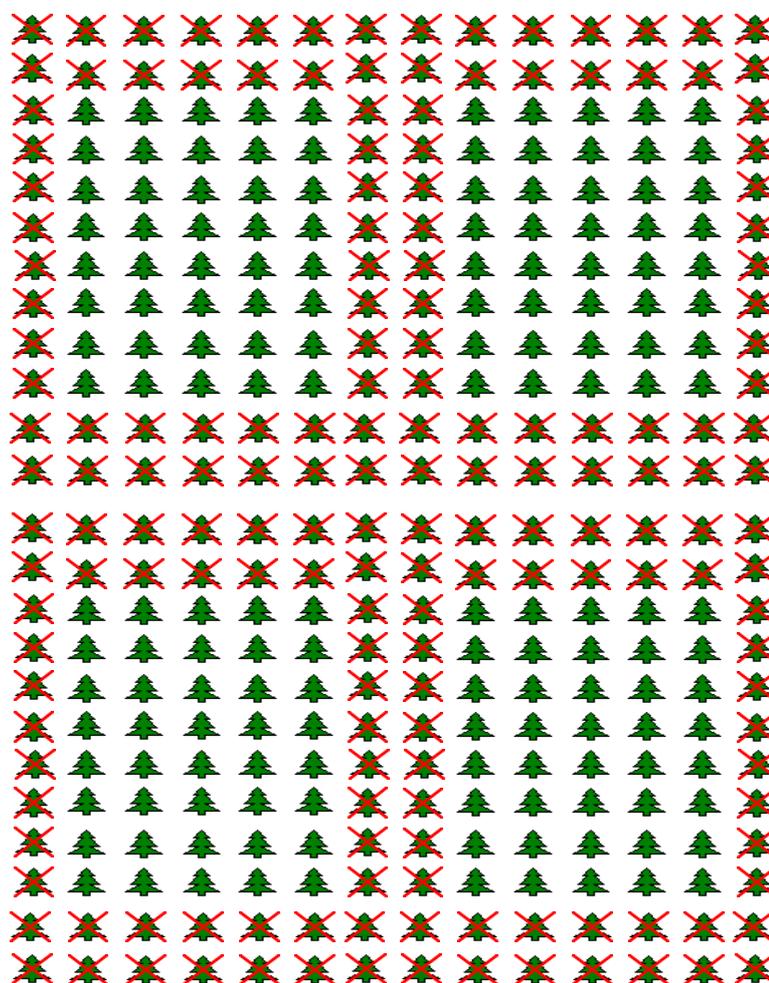
En la medición de las dos variables restantes, *DDFG* ó *DDRV* y *DMSM*, se utilizó cinta diamétrica y escalera extensible de aluminio.

El *DMSM* se midió colocando la cinta diamétrica sobre el mayor muñón podado, verificando que la misma se encontrara perpendicular al eje del árbol, y se procedió a la apreciación visual de la medida. La variable *DDFG* ó *DDRV* se midió de manera similar, con la diferencia que se toma el diámetro basal de la primera rama verde.

El orden de medición de las variables fue el siguiente: *dap*, *Ht*, *HFG* en la misma operación y luego *DMSM*, *DDFG*. Las cinco variables se anotaron en las planillas de campo.

En el trabajo de gabinete se utilizó un ordenador con software de planilla electrónica (Microsoft Excel) y Statistical Analysis System (SAS) para el registro, procesamiento y análisis de datos.

Figura 9. Representación de las parcelas efectivas



En cada parcela, el conjunto de variables enumeradas no se analizó para todos los individuos en pie. En cambio, se procedió a omitir los dos árboles iniciales y finales de cada fila y las dos filas de borde en cada parcela (Figura 9) con el propósito de excluir aquellos árboles sometidos a competencia con individuos de parcelas adyacentes, correspondientes a otros tratamientos. Los árboles marcados con una equis roja fueron excluidos del análisis estadístico.

Con el croquis de la Figura 9 no se pretende representar el número total de árboles que contiene cada parcela, pues hubo una mortalidad natural y se perdió una cierta proporción de los individuos inicialmente presentes en cada parcela. La figura es una mera representación esquemática para ilustrar el procedimiento de definición de la parcela efectiva.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DIAMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (*dap*)

Para la variable *dap*, se cuenta con cuatro fechas de medición, La evolución del diámetro a la altura del pecho, a través de los años de medición, presenta variaciones, dependiendo del porcentaje de copa extraída.

La comparación de Tukey entre medias de tratamientos mantiene un mismo orden a partir de 2004 (Tabla 2), salvo para los tratamientos 2 y 3, que por otra parte no presentan diferencias significativas entre sí.

Tabla 2. Diámetro a la altura del pecho (*dap*), comparación Tukey entre los diferentes tratamientos, período 2003-2006.

Diámetro a la altura del pecho (cm)											
2003			2004			2005			2006		
	Media	Trat		Media	Trat		Media	Trat		Media	Trat
A	9.503	2	A	13.783	4	A	15.670	4	A	17.240	4
AB	8.990	1	B	12.647	2	B	14.267	2	B	15.433	3
B	8.896	4	B	12.170	3	B	13.860	3	B	15.213	2
B	8.603	3	C	11.110	1	C	12.030	1	C	13.287	1

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey).

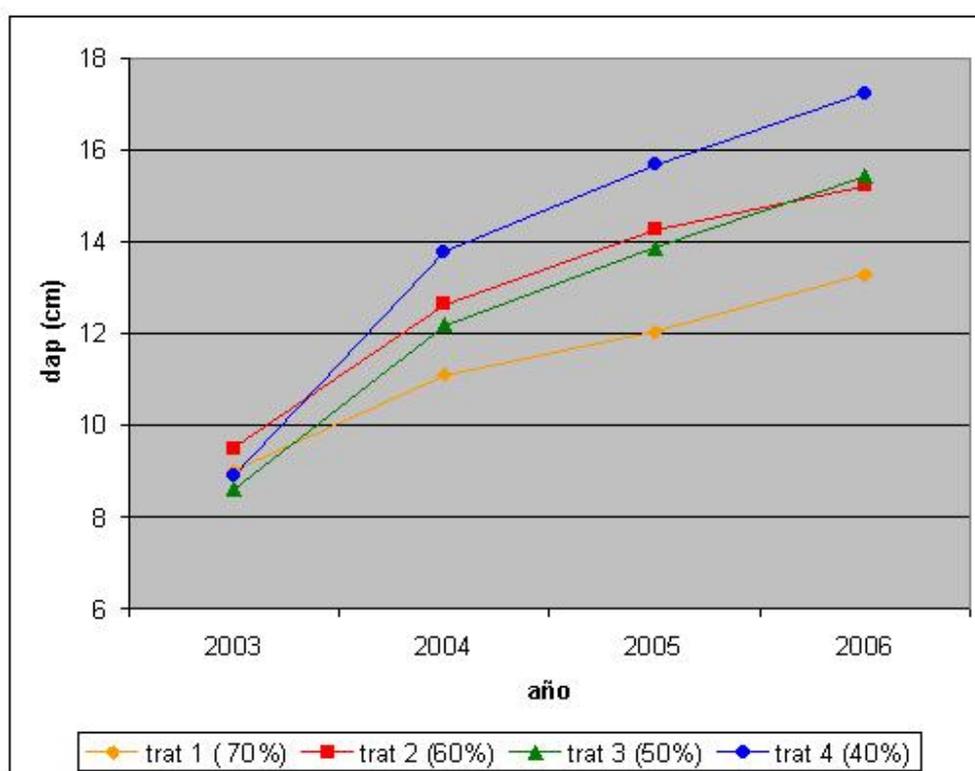
*La severidad de la poda (% remoción de *Ht*) fue 70, 60, 50 y 40% para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

En 2003, al inicio del ensayo y antes de la aplicación de los tratamientos de poda, el orden de las medias fue diferente al de las siguientes fechas de medición.

A partir de 2004, los efectos de los tratamientos de poda se expresan de manera consistente, es decir que el orden de los promedios que presentan diferencias significativas entre sí y los niveles de significación son los mismos.

No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos 2 y 3 en ninguno de los años de observación. La poda retirando entre 50% (tratamiento 3) y 60% (tratamiento 2) de la *Ht* no afecta los valores promedio de *dap* de manera significativa.

Gráfico 1. Diámetro a la altura del pecho (*dap*) en cuatro fechas de registro, bajo cuatro tratamientos de poda.



La remoción de 70% de la *Ht* (tratamiento 1) redujo significativamente los valores de *dap* medio. Se observó el efecto inverso con el tratamiento 4 (extracción de 40% de la *Ht*).

El diámetro a la altura del pecho se encuentra en relación inversa con el porcentaje de poda. Los tratamientos más severos presentan valores menores de *dap* promedio. Sólo los registros de 2003 difieren de esta tendencia general, tanto en el orden de los tratamientos, como a la significación de dichas diferencias.

Se observa una relación inversa entre el diámetro a la altura del pecho y la severidad de la poda. Los valores promedio de *dap* son mayores en los tratamientos en los que se retira un menor porcentaje de copa verde y menores en aquellos más severos.

Fassola et al. (1999) expresan que al año de aplicados los tratamientos no se observaron tendencias definidas que relacionen severidad de poda y *dap* medio para una misma densidad de rodal. Luego del segundo período de crecimiento, se observó una marcada disminución en los *dap* medios con el aumento en el porcentaje de remoción de copa verde.

Diversos autores han obtenido resultados similares a los descritos. Stöhr et al. (1987) observaron que a los tratamientos más severos corresponden menores valores de *dap* medio. No observaron diferencias significativas entre los valores de *dap* medio de los tratamientos control (sin poda) y del tratamiento más severo (remoción de 60% de la copa viva) a lo largo de un período de observación de 4 años.

Fassola et al. (1999, 2002b), de manera similar, concluyeron que los tratamientos de raleo y poda afectan el crecimiento en *dap*; la remoción de 70% de la copa viva con baja densidad de rodal reduce el *dap* medio, atentando contra el objetivo de maximizar el rendimiento en madera libre de nudos en pocos árboles por unidad de superficie.

Costas et al. (2005) observaron que los valores de *dap* medio en niveles de menor altura final de poda resultaron ser estadísticamente superiores a los valores de mayor altura final de poda.

Resultados parecidos fueron obtenidos por Rherenhauser, citado por Stöhr et al. (1987) para *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* en Estados Unidos y por Mitscherli et al., citados por Stöhr et al. (1987) para *Pinus silvestris*, *Picea abies* y *Pseudotsuga menziesii*.

4.2 INCREMENTO MEDIO ANUAL EN AREA BASAL (*IMA ab*)

Como se puede apreciar en la Tabla 3, para todos los períodos considerados, se mantiene el orden de los valores medios de incremento en área basal (*IMA ab*).

Tabla 3: Incremento medio en área basal, comparación Tukey para los diferentes tratamientos, periodo 2003-2006

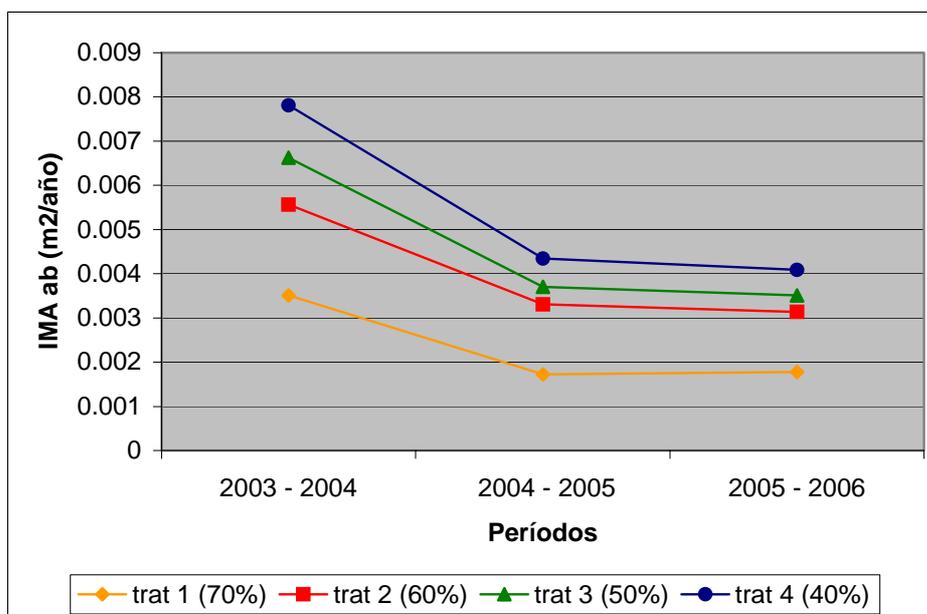
Incremento medio anual en área basal (m ² /año)								
2003- 2004			2004- 2005			2005- 2006		
	<i>Media</i>	<i>Trat</i>		<i>Media</i>	<i>Trat</i>		<i>Media</i>	<i>Trat</i>
A	0.00781	4	A	0.00434	4	A	0.00409	4
A	0.00662	3	A	0.00370	3	A	0.00351	3
AB	0.00556	2	A	0.00331	2	A	0.00314	2
B	0.00351	1	A	0.00172	1	B	0.00178	1

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey).

* La severidad de la poda (% remoción de la *Ht*) fue 70, 60, 50 y 40% para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

En el período 2005-2006 se observaron diferencias significativas entre el tratamiento más severo, que presentó el menor valor medio en *IMA ab* y los restantes.

Gráfico 2. Incremento medio anual en área basal (*IMA ab*) en tres periodos 2003 a 2006, bajo cuatro tratamientos de poda.



En el Gráfico 2 se observa que la tendencia general en todos los tratamientos es similar. En cada período consecutivo el *IMA ab* decrece, estabilizándose hacia el período 2005 – 2006. El tratamiento 1 muestra valores medios notoriamente inferiores respecto a los demás tratamientos.

Stöhr et al. (1987) hallaron resultados similares; los tratamientos más severos presentan valores de *IMA ab* menores, que atribuyen a la escasa capacidad del árbol para producir fotosintatos, debido al menor porcentaje de copa verde.

4.3 ALTURA TOTAL (*Ht*)

En la evolución de la variable altura total se advierte una tendencia similar a la observada con el *dap*; a partir de 2004 hasta 2005, los valores de altura total promedio de los tratamientos se ordenan de manera consistente (Tabla 4).

La altura total se ve menos afectada por la aplicación de tratamientos silvícolas (podas y raleos) que otras variables como el *dap*, salvo cuando dichos tratamientos son extremos en su severidad.

No se observan diferencias significativas entre valores de altura total media en 2003, de lo que se deduce que las parcelas eran relativamente homogéneas para esta variable.

La altura total presenta una estrecha relación con la calidad de sitio para la especie, es decir, a mayor altura total para una misma edad y densidad de rodal, mayor será la adaptación de la especie en cuestión al sitio. Esta relación no se cumple para valores de densidad de rodal extremos; tanto en rodales muy densos como muy ralos, la altura total es menor que en poblaciones de la misma especie y edad.

Tabla 4: Altura total, comparación Tukey para los diferentes tratamientos, período 2003-2006

Altura total (m)											
2003			2004			2005			2006		
	Media	Trat		Media	Trat		Media	Trat		Media	Trat
A	5.167	2	A	6.783	4	A	8.133	4	A	9.483	4
A	4.997	1	AB	6.617	2	B	8.027	2	A	9.264	2
A	4.990	4	B	6.423	3	B	7.783	3	A	9.112	3
A	4.893	3	B	6.143	1	C	7.287	1	A	8.292	1

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey).

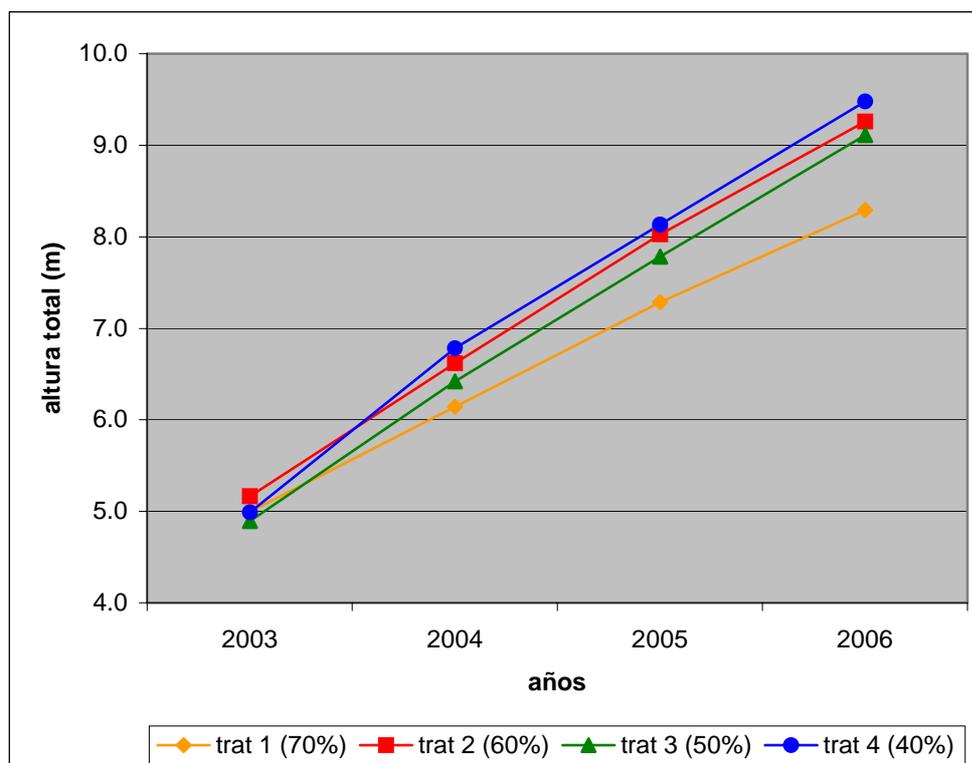
* La severidad de la poda (% remoción de la *Ht*) fue 70, 60, 50 y 40% para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

A un año de aplicados los tratamientos (2004), comienzan a establecerse diferencias entre los valores de altura total media (Tabla 4).

A partir de 2005 se observan diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento más leve (remoción del 40% de la Ht), los tratamientos intermedios (remoción de 50 a 60% de la Ht) y el tratamiento más severo (extracción de 70% de la Ht). El efecto de los tratamientos sobre Ht parece ser temporal, dado que en 2006 no se observan diferencias significativas entre valores promedio.

Stöhr et al. (1987), Seitz (1995) no observaron diferencias significativas entre valores de altura total media para tratamientos de poda que retiraban entre 0% y 60% de la copa verde.

Gráfico 3. Altura total (Ht), en cuatro fechas de registro, bajo cuatro tratamientos de poda.



Fassola et al. (1999) al evaluar tratamientos de poda para niveles comparables de densidad de rodal, observaron que las alturas totales promedio tendían a ser menores, en comparación con sus testigos respectivos, con podas más severas y un mayor número de operaciones de poda.

Entre las variables estudiadas por Fassola et al. (2002a), la altura total fue la menos afectada por los tratamientos de poda, salvo en el más severo, en el cual se extrajo 70% de la copa viva.

Costas et al. (2005) observaron que sería razonable podar hasta 50% de la copa viva; podas más severas afectarían el crecimiento en altura.

Los tratamientos de poda que retiran entre 50 y 60 % de la *Ht* parecen afectar la altura total promedio en forma leve, aunque significativa, en comparación con la remoción de 40% de la *Ht*. La poda de 70% de la *Ht*, por su parte, resulta en una notoria reducción de la altura total media, con una tendencia a diferenciarse progresivamente de los valores de los restantes tratamientos (Gráfico 3).

4.4 INCREMENTO MEDIO ANUAL EN ALTURA TOTAL (*IMA Ht*)

Se observa que los valores de incremento medio anual en altura total (*IMA Ht*) se ordenan de mayor a menor en relación inversa con la severidad de los tratamientos. No se halló diferencias significativas entre los tratamientos 2 y 3 en ninguno de los períodos considerados. La prueba Tukey permitió diferenciar el tratamiento más liviano de los dos tratamientos intermedios y del más severo (Tabla 5) para el período 2005 – 2006.

Tabla 5: Incremento medio anual en altura total, comparación Tukey para los diferentes tratamientos, periodo 2003-2006

Incremento medio anual en altura total (m/año)								
2003-2004			2004- 2005			2005-2006		
	<i>Media</i>	<i>Trat</i>		<i>Media</i>	<i>Trat</i>		<i>Media</i>	<i>Trat</i>
A	1.771	4	A	1.347	3	A	1.402	4
AB	1.608	3	A	1.347	4	B	1.367	2
B	1.497	2	A	1.345	2	B	1.268	3
C	1.179	1	A	1.117	1	C	1.151	1

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey).

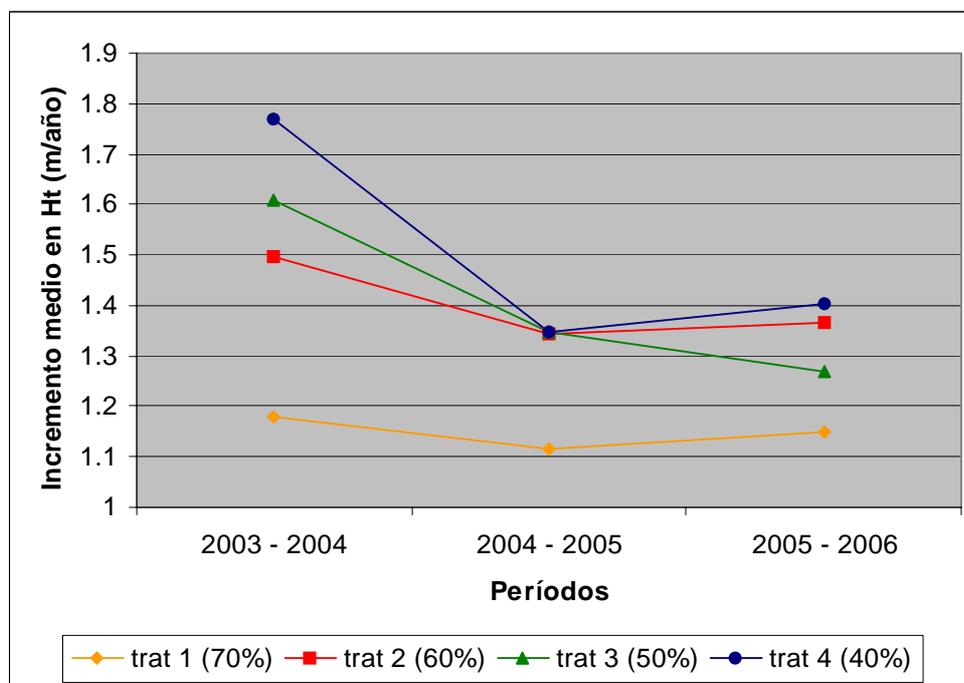
* La severidad de la poda (% remoción de la *Ht*) fue 70, 60, 50 y 40% para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

Se observa un comportamiento similar en los valores de *IMA Ht* para todos los tratamientos. Estos valores disminuyen del período 2003 – 2004 al 2004 – 2005.

En el período siguiente los *IMA Ht* tienden a estabilizarse (

Gráfico 4). La remoción de 70% de la *Ht* reduce significativamente el incremento medio anual en altura total.

Gráfico 4. Incremento medio anual en altura total (*IMA Ht*), en tres periodos 2003 a 2006, bajo cuatro tratamientos de poda.



4.5 ALTURA DE PODA (HFG)

La variable altura de poda aumenta todos los años con cada levante, de manera que la prueba Tukey resulta en un orden constante de los tratamientos para todas las fechas de medición (Tabla 6).

Tabla 6: Altura de poda, comparación Tukey para los diferentes tratamientos, período 2003-2005

Altura de poda (m)											
2003			2004			2005			2006		
	<i>Media</i>	<i>Trat</i>		<i>Media</i>	<i>Trat</i>		<i>Media</i>	<i>Trat</i>		<i>Media</i>	<i>Trat</i>
A	3.443	1	A	4.220	1	A	5.080	1	--	--	--
B	2.987	2	A	3.910	2	A	4.800	2	--	--	--
C	2.453	3	B	3.147	3	B	3.827	3	--	--	--
D	1.977	4	C	2.630	4	B	3.237	4	--	--	--

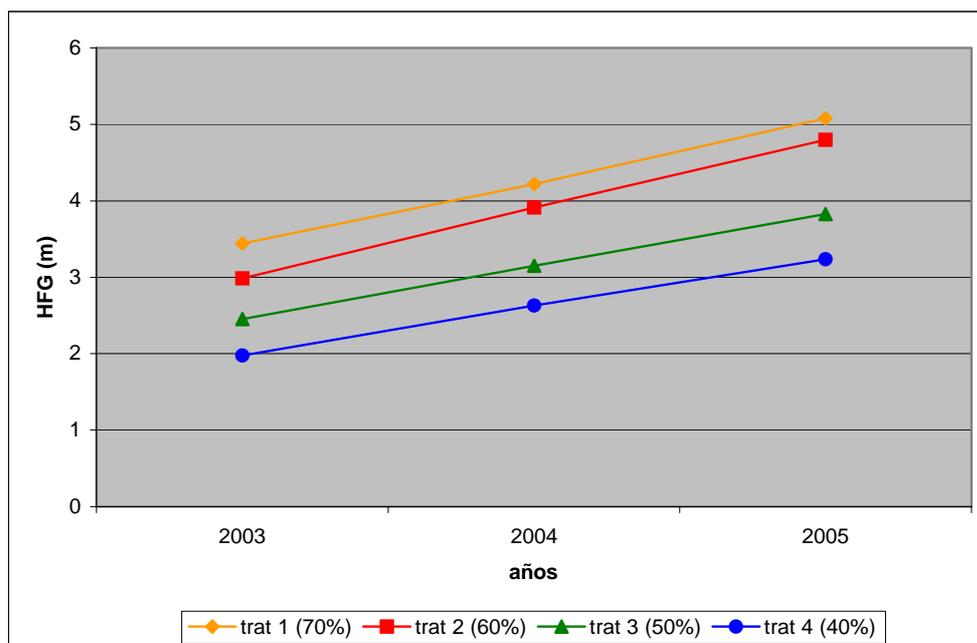
* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey).

* La severidad de la poda (% remoción de la *Ht*) fue 70, 60, 50 y 40% para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

Si se mantiene la tendencia observada hasta 2005 respecto a los dos tratamientos más severos (1 y 2), las diferencias entre las alturas podadas no serán significativas. Por lo tanto, no se justifica la aplicación del tratamiento 1 en comparación con el tratamiento 2, por la reducción en valores promedio de *dap* y *Ht*, los mayores costos, prolongación del turno final y mayores riesgos sanitarios.

La altura de poda se encuentra estrechamente relacionada con la altura total, puesto que se retira un porcentaje de *Ht* que afecta la copa. Dado que la altura total no se ve afectada por podas de severidad moderada, al finalizar una serie de intervenciones es posible que no se observen grandes diferencias entre las alturas de poda para tratamientos similares (Fassola et al., 1999).

Gráfico 5. Altura de poda (*HFG*), en tres fechas de registro, bajo cuatro tratamientos de poda.



4.6 DIAMETRO DE LA PRIMER RAMA VERDE (*DDFG* ó *DDRIV*)

Los valores medios de diámetro de la rama verde más baja se ordenan de la misma forma; el tratamiento menos severo es el que presenta mayor valor para dicha variable (Tabla 7).

Tabla 7: Diámetro de la primer rama verde; comparación Tukey para los diferentes tratamientos, período 2003-2005

Diámetro de la primer rama verde (cm)											
2003			2004			2005			2006		
	Media	Trat		Media	Trat		Media	Trat		Media	Trat
A	7.610	4	A	11.040	4	A	11.733	4	--	--	--
B	6.127	3	B	8.640	3	B	9.053	3	--	--	--
C	5.457	2	B	7.523	2	C	7.590	2	--	--	--
D	3.970	1	C	5.443	1	D	5.280	1	--	--	--

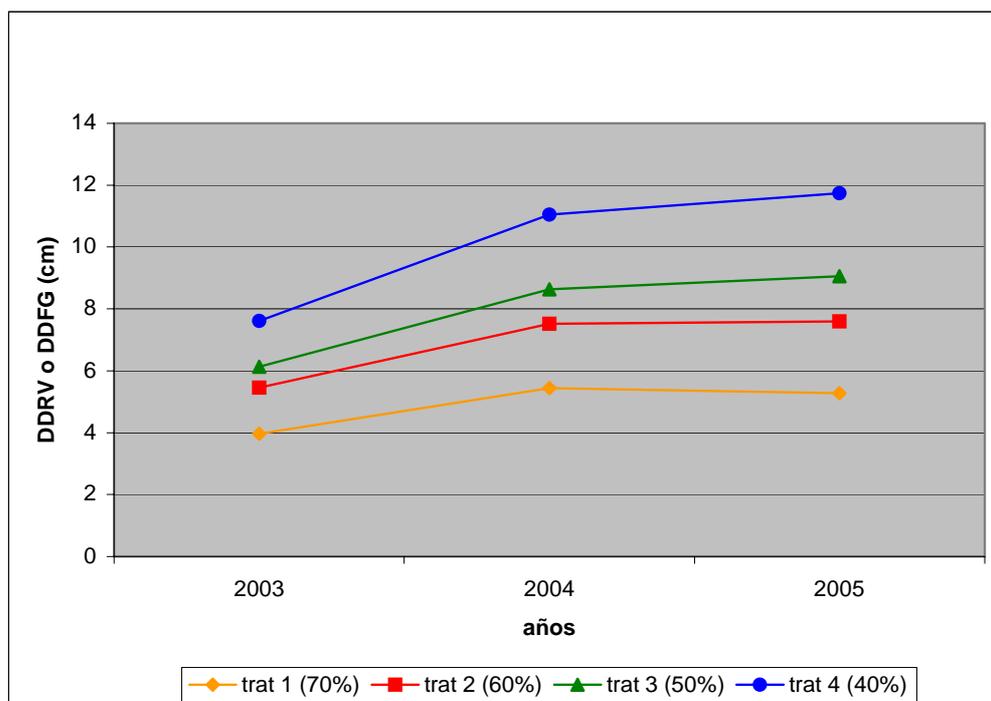
* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey).

* La severidad de la poda (% remoción de la *Ht*) fue 70, 60, 50 y 40% para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

Según la prueba de Tukey, los tratamientos muestran diferencias significativas entre sí. Las ramas que se podan en el tratamiento más severo son más delgadas, más jóvenes y se encuentran a mayor altura en la copa. En el tratamiento más liviano, el porcentaje de copa remanente es mayor y se podan ramas más gruesas, con mayor tiempo de desarrollo y mayores diámetros, situadas a niveles más bajos en el fuste.

En esta variable, los tratamientos que resultan más favorables a la producción de madera de calidad son aquellos con valores promedio menores, que mantienen un balance con el crecimiento en volumen. Las ramas más delgadas presentan menor tiempo de cicatrización y por lo tanto, menores riesgos de problemas sanitarios y menor volumen con defectos anatómicos asociados a la oclusión.

Gráfico 6. Diámetro de la primer rama verde (*DDRV* ó *DDFG*), en tres fechas de registro, bajo cuatro tratamientos de poda.



No se observan diferencias significativas entre los tratamientos intermedios (2 y 3) en 2004, a diferencia de los registros anterior y posterior. Para conocer con certeza la tendencia futura de esta variable las mediciones deberían abarcar un número mayor de años.

4.7 DIAMETRO MÁXIMO SOBRE MUÑÓN (*DMSM*)

No se dispone de los datos correspondientes a 2003 y 2006 para esta variable. Se observan diferencias significativas entre los diámetros máximos sobre muñón (Tabla 8) para el tratamiento más severo (1), los tratamientos intermedios (2 y 3) y el tratamiento más liviano (4).

La importancia de esta variable radica en su relación directa con el volumen central del fuste que contiene nudos y defectos anatómicos asociados a éstos. Por lo tanto, los tratamientos que resulten en valores promedio menores de *DMSM* serán los que más interesan para la producción de madera de calidad. Al mismo tiempo, se deberá considerar que dichos tratamientos no perjudiquen el crecimiento en volumen.

Si bien *DMSM* tiende a disminuir con la severidad de poda, los tratamientos extremos a menudo resultan en el engrosamiento de ramas basales en la copa y el aumento en el riesgo de daños por viento.

Tabla 8: Diámetro máximo sobre muñón, comparación Tukey para los diferentes tratamientos, período 2004-2005

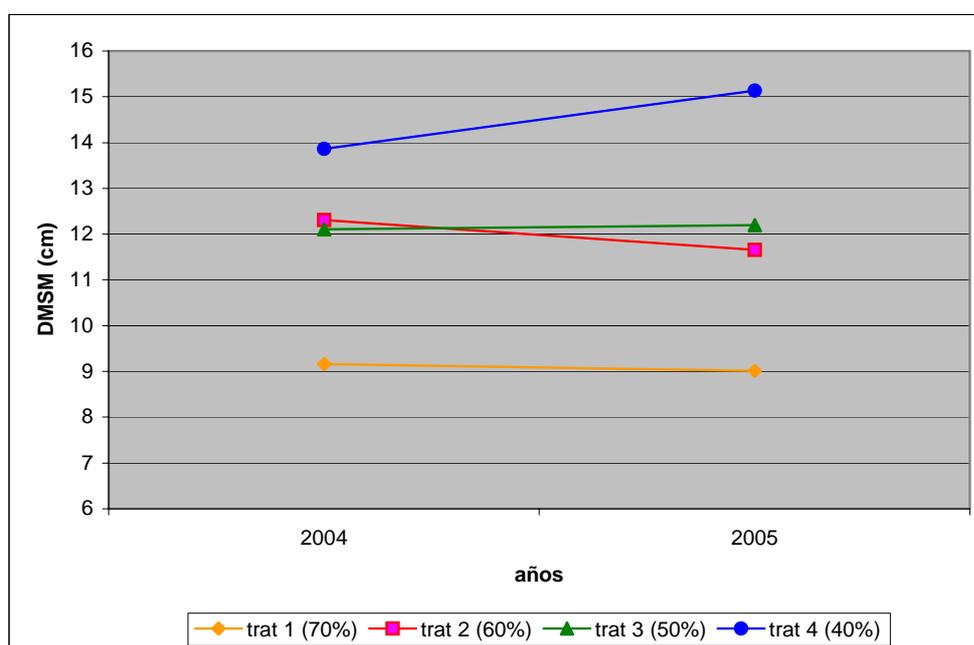
Diámetro máximo sobre muñones <i>DMSM</i> (cm)											
2003			2004			2005			2006		
	<i>Media</i>	<i>Trat</i>		<i>Media</i>	<i>Trat</i>		<i>Media</i>	<i>Trat</i>		<i>Media</i>	<i>Trat</i>
--	--	--	A	13.860	4	A	15.137	4	--	--	--
--	--	--	B	12.303	2	B	12.197	3	--	--	--
--	--	--	B	12.103	3	B	11.657	2	--	--	--
--	--	--	C	9.167	1	C	9.007	1	--	--	--

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey).

* La severidad de la poda (% remoción de la *Ht*) fue 70, 60, 50 y 40% para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

Estudios realizados por Fassola et al. (1999), concuerdan con los obtenidos; el *DMSM* resultó ser menor en el tratamiento más severo, en el que se retiró 70% de la *Ht*.

Gráfico 7. Diámetro máximo sobre muñón (*DMSM*), en dos fechas de registro, bajo cuatro tratamientos de poda.



5. CONCLUSIONES

Los tratamientos extremos en porcentaje de extracción de *Ht*, 1 y 4 (70 y 40 % extracción, respectivamente), son los que presentan los menores (Tratamiento 1) y mayores (Tratamiento 4) valores medios para las medias de todas las variables, exceptuando altura de poda (*HFG*). Las diferencias entre los valores de estos tratamientos son siempre significativas, para todas las variables analizadas en la mayoría de las fechas de registro.

En las variables diámetro a la altura del pecho (*dap*), incremento medio anual en área basal (*IMA ab*), altura total (*Ht*) e incremento medio anual en altura total (*IMA Ht*), no se observan diferencias significativas entre los Tratamientos 2 y 3 (50 y 60 % de extracción de la *Ht* respectivamente), en la mayoría de las fechas de registro.

La tendencia descrita se establece a partir de 2004 para los *dap* medios.

En la variable *IMA ab* se observan diferencias significativas sólo entre el tratamiento más severo (1) y los restantes.

La *Ht* media se vio afectada por los tratamientos sólo en la segunda y tercera fechas de registro. En 2006, no hay diferencias significativas entre los valores medios de la variable, por lo que el efecto de la poda sobre la misma parece ser temporal.

La variable *IMA Ht* mostró un comportamiento similar a *Ht*. En el período 2004-2005, no hay diferencias significativas entre los tratamientos.

En la variable *HFG*, en la última fecha evaluada no se observan diferencias significativas entre los dos tratamientos más severos (1 y 2). Por lo tanto, si se considera el efecto del Tratamiento 1 sobre *dap*, *Ht*, *IMA ab* y *IMA Ht*, el Tratamiento 2 sería preferible, porque se logra un largo de fuste podado similar sin perjudicar el incremento en volumen. Los Tratamientos 2 y 3, que no se diferencian en su efecto sobre las variables dendrométricas, presentan diferencias notorias en la altura de poda alcanzada.

La variable *DDRV* ó *DDFG*, presenta diferencias significativas entre todos los tratamientos. El diámetro de las ramas podadas, inversamente proporcional a la severidad de poda, condiciona la tasa de cicatrización de las heridas de poda. En este sentido, el Tratamiento 2 sería el más favorable, dado que presenta un menor valor medio de *DDRV* sin afectar de manera sustancial el crecimiento e incremento en volumen.

En los dos años evaluados, los valores de *DMSM* presentan la tendencia general descrita en los dos primeros párrafos. Esta variable determina el ancho máximo del volumen central del fuste conteniendo nudos y defectos anatómicos. El Tratamiento 2 sería el más favorable, porque presenta los menores valores de *DMSM*, sin efectos negativos sobre el crecimiento.

En síntesis, de las variables estudiadas el tratamiento que mejor promueve la producción de madera de calidad creciendo a una tasa aceptable supone la remoción de 60% de la *Ht* en cada etapa de poda (Tratamiento 2).

6. RESUMEN

Se estudió un ensayo de poda de *Pinus taeda* L., ubicado en el Establecimiento La Toca, Departamento de Rivera, Uruguay, instalado sobre una plantación del año 2000, a partir de semilla originaria de EUA. El diseño experimental fue en bloques completos al azar con 3 repeticiones y cuatro tratamientos de poda de distinta severidad en términos de porcentaje de la *Ht*, viz., Tratamiento 4 (40%), Tratamiento 3 (50%), Tratamiento 2 (60%) y Tratamiento 1 (70%), aplicados con frecuencia anual. Se estudió la influencia de los distintos tratamientos sobre las siguientes variables: diámetro a la altura del pecho (*dap*), incremento medio anual en área basal (*IMA ab*), altura total (*Ht*), incremento medio anual en altura (*IMA Ht*), altura de poda (*HFG*), diámetro de la primer rama verde (*DDFG* ó *DDFG*) y diámetro máximo sobre muñón (*DMSM*). Se observó que la severidad de poda es inversamente proporcional a los valores medios de todas las variables, excepto *HFG*. Los mayores y menores valores medios corresponden respectivamente a los Tratamientos 4 y 1, con diferencias significativas en la mayoría de las fechas de registro. En general, los Tratamientos 2 y 3 no mostraron diferencias significativas entre ellos. A partir de las variables estudiadas, el Tratamiento 2 es el que mejor promueve la producción de madera de calidad creciendo a una tasa aceptable.

Palabras clave: *Pinus taeda*; Poda; Porcentaje copa viva; Altura de poda; Diámetro máximo sobre muñones.

7. SUMMARY

A pruning trial on *Pinus taeda* L., on La Toca, in Rivera, Uruguay, established on a 2000 plantation from USA seed was studied. Experiment design was complete random blocks, with three replications and four pruning treatments of different severity in terms of *Ht*, viz. Treatment 4 (40%), Treatment 3 (50%) Treatment 2 (60%) and Treatment 1 (70%), performed annually. The influence of these pruning treatments on the following variables was studied: diameter breast height (*dbh*), mean annual basal area increment (*ba MAI*), total height (*Ht*), mean annual height increment (*Ht MAI*), pruning height (*HFG*), lowest green branch height (*DDFG or DDFG*) and maximum diameter over stubs (*MDOS*). Pruning severity was observed to be inversely related to mean values of all variables except *HFG*. Highest and lowest mean values correspond respectively with Treatments 4 and 1, with significant differences for most measurement dates. Average values for Treatments 2 and 3 generally showed no significant differences. From the set of variables studied, Treatment 2 appears to be the best for furthering quality wood production growing at an acceptable rate.

Keywords: *Pinus taeda*; Pruning; Live crown percent; Pruning height; Maximum diameter over stubs.

8. BIBLIOGRAFIA

1. BANKS, P.F.; PREVÔST M. J. 1977. Sawlog pruning regimes for *Pinus patula*, *P. elliottii* and *P. taeda* in Rhodesia. South African Forestry Journal. no 99: 44-48.
2. CASTELLANOS, P. H.; LÓPEZ, M. F. 1989. Estructura de costos de producción de trozas de Pino (con y sin poda) para aserradero hasta su puesta en fábrica en Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 144 p.
3. COSTAS, R.; MAC DONAGH, P.; WEBER, E.; IRSCHICK, P.; PALAVECINO, J. 2002. Efectos de la densidad de plantación y la altura de poda sobre la producción de *Pinus taeda* L. a los 5 años de edad. (en línea). Revista Floresta. 33 (1): 79-87. Consultado 26 jun. 2007. Disponible en <http://calvados.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/viewFile/2280/1905>
4. _____; R.; KORTH, S.; MAC DONAGH, P.; FIGUEREDO, S.; WEBER, E.; RSCHICK, P.; HECK, J. 2005. Influencias de la densidad y poda sobre la producción de *Pinus taeda* L. a los 7 años de edad. (en línea). Revista Ciência Florestal. 15 (3): 275-284. Consultado 26 jun. 2007. Disponible en <http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v15n3/A7V15N3.pdf>
5. FASSOLA, H. E.; FERRERE, P.; RODRÍGUEZ, F. A.; ALLEGRAZZA, D.; HERNÁNDEZ, A.; DURAN, M.; REBORATTI, H. 1999. Crecimiento de los árboles dominantes en fase juvenil de *Pinus taeda* L. en el NE de Corrientes sometidos a distintos tratamientos silvícolas. (en línea). Montecarlo, INTA. (Informe Final PIA 20/96). Consultado 26 jun. 2007. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/montecarlo/info/documentos/forestales/crecimiento2.htm>

6. _____.; FAHLER, J.; FERRERE, P.; ALEGRANZA, D.; BERNIO, J. 2002a. Determinación del cilindro con defectos en rollizos de *Pinus taeda* L. y su relación con el rendimiento de madera libre de nudos. (en línea). RIA 31 (1): 121-138. Consultado 26 de jun. 2007. Disponible en http://www.inta.gov.ar/ediciones/ria/31_1/008.pdf
7. _____.; MOSCOVICH, F. A.; FERRERE, P.; RODRÍGUEZ, F. A. 2002b. Evolución de las principales variables de árboles de *Pinus taeda* L. sometidos a diferentes tratamientos silviculturales en el nordeste de la provincia de Corrientes, Argentina. (en línea). Revista Ciência Florestal. 12 (2): 51-60. Consultado 26 jun. 2007. Disponible en <http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v12n2/A6V12N2.pdf>
8. OLIVARES, P. B. M.; MENESES, V. 1985. Diseño de un simulador de poda. *Pinus radiata*; investigación en Chile. Valdivia, Chile, Facultad de Ciencias Forestales. t. 2, pp. 76-85.
9. SAYAGUÉS LASO, L. 1995. Bibliografía forestal del Uruguay 1908-1982. Facultad de Agronomía. Notas Técnicas no.33. 80 p.
10. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA, DIRECCIÓN GENERAL FORESTAL. 2001. Proyecto regional de alternativas para la inversión forestal. Fase II (PRAIF II). (en línea). Montevideo. Consultado 14 nov. 2005. Disponible en <http://www.oas.org/osde/publications/Unit/oea20s/ch08.htm>
11. _____. 2004. Boletín estadístico; diciembre. (en línea). Consultado 28 may. 2007. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/Forestal/DGF.htm>

12. VAN HOFF, E. 2001. Estado actual del manejo forestal en Uruguay. In: Proyecto FAO. Información y Análisis para el Manejo Forestal Sostenible; Integrando Esfuerzos Nacionales e Internacionales en 13 países tropicales en América Latina (GCP/RLA/133/EC). Santiago de Chile, FAO. pp. 25-27.

9. ANEXOS

9.1 DIAMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (*dap*)

Tabla 1: Análisis de varianza del modelo, año 2003, *dap*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	11.20668333	2.24133667	61.66	<.000 1
Error	6	0.21808333	0.03634722		
Total	11	11.42476667			

Tabla 2: Indicadores, año 2003, *dap*

<i>dap</i> medio	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
8.998333	0.980911	2.118720	0.190649

Tabla 3: Análisis de varianza, año 2003, *dap*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
bloques	2	9.94231667	4.97115833	136.77	<.000 1
tratamientos	3	1.26436667	0.42145556	11.60	0.006 6

Tabla 4: Análisis de varianza del modelo, año 2004, *dap*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	31.10934167	6.22186833	45.39	0.0001
Error	6	0.82248333	0.13708056		
Total	11	31.93182500			

Tabla 5: Indicadores, año 2004, *dap*

<i>dap</i> medio	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
12.42750	0.974243	2.979231	0.370244

Tabla 6: Análisis de varianza, año 2004, *dap*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
bloques	2	20.04405000	10.02202500	73.11	<.0001
tratamientos	3	11.06529167	3.68843056	26.91	0.0007

Tabla 7: Análisis de varianza del modelo, año 2005, *dap*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	42.92421667	8.58484333	44.00	0.0001
Error	6	1.17065000	0.19510833		
Total	11	44.09486667			

Tabla 8: Indicadores, año 2005, *dap*

<i>dap</i> medio	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
13.95667	0.973452	3.164872	0.441711

Tabla 9: Análisis de varianza, año 2005, *dap*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
bloques	2	22.66521667	11.33260833	58.08	0.0001
tratamientos	3	20.25900000	6.75300000	34.61	0.0003

Tabla 10: Valores estipulados, *dap*

	2003	2004	2005	2006
Alfa	0.05	0.05	0.05	0.05
Error de G L.	6	6	6	6
Error de C M	0.036347	0.137081	0.195108	0.1532
VCRE*	4.89559	4.89559	4.89559	4.8956
DMS**	0.5389	1.0465	1.2485	1.1065

* VCRE: valor crítico del rango estudentizado

** Diferencia mínima significativa

9.2 INCREMENTO MEDIO ANUAL EN AREA BASAL (*IMA ab*)

Tabla 11: Análisis de varianza, período 2003 - 2004, *IMA ab*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	0.0000495	0.00000990	10.6	<.006
Error	6	0.0000056	0.00000093		
Total	11	0.0000551			

Tabla 12: Indicadores, período 2003 - 2004, *IMA ab*

Media	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
0.005875	0.898764	16.40673	0.000964

Tabla 13: Análisis de varianza, período 2003 - 2004, *IMA ab*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
bloques	2	0.00001951	0.00000976	10.50	0.0110
tratamientos	3	0.00002998	0.00000999	10.76	0.0079

Tabla 14: Análisis de varianza, período 2004 - 2005, *IMA ab*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	0.00010741	0.00002148	1.48	0.3214
Error	6	0.00008720	0.00001453		
Total	11	0.00019461			

Tabla 15: Indicadores, período 2004 - 2005, IMA ab

Media	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
0.004349	0.551914	87.66403	0.003812

Tabla 16: Análisis de varianza, período 2004 - 2005, IMA ab

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
bloques	2	0.00004322	0.00002161	1.49	0.2989
tratamientos	3	0.00006419	0.00002140	1.47	0.3136

Tabla 17: Análisis de varianza, período 2005 - 2006, IMA ab

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	0.00000970	0.00000194	12.89	0.0037
Error	6	0.00000090	0.00000015		
Total	11	0.00001060			

Tabla 18: Indicadores, período 2005 - 2006, IMA ab

<i>Media</i>	<i>R-cuadrado</i>	<i>Coef Var</i>	<i>Raiz MSE</i>
<i>0.003131</i>	<i>0.914836</i>	<i>12.39071</i>	<i>0.000388</i>

Tabla 19: Análisis de varianza, período 2005 - 2006, IMA ab

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
bloques	2	9.8559953E-7	4.9279977E-7	3.27	0.1093
tratamientos	3	8.7150633E-6	2.9050211E-6	19.30	0.0017

9.3 ALTURA TOTAL (*Ht*)

Tabla 20: Análisis de varianza del modelo, año 2003, *Ht*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	1.34363333	0.26872667	8.71	0.0101
Error	6	0.18513333	0.03085556		
Total	11	1.52876667			

Tabla 21: Indicadores, año 2003, *Ht*

<i>Ht</i> media	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
5.011667	0.878900	3.504972	0.175657

Tabla 22: Análisis de varianza, año 2003, *Ht*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
bloques	2	1.22746667	0.61373333	19.89	0.0023
tratamientos	3	0.11616667	0.03872222	1.25	0.3705

Tabla 23: Análisis de varianza del modelo, año 2004, *Ht*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	2.42841667	0.48568333	14.68	0.0026
Error	6	0.19855000	0.03309167		
Total	11	2.62696667			

Tabla 24: Indicadores, año 2004, *Ht*

<i>Ht</i> media	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
6.491667	0.924419	2.802226	0.181911

Tabla 25: Análisis de varianza, año 2004, *Ht*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
bloques	2	1.74831667	0.87415833	26.42	0.0011
tratamientos	3	0.68010000	0.22670000	6.85	0.0230

Tabla 26: Análisis de varianza del modelo, año 2005, *Ht*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	3.74510833	0.74902167	11.47	0.0050
Error	6	0.39171667	0.06528611		
Total	11	4.13682500			

Tabla 27: Indicadores, año 2005, *Ht*

<i>Ht</i> media	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
7.807500	0.905310	3.272641	0.255511

Tabla 28: Análisis de varianza, año 2005, *Ht*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
bloques	2	2.46695000	1.23347500	18.89	0.0026
tratamientos	3	1.27815833	0.42605278	6.53	0.0256

Tabla 29: Análisis de varianza del modelo, año 2006, Ht

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	39.73473333	7.94694667	51.85	<.0001
Error	6	0.91953333	0.15325556		
Total	11	40.65426667			

Tabla 30: Indicadores, año 2006, Ht

Ht media	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
15.29333	0.977382	2.559800	0.391479

Tabla 31: Análisis de varianza, año 2006, Ht

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
bloques	2	16.20806667	8.10403333	52.88	0.0002
tratamientos	3	23.52666667	7.84222222	51.17	0.0001

Tabla 32: Valores estipulados, Ht

	2003	2004	2005	2006
Alfa	0.05	0.05	0.05	
Error de G L.	6	6	6	
Error de C M	0.03085	0.0331	0.0652	
VCRE*	4.8956	4.8956	4.8956	
DMS**	0.4965	0.5142	0.7222	

* VCRE: valor crítico del rango estudentizado

** Diferencia mínima significativa

9.4 INCREMENTO MEDIO ANUAL EN ALTURA TOTAL (*IMA Ht*)

Tabla 33: Análisis de varianza, período 2003 – 2004, *IMA Ht*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	0.587	0.117	16.31	<.002
Error	6	0.043	0.00719		
Total	11	0.629			

Tabla 34: Indicadores, período 2003 – 2004, *IMA Ht*

Media	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
1.514000	0.931455	5.602912	0.084828

Tabla 35: Análisis de varianza, período 2003 – 2004, *IMA Ht*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
bloques	2	0.02361050	0.01180525	1.64	0.2702
tratamientos	3	0.56308867	0.18769622	26.08	0.0008

Tabla 36: Análisis de varianza, período 2004 – 2005, *IMA Ht*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	0.18931583	0.03786317	1.55	0.3018
Error	6	0.14624817	0.02437469		
Total	11	0.33556400			

Tabla 37: Indicadores, período 2004 – 2005, IMA Ht

Media	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
1.289000	0.564172	12.11202	0.156124

Tabla 38: Análisis de varianza, período 2004 – 2005, IMA Ht

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
bloques	2	0.07143450	0.03571725	1.47	0.3032
tratamientos	3	0.11788133	0.03929378	1.61	0.2828

Tabla 39: Análisis de varianza del modelo, período 2005 – 2006, IMA Ht

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	0.23379250	0.04675850	0.52	0.7546
Error	6	0.53869517	0.08978253		
Total	11	0.77248767			

Tabla 40: Indicadores, período 2005 – 2006, IMA Ht

Media	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
1.296833	0.302649	23.10531	0.299637

Tabla 41: Análisis de varianza, período 2005 – 2006, IMA Ht

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
bloques	2	0.11989617	0.05994808	0.67	0.5472
tratamientos	3	0.11389633	0.03796544	0.42	0.7437

9.5 ALTURA DE PODA (HFG)

Tabla 42: Análisis de varianza del modelo, año 2003, HFG

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	3.92248333	0.78449667	100.54	<.0001
Error	6	0.04681667	0.00780278		
Total	11	3.96930000			

Tabla 43: Indicadores, año 2003, HFG

HFG media	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
2.715000	0.988205	3.253530	0.088333

Tabla 44: Análisis de varianza, año 2003, HFG

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
bloques	2	0.26885000	0.13442500	17.23	0.0033
tratamientos	3	3.65363333	1.21787778	156.08	<.0001

Tabla 45: Análisis de varianza del modelo, año 2004, HFG

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	5.23281667	1.04656333	53.28	<.0001
Error	6	0.11785000	0.01964167		
Total	11	5.35066667			

Tabla 46: Indicadores, año 2004, HFG

HFG media	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
3.476667	0.977975	4.031124	0.140149

Tabla 47: Análisis de varianza, año 2004, HFG

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
bloques	2	0.53461667	0.26730833	13.61	0.0059
tratamientos	3	4.69820000	1.56606667	79.73	<.0001

Tabla 48: Análisis de varianza del modelo, año 2005, HFG

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	7.18677500	1.43735500	31.44	0.0003
Error	6	0.27431667	0.04571944		
Total	11	7.46109167			

Tabla 49: Indicadores, año 2005, HFG

<i>HFG</i> media	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
4.235833	0.963234	5.047910	0.213821

Tabla 50: Análisis de varianza, año 2005, HFG

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
bloques	2	0.59681667	0.29840833	6.53	0.0312
tratamientos	3	6.58995833	2.19665278	48.05	0.0001

Tabla 51: Valores estipulados, HFG

	2003	2004	2005	2006
Alfa	0.05	0.05	0.05	--
Error de G L.	6	6	6	--
Error de C M	0.0078	0.0196	0.0457	--
VCRE*	4.8956	4.8956	4.8956	--
DMS**	0.2497	0.3961	0.6044	--

* VCRE: valor crítico del rango estudentizado

** Diferencia mínima significativa

9.5 DIAMETRO DE LA PRIMER RAMA VERDE. (DDFG O DDRV)

Tabla 52: Análisis de varianza del modelo, año 2003, DDRV

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	23.01577500	4.60315500	91.36	<.0001
Error	6	0.30231667	0.05038611		
Total	11	23.31809167			

Tabla 53: Indicadores, año 2003, DDRV

DDFG medio	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
5.790833	5.790833	3.876273	0.224469

Tabla 54: Análisis de varianza, año 2003, DDRV

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Bloques	2	2.46801667	1.23400833	24.49	0.0013
Tratamientos	3	20.54775833	6.84925278	135.94	<.0001

Tabla 55: Análisis de varianza del modelo, año 2004, DDRV

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	53.56375000	10.71275000	61.05	<.0001
Error	6	1.05281664	0.17546944		
Total	11	54.61656667			

Tabla 56: Indicadores, año 2004, DDRV

<i>DDFG</i> medio	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
8.161667	0.980723	5.132417	0.418891

Tabla 57: Análisis de varianza, año 2004, DDRV

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Bloques	2	4.63251667	2.31625833	13.20	0.0064
Tratamientos	3	48.93123333	16.31041111	92.95	<.0001

Tabla 58: Análisis de varianza del modelo, año 2005, DDRV

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	69.85997500	13.97199500	76.37	<.0001
Error	6	1.09771667	0.18295278		
Total	11	70.95769167			

Tabla 59: Indicadores, año 2005, DDRV

<i>DDFG</i> medio	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
8.414167	0.984530	5.083448	0.427730

Tabla 60: Análisis de varianza año 2005, DDRV

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Bloques	2	4.07701667	2.03850833	11.14	0.0095
Tratamientos	3	65.78295833	21.92765278	119.85	<.0001

Tabla 61: Valores estipulados, *DDRV*

	2003	2004	2005	2006
Alfa	0.05	0.05	0.05	--
Error de G L.	6	6	6	--
Error de C M	0.0504	0.1755	0.1829	--
VCRE*	4.8956	4.8956	4.8956	--
DMS**	0.6345	1.184	1.209	--

* VCRE: valor crítico del rango estudentizado

** Diferencia mínima significativa

9.6 DIAMETRO MAXIMO SOBRE MUÑON.(DMSM)

Tabla 62: Análisis de varianza del modelo, año 2004, DMSM

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	46.93583333	9.38716667	66.33	<.0001
Error	6	0.84913333	0.14152222		
Total	11	47.78496667			

Tabla 63: Indicadores, año 2004, DMSM

DMSM medio	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
11.85833	0.982230	3.172405	0.376194

Tabla 64: Análisis de varianza, año 2004, DMSM

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
bloques	2	12.40646667	6.20323333	43.83	0.0003
tratamientos	3	34.52936667	11.50978889	81.33	<.0001

Tabla 65: Análisis de varianza del modelo, año 2005, DMSM

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Modelo	5	67.85144167	13.57028833	45.22	0.0001
Error	6	1.80045000	0.30007500		
Total	11	69.65189167			

Tabla 66: Indicadores, año 2005, DMSM

<i>DMSM</i> medio	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
11.99917	0.974151	4.565242	0.547791

Tabla 67: Análisis de varianza, año 2005, DMSM

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
bloques	2	10.98561667	5.49280833	18.30	0.0028
tratamientos	3	56.86582500	18.95527500	63.17	<.0001

Tabla 68: Valores estipulados, DMSM

	2003	2004	2005	2006
Alfa	--	0.05	0.05	--
Error de G L.	--	6	6	--
Error de C M	--	0.1415	0.300	--
VCRE*	--	4.8956	4.8956	--
DMS**	--	1.0633	1.5483	--

* VCRE: valor crítico del rango estudentizado

** Diferencia mínima significativa