

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE UN ENSAYO DE PODA EN *PINUS TAEDA* L. EN RIVERA
ETAPA 2. CRECIMIENTO E INCREMENTO A LA EDAD DE 9 AÑOS**

por

**María Sofía LAFFITTE RAMOS
Santiago Andrés TORTEROLO SOCA**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2010**

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. Rafael Escudero

Ing. Agr. Juan Pedro Posse

Ing. Agr. Juan Cabris

Fecha: -----

Autor: -----
María Sofía Laffitte Ramos

Santiago Andrés Torterolo Soca

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer muy especialmente al docente tutor de este trabajo, el Ing. Agr. Juan Cabris por su incondicional apoyo, dedicación y tiempo brindado para que este trabajo se pudiera realizar.

Agradecer a la Ing. Agr. Estela Priore por su colaboración, que nos ha apoyado con su trabajo en la parte de diseño experimental y análisis estadísticos.

Agradecer a la empresa Weyerhaeuser S.A. por haber prestado sus instalaciones para la realización del ensayo y por la contribución de los datos necesarios para la elaboración de este trabajo.

También agradecer a nuestras familias y amigos por su constante apoyo durante toda la carrera y sus aportes en ámbitos de discusión en la elaboración de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. <i>Pinus taeda</i> EN URUGUAY.....	3
2.2. GENERALIDADES DE LA PODA.....	3
2.2.1. <u>Estación e inicio de la poda</u>	7
2.2.2. <u>Régimen de poda</u>	8
2.3. INVESTIGACIÓN INTERNACIONAL SOBRE PODA EN <i>Pinus taeda</i>	9
2.4. ANTECEDENTES NACIONALES SOBRE PODA EN <i>Pinus taeda</i>	12
2.5. EFECTOS DE LA PODA SOBRE CRECIMIENTO E INCREMENTOS.....	14
2.5.1. <u>Diámetro a la altura del pecho (Dap)</u>	15
2.5.2. <u>Altura total (Ht)</u>	17
2.5.3. <u>Altura de poda (H poda)</u>	18
2.5.4. <u>Volumen individual (Vi)</u>	19
2.5.5. <u>Factor de forma</u>	20
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	22
3.1. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DEL SITIO.....	22
3.1.1. <u>Ubicación del sitio</u>	22
3.1.2. <u>Características edafológicas</u>	23
3.1.3. <u>Descripción climatológica del sitio</u>	23
3.1.3.1. Temperatura.....	23
3.1.3.2. Precipitación.....	24
3.2. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO DE PODA.....	26
3.3. METODOLOGÍA DE CAMPO.....	32
3.4. VARIABLES CALCULADAS.....	34
3.4.1. <u>Variables indicadoras de severidad e intensidad de poda</u>	36
3.4.1.1. Longitud de fuste podado (LFP).....	38
3.4.1.2. Porcentaje de extracción de copa verde (%ECV).....	39
3.4.1.3. Altura de poda (H poda).....	41
3.5. MODELO ESTADÍSTICO E HIPÓTESIS.....	42
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	45

4.1. DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (Dap).....	45
4.2. INCREMENTO MEDIO ANUAL EN DAP (IMA-Dap).....	48
4.3. INCREMENTO CORRIENTE ANUAL EN DAP (ICA-Dap).....	50
4.4. ALTURA TOTAL (Ht).....	52
4.5. INCREMENTO MEDIO ANUAL EN Ht (IMA-Ht).....	55
4.6. INCREMENTO CORRIENTE ANUAL EN Ht (ICA-Ht).....	57
4.7. ÁREA BASAL (AB).....	60
4.8. INCREMENTO MEDIO ANUAL EN ÁREA BASAL (IMA-AB).....	62
4.9. INCREMENTO CORRIENTE ANUAL EN ÁREA BASAL (ICA-AB).....	64
4.10. VOLUMEN INDIVIDUAL (Vi).....	66
4.11. INCREMENTO MEDIO ANUAL EN VOLUMEN INDIVIDUAL (IMA-Vi).....	68
4.12. INCREMENTO CORRIENTE ANUAL EN VOLUMEN INDIVIDUAL (ICA-Vi).....	70
4.13. VOLUMEN INDIVIDUAL PODADO (Vp).....	73
4.14. DEFECTOS EN EL FUSTE.....	74
5. <u>CONCLUSIONES</u>	78
6. <u>RESUMEN</u>	80
7. <u>SUMMARY</u>	81
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	82
9. <u>ANEXOS</u>	87

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Descripción del diseño experimental.....	28
2. Variables indicadoras de severidad de poda en relación a Ht, durante el periodo 2003-2009.....	37
3. Intensidad de régimen de poda según LFP acumulado durante el periodo 2003-2009.....	39
4. Intensidad del régimen de poda según %ECV acumulado durante el periodo 2003-2009.....	40
5. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable altura de poda, durante el periodo 2003-2009.....	41
6. Análisis de varianza utilizado en el procesamiento de datos.....	44
7. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable Dap, durante el periodo 2003-2009.....	45
8. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable IMA-Dap, durante el periodo 2003-2009.....	49
9. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable ICA-Dap, durante el periodo 2003-2009.....	51
10. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable Ht, durante el periodo 2003-2009.....	53
11. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable IMA-Ht, durante el periodo 2003-2009.....	56

12. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable ICA-Ht, durante el periodo 2003-2009.....	58
13. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable AB, durante el periodo 2003-2009.....	60
14. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable IMA-AB, durante el periodo 2003-2009.....	62
15. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable ICA-AB, durante el periodo 2003-2009.....	64
16. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable Vi, durante el periodo 2003-2009.....	66
17. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable IMA-Vi, durante el periodo 2003-2009.....	69
18. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable ICA-Vi, durante el periodo 2003-2009.....	71
19. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable Vp, para el año 2009.....	73
20. Porcentaje de defectos relevados según tratamientos de poda para el año 2009.....	74

Figura No.

1. Representación esquemática de una troza podada.....	5
2. Esquema de severidad de poda y las variables vinculadas.....	9
3. Ubicación del establecimiento La Toca.....	22
4. Ubicación del ensayo y de los tratamientos de poda.....	27
5. Tratamiento 1, longitud de fuste podado 70% de la altura total.....	29
6. Tratamiento 2, longitud de fuste podado 60% de la altura total.....	30
7. Tratamiento 3, longitud de fuste podado 50% de la altura total.....	31
8. Tratamiento 4, longitud de fuste podado 40% de la altura total.....	32
9. Medición de diámetro a la altura del pecho (Dap) con cinta diamétrica.....	33
10. Representación de las parcelas efectivas.....	36

Gráfico No.

1. Superficie forestada de <i>Pinus taeda</i> por departamento hasta el año 2008.....	3
2. Temperatura máxima, media y mínima promedio mensual para el periodo 2000-2009.....	24
3. Niveles de precipitación anual para el periodo 2000-2009.....	25
4. Precipitaciones mensuales para el periodo 2003-2009.....	25
5. Longitud de fuste podado por tratamiento para el periodo 2003-2009.....	38
6. Porcentaje de copa extraída por tratamiento para el periodo 2003-2009.....	40
7. Evolución de la altura de poda según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.....	42
8. Evolución del Dap según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.....	46
9. Frecuencia relativa de Dap en el año 2009, según tratamiento de poda.....	47
10. Evolución del IMA-Dap según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.....	50
11. Evolución del ICA-Dap según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.....	52
12. Evolución de la Ht según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.....	54
13. Evolución del IMA-Ht según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.....	57
14. Evolución del ICA-Ht según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.....	59
15. Evolución del AB según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.....	61

16. Evolución del IMA-AB según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.....	63
17. Evolución del ICA-AB según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.....	65
18. Evolución del Vi según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.....	67
19. Evolución del IMA-Vi según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.....	70
20. Evolución del ICA-Vi según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.....	72
21. Porcentaje de defectos relevados según tratamientos de poda para el año 2009.....	76

1. INTRODUCCIÓN

La actividad forestal ha tenido un desarrollo muy importante a partir de la década del 90 impulsado, principalmente, por la Ley de Promoción Forestal No. 15.939 promulgada en el año 1987. Este impulso llevó a que en el año 2008, el sector forestal se ubique como tercer rubro de exportación agroindustrial, aportando más de 950 millones de dólares a la economía local. En el año 2009, como consecuencia de la crisis global, las exportaciones forestales sufrieron un retroceso de alrededor del 30%, superando levemente los 600 millones de dólares (Sociedad de Productores Forestales, 2010).

Las plantaciones forestales se han desarrollado por un lado, para producir madera para la industria celulósica y por otro lado, para obtener madera para las industrias de transformación mecánica (aserrado, debobinado, fábricas de tableros, etc). La industria forestal en Uruguay, de aserrado, fabricación de pastas celulósicas, tableros MDF y contrachapado, está en rápida expansión. *Pinus taeda* se ha cultivado tanto para la producción de pulpa como de madera de aserrío. La producción de madera de mayor calidad supone aumentar la complejidad de los sistemas silvícolas, las tasas de inversión y la duración de las rotaciones (Bussoni y Cabris, 2006).

Pinus taeda L. (Lobolly Pine), es una especie forestal originaria del sudeste de EE.UU. En nuestro país ocupa una superficie total, hasta el año 2008, de 167.258 ha ubicadas, principalmente, en los departamentos de Rivera y Tacuarembó (75, 2 %) por presentarse en dichos lugares, las mejores condiciones climáticas y edafológicas para su crecimiento y desarrollo. (URUGUAY. MGAP. DGF, 2008).

El destino principal de dichas plantaciones es la obtención de madera de alta calidad y mayor valor comercial (madera clear, libre de defectos) para abastecer las industrias de aserrado y debobinado instaladas en la zona.

La poda es una práctica silvícola, junto con los raleos, esencial para la obtención de madera clear. Consiste en la extracción, en sucesivas operaciones, de las ramas laterales desde la base del árbol hasta una determinada altura (refaldado), adelantándose a la muerte natural de esas ramas, para evitar la formación de nudos. Realizada en periodos juveniles del árbol, permite obtener trozas basales donde las marcas o cicatrices de las ramas estén circunscriptas a un cilindro central reducido. Esto disminuye la presencia de nudos y defectos anatómicos de la madera, dando como resultado, una mayor proporción de madera libre de nudos de mayor valor comercial.

La producción de madera libre de nudos, en virtud de la escasez a nivel mundial existente de este recurso, es un objetivo deseable para un considerable número de empresas forestales de la región, ya que pueden obtenerse precios diferenciales por esta clase de rollizos (Fassola et al., 1999).

La poda y los raleos son prácticas silvícolas muy relacionadas, que hay que considerarlas al mismo tiempo para lograr optimizar la rentabilidad del rodal al momento de la cosecha. Debido a esto, conocer la respuesta de las plantaciones a los tratamientos silvícolas más comúnmente efectuados y observar la evolución de las variables dendrométricas que caracterizan al rodal afectado, hacen necesario profundizar los estudios acerca de éstos para lograr una mayor rentabilidad y maximizar la calidad de la madera obtenida de los rodales.

No existen registros oficiales de tratamientos silvícolas u oficinas estatales que certifiquen intervenciones como la poda; por otra parte, la variabilidad de los sistemas silvícolas adoptados ante situaciones similares, aumenta con la generación de tecnología propia en cada empresa (Van Hoff, 2001). Por esto, es de interés el estudio de las variables que se definen para establecer cuándo, con qué severidad, cuántos árboles por ha, con qué frecuencia se debe podar y con qué criterios se establecen los estándares de ejecución, control y verificación de esta corta ante la(s) empresa(s) que prestan servicios de poda.

Los objetivos de este trabajo son:

- a) Establecer la relación existente entre la longitud remanente del fuste con ramas verdes (copa viva) como porcentaje de la altura total y variables indicadoras de severidad de poda.
- b) Evaluar los efectos de cuatro niveles de severidad de poda sobre crecimiento e incrementos.
- c) Evaluar los efectos de cuatro niveles de severidad de poda sobre la formación de madera libre de nudos y defectos anatómicos asociados.

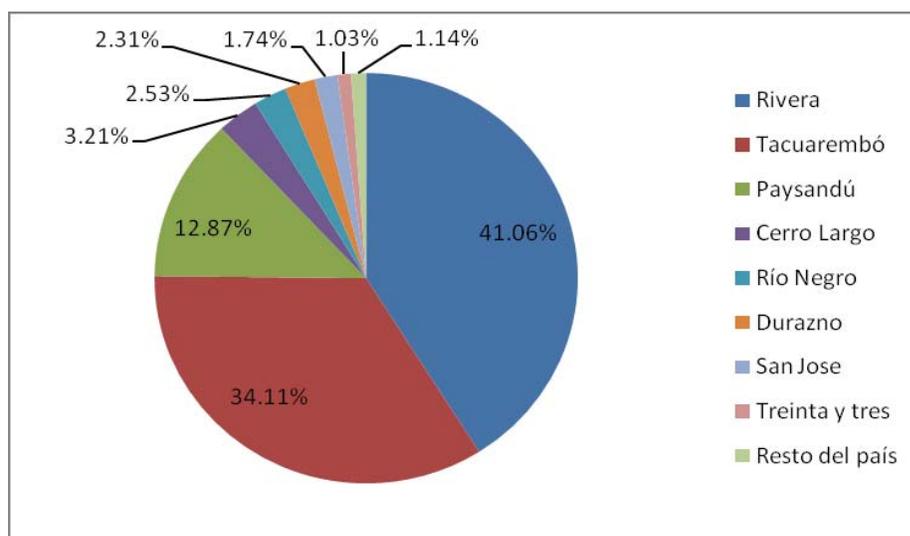
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. *Pinus taeda* EN URUGUAY

Pinus taeda ocupa en nuestro país una superficie total, hasta el año 2008, de 167.258 ha ubicadas principalmente en la región norte (Rivera y Tacuarembó, 75, 2% del total) y litoral oeste (Paysandú, Río Negro, Soriano, 15, 4%). En dichas zonas, se presentan las mejores condiciones climáticas y edafológicas para su crecimiento y desarrollo. (URUGUAY. MGAP. DGF, 2008).

Dentro de la superficie ocupada por el género *Pinus* en Uruguay (235.292 ha), dicha especie representa el 71, 1% del total lo cual marca la importancia de la misma. Los bosques son sometidos a sistemas de manejos intensivos, con podas y raleos, y a turnos de rotaciones prolongados, de 15 a 25 años, con el objetivo de producir trozas aserrables o debobinables para la fabricación de productos de madera sólida de alta calidad (Van Hoff, 2001).

Gráfico No. 1. Superficie forestada de *Pinus taeda* por departamento hasta el año 2008 (URUGUAY. MGAP. DGF, 2008).



2.2. GENERALIDADES DE LA PODA

Las plantaciones reciben tratamientos silvícolas desde la etapa de establecimiento hasta su cosecha final. El raleo y la poda, son las principales cortas

intermedias que se realizan en las plantaciones comerciales de nuestro país, teniendo como objetivo, obtener madera de calidad para abastecer la industria de transformación mecánica.

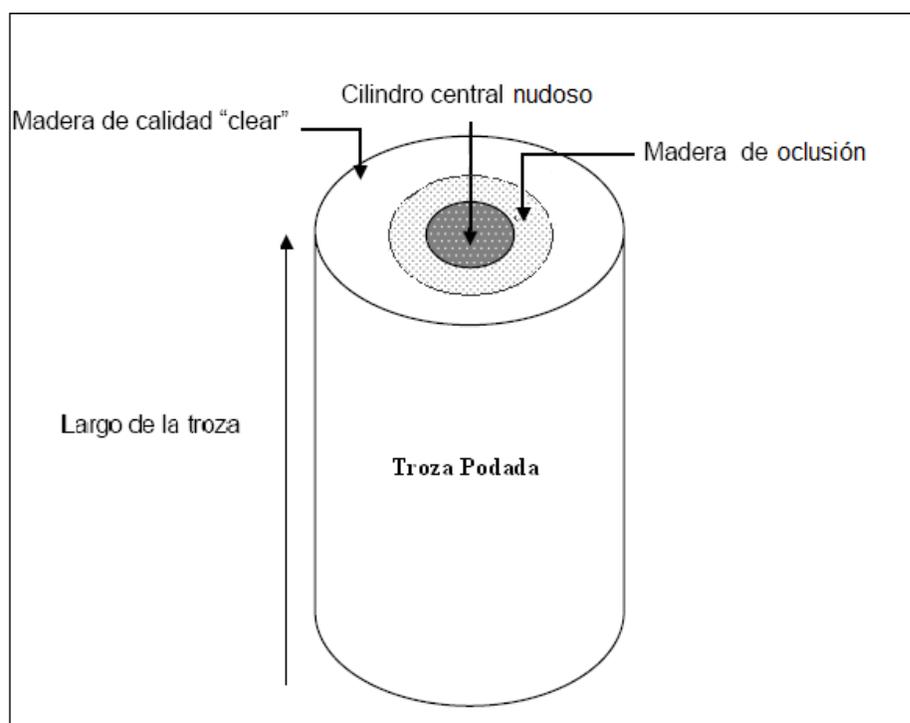
La poda es una corta intermedia que se diferencia de las demás (raleos, cortas de mejora, cortas de liberación, etc), por el hecho de que, en lugar de cortar el árbol entero, solamente se extrae parte del mismo (ramas). Se puede definir como la extracción, en sucesivas operaciones, de ramas laterales desde la base del árbol hasta determinada altura (refaldado), tiene como propósitos adelantarse a la muerte natural de estas ramas, que son retiradas antes que avance la formación de nudos y otros defectos anatómicos asociados en la madera. Como resultados de un sistema de podas, se obtiene una alta proporción de madera libre de defectos (clear), de mayor valor comercial.

Las ramas de los árboles portan las hojas en las cuales se realiza la fotosíntesis. Éstas, por lo tanto, son muy necesarias para el crecimiento del árbol, pero la huella que deja la rama en el tallo principal, forma un nudo que representa un defecto anatómico en la madera aserrada (Shepherd, 1986). Los nudos de la madera se pueden clasificar en nudos vivos o nudos muertos. Los nudos producidos mientras las ramas están vivas se denominan nudos vivos; los formados después de que la rama muere se denominan nudos muertos, siendo éstos los defectos más graves ya que se pueden desprender de la madera durante la industrialización (Hawley y Smith, 1982).

La poda natural es un proceso que tiene lugar durante la vida del cultivo forestal y resulta de la combinación de factores fisiológicos, bióticos y ambientales que actúan sobre el árbol. Es un proceso que consta de tres etapas: muerte de la rama, desprendimiento y oclusión del muñón de la rama. No se logra madera clear hasta que el muñón de madera y cualquier bolsa de corteza o de resina asociadas a él, hayan sido completamente cubiertos por madera sólida. La velocidad con que mueren las ramas más bajas viene determinada, en gran parte, por la densidad inicial de la masa boscosa. Cuando una masa es muy joven, las copas vivas se extienden hasta el suelo. Tan pronto como las copas de los árboles adyacentes llegan a tocarse, las ramas que se encuentran debajo del punto en que se cierran las copas disminuyen en vigor y después de varios años de sombra, mueren. A mayor densidad de las masas, las ramas van a tener un menor diámetro antes de morir, lo que va a permitir una cicatrización más rápida (Hawley y Smith, 1982).

La poda artificial surge como una alternativa para obtener madera libre de defectos en un período de tiempo menor al necesario por la poda natural y de esta forma permite aumentar la calidad del producto final. Consiste en la extracción de las ramas del fuste, mediante un corte neto y limpio, por medio del empleo de herramientas adecuadas a partir de un determinado diámetro y altura total de los árboles. La poda es el medio más eficaz para evitar la formación de nudos muertos reduciendo y concentrando los nudos vivos en un diámetro límite, sobre el cual se espera la acumulación de madera libre de nudos (ver Figura No. 1). En la producción de madera de calidad se procura que el cilindro con defectos, tenga el menor volumen posible y que el diámetro se mantenga constante a lo largo del fuste, desde la base hasta la altura de poda planificada (Kurtz y Ferruchi, 2004).

Figura No. 1. Representación esquemática de una troza podada (adaptado de Kollin por Pelufo y Vázquez, 2007).



El diámetro del fuste al momento de realizar la poda, determina el diámetro del cilindro nudoso. El cilindro central con defectos se define como el cilindro que contiene la médula, los muñones de poda, la madera de oclusión y las sinuosidades del fuste. En la práctica, el tamaño óptimo de cilindro con defectos se encuentra entre 12,7 y 17,8 cm.

Por encima de 22,2 cm de diámetro del cilindro de poda, la poda se considera económicamente inviable (Mullin et al., 1978).

Con la poda se busca obtener mayor cantidad de madera libre de nudos, facilitar la prevención y el control de incendios, facilitar el desplazamiento de operarios y maquinaria, mejorar el aspecto de las masas desde el punto de vista estético, permitir un mayor ingreso de luz para favorecer el crecimiento del pasto que puede ser aprovechado por animales, etc (Kurtz y Ferruchi, 2004).

El volumen de madera clear producido depende de la tasa de crecimiento de los árboles en el sitio en cuestión y de la edad de dicho rodal. Cuanto mayor sea el período de tiempo entre la poda y la cosecha final, más espesa será la capa de madera clear producida, siendo la realización de raleos una operación esencial para la obtención de mayores rendimientos de madera clear, dado que se libera a los árboles seleccionados de competencia. En caso de que dicho período fuese corto, se formaría una capa estrecha de madera clear, la que no sería aprovechable en el aserrado. Cuanto más temprano en la rotación se realice el tratamiento, más concentrados estarán los defectos. Debido a esto es recomendado que la poda se realice durante el primer tercio de la rotación. Otro efecto importante de la poda se da sobre la calidad de la madera, ya que provoca una transición más temprana del leño juvenil a maduro, debido a que la porción podada del fuste se aleja de la influencia fisiológica de la copa viva (Shepherd, 1986). West, citado por Bocage et al. (2000) afirma que la poda tiene su mayor efecto sobre el porcentaje de madera juvenil de la troza basal.

El corte debe efectuarse al ras del tronco, por encima del rodete de cicatrización, sin provocar heridas para no interferir en el proceso de oclusión y rozando el *cambium* para estimular la división celular y la rápida oclusión de la herida de poda (Kurtz y Ferruchi, 2004). Las heridas creadas al extraer ramas vivas, cicatrizan más rápidamente que las que se forman cortando ramas muertas. La velocidad de oclusión de cualquier herida de poda depende, en gran parte, del crecimiento en diámetro de la parte del tronco adyacente a la herida. Las heridas de poda cicatrizan más de prisa y producen más pronto madera clear en árboles vigorosos de crecimiento rápido en diámetro (Hawley y Smith, 1982).

2.2.1. Estación e inicio de la poda

La poda debe iniciarse precozmente, mientras las ramas que hay que cortar son todavía pequeñas y pueden ser extraídas sin grandes costos. Si se realiza de este modo, el cilindro nudoso será pequeño y quedará tiempo suficiente para que se desarrolle madera libre de nudos (Hawley y Smith, 1982). Realizar la poda a edades tempranas no solo permite obtener un cilindro nudoso pequeño, sino que también permite aprovechar el rápido crecimiento de los árboles jóvenes y lograr una rápida oclusión de los tocones de las ramas (Shepherd, 1986). Es muy común que se tome en cuenta la edad como parámetro para indicar el momento de inicio de la primera poda, aunque no es el indicador más adecuado ya que el crecimiento de los árboles depende de factores como la calidad del sitio, clima, material genético, espaciamiento, etc. Los indicadores más adecuados para indicar el comienzo de la poda son la altura total promedio y/o el Dap promedio de los árboles más grandes de la hectárea (Kurtz y Ferruchi, 2004).

Krall (1970), determinó que para *Pinus taeda*, cuando el Dap de los árboles llega a 6-8 cm, es adecuado podar ya que hay que sumarle 4 cm más de madera de oclusión, quedando un cilindro con defectos de 10-12 cm. Luego comenzará a depositarse madera clear.

La poda es una actividad muy exigente en cuanto a la estación más indicada para llevarla a cabo, porque realizarla en un momento inadecuado, puede conducir a que no cicatrice la herida de forma adecuada y por lo tanto, a no obtener el cilindro con defectos deseado. En los pinos del sureste de EUA, la mejor época para realizar la poda es fines de invierno y principios de primavera, durante la estación de reposo vegetativo. La oclusión de la herida de poda es más rápida durante la estación de crecimiento siguiente, puesto que ocurre la mayor tasa de incremento en diámetro del fuste y el *cambium* genera tejido cicatricial que cierra prontamente la herida. En dicha época, es más difícil que la corteza sufra heridas, porque el *cambium* no está activo y por lo tanto, la corteza no se desprende con facilidad. No es aconsejable podar en otoño porque se retrasa el cierre de las heridas debido a la interrupción temporaria del incremento diametral durante el invierno, de este modo, es mayor el riesgo de ataque de plagas y enfermedades. Tampoco se recomienda la poda en *Pinus* en los meses de verano, porque se generan defectos a causa del encostramiento de resina exudada sobre la herida, que da lugar a la formación de bolsas de resina previo a la deposición de madera libre de defectos (Banks y Prevôt, 1976).

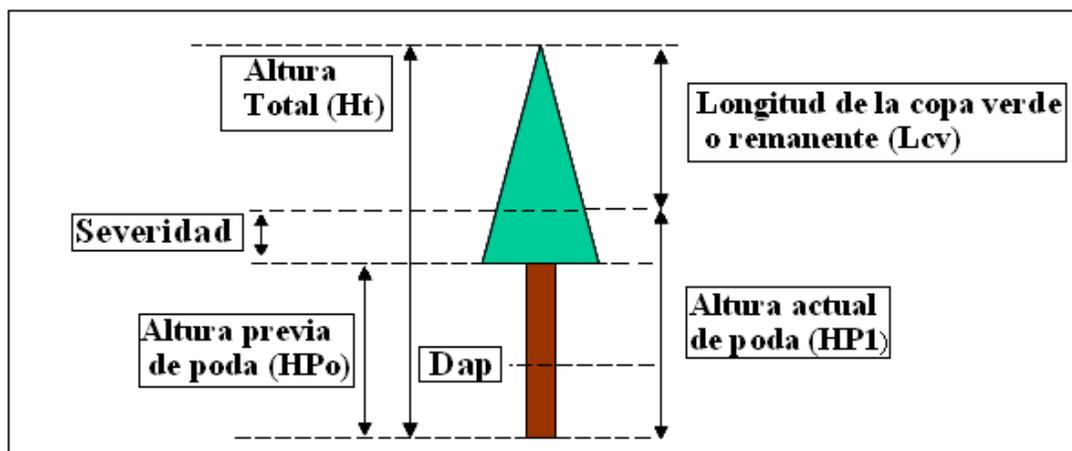
2.2.2. Régimen de podas

El régimen de podas podría ser caracterizado mediante a) la edad de aplicación de la primera poda (poda baja); b) la proporción de los árboles del rodal que se podan y la relación con la densidad de plantación y los métodos de raleo; c) el intervalo entre podas sucesivas; d) la severidad de la poda; e) la intensidad del régimen de poda, que permite comparar regímenes, expresada mediante variables como longitud total de fuste podada durante la rotación (Peluso y Vázquez, 2007).

Los árboles elegidos para las podas altas (podas de más de 2,2 m de altura) generalmente son los mejores individuos, es decir, los que esperamos que lleguen al final de la rotación, ya que no es ni económico, ni práctico podar todos los individuos de un rodal. Se podan únicamente los árboles dominantes, vigorosos, de buena forma y sin problemas sanitarios ya que son los que mejor aprovechan los beneficios de esta práctica. Por seguridad, se aconseja podar un 20% más de los árboles que se necesitan. Generalmente el número de árboles podados se encuentra entre 200 y 500 árboles/ha. La primera operación suele consistir en la poda de las ramas que un hombre puede alcanzar fácilmente desde el suelo (poda baja). La poda continúa después de modo gradual hacia las partes más altas del árbol hasta alcanzar la altura de poda deseada (poda alta). La poda al ser extendida hacia las partes más altas del árbol, resulta cada vez más costosa y por lo tanto se reduce el número de árboles que reciben el tratamiento. Esto se debe a que la operación se va tornando cada vez más compleja debido a las herramientas necesarias para su realización (p. ej., escaleras), aumentando así la dificultad de la misma y a que el diámetro de las ramas tiende a aumentar con la altura (Hawley y Smith, 1982).

La severidad de poda, se puede definir como la proporción de la biomasa aérea retirada en cada operación de poda, mientras que la intensidad de un régimen de podas, es el conjunto de los valores de severidad de todas las etapas de poda (Shepherd, 1986). La severidad de poda se expresa mediante variables como longitud del fuste a podar, porcentaje de reducción de la copa viva, porcentaje de copa remanente y proporción de la longitud del fuste podada (ver Figura No. 2). A mayor cantidad de copa que queda después de la poda, menos severo es el régimen. Cuanto más se poda en menos años, más intenso es el sistema.

Figura No. 2. Esquema de severidad de poda y las variables vinculadas (extraído y adaptado de Fassola et al., 1999).



Para *Eucalyptus grandis*, *Pinus taeda* y *Pinus elliottii*, se utiliza principalmente como criterio para decidir cuándo podar el porcentaje de reducción de la copa viva. En plantaciones clonales, también se puede usar como criterio el diámetro límite hasta el cual podar, ya que los árboles son más uniformes en cuanto a la conicidad. En plantaciones de semilla, si se usara este último criterio, los árboles quedarían con diferente altura podada ya que la conicidad no es uniforme. A la hora de hacer la poda, se selecciona hasta qué altura se van a podar los árboles, teniendo en cuenta el largo de la troza que se quiere obtener ya que no tiene sentido podar una troza incompleta porque no va a recibir el pago diferencial en el mercado.

2.3. INVESTIGACIÓN INTERNACIONAL SOBRE PODA EN *Pinus taeda*

A nivel internacional los estudios sobre poda en *Pinus taeda* no son abundantes. A continuación se van a numerar las principales características de los estudios encontrados.

Stöhr et al. (1987), evaluaron un ensayo de *Pinus taeda* instalado en Guarapuava, Paraná, Brasil. La plantación presentaba 5 años de edad, con una densidad inicial de 1100 árboles/ha y un espaciamiento de 2 x 2 m. El 100% de los árboles recibieron una poda baja hasta una altura de 2.5 m y 2 meses después de aplicada la poda, se realizó un raleo. Posteriormente se realizó la poda alta a 400 árboles/ha con 4 niveles diferentes de severidad de poda: 1) 0% de copa viva; 2) 20% de copa viva; 3)

40% de copa viva y 4) 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. Las medidas fueron tomadas inmediatamente después de efectuada la poda y anualmente durante un periodo de 4 años.

Fassola et al. (1999), estudiaron la relación entre el raleo, la intensidad de poda, el número de levantes de poda y el crecimiento, en un ensayo de *Pinus taeda* de 3 años de edad, con un marco de plantación inicial de 3 x 2 m (1666 árboles/ha), instalado en junio de 1996 en la localidad de Santo Tomé, Corrientes, Argentina. El diseño de los tratamientos de raleo adoptado fue sistemático, procediéndose a disminuir la densidad de forma clinal, quedando una faja sin raleo y fajas con un 50%, 75% y 87% de la densidad inicial. Las fajas estaban separadas entre sí por borduras perimetrales.

En forma perpendicular a las fajas de distinta densidad, se procedió a realizar podas con distinta intensidad y frecuencia. Los niveles de severidad de poda se aplicaron como porcentaje de remoción de copa verde, siendo los mismos 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 y dentro de cada una de ellas se seleccionó un árbol de acuerdo a criterios de dominancia y forma, sobre los 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) y diámetro de la rama más gruesa en sentido horizontal en el verticilo correspondiente al DMSM, (DMR).

Fassola et al. (2002b), presentan resultados de la evolución del Dap, Ht y volumen cilindrométrico sobre el mismo ensayo evaluado por Fassola et al. (1999), después de 5 años de observación y medición de las variables a estudiar; con el objetivo de construir modelos que puedan predecir la producción y calidad de los productos futuros.

Fassola et al. (2002a), estudiaron un ensayo de podas y raleos de 17 años de edad, ubicado en el Municipio de Puerto Esperanza, Departamento Iguazú, provincia de

Misiones, Argentina, con el objetivo de determinar el diámetro con defectos de rollizos podados y su relación con el rendimiento en madera libre de nudos. El rodal había sido podado en dos oportunidades, a los 4 y 7 años de edad, hasta 2.4 m 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 en cada operación a 1.066, 485 y 295 árboles/ha, respectivamente. Para el trabajo se seleccionaron 26 árboles que visualmente presentaran su primera troza derecha. Las variables estudiadas fueron: diámetro máximo sobre muñones (DMSM); diámetro sobre oclusión (DSO); diámetro del cilindro con defectos (DCD); profundidad de oclusión y rendimiento en madera libre de nudos.

Costas et al. (2002, 2003, 2005), evaluaron el efecto de la densidad, la altura de poda, el número de levantes de poda y la interacción entre ambas sobre la producción de una masa de *Pinus taeda* origen Marion a los 5, 6 y 7 años respectivamente, implantada en 1996. El ensayo se encuentra ubicado en la localidad de Garuhapé-mí, Dto. General Libertador San Martín, Misiones, Argentina. A los 3 años de edad, se realizó una poda baja homogénea de aproximadamente 1.8 m de altura sobre toda la masa y sobre dos tercios de la plantación fueron realizados raleos sistemáticos, producto de los cuales, un tercio quedó con un 38% y el otro tercio raleado con el 58% de los árboles plantados originalmente (1480 árboles/ha). La densidad de cada tercera parte, continuó siendo controlada hasta llegar a los 6 años con una densidad de 400, 700 y 1000 árboles/ha. En cada bloque con densidad homogénea, se aplicaron 12 tratamientos de poda. De la combinación factorial de los 3 niveles de densidad, los 4 niveles de altura final de poda y los 3 niveles de número de levantes de poda surgieron 36 tratamientos, cada uno de los cuales tuvo dos parcelas como repeticiones. Para la poda de los árboles se adoptó el criterio de altura fija.

Las variables sobre las cuales se analizó la producción fueron: diámetro a la altura del pecho (Dap); altura total (Ht); área basal; volumen individual (Vi); volumen por unidad de superficie y, además de dichas variables, en el 2005, se analizó diámetro máximo sobre muñones (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).

Costas et al. (2006), ajustaron modelos de producción y de proyección de crecimiento de rodales a través de datos ya relevados (Costas et al., 2005) de un ensayo de poda de *Pinus taeda*, con edades entre 4 y 7 años. Las variables de respuestas analizadas fueron el diámetro medio cuadrático, el área basal y el volumen por hectárea.

2.4. ANTECEDENTES NACIONALES SOBRE PODA EN *Pinus taeda*

La información nacional sobre la poda en especies forestales es escasa y de reciente publicación. El análisis de la bibliografía forestal nacional, en el periodo 1908-1982, revela la escasés de información sobre la poda en especies forestales (Sayagués, 1995), encontrándose un solo artículo que hace referencia al tiempo empleado para hacer poda baja (hasta 2.2-2.3 m de altura) según dos sistemas: ordenando y sin ordenar las ramas cortadas. Los antecedentes nacionales más relevantes sobre el tema, se encuentran en distintas tesis de grado realizadas en la Facultad de Agronomía, los regímenes de poda descriptos por Van Hoff y los modelos de producción forestal propuestos por PRAIF.

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

Bocage et al. (2000), estudiaron los factores que afectan la producción de leño juvenil en *Pinus taeda*, observando que la poda por encima de 1.3 m, tiene un claro efecto acelerando la transición de leño juvenil a maduro, principalmente en la troza basal. La poda determina una transición más rápida a leño maduro y por lo tanto, una menor proporción de leño juvenil.

En el análisis de sistemas de producción forestal vigentes de PRAIF (2001), a partir de proyectos de forestación presentados desde 1989 ante la Dirección Forestal, se describe un régimen silvícola para *Pinus* cultivados en la región norte, litoral oeste y centro del país, con el objetivo de obtener madera para aserrar. Se considera una rotación de 24 años y una densidad inicial de 1100 árboles/ha, a la cual se le realizan podas y raleos. Se efectúan 2 podas, poda baja (0 - 2.5 m) y alta (2.5 – 5.5 m) sobre 770 y 280 árboles/ha a la edad de 4 y 8 años respectivamente.

Van Hoff (2001), describe regímenes de poda para *Pinus taeda* plantados en Tacuarembó y Rivera, con turnos de rotación de 22 años y densidad inicial de 1000 árboles/ha. Las podas se realizan a los 4, 7 y 9 años, hasta alturas de 2.5, 5.0 y 8.0 metros respectivamente, aplicadas a 900, 480 y 180 árboles/ha. Los resultados económicos de podas anuales retirando un verticilo de ramas en cada operación han sido insatisfactorios.

Methol (2001), evaluó un ensayo de poda en *Pinus taeda* y *Pinus elliottii*, instalado en 1997 en Tacuarembó. La densidad inicial fue de 1111 árboles/ha, con un marco de plantación de 3 x 3. Al momento de realizarse los tratamientos de poda baja, se efectuó un raleo de aproximadamente 20% de los ejemplares, dejando una población residual de 850 árboles/ha. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con 23 repeticiones, 16 plantas por parcela y 4 tratamientos de severidad de poda: 15, 23, 31 y 39 % de la altura total, aplicados a la edad de 4 y 6 años.

Rodríguez (2007), evaluó un ensayo de poda en *Pinus taeda* cultivado en Rivera en el establecimiento “La Toca”, a la edad de 6 años. Las parcelas se plantaron en abril del año 2000, con una densidad de 1000 árboles/ha, con un marco de plantación de 4 x 2.5. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de distintas severidades de poda (40, 50, 60 y 70% de la altura total) sobre la calidad de la madera y la repuesta de variables dendrométricas como: diámetro a la altura del pecho (Dap); incremento medio anual en área basal (IMA-AB); altura total (Ht); incremento medio anual en altura total (IMA-Ht); altura de poda (HFG); diámetro de la primer rama verde (DDFG) y diámetro máximo sobre muñones (DMSM). En el año 2003 se instaló el ensayo con un diseño experimental que incluye tres bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y un testigo comercial con régimen de poda según norma silvícola de la empresa.

Cavagnaro y Servetti (2009), en un ensayo ubicado en Tacuarembó, en el establecimiento “La Tuna”, en una plantación de *Pinus taeda* de 12 años de edad, evaluaron el efecto de distintos tratamientos de poda sobre el crecimiento, incremento y forma de los árboles y el efecto sobre el crecimiento e incremento de madera libre de nudos. La plantación se realizó en octubre de 1997 y el ensayo fue instalado en diciembre del año 2000, con un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones, usando parcelas circulares de 1000 m². La densidad (500 árboles/ha) fue la misma para todos los tratamientos en cada bloque. Los tratamientos aplicados fueron los siguientes: 1) poda hasta un diámetro medio del fuste de 8 cm, con largo de copa remanente ≥ 40 % de altura total; 2) poda de un largo de troza (inicialmente 2.6 m, 2.8 m a partir de 2004), con largo de copa remanente ≥ 40 % de altura total; 3) poda hasta una longitud de copa remanente ≥ 2 m; 4) poda hasta largo de copa remanente ≥ 30 % de altura total; 5) tratamiento control o testigo sin poda, 6) poda hasta cilindro nudoso constante de 13 cm (medido sobre muñón podado), con largo de copa remanente ≥ 40 % de altura total; 7) poda hasta largo de copa remanente ≥ 40 % de altura total. Las variables analizadas fueron: Dap; altura total (Ht); altura de poda; área basal (AB); volumen total (Vt); volumen comercial (Vcom); incremento medio anual (IMA) en Dap;

IMA en AB; IMA en Vt; IMA en Ht; incremento corriente anual (ICA) en AB; ICA en Ht; ICA en Vt e ICA en Dap.

2.5. EFECTOS DE LA PODA SOBRE CRECIMIENTO E INCREMENTOS

Se pueden podar los árboles para obtener trozas basales libres de nudos con alto valor económico, o no podar y mantener la mayor cantidad de copa viva posible por individuo, evitando de esta forma, la disminución de las tasas de crecimiento de la masa (Evans, 1992).

La poda de ramas vivas reduce el área fotosintética de la copa de los árboles, produciendo reducción en el crecimiento de los mismos. Evans (1992), Seitz (1995), citan experiencias realizadas con *Pinus sp.*, en las cuales observan que, a mayor proporción de copa extraída, la disminución del crecimiento es más drástica. Si se extraen demasiadas ramas vivas al mismo tiempo, la superficie de copa disponible para la actividad fotosintética puede quedar tan reducida que ocasione un serio retraso de crecimiento en altura y diámetro (Hawley y Smith, 1982).

Banks y Prevôt (1976), 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.

Considerando que la remoción o eliminación de parte de la copa viva (poda) tiende a disminuir el crecimiento de los árboles y que los raleos tienden a favorecer el crecimiento diamétrico en *Pinus taeda* (Fassola et al., 2002b), es importante analizar la influencia de distintos tratamientos sobre el crecimiento de estos ejemplares.

2.5.1. Diámetro a la altura del pecho (Dap)

Rodríguez (2007), evaluó este mismo ensayo a los 6 años de edad, observando que la remoción del 70% de la altura total, redujo significativamente los valores de Dap medio, mientras que en el tratamiento menos severo, en el que se removía el 40% de la Ht, se dio el efecto contrario. Los tratamientos que remueven el 50% y 60% de la Ht no afectan de forma significativa los valores promedio de Dap. Observó 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 viva y menores en aquellos más severos.

Cavagnaro y Servetti (2009), en un ensayo realizado en Tacuarembó, en el establecimiento “La Tuna”, en una plantación de *Pinus taeda* de 12 años de edad, llegaron a la conclusión que los tratamientos más severos, en los que se extrae un mayor porcentaje de copa viva (70% o más), dan como resultado menores valores de Dap promedio, mientras que el tratamiento control, sin poda, posee los valores de Dap máximos para todos los años.

Fassola et al. (1999), expresan que al año de aplicados los tratamientos, no se observaron tendencias bien definidas que relacionen severidad de poda y Dap medio para una misma densidad de rodal. Al finalizar el segundo periodo de crecimiento, comenzaron a diferenciarse los distintos tratamientos y en el tercer periodo, ya fue posible determinar que para una misma densidad, los diámetros disminuyeron con el aumento del porcentaje de remoción de copa verde. Se constató también, un efecto del número de levantes de poda para un mismo nivel de remoción de copa, ya que a mayor número de levantes aplicados, correspondieron menores valores de diámetro.

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

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 por unidad de superficie.

Stöhr et al. (1987), no encontraron diferencias significativas en la evolución del diámetro acumulado, cuando comparaban individuos fuertemente podados (60% de remoción de copa) con el testigo (individuos sin podar) a los cuatro años de haber aplicado el tratamiento, con una sola intervención. Únicamente el incremento en diámetro, observado durante el primer año después de aplicada la poda, mostró diferencias significativas entre los distintos tratamientos.

Costas et al. (2005), observaron que los Dap medios producidos en los niveles de menor altura final de poda, resultaron ser estadísticamente superiores a los Dap medios obtenidos cuando es mayor la altura final de poda.

Posse (2007), observó a la edad de 9,85 años, un significativo impacto de la intensidad de poda sobre la variable Dap, con su consecuente impacto sobre el volumen por hectárea.

Methol (2001), determinó que *Pinus taeda* es una especie sensible a la severidad de poda, donde al aumentar la altura de poda, se redujo significativamente el crecimiento en Dap. Para que el régimen de poda no resulte excesivo, es recomendable podar hasta un 31% de la altura total en la primera poda sin que el crecimiento se vea afectado en forma significativa.

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

Marts, citado por Hawley y Smith (1982), determinó que la reducción del crecimiento en diámetro resultante de podas verdes muy drásticas en *Pinus palustris*, se hace principalmente a expensas de la madera primaria, y ocasionan un aumento en la densidad de la madera. Los efectos desfavorables de podas verdes muy severas sobre el crecimiento en volumen, son mitigados, hasta cierto punto, por las mejoras en la estructura de la madera.

2.5.2. Altura total (Ht)

La altura total de los árboles tiene gran importancia para indicar el momento adecuado para realizar la poda en función de los objetivos que se persiguen y está muy relacionada con la severidad de los tratamientos. En este caso, se va a estudiar el efecto de distintas severidades de poda sobre la altura total media, ya que esta variable afecta, en parte, el incremento volumétrico.

La altura total se ve menos afectada por la aplicación de tratamientos silvícolas (poda y raleos) que otras variables como el Dap, salvo cuando dichos tratamientos son extremos en su severidad. La altura total presenta una estrecha relación con la calidad de sitio para la especie.

Rodríguez (2007), evaluando este mismo ensayo a la edad de 6 años, observó que los tratamientos de poda que retiran entre el 50 y 60% de la Ht, parecen afectar la altura total promedio en forma leve, aunque significativa, en comparación con la remoción del 40% de la Ht. La poda de 70% de la Ht, por su parte, resulta en una notoria reducción de la altura total media de los árboles, con una tendencia a diferenciarse progresivamente de los valores de los restantes tratamientos. El efecto de los tratamientos sobre la Ht parece ser temporal, ya que a los 3 años de aplicados los tratamientos no se observan diferencias significativas. Al año de aplicados los tratamientos, comienzan a establecerse diferencias en los valores de altura total promedio, pero estas diferencias se vuelven significativas a partir del segundo año.

Cavagnaro y Servetti (2009), observaron que la relación entre la severidad de poda y la Ht fue poco clara y las diferencias observadas se debieron al efecto bloque y no al del tratamiento. La calidad del sitio y la posición topográfica influyeron sobre Ht, diferenciándose dos clases estadísticas hacia el final del periodo. La clase de menor Ht se compuso del tratamiento control (sin poda) y los tratamientos más severos (poda hasta una longitud de copa remanente ≥ 2 m y ≥ 3 m), mientras que la clase de mayor Ht fue constituida por los tratamientos intermedios. Por lo tanto, la Ht fue menor cuando se estuvo frente a nulos tratamientos silvícolas o cuando las severidades fueron más extremas.

Stöhr et al. (1987), no encontraron diferencias significativas cuando evaluaron la altura total de los individuos sometidos a diferentes severidades de poda (0 a 60% de remoción de la copa verde), a los cuatro años de haber aplicado los tratamientos. Seitz

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

En ensayos realizados por Fassola et al. (1999), Seitz (1999), observaron que los valores de altura alcanzados con los distintos tratamientos de poda, no presentan diferencias significativas. Las diferencias se encuentran al analizar la tasa de incremento periódico en altura, siendo ésta menor a medida que aumentaba la severidad y el número de etapas de poda con relación a los tratamientos testigos (sin poda).

La altura total fue la variable menos afectada por la severidad de la poda entre las estudiadas por Fassola et al. (2002b). Si bien fue, proporcionalmente, la variable menos afectada, los tratamientos de poda intensos, generalmente superiores al 50%, han promovido fuertes alteraciones en su evolución, lo que afecta tanto la incorporación de nuevo follaje en el plano vertical como el crecimiento de los árboles. Puede afirmarse que las principales causas que afectan la evolución en altura son la severidad y el número de levantes de poda.

Posse (2007), observó que los diferentes tratamientos de poda no afectaron la altura media del rodal.

2.5.3. Altura de poda (H poda)

La altura de poda, es un indicador de la severidad de poda que se expresa como porcentaje de la copa viva retirada y proporción de la longitud del fuste podada. Está estrechamente relacionada con la altura total del árbol, ya que se retira un porcentaje de la copa verde. 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).

Fassola et al. (1999), expresan que la elección de la variable altura de poda depende de la consideración de una serie de factores, tales como costos, expectativas de mercado, especie utilizada, calidad del sitio, producto deseado, etc. De los antecedentes anteriores surge que la remoción de copa afecta el crecimiento y por lo tanto, mientras más alta sea la poda, más se prolonga el turno. Por otra parte, debe considerarse que *Pinus taeda* presenta una mayor conicidad que otras coníferas, por lo que el rendimiento

en madera libre de nudos será menor a medida que la altura de poda sea mayor, salvo que la poda modifique beneficiosamente la forma de los árboles.

Rodríguez (2007), observó que la altura de poda aumenta todos los años con cada levante. Dicha variable es mayor para aquellos tratamientos que retiran un mayor porcentaje de la copa viva. Las diferencias entre los tratamientos más severos (60 y 70% de remoción de copa) no fueron significativas, por lo cual, si se mantiene la tendencia, no se justificaría realizar el tratamiento más severo en relación al que remueve el 60% de la copa, debido a la reducción en Dap y Ht, los mayores costos, alargamiento del turno y mayores riesgos sanitarios que presenta el tratamiento que remueve el 70% de la copa.

Cavagnaro y Servetti (2009), determinaron que los valores más altos de altura de poda resultaron en mayores severidades de poda. El tratamiento 3 tuvo la mayor media seguido del tratamiento 1, luego el 4, los tratamientos 6 y 7 que no resultaron significativamente diferentes y por último el tratamiento 2. Los tratamientos que tuvieron una altura de poda más elevada presentaron mayor reducción del área fotosintética y decrecimientos en los valores de Dap.

2.5.4. Volumen individual (Vi)

Fassola et al. (1999), observaron que para cada densidad ensayada, la tasa de incremento periódico en volumen cilíndrico ($Dap^2 * Ht$) de los árboles dominantes, disminuyó con la intensidad de remoción de la copa verde y el número de levantes de poda. Considerando el comportamiento exhibido como similar al del Dap, las consideraciones efectuadas al tratar esta variable, pueden ser extendidas al comportamiento del volumen del árbol dominante. Al realizar la poda y disminuir la capacidad fotosintética de la planta, se produjo una fuerte disminución de los crecimientos relativos en volumen.

Costas et al. (2002, 2005), encontraron diferencias de volumen individual (Vi) debido al efecto de las podas. Determinaron que los valores medios de Vi de los tratamientos con menor altura de poda, fueron significativamente mayores que los producidos por el resto de los tratamientos que presentaban una mayor altura de poda.

Fassola et al. (2002b), concluyeron que variables como el Dap, Ht y volumen cilíndrico, se han visto afectadas en distinto grado por la intensidad de raleos y podas aplicados y por la cantidad de levantes de poda realizados.

Stöhr et al. (1987), no encontraron diferencias significativas en la evolución del volumen cuando comparaban individuos fuertemente podados (60% de remoción de copa viva) con el testigo (individuos sin podar), a los cuatro años de haber aplicado el tratamiento. No obstante, se observó que la remoción de 60% de la copa viva se asociaba a una reducción de 12% del volumen promedio, en tanto que la poda de 20% (en términos reales 26%) resultó en la reducción del volumen en sólo 7%.

2.5.5. Factor de forma

Determinar cómo afecta la poda a la forma de los árboles es de gran importancia debido a que éste es un factor que influye en el cálculo de volumen. La información, tanto nacional como internacional, es muy escasa a pesar de la importancia que tiene determinar dicho factor.

En general, puede considerarse que la conicidad del fuste se incrementa con una mayor intensidad en los raleos (Flury, citado por Hawley y Smith, 1982), aunque no existe un acuerdo universal sobre esta conclusión. Puede considerarse que la poda, tiene un efecto opuesto sobre la forma del fuste al del raleo (Bickerstaff, citado por Hawley y Smith, 1982). Además, el efecto perjudicial del raleo sobre la forma, puede, hasta cierto punto, ser compensado por la poda (Metzger, citado por Hawley y Smith, 1982). La respuesta usual a la poda es percibida como una reducción en el incremento en diámetro en la base del fuste y una concentración del incremento en las porciones superiores del tallo. Esto coincide con lo observado por Young y Kramer, citados por Hawley y Smith (1982), quienes determinaron que la disminución del crecimiento en diámetro no se distribuye uniformemente por el tronco, siendo mayor cerca del suelo y gradualmente menos marcada hacia arriba, de tal forma que se reduce la forma adelgazada del tronco podado.

La poda de ramas verdes afecta tanto el crecimiento como la forma de los árboles. Valenti y Cao, citados por Amateis y Burkhart (2005), mostraron que la poda reduce la conicidad del tallo, resultando en árboles más cilíndricos con más volumen por árbol. Burton, así como Labyak y Schumacher y Marts, citados por Amateis y Burkhart (2005), mostraron que la poda de ramas vivas, tiene un efecto real y significativo sobre la forma del fuste y el crecimiento en diámetro, al menos por un período de tiempo posterior a la poda. Valenti y Cao, citados por Amateis y Burkhart (2005), también observaron que en los árboles que sufrían 2 levantes de poda obtenían un 4% menos de ahusamiento y 4% más de volumen de madera que aquellos árboles podados una sola vez.

Costas et al. (2005), determinaron que la densidad tuvo efectos significativos sobre el Coeficiente de forma de Girard (CFG), coeficiente indicador de la conicidad del fuste. En la mayor densidad (1000 árboles/ha) se manifestó el mayor CFG, estadísticamente superior a los producidos en las otras densidades (400 y 700 árboles/ha). Los tratamientos de poda no produjeron CFG diferentes entre sí. La falta de repuesta puede deberse a diversos factores entre los que se menciona: poda inadecuada, poda aplicada con retraso, podas muy cautelosas, etc (Larson, citado por Costas et al., 2005).

En el análisis de sistemas de producción forestal vigentes de PRAIF (2001), se indican los factores de forma recomendados para *Eucalyptus grandis*, *Pinus elliottii* y *Pinus taeda*, los cuales fueron elaborados en base al estudio de índices de sitio realizado por la Ing. Agr. Ariana Sorrentino. Los valores recomendados para *Pinus* son: - Dap □20, 0.5 - Dap □ 25, 0.47 - Dap □ 30, 0.46 - Dap □35, 0.46.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

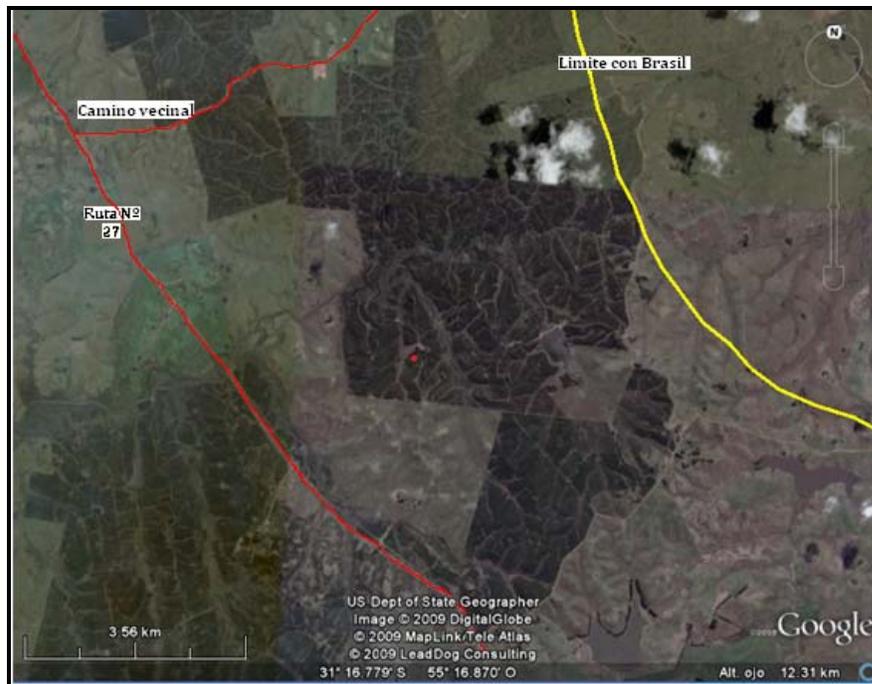
3.1. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DEL SITIO

3.1.1. Ubicación del sitio

El ensayo de poda fue instalado en el año 2003 sobre una plantación de *Pinus taeda* L., realizada en abril del año 2000 en el establecimiento “La Toca”, ubicado en el Departamento de Rivera, actualmente bajo gestión de la empresa Weyerhaeuser S.A.

Para acceder al mismo, se debe ir a la ciudad de Rivera y tomar la ruta No. 27, rumbo a Vichadero, hasta el kilómetro 38,200. En dicho lugar se dobla a mano izquierda y se recorren aproximadamente 2 kilómetros por el camino vecinal, hasta llegar a la entrada del predio “Capón alto 3” perteneciente a Weyerhaeuser (a mano derecha). Para llegar al ensayo se deben recorrer aproximadamente 8 kilómetros por los caminos internos del predio (ver Figura No. 3).

Figura No. 3. Ubicación del establecimiento La Toca (extraído de Google, 2009).



3.1.2. Características edafológicas

El sitio experimental se ubica sobre suelos pertenecientes al grupo CONEAT 7.33 de prioridad forestal. El material geológico está constituido por areniscas de Yaguarí o sedimentos arenosos apoyados sobre esas areniscas. Los suelos dominantes son Luvisoles Ócricos Típicos/Álbicos (Praderas Arenosas), muy profundos de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arenosa, drenaje bueno a imperfecto y fertilidad extremadamente baja. Los suelos se corresponden a la unidad Cuchilla de Corrales de la carta a escala 1:1.000.000 (URUGUAY. MGAP. DGRNR. CONEAT, 2010).

El relieve está formado por colinas sedimentarias no rocosas y lomadas fuertes, con pendientes predominantes de alrededor de 5 - 6% (URUGUAY. MGAP. DGRNR. CONEAT, 2010).

3.1.3. Descripción climatológica del sitio

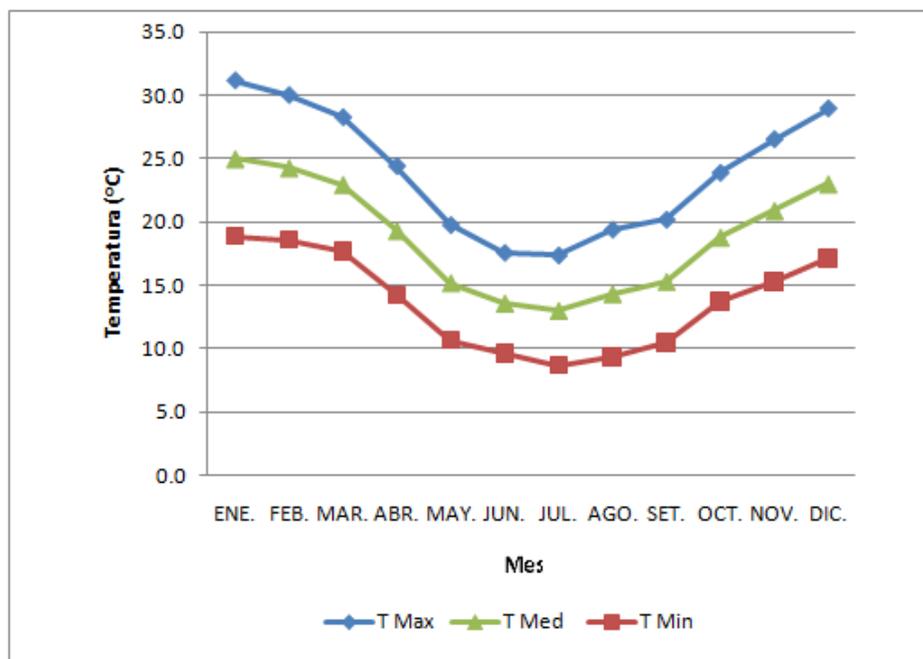
A continuación se presentan los datos climáticos más relevantes de la zona en donde se ubica el ensayo durante el periodo 2000-2009, con el objetivo de poder relacionarlos con los resultados obtenidos en el posterior análisis. Para realizar el mismo, se utilizaron los datos de la Estación Meteorológica de Rivera, brindados por funcionarios de la Dirección Nacional de Meteorología¹.

3.1.3.1. Temperatura

Como se observa en el Gráfico No. 2, tanto para la temperatura máxima, mínima y media, la distribución de los datos se da de forma parabólica.

¹ Rodríguez, M. 2010. Com. personal.

Gráfico No. 2. Temperatura máxima, media y mínima promedio mensual para el periodo 2000-2009.



La zona de Rivera se caracteriza por presentar altas temperaturas en verano y bajas temperaturas en invierno. Los valores de temperatura para el mes más cálido (enero), durante el periodo 2000-2009, fueron temperatura media de 25 °C, máxima en promedio de 31,1 °C y mínima en promedio de 18,9 °C. En el mes más frío (julio), la temperatura media en promedio fue de 13 °C, la máxima de 17, 4 °C y la mínima de 8, 7 °C (ver Gráfico No. 2).

3.1.3.2. Precipitación

La zona de Rivera recibió en promedio 1652, 7 mm de precipitaciones para el periodo 2000-2009; alcanzando un valor máximo de 2682, 7 mm en el año 2002 y un valor mínimo de 1067, 7 mm en el año 2008 (ver Gráfico No. 3). Las precipitaciones presentaron valores mayores en los primeros años del ensayo (2000-2003) y valores menores en los años intermedios (2004-2006).

Gráfico No. 3. Niveles de precipitación anual para el periodo 2000-2009.

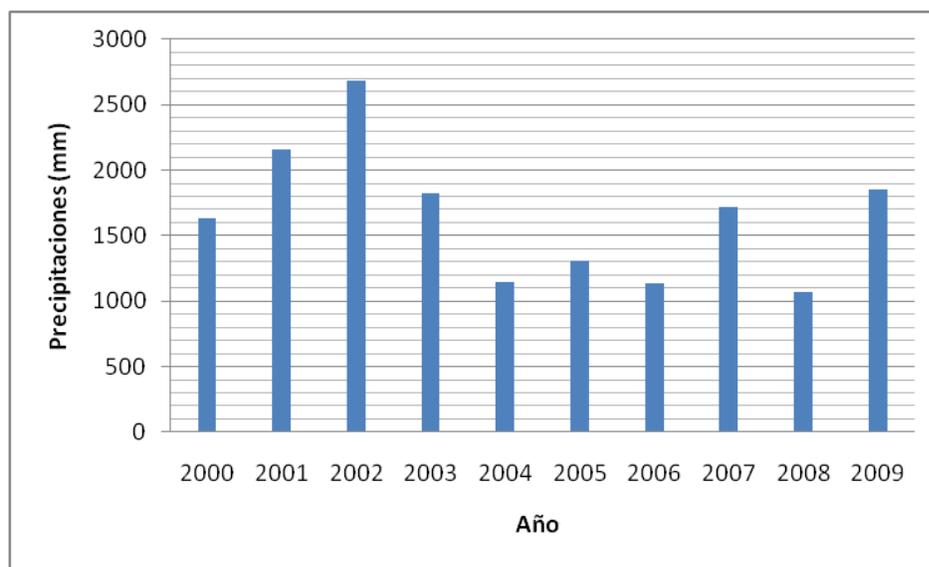
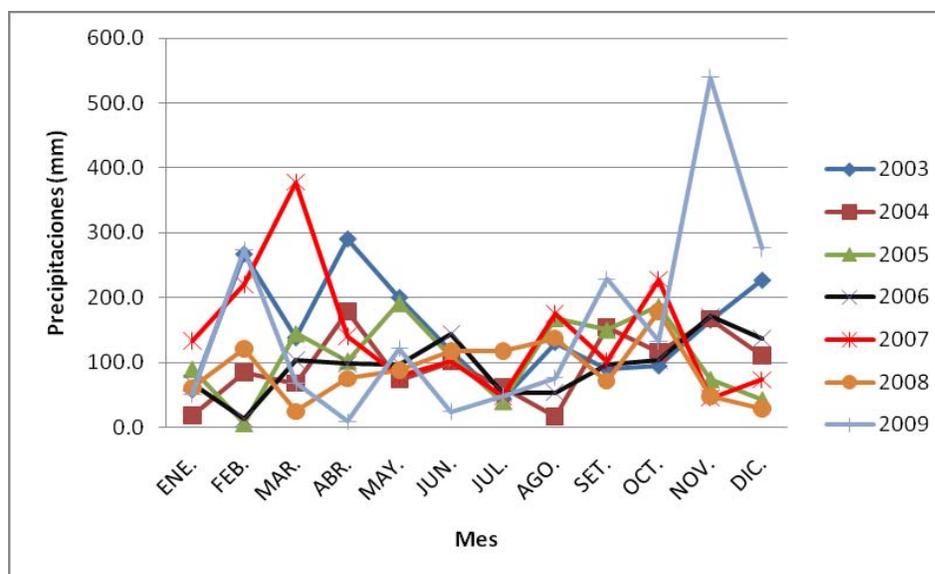


Gráfico No. 4. Precipitaciones mensuales para el periodo 2003-2009.



Como se puede observar en el Gráfico No. 4, durante el periodo analizado, las precipitaciones se concentran principalmente en los meses de otoño y primavera (valores máximos en marzo y noviembre), siendo el invierno y verano los momentos del año con menores precipitaciones (julio y enero).

3.2. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO DE PODA

El ensayo de poda fue instalado en el año 2003 sobre una plantación de *Pinus taeda* del año 2000. La plantación fue realizada teniendo en cuenta que las filas se encontraran aproximadamente perpendiculares a la pendiente principal, con una densidad de 1000 árboles/hectárea y un marco de plantación de 4 m entre filas y 2.5 m entre plantas. La semilla utilizada fue proveniente de Estados Unidos, correspondiente a la serie Usa/Veg/LP/Hs1.0/L11.

El ensayo cuenta con un diseño experimental de Bloques Completos al Azar, con 4 tratamientos y 3 repeticiones (bloques) (ver Cuadro No. 1), ubicado en un rodal de una superficie total de 3,56 ha. Cuenta con 12 parcelas de 900 m² (30 m x 30 m), que inicialmente presentaban aproximadamente 85 individuos cada una (ver Figura No. 4). El ensayo se encuentra sometido a un calendario de raleos estándar por parte de la empresa. Al momento de instalar el ensayo, para realizar los bloques, se tuvo en cuenta que el área basal de los árboles que formaban parte de las parcelas, fueran lo más parecido posible dentro de cada bloque y las parcelas fueron marcadas con escuadra óptica. Todos los individuos dentro de cada tratamiento, fueron marcados con pintura y numerados para poder hacer un seguimiento individual.

Las podas fueron realizadas en los años 2003, 2004, 2005, 2006 y 2009. Para realizarlas se procedió a la medición de la altura total de todos los árboles del ensayo y luego se realizó el cálculo de la altura de poda de cada árbol en función a la parcela en la cual se encontraba. Una vez obtenida dicha información, se procedió a marcar con una esponja con pintura la altura de poda de cada árbol, realizándose la misma con serruchos de hoja curva.

Figura No. 4. Ubicación del ensayo y de los tratamientos de poda.



Los cuatro tratamientos aplicados son: 1) Longitud del fuste podado 70% de altura total (ver Figura No. 5); 2) Longitud del fuste podado 60% de altura total (ver Figura No. 6); 3) Longitud del fuste podado 50% de altura total (ver Figura No. 7); 4) Longitud del fuste podado 40% de altura total (ver Figura No. 8).

Cuadro No. 1. Descripción del diseño experimental.

Bloque	Número de parcela	Tratamiento	Fuste podado % Ht
B 1	1	1	70
	3	2	60
	4	3	50
	9	4	40
B 2	11	1	70
	8	2	60
	5	3	50
	10	4	40
B 3	2	1	70
	6	2	60
	12	3	50
	7	4	40

Figura No. 5. Tratamiento 1, longitud del fuste podada 70% de la altura total.



Figura No. 6. Tratamiento 2, longitud del fuste podado 60% de la altura total.



Figura No. 7. Tratamiento 3, longitud del fuste podado 50% de la altura total.

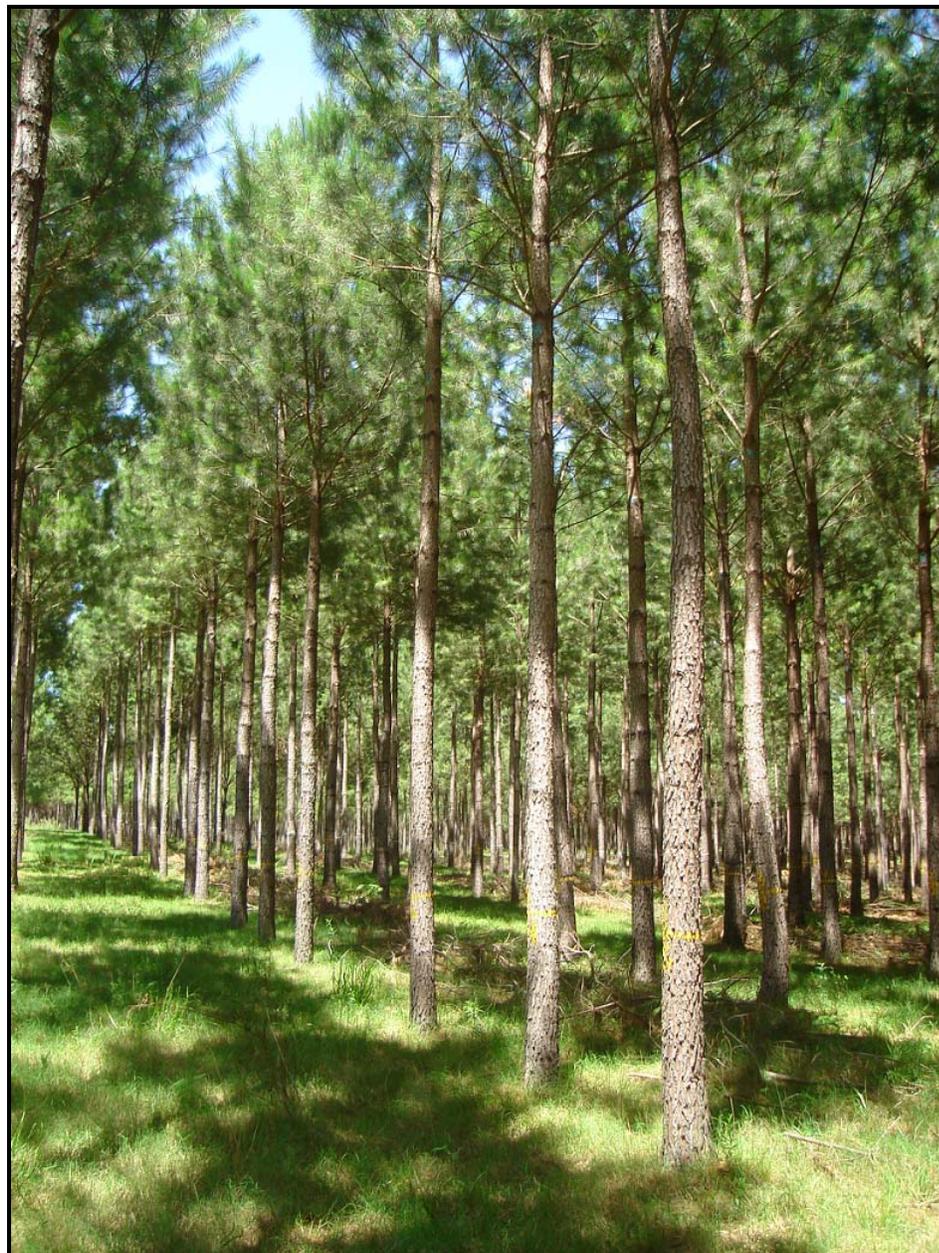


Figura No. 8. Tratamiento 4, longitud del fuste podado 40% de la altura total.



3.3. METODOLOGÍA DE CAMPO

La medición directa realizada a campo por parte de los estudiantes fue diámetro a la altura del pecho en el año 2009. El resto de los años y las otras variables medidas a

campo (altura total y altura de poda), fueron tomados por el personal de la empresa en donde se encuentra el ensayo.

Para la medición del diámetro a 1,30 m de altura (Dap), se utilizaron planillas de registro impresas, materiales de escritorio, cinta diamétrica y croquis del ensayo.

La medición del Dap fue realizada con cinta diamétrica de precisión 0,1 cm, teniendo la precaución de que estuviera perpendicular al eje del árbol al momento de la medición. La misma se realizó a una altura de 1,30 m desde la base del árbol previamente marcado en toda la circunferencia del árbol (ver Figura No. 9).

Figura No. 9. Medición de diámetro a la altura del pecho (Dap) con cinta diamétrica.



Los datos de altura total (Ht) y de altura de poda, fueron tomados por parte de la empresa utilizando vara de precisión o pértiga.

Al mismo tiempo que se toman las medidas cuantitativas del ensayo, se realizan observaciones cualitativas, con el fin de detectar la presencia de defectos en los árboles tales como bifurcaciones, quebraduras, tortuosidad, falta de dominancia, etc, con el objetivo de poder relacionar las mismas con los efectos de alguno de los tratamientos de poda aplicados.

3.4. VARIABLES CALCULADAS

A continuación se presentan las variables calculadas en la etapa de gabinete y sus respectivas fórmulas.

- Área basal (AB)

$$AB = \pi / 4 \times DAP^2$$

- Volumen individual (Vi)

$$V_i = AB \times Ht \times FF *$$

- Volumen podado

$$V_i = AB \times Hp \times FF *$$

- Incremento medio anual en: Dap (IMA-Dap), AB (IMA-AB), Ht (IMA-Ht), Vi (IMA-Vi)

$$IMA = X_{in} / n$$

- Incremento corriente anual en: Dap (ICA-Dap), AB (ICA-AB), Ht (ICA-Ht), Vi (ICA-Vi)

$$ICA = (X_{in1} - X_{in0}) / n$$

- Porcentaje de altura total podado (%Ht)

$$\% Ht = (H_{poda} / Ht) \times 100$$

- Longitud de fuste podado (LFP)

$$LFP = H_{\text{poda } 1} - H_{\text{poda } 0}$$

- Porcentaje de extracción de copa verde (%ECV)

$$\% ECV = \left[\frac{(H_{\text{poda } 1} - H_{\text{poda } 0})}{(Ht - H_{\text{poda } 0})} \right] \times 100$$

- Porcentaje de árboles con defecto.

$$\% Defecto = (N^{\circ} \text{ árboles defectuosos} / N^{\circ} \text{ árboles total}) \times 100$$

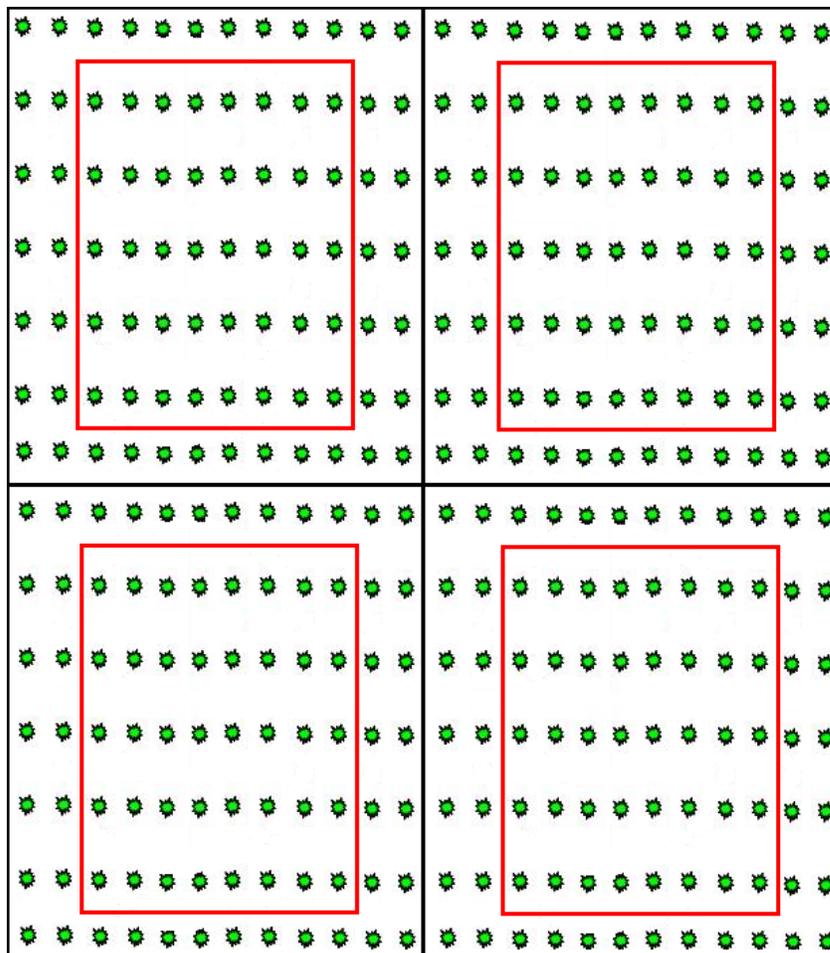
*FF= factor de forma (se usó un FF de 0,50); Xin= valor de la variable “X” para el año “n”; n= tiempo en años.

Para el cálculo de las variables fue necesario utilizar un ordenador con software de planilla electrónica (Microsoft Excel) y el programa estadístico SAS para el registro, procesamiento y análisis de los datos.

Para el cálculo de las variables, se omitió la primera y última fila de los bordes de las parcelas y los 2 primeros y últimos árboles de cada fila de los bordes de la parcela, de modo de evitar el error causado por la competencia de individuos sometidos a diferentes tratamientos de poda (ver Figura No. 10). De esta forma se obtuvo una parcela efectiva de 440 m² (22 m x 20 m).

El siguiente croquis es una representación esquemática que intenta explicar el concepto de parcela efectiva y parcela total, no representando la verdadera disposición de los árboles debido a que la plantación se realizó cortando la pendiente principal y las parcelas fueron marcadas con escuadra óptica. Tampoco el número total de individuos está representando la realidad, ya que al día de hoy hubieron raleos y una cierta mortalidad natural.

Figura No. 10. Representación de las parcelas efectivas.



*Límites en negro representan la parcela total. Rectángulo rojo, parcela efectiva.

3.4.1. Variables indicadoras de severidad e intensidad de poda

Las variables calculadas fueron:

- Longitud de fuste podado (LFP).
- Porcentaje de extracción de copa viva (%ECV).
- Porcentaje de altura total podado (%Ht).

En el siguiente cuadro se presenta la evolución de las variables indicadoras de severidad de poda para el periodo 2003-2009.

Cuadro No. 2. Variables indicadoras de severidad de poda en relación a Ht, durante el periodo 2003-2009.

Año	Tratamiento	Ht (m) *	LFP (m)	%ECV	H poda (m)**	%Ht
2003	1	5.00	3.44	68.92	3.44	68.92
	2	5.17	2.99	57.82	2.99	57.82
	3	4.89	2.45	50.26	2.45	50.26
	4	4.99	1.98	39.63	1.98	39.63
2004	1	6.14	0.78	28.65	4.22	68.71
	2	6.62	0.92	25.44	3.91	59.10
	3	6.42	0.69	17.42	3.15	48.97
	4	6.78	0.65	13.57	2.63	38.75
2005	1	7.29	0.86	27.81	5.08	69.72
	2	8.03	0.89	21.63	4.80	59.82
	3	7.78	0.68	14.75	3.83	49.21
	4	8.13	0.61	11.07	3.24	39.81
2006	1	8.48	0.86	25.06	5.94	70.00
	2	9.42	0.85	18.14	5.65	60.00
	3	9.28	0.81	14.92	4.64	50.00
	4	9.58	0.59	9.32	3.83	40.00
2007	1	10.55	0.00	0.00	5.92	56.11
	2	11.73	0.00	0.00	5.67	48.27
	3	11.76	0.00	0.00	4.65	39.58
	4	12.00	0.00	0.00	3.83	31.90
2008	1	11.72	0.00	0.00	6.01	51.24
	2	12.86	0.00	0.00	5.67	44.04
	3	13.04	0.00	0.00	4.72	36.19
	4	13.15	0.00	0.00	3.89	29.54
2009	1	13.59	2.56	33.52	8.57	63.05
	2	14.25	2.54	29.52	8.21	57.50
	3	14.34	2.36	24.49	7.08	49.37
	4	14.50	1.66	15.65	5.55	38.27

* Ht= altura total.

** H poda= altura de poda.

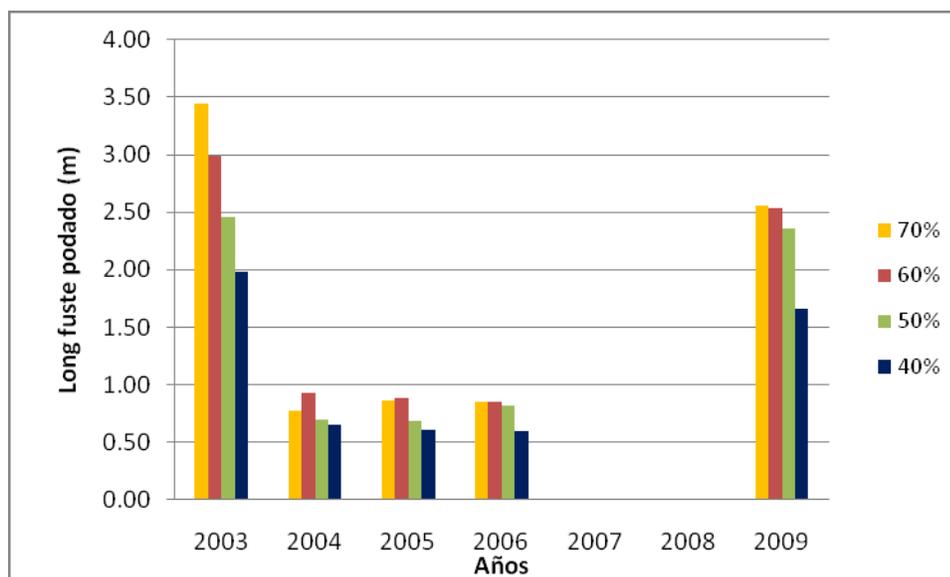
Como se observa en el Cuadro No. 2, los árboles fueron podados en todos los años, con la excepción de los años 2007 y 2008. La interrupción de los tratamientos fue por decisión interna de la empresa.

Los valores de LFP y la frecuencia de poda, muestran que los regímenes representados por los tratamientos no son los que se aplicarían en la práctica silvícola de la empresa. Este ensayo fue diseñado para explorar el efecto de diferentes severidades de poda sobre el cilindro nudoso, sin considerar costos operativos que restringen la frecuencia de poda. Al traducir los resultados de este ensayo a regímenes de poda corrientes, se deberá aumentar la severidad de cada levante de poda para reducir la frecuencia, evitando podar todos los años.

3.4.1.1. Longitud de fuste podado (LFP)

Al analizar la evolución año a año de la severidad de poda, medida como longitud de fuste podada, se observa que en los años 2003 y 2009 fue cuando se retiró una mayor longitud de copa. (Ver Gráfico No. 5).

Gráfico No. 5. Longitud de fuste podado por tratamiento para el periodo 2003-2009.



Los tratamientos con menor severidad de poda (40 y 50% de poda de Ht), son los que presentan menor LFP. Esto era algo que se esperaba, ya que en todos los tratamientos, en podas sucesivas, la Ht crece en forma lineal y la diferencia entra la

longitud previamente podada y el correspondiente porcentaje de Ht se hace progresivamente menor.

Cuadro No. 3. Intensidad de régimen de poda según LFP acumulado durante el periodo 2003-2009.

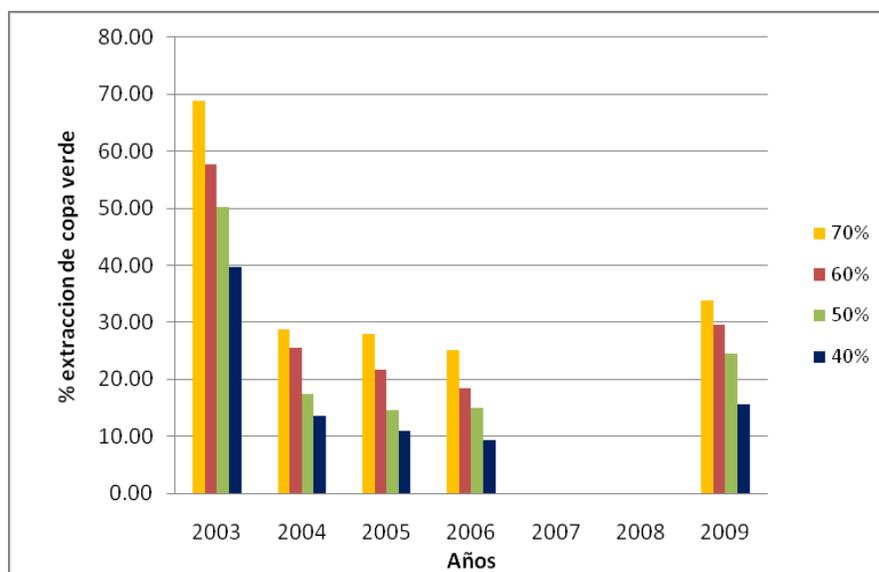
Intensidad 2003-2009	
T	Σ LFP (m)
1	8.49
2	8.19
3	7.00
4	5.49

El tratamiento 1 es el más intenso ya que fue el que presentó una mayor longitud de fuste podado acumulada durante el periodo de análisis; el tratamiento número 4 es el menos intenso (Ver Cuadro No. 3).

3.4.1.2. Porcentaje de extracción de copa verde (%ECV)

El porcentaje de extracción de la copa verde coincide en la primera poda, aplicada en 2003, con el porcentaje de la altura de poda expresada como porcentaje de la altura total (%Ht). En sucesivas podas, la longitud de fuste podado representa un porcentaje cada vez menor de la copa viva.

Observando el Gráfico No. 6, se concluye que la poda fue más severa para todos los tratamientos en el año de instalación del ensayo (2003), seguido por el año 2009. Con la excepción de los años en los que no se realizó poda, la severidad de poda no presentó una variación importante dentro de un mismo tratamiento para los diferentes años. La mayor severidad en la poda en el año 2009, se debió a que no se realizó dicha práctica silvícola en los 2 años previos, lo que llevó a que, al momento de re-iniciar la actividad de poda, los árboles sufrieran una poda más severa al extraerse una mayor longitud de copa viva.

Gráfico No. 6. Porcentaje de copa extraída por tratamiento para el periodo 2003-2009.

Luego de aplicada la primera poda, la severidad de la misma medida como %ECV, disminuyó de forma considerable, siendo los valores alcanzados para los tratamientos menos severos (tratamiento 4 y 3 respectivamente) cercanos al 15%. Considerando dicha situación, sería lógico esperar que no haya un gran efecto de dichos tratamientos sobre el crecimiento de los árboles debido al bajo valor de copa extraído.

Cuadro No. 4. Intensidad del régimen de poda según %ECV acumulado durante el periodo 2003-2009.

Intensidad 2003-2009	
T	Σ ECV (%)
1	183.97
2	152.54
3	121.84
4	89.25

Como se observa en el cuadro anterior, el tratamiento 1 (70% de poda de Ht) es el que presenta mayor intensidad del régimen poda, ya que resulta en un mayor porcentaje de extracción de copa verde acumulado. Además de ser el tratamiento más intenso, es el tratamiento más severo en cada uno de los años en los que se realizó poda.

En el otro extremo, el tratamiento 4 (40% de poda de Ht) representa el régimen de poda menos intenso, con menor %ECV.

Los tratamientos 1, 2, 3, 4 representan regímenes de poda con intensidad progresivamente menor, cuyas severidades medias son: 37%, 30%, 25% y 18%, respectivamente.

3.4.1.3. Altura de poda (H poda)

La variable altura de poda se incrementa todos los años con cada intervención en todos los tratamientos, con la excepción de los años 2007-2008, años en los cuales no se realizó poda (ver Cuadro No. 5). Las pequeñas diferencias observadas entre los valores promedio de altura de poda de 2006, 2007 y 2008, en cada tratamiento, se deben a errores de medición.

Cuadro No. 5. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable altura de poda, durante el periodo 2003-2009.

Altura poda (m)											
2003			2004			2005			2006		
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media	
1	3.44	A	1	4.22	A	1	5.08	A	1	5.94	A
2	2.99	AB	2	3.91	AB	2	4.80	A	2	5.65	A
3	2.45	BC	3	3.15	BC	3	3.83	B	3	4.64	B
4	1.98	C	4	2.63	C	4	3.24	B	4	3.83	C
2007			2008			2009					
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media				
1	5.92	A	1	6.01	A	1	8.57	A			
2	5.67	A	2	5.67	A	2	8.21	A			
3	4.65	B	3	4.72	B	3	7.08	B			
4	3.83	C	4	3.89	C	4	5.55	C			

*Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey) al 5%.

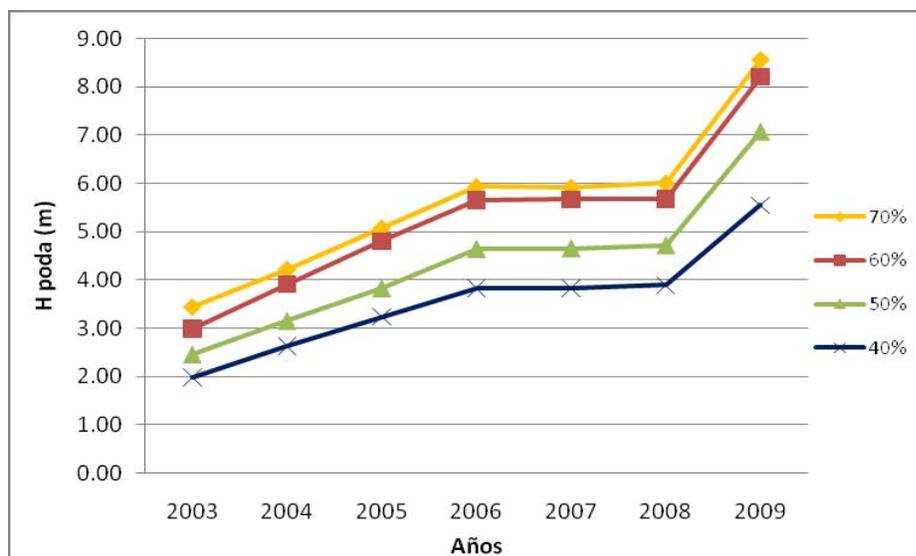
Los tratamientos presentan un orden en el cual aquellos más intensos alcanzan una mayor altura de poda, mientras que los menos intensivos logran una menor altura de poda. A partir del año 2006 se mantienen las mismas diferencias entre tratamientos; no se observan diferencias significativas entre los tratamientos de poda que retiran un mayor porcentaje de copa viva (tratamientos 1 y 2), los cuales se diferencian

significativamente del tratamiento 3 y este a su vez se diferencia significativamente del tratamiento número 4.

Esta tendencia nos indica que las diferencias en altura podada entre los tratamientos más severos (60 y 70% de Ht), no son significativas. Por lo tanto, no se justificaría, a priori, la aplicación del tratamiento 1 en relación al 2, debido a la posible reducción en los valores promedio de Dap, la prolongación de la rotación para lograr un Dap medio objetivo a turno final, los mayores costos y riesgos sanitarios que supone dicho tratamiento.

Cavagnaro y Servetti (2009), determinaron que los valores más altos de altura de poda resultaron en mayores severidades de poda. Los tratamientos que tuvieron una altura de poda más elevada presentaron mayor reducción del área fotosintética y decrecimientos en los valores de Dap.

Gráfico No. 7. Evolución de la altura de poda según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.



3.5. MODELO ESTADÍSTICO E HIPÓTESIS

Para el análisis estadístico se utilizó el modelo de Parcelas Divididas en el Tiempo para un diseño de Bloques Completos al Azar, ya que ese fue el diseño

experimental que se usó en el ensayo. La unidad experimental es cada parcela con su correspondiente tratamiento en cada año.

A continuación se presentan la ecuación, hipótesis, criterio de decisión y supuestos del modelo estadístico utilizado.

Modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \tau_i + \sigma_{ik} + \alpha_j + \gamma_{jk} + (\tau\alpha)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Con $i=1, 2, 3, 4$
 $j=1, 2, \dots, 7$
 $k=1, 2, 3$

En donde: - Y_{ijk} = Variable aleatoria observable.
 - μ = Media poblacional.
 - β_k = Efecto del k-ésimo bloque.
 - τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.
 - σ_{ik} = Error experimental asociado al tratamiento (Parcela grande).
 - α_j = Efecto del j-ésimo año.
 - γ_{jk} = Error Experimental asociado al año (Parcela chica).
 - $(\tau\alpha)_{ij}$ = Interacción año*tratamiento.
 - ε_{ijk} = Error experimental (residual).

Supuestos:

- Al modelo: - Es correcto.
 - Es aditivo.
- A los errores experimentales: - σ_{ik} son V^SA^SI^S ID N (0, σ_{eb}^2)
 - γ_{jk} son V^SA^SI^S ID N (0, σ_{eb}^2)
 - ε_{ijk} son V^SA^SI^S ID N (0, σ_{ea}^2)

Por definición: - $\alpha_i = \mu_i - \mu$
 - El grado de generalidad de las poblaciones es similar, lo cual “permite” la suposición de homogeneidad de varianzas.
 - No existe interacción Bloque x Tratamiento.

Hipótesis:

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4$$

Ha: Existe al menos una diferencia entre los efectos de los tratamientos de poda.

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = \alpha_6 = \alpha_7$$

Ha: Existe al menos un año que produce una diferencia en el crecimiento.

$$H_0: (\tau \times \alpha)_{1,1} = (\tau \times \alpha)_{1,2} = (\tau \times \alpha)_{1,3} = \dots = (\tau \times \alpha)_{4,7}$$

Ha: Existe al menos un efecto de interacción entre los años y tratamientos.

Criterio de decisión:

- Si $\alpha(p) \leq 0,05$ Rechazo la H_0 con probabilidad α de cometer error de tipo I.
- Si $\alpha(p) > 0,05$ No rechazo la H_0 con probabilidad de cometer error de tipo II.

El análisis estadístico se hizo utilizando el programa SAS. Cuando las variables a analizar presentaron diferencias significativas para la interacción Año x Tratamiento, se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey, con un nivel de confianza del 95% para analizar dichas diferencias. Por el contrario, cuando la interacción Año x Tratamiento no presentó diferencias significativas, la prueba de comparación de medias de Tukey y el análisis se hizo por separado, tanto para años como para tratamientos.

Cuadro No. 6. Análisis de varianza utilizado en el procesamiento de datos.

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Bloque	(r-1)
Tratamiento	(t-1)
Error (Tratamiento)	(t-1) (r-1)
Año	(a-1)
Año*Tratamiento	(a-1) (t-1)
Error (Año)	(r-1) (a-1) + (r-1) (t-1) (a-1)
Total	rta-1

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (Dap)

Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, según la prueba de Tukey, para todos los años con excepción de 2003, cuando se instala el ensayo de poda (Cuadro No. 7). Estos resultados confirman que no existían diferencias significativas entre Dap promedio antes de aplicar los tratamientos de poda, por lo que las diferencias observadas después son atribuibles al efecto de los mismos.

Cuadro No. 7. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable Dap, durante el periodo 2003-2009.

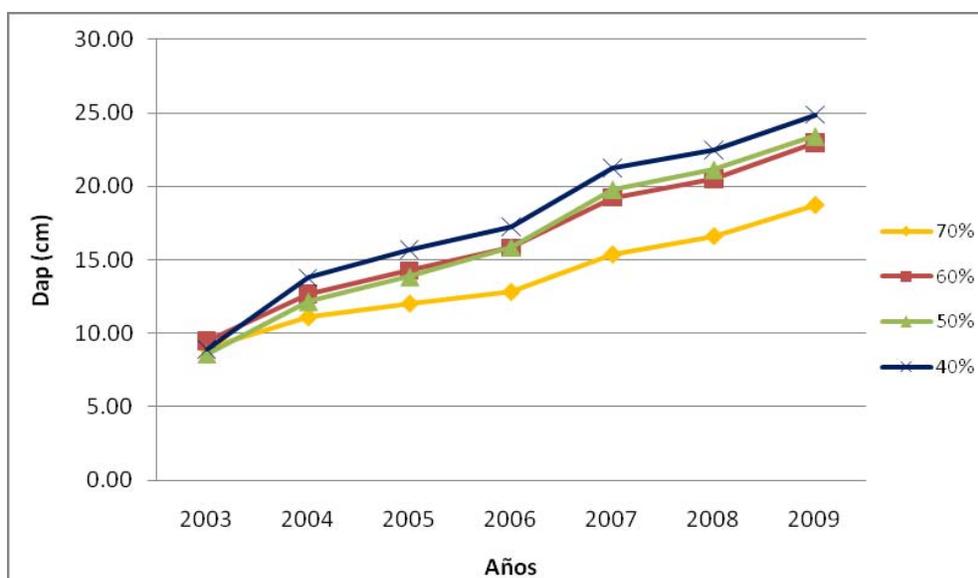
Diámetro a la altura de pecho (cm)											
2003			2004			2005			2006		
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media	
2	9.50	A	4	13.78	A	4	15.67	A	4	17.24	A
1	8.99	A	2	12.65	AB	2	14.27	AB	3	15.89	A
4	8.90	A	3	12.17	B	3	13.86	B	2	15.83	A
3	8.60	A	1	11.11	B	1	12.03	C	1	12.82	B
2007			2008			2009					
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media				
4	21.25	A	4	22.48	A	4	24.88	A			
3	19.81	AB	3	21.16	AB	3	23.43	AB			
2	19.24	B	2	20.53	B	2	22.97	B			
1	15.37	C	1	16.62	C	1	18.73	C			

*Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey) al 5%.

A partir del año 2004 se evidencian los efectos de la poda y los tratamientos pasan a mantener el mismo orden, con la excepción del los tratamientos 2 y 3 que a su vez no presentan diferencias significativas entre sí para todos los años. Luego de aplicada la primera poda, el tratamiento más severo (tratamiento 1, 70% de Ht) es el que presenta menor valor de Dap y a partir del año 2005 se diferencia significativamente del resto. El tratamiento número 4, el menos severo, es el que presenta para todos los años, luego de iniciado el ensayo de poda, los mayores valores promedio para la variable en análisis.

En los últimos 3 años del ensayo se mantiene la misma tendencia, se definen las clases estadísticas en la cual el tratamiento 4 no se diferencia significativamente del tratamiento 3, este a su vez no se diferencia significativamente con el tratamiento 2. Como se mencionó anteriormente, el tratamiento 1 es el que presenta el menor valor de Dap promedio y es el único que presenta diferencias significativas con todo el resto de los tratamientos.

Gráfico No. 8. Evolución del Dap según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.



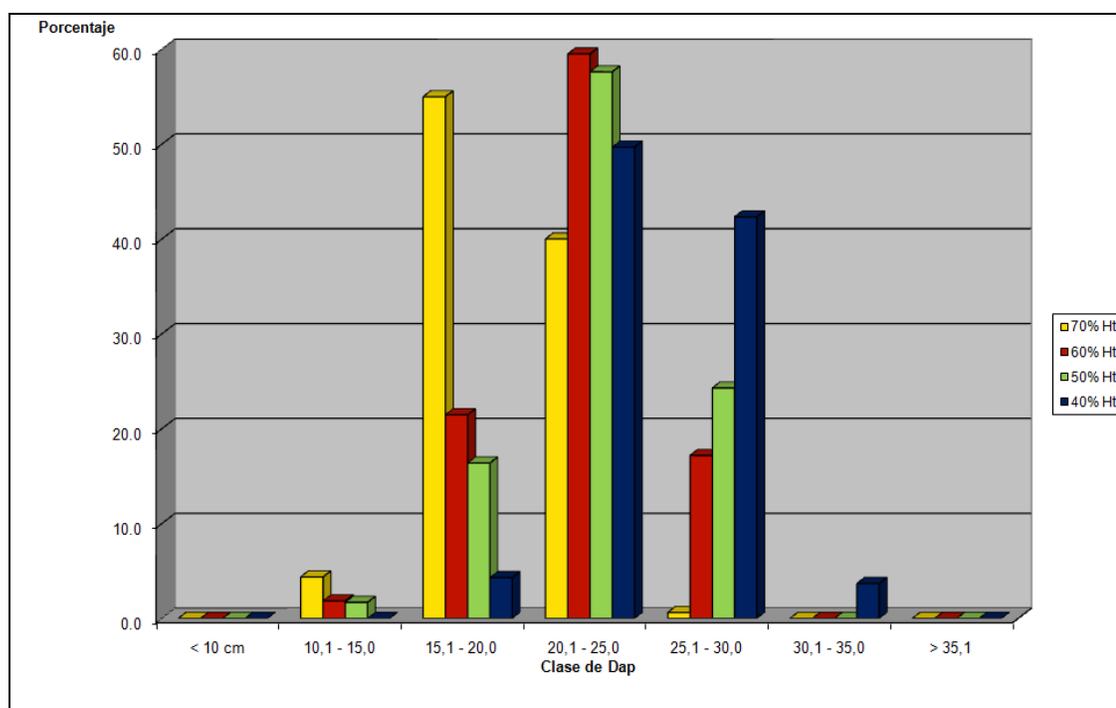
No se observan diferencias significativas entre los tratamientos 4 y 3; por lo tanto, para lograr una mayor proporción de madera libre de nudos sin afectar el crecimiento, se podría podar un 50% de la altura total. Por otro lado, tampoco se observan diferencias significativas entre los tratamientos 2 y 3 para ninguno de los años de observación; podar un 60% o un 50% de la altura total no afecta significativamente los valores promedio de Dap.

Al comparar en el año 2009 las frecuencias relativas de Dap de los tratamientos (ver Gráfico No. 9), se observa que, a diferencia del tratamiento 1 (70% de Ht), el resto presenta un mayor porcentaje de individuos en la clase diamétrica de 20,1-25 cm. El tratamiento de poda más severo (70% de Ht) presenta un mayor porcentaje de árboles en las clases diamétricas menores; la moda corresponde a la clase de Dap de 15,1-20 cm. Por otro lado, dicho tratamiento prácticamente no presenta individuos con diámetros

superiores a 25 cm, lo que está marcando un retraso importante en la finalización de la rotación, ya que sería necesario más tiempo para poder lograr los diámetros requeridos para debobinado o aserrado, en comparación con el resto de los tratamientos.

En el otro extremo se encuentra el tratamiento de poda menos severo (40% de Ht), el único que presenta individuos con Dap superiores a 30 cm. La clase diamétrica que concentra el mayor número de individuos es la de 20,1-25 cm, aunque hay que remarcar que es el tratamiento que presenta mayor cantidad de individuos con Dap entre 25,1-30 cm. Por último, los tratamientos intermedios muestran un comportamiento similar, con moda en la clase de Dap 20,1-25 cm, pero con una leve ventaja del tratamiento 3 (50% de Ht) sobre el tratamiento 2 (60% de Ht) al comparar la frecuencia de individuos en la clase de Dap de 25,1-30 cm.

Gráfico No. 9. Frecuencia relativa de Dap en el año 2009, según tratamiento de poda.



Los resultados obtenidos coinciden con lo observado por diferentes autores. Rodríguez (2007), observó 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 viva y menores en aquellos más severos.

Fassola et al. (1999) expresan que al año de aplicados los tratamientos no se observaron tendencias bien definidas que relacionen severidad de poda y Dap medio para una misma densidad de rodal. Al finalizar el segundo periodo de crecimiento, comenzaron a diferenciarse los distintos tratamientos y en el tercer periodo ya fue posible determinar que, para una misma densidad, los diámetros disminuyeron con el aumento del porcentaje de remoción de copa verde.

Se constató también (Fassola et al., 1999) un efecto del número de levantes de poda, para un mismo nivel de remoción de copa, ya que a mayor número de levantes aplicados correspondieron menores valores de diámetro. Si al adaptar los regímenes de este ensayo a un calendario de podas operativo se redujera el número de podas, los Dap medio serían posiblemente mayores a los observados en cada tratamiento.

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% ECV) en bajas densidades atentarían contra el objetivo de maximizar el rendimiento en madera libre de nudos en pocos árboles por unidad de superficie. En el mismo sentido, se observó que el tratamiento 1, con un %ECV de 70, 29, 28, 25 y 34 % a las edades de 3, 4, 5, 6 y 9 años respectivamente, tuvo valores de Dap medio significativamente inferiores al resto de los tratamientos.

Costas et al. (2005), observaron que los Dap medios producidos en los niveles de menor altura final de poda resultaron ser estadísticamente superiores a los Dap medios obtenidos cuando es mayor la altura final de poda. En el presente trabajo se observó que, en 2009 el tratamiento 1, con una LFP 8.49 m presentó un Dap medio significativamente inferior al tratamiento 4, con una LFP de 5.49.

4.2. INCREMENTO MEDIO ANUAL EN DAP (IMA-Dap)

El análisis estadístico para la variable IMA-Dap indica que existe interacción año-tratamiento. La prueba de Tukey muestra diferencias significativas entre los tratamientos con la excepción del año de instalación del ensayo (2003).

Cuadro No. 8. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable IMA-Dap, durante el periodo 2003-2009.

IMA-Dap (cm/año)											
2003			2004			2005			2006		
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media	
2	3.17	A	4	3.45	A	4	3.13	A	4	2.87	A
1	3.00	A	2	3.16	AB	2	2.85	A	3	2.65	A
4	2.97	A	3	3.04	B	3	2.77	AB	2	2.64	A
3	2.87	A	1	2.78	B	1	2.41	B	1	2.14	B
2007			2008			2009					
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media				
4	3.04	A	4	2.81	A	4	2.76	A			
3	2.83	A	3	2.64	A	3	2.60	A			
2	2.75	A	2	2.57	A	2	2.55	A			
1	2.20	B	1	2.08	B	1	2.08	B			

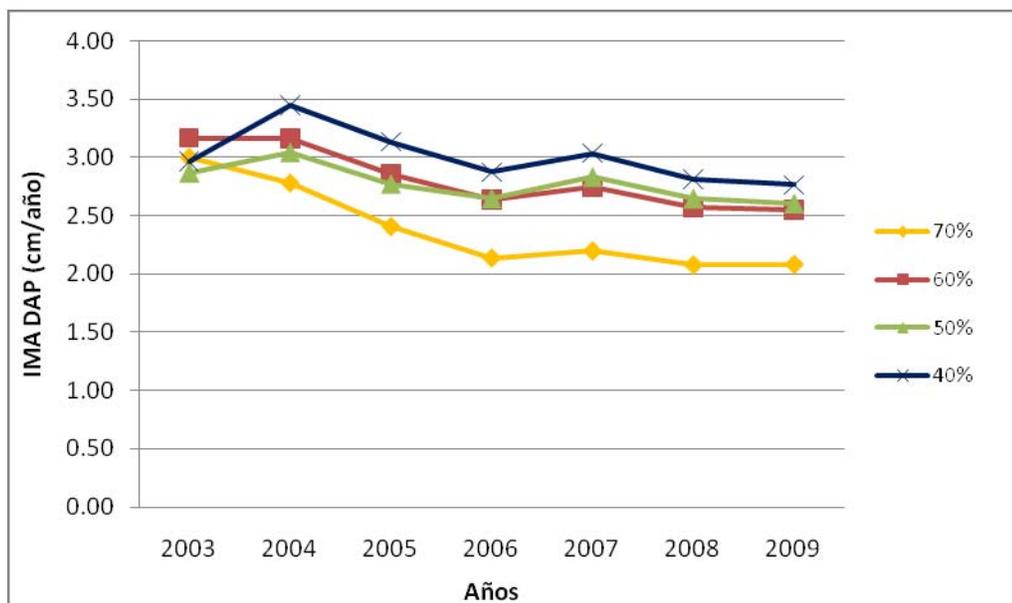
*Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey) al 5%.

A partir del año 2006 se mantiene la misma tendencia y se definen 2 clases estadísticas. Por un lado se encuentra el tratamiento de poda más severo el cual se diferencia significativamente del resto y por el otro lado, no se observan diferencias significativas entre el resto de los tratamientos (tratamientos 4, 3 y 2). Esto nos estaría indicando que sería lo mismo realizar una poda de 40%, 50% o 60% de la altura total en cuanto a la variable IMA-Dap.

La tendencia general observada para todos los tratamientos es una disminución en el incremento medio anual con el correr de los años, lo que nos hace suponer que al momento de instalado el ensayo, los árboles ya habían superado la fase de máximo crecimiento (ver Gráfico No. 10).

Banks y Prevôt (1976) 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.

Gráfico No. 10. Evolución del IMA-Dap según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.



4.3. INCREMENTO CORRIENTE ANUAL EN DAP (ICA-Dap)

El análisis de varianza para la variable ICA-Dap muestra diferencias significativas para la interacción año-tratamiento.

Observando el siguiente cuadro se concluye que en el primer periodo de crecimiento luego de instalado el ensayo de poda, el tratamiento que presenta una poda menos severa (tratamiento 4) es el que logra mayor incremento en diámetro y se diferencia significativamente del resto. No se observan diferencias significativas entre los tratamientos de poda intermedios (tratamientos 2 y 3) y entre el tratamiento más severo y el tratamiento 2. Esta situación podría indicar que aquellos tratamientos que tuvieron una mayor proporción de copa viva durante un periodo de crecimiento favorable, fueron capaces de aprovechar de mejor manera dicha situación y de esta forma lograron mayores valores en ICA-Dap.

Cuadro No. 9. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable ICA-Dap, durante el periodo 2003-2009.

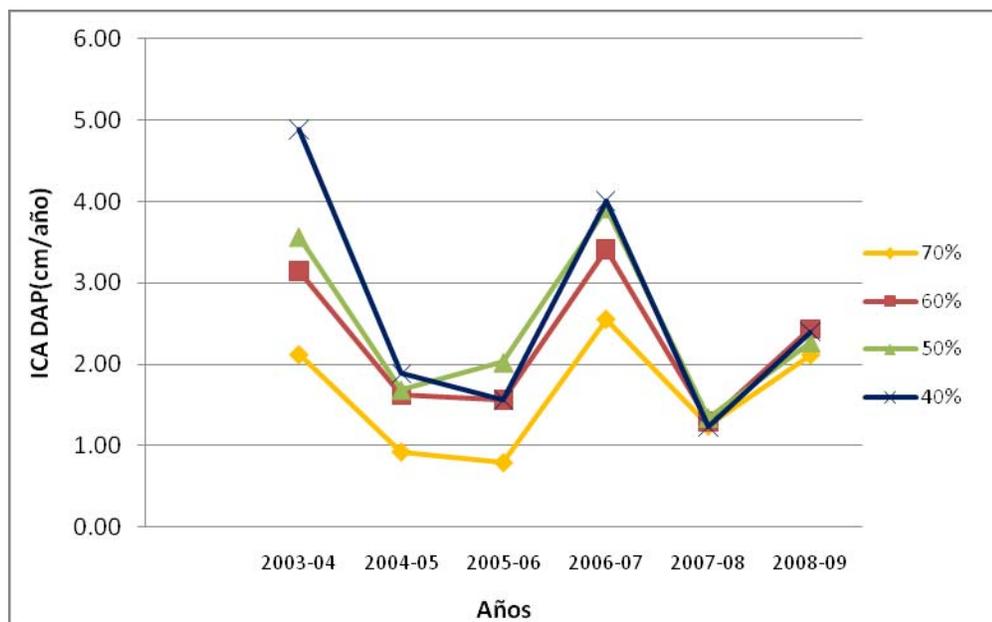
ICA-Dap (cm/año)								
2003-04			2004-05			2005-06		
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media	
4	4.89	A	4	1.89	A	3	2.03	A
3	3.57	B	3	1.69	A	4	1.57	AB
2	3.14	BC	2	1.62	A	2	1.56	AB
1	2.12	C	1	0.92	A	1	0.79	B
2006-07			2007-08			2008-09		
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media	
4	4.01	A	3	1.35	A	2	2.43	A
3	3.92	A	2	1.29	A	4	2.40	A
2	3.41	AB	1	1.24	A	3	2.27	A
1	2.56	B	4	1.24	A	1	2.12	A

*Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey) al 5%.

Analizando el Gráfico No. 11 se pueden observar 3 picos de crecimientos durante el periodo 2003-04, 2006-07 y 2008-09. Los años con menores valores de ICA-Dap son los años 2004-05, 2005-06 y 2007-08. Por otro lado, se observa que el tratamiento de poda más severo afecta el ICA-Dap ya que durante los primeros años del ensayo se diferencia del resto de los tratamientos y en muchos de los años con diferencias significativas, por lo menos con uno de los tratamientos. A partir del periodo de crecimiento 2007-2008 se obtuvieron valores similares de ICA-Dap y no se observan diferencias significativas entre los tratamientos. Dicha situación coincide con el periodo de descanso que tuvieron los árboles ya que no se realizaron podas durante los años 2007 y 2008, lo que podría indicar una mayor recuperación en el crecimiento de aquellos tratamientos que sufrieron podas más severas en los años previos.

Este tipo de repuesta se atribuye a la interacción de los árboles con las variables climáticas, fundamentalmente con las precipitaciones. Analizando en conjunto el Gráfico No. 4 (Precipitaciones mensuales para el periodo 2003-2009) con el Gráfico No. 11, se determina que los mayores valores en ICA-Dap ocurren en aquellos años con mayores precipitaciones durante la estación de crecimiento. Los años con menores valores en ICA-Dap se corresponden con periodos más secos fundamentalmente durante el otoño y la primavera.

Gráfico No. 11. Evolución del ICA-Dap según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.



Los resultados coinciden con lo observado por Cavagnaro y Servetti (2009) debido a que ellos concluyeron que las variables climáticas (precipitaciones y evapotranspiración), tuvieron incidencia sobre las dasométricas, ya que años con balances hídricos deficitarios impactaron negativamente en la acumulación de Dap, AB, Ht, volumen total y volumen podado.

Seitz (1995) recomienda dejar como mínimo un 40% de copa remanente (equivalente al tratamiento 2, 60% Ht) dado que las mayores diferencias en incremento de Dap se observan al comparar entre 0 y 40% de copa remanente. Por lo tanto, podas con mayor severidad no representan ganancias importantes en el crecimiento del diámetro, cuando se realiza una sola intervención.

4.4. ALTURA TOTAL (Ht)

En cuanto a la variable altura total no se observa una relación clara entre la severidad del tratamiento y dicha variable. El análisis de varianza determinó diferencias significativas para la interacción año-tratamiento.

Cuadro No. 10. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable Ht, durante el periodo 2003-2009.

Altura total (m)											
2003			2004			2005			2006		
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media	
2	5.17	A	4	6.78	A	4	8.13	A	4	9.58	A
1	5.00	A	2	6.62	A	2	8.03	A	2	9.42	AB
4	4.99	A	3	6.42	A	3	7.78	A	3	9.28	AB
3	4.89	A	1	6.14	A	1	7.29	A	1	8.48	B
2007			2008			2009					
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media				
4	12.00	A	4	13.15	A	4	14.50	A			
3	11.76	A	3	13.04	A	3	14.34	A			
2	11.73	A	2	12.86	A	2	14.25	A			
1	10.55	B	1	11.72	B	1	13.59	A			

*Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey) al 5%.

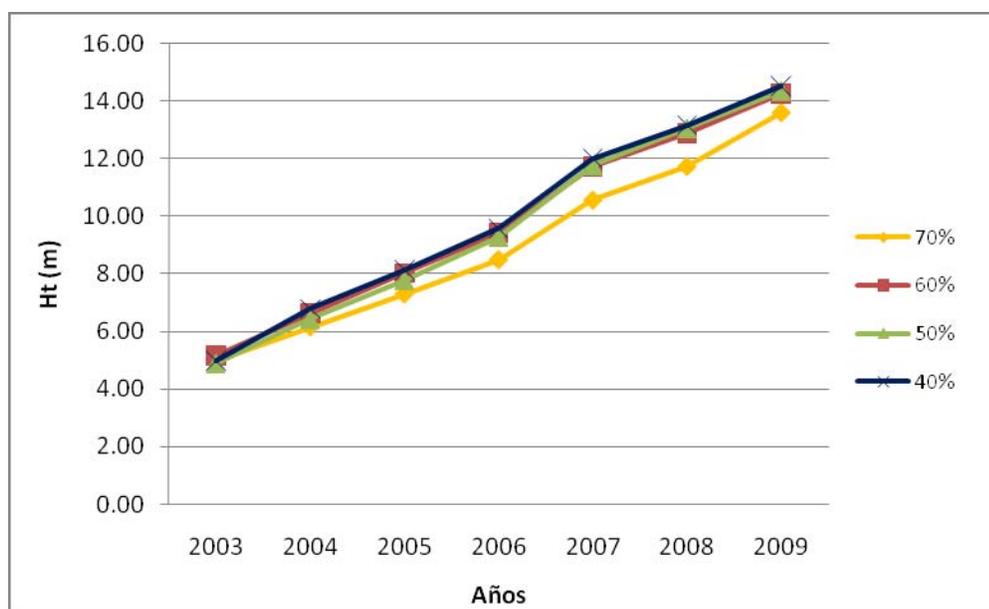
En el año de instalación del ensayo de poda (2003) no se observan diferencias significativas entre los valores de altura total media de los diferentes tratamientos, de lo que se deduce que las parcelas eran relativamente homogéneas para dicha variable en ese momento.

Los resultados de la prueba de Tukey indican que no existen diferencias significativas entre los tratamientos para la variable Ht, en los años 2003, 2004, 2005 y 2009. En el resto de los años se observan diferencias significativas entre el tratamiento de poda más severo (70% de Ht) y el resto de los tratamientos con la excepción del año 2006 en donde solo se diferenció significativamente del tratamiento de poda menos severo (tratamiento número 4). Dicha situación probablemente se explica por la estrecha relación que existe entre la Ht y la calidad del sitio para la especie. A mayor Ht para una misma edad del rodal, mayor será la adaptación de la especie en cuestión al sitio. Únicamente podas muy severas afectarían el crecimiento en altura de los árboles.

Observando el Gráfico No. 12 se determina que en general los árboles mostraron un comportamiento similar con constantes crecimientos y poca variación entre los tratamientos. Únicamente el tratamiento de poda más severo parece afectar de forma importante la altura total media de los árboles con una tendencia en los primeros años a diferenciarse del resto de los tratamientos. Durante el último año, dicho

tratamiento presento un mayor incremento en altura lo que permitió “acercarse” más al resto de los tratamientos y de esa forma no presentar diferencias significativas. El mayor crecimiento en altura del tratamiento de poda más severo coincide con el periodo de descanso de 2 años que tuvieron todos los tratamientos, lo que hace suponer que los árboles al recuperar la copa nuevamente pudieron alcanzar el potencial de crecimiento para el sitio en cuestión.

Gráfico No. 12. Evolución de la Ht según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.



Estos resultados concuerdan con los de otros autores, que concluyeron que la altura total resulta menos afectada por la severidad de poda en comparación con el Dap y únicamente podas con severidades superiores al 60 %ECV afectarían la evolución de dicha variable.

Cavagnaro y Servetti (2009), observaron que la relación entre la severidad de poda y la Ht fue poco clara y las diferencias observadas se debieron al efecto bloque y no al del tratamiento. La calidad del sitio y la posición topográfica influyeron sobre Ht diferenciándose dos clases estadísticas hacia el final del periodo. La clase de menor Ht se compuso del tratamiento control (sin poda) y los tratamientos más severos (poda hasta una longitud de copa remanente ≥ 2 m y ≥ 3 m), mientras que la clase de mayor Ht fue constituida por los tratamientos intermedios. Por lo tanto, la Ht fue menor cuando se

estuvo frente a nulos tratamientos silvícolas o cuando las severidades fueron más extremas.

Stöhr et al. (1987) no encontraron diferencias significativas cuando evaluaron la altura total de los individuos sometidos a diferentes severidades de poda (0 a 60% de remoción de la copa verde) a los cuatro años de haber aplicado los tratamientos. Seitz (1995), también coincide en no haber encontrado diferencias significativas cuando evalúa incrementos en altura total de los individuos. En ambos casos hay que aclarar que se trataba de una sola intervención de poda.

En ensayos realizados por Fassola et al. (1999), Seitz (1999), observaron que los valores de altura alcanzados con los distintos tratamientos de poda no difieren mayormente entre ellos, no presentan diferencias significativas.

La altura total fue la variable menos afectada por la severidad de la poda entre las estudiadas por Fassola et al. (2002b). Si bien fue, proporcionalmente, la variable menos afectada, los tratamientos de poda intensos (70 %ECV), promovieron fuertes alteraciones en su evolución, lo que afecta tanto la incorporación de nuevo follaje en el plano vertical como el crecimiento de los árboles. Puede afirmarse que las principales causas que afectan la evolución en altura son la severidad y el número de levantes de poda.

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

Posse (2007), observó que los diferentes tratamientos de poda no afectaron la altura media del rodal.

4.5. INCREMENTO MEDIO ANUAL EN Ht (IMA-Ht)

En el análisis de varianza de IMA-Ht, la interacción año-tratamiento no fue un efecto significativo, por lo que se comparó, mediante la prueba de Tukey los valores promedio de años y de tratamientos por separado.

Cuando se evaluó el efecto de los tratamientos sobre la variable IMA-Ht la prueba de Tukey mostró que la poda más severa (tratamiento 1), presenta menores

valores promedio para el periodo de evaluación; diferenciándose significativamente de los tratamientos 4 y 2 y no presentando diferencias significativas con el tratamiento 3.

Cuadro No. 11. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable IMA-Ht, durante el periodo 2003-2009.

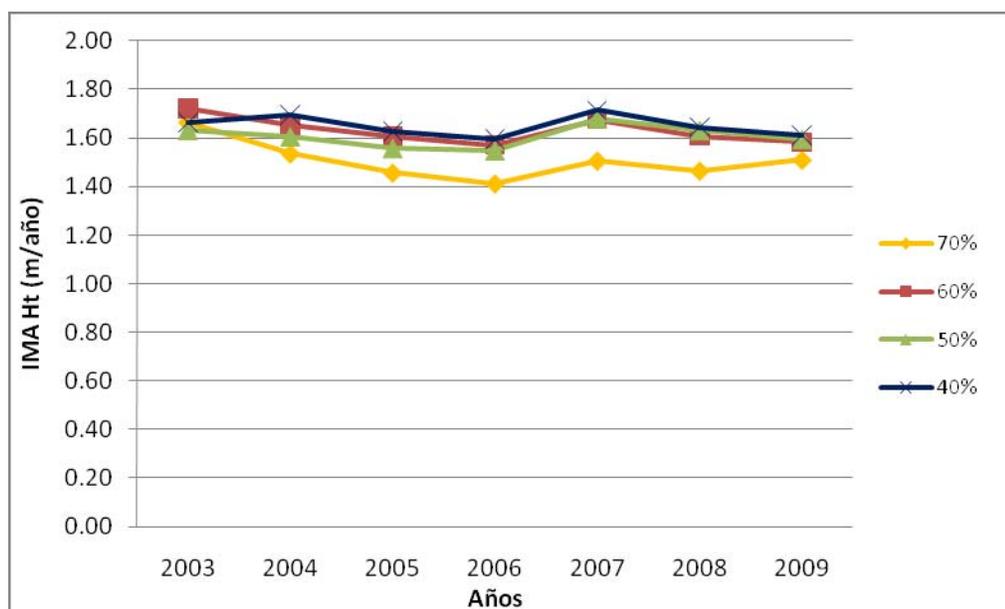
IMA-Ht (m/año)					
Años	Media		Trat	Media	
2003	1.67	A	4	1.65	A
2007	1.65	AB	2	1.63	A
2004	1.62	ABC	3	1.61	AB
2008	1.59	BCD	1	1.51	B
2009	1.57	CD			
2005	1.56	CD			
2006	1.53	D			

*Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey) al 5%.

En cuanto al efecto año, la prueba de Tukey mostró diferencias significativas entre ellos. Los mayores valores de IMA-Ht se asocian a aquellos años con mayores precipitaciones durante la estación de crecimiento.

Los valores de IMA-Ht son en general decrecientes en todos los tratamientos, con una leve recuperación durante 2007. Dicha recuperación se debe a las altas tasas de crecimiento que lograron los árboles durante este año, debido a las altas precipitaciones en otoño y primavera, que posiblemente propiciaron un mayor crecimiento de los árboles (ver Gráfico No. 4).

Gráfico No. 13. Evolución del IMA-Ht según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.



En ensayos evaluados por Fassola et al. (1999), Seitz (1999), se observó diferencias en altura total al analizar la tasa de incremento periódico en altura, estos valores fueron menores a medida que aumentaba la severidad y el número de etapas de poda con relación a los tratamientos testigo (sin poda).

4.6. INCREMENTO CORRIENTE ANUAL EN Ht (ICA-Ht)

De forma similar que en la variable anterior, en el análisis de varianza no se encontró interacción año-tratamiento significativa, por lo que se compararon valores medios mediante la prueba de Tukey para años y tratamientos por separado.

No se observó diferencias significativas entre valores de ICA-Ht entre tratamientos (ver Cuadro No. 12).

Al considerar el efecto año, únicamente el periodo de crecimiento 2006-07 se diferenció significativamente del resto. Dicho periodo coincide con altos valores de precipitaciones durante la estación de crecimiento, lo que estaría explicando el mayor crecimiento en altura de los árboles (ver Gráfico No. 4).

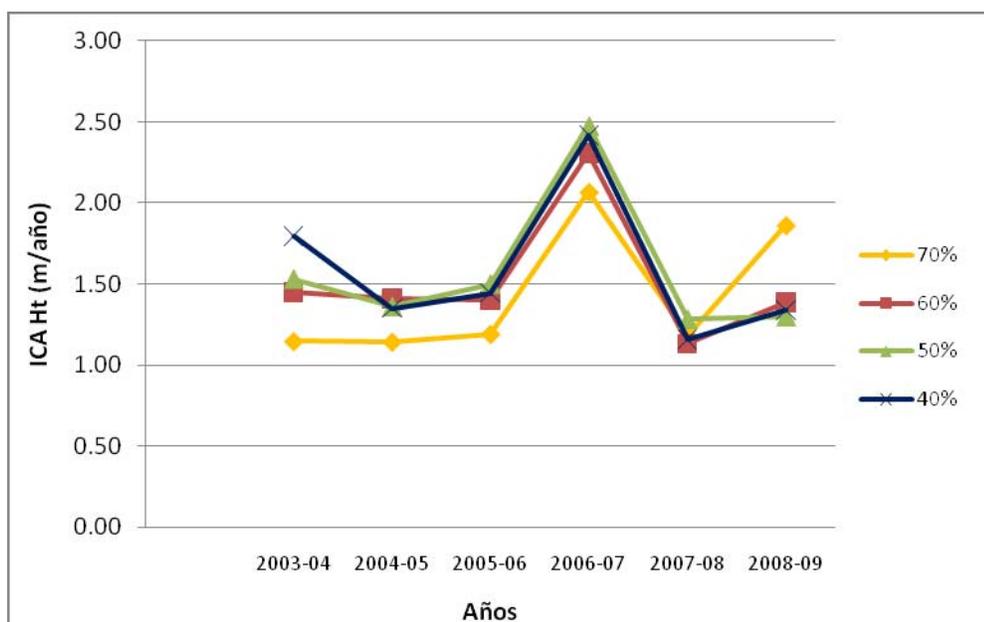
Cuadro No. 12. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable ICA-Ht, durante el periodo 2003-2009.

ICA-Ht (m/año)					
Años	Media		Trat	Media	
2006-07	2.32	A	4	1.58	A
2003-04	1.48	B	3	1.57	A
2008-09	1.47	B	2	1.51	A
2005-06	1.38	B	1	1.43	A
2004-05	1.32	B			
2007-08	1.19	B			

*Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey) al 5%.

En el Gráfico No. 14 se aprecia cómo varía el ICA-Ht para cada tratamiento en los diferentes años. La evolución muestra un pico de crecimiento en la estación de crecimiento 2006-2007, en la cual todos los tratamientos tienen un mayor ICA-Ht. Por otro lado, en la misma gráfica se observa un comportamiento diferente con un ICA-Ht superior al resto en uno de los tratamientos, tanto al inicio como al final del periodo considerado. En la estación 2003-2004 el tratamiento 4, que representa el régimen de poda menos intensivo, presentó un ICA-Ht superior al resto. En 2008-2009, el tratamiento 1 mostró un valor medio superior a los demás. En el primer caso, dicho comportamiento se podría explicar por el hecho de que la mayor área foliar del tratamiento 4 le permitió aprovechar de mejor manera las buenas condiciones climáticas presentes y de esa forma lograr un mayor crecimiento.

Gráfico No. 14. Evolución del ICA-Ht según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.



Munka (2009), observó que la reducción del índice de área foliar (IAF) a causa de una poda del 50% de la altura total, tuvo como consecuencia una reducción significativa de los valores de evapotranspiración máxima (ET_m) calculados cuando evaluó un rodal de *Pinus taeda* de 5 años de edad, durante el periodo comprendido entre noviembre de 2007 y diciembre de 2008 en Tacuarembó. También estableció que en los seis meses post-tratamiento, las parcelas podadas y raleadas presentaron menores valores de IAF respecto a las parcelas testigo. Sin embargo, el aumento del área foliar en ese período fue superior en las parcelas podadas y raleadas; se infiere entonces que la respuesta a raleo y poda posiblemente se revierta en las próximas estaciones de crecimiento.

Lo observado por Munka (2009) podría explicar el mayor ICA-Ht que presentó el tratamiento de poda más severo durante la última estación de crecimiento. Por un lado, las bajas precipitaciones en 2008 favorecieron al tratamiento con menor área foliar y menor transpiración. Por otro lado, el hecho que ningún tratamiento haya recibido poda durante los años 2007 y 2008 llevó a que el tratamiento que recibió una poda más severa recuperara el área foliar perdida y de esa forma aprovechó de mejor manera las buenas condiciones para el crecimiento presentes al inicio del 2009. Dicho tratamiento

presentaría un área foliar más joven y eficiente que los demás, lo que le permitió lograr un mayor crecimiento en altura.

4.7. ÁREA BASAL (AB)

Se observaron diferencias significativas entre AB individual media de los tratamientos, según la prueba de Tukey, para todos los años excepto 2003 y 2004. Esto permite suponer que la población sobre la que se instaló el ensayo era lo bastante homogénea antes de la aplicación de los tratamientos de poda y que las diferencias observadas después son atribuibles, al menos en parte, al efecto de los mismos.

Cuadro No. 13. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable AB, durante el periodo 2003-2009.

Área basal (m ²)											
2003			2004			2005			2006		
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media	
2	0.0072	A	4	0.0150	A	4	0.0194	A	4	0.0236	A
1	0.0064	A	2	0.0127	A	2	0.0161	AB	3	0.0205	A
4	0.0063	A	3	0.0119	A	3	0.0153	AB	2	0.0202	A
3	0.0059	A	1	0.0098	A	1	0.0115	B	1	0.0132	B
2007			2008			2009					
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media				
4	0.0358	A	4	0.0401	A	4	0.0489	A			
3	0.0315	AB	3	0.0359	AB	3	0.0440	AB			
2	0.0297	B	2	0.0338	B	2	0.0422	B			
1	0.0189	C	1	0.0221	C	1	0.0280	C			

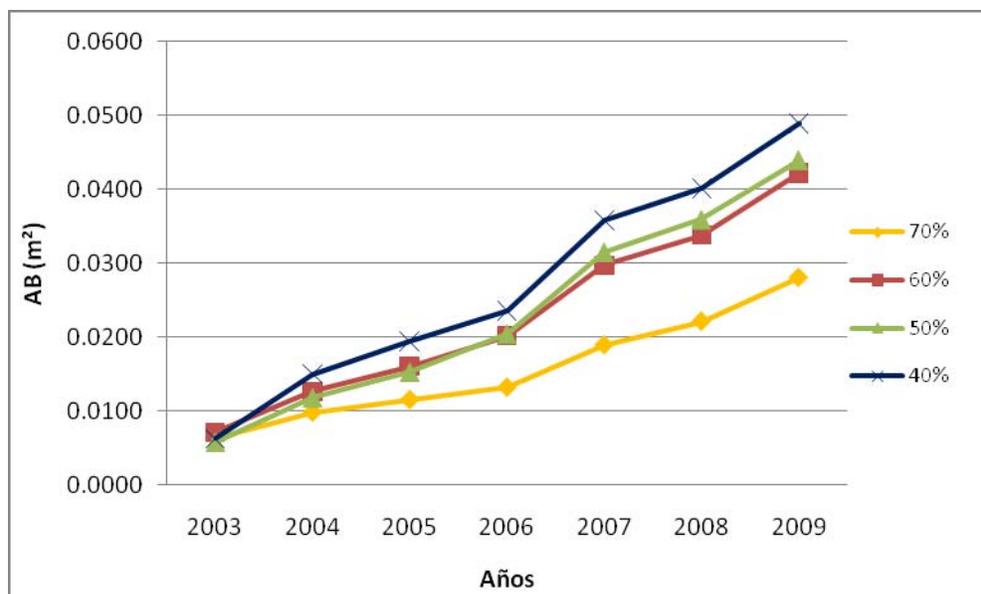
*Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey) al 5%.

En 2005 se comenzó a evidenciar diferencias significativas entre los tratamientos extremos (tratamientos 1 y 4, 70% y 40% de Ht respectivamente) que se mantiene hasta la actualidad. El tratamiento 3, no presenta diferencias significativas con los tratamientos 4 y 2 en ningún año, mientras que a partir de 2007 se diferencia el tratamiento 2 del 4.

Desde el año 2005 el ensayo presenta una tendencia que se afirma en los tres últimos años. Los tratamientos menos severos (4, 3 y 2) presentan mayores valores de

AB; siendo evidente las diferencias frente al tratamiento más intenso, el cual presenta diferencias significativas, respecto al resto de los tratamientos, desde el año 2006.

Gráfico No. 15. Evolución del AB según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.



Los resultados sugieren que se podría obtener una mayor proporción de madera libre de defectos al podar 50% de Ht sin comprometer el crecimiento en área basal, respecto a la poda de 40% de Ht. A su vez, tampoco existirían diferencias en área basal entre el tratamiento 2 (poda 60% de Ht) y el tratamiento 3 (poda de 50% Ht).

La tendencia en general concuerda con la obtenida para la variable Dap, con la diferencia de que en AB las diferencias se magnifican.

Estos resultados coinciden con lo observado por Cavagnaro y Servetti (2009), quienes concluyen que la poda tuvo efectos significativos sobre la variable AB, señalando que las diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos fueron resultado de la relación entre severidad de poda y las variables dendrométricas; los mayores valores en AB corresponden a los tratamientos de poda menos severos.

4.8. INCREMENTO MEDIO ANUAL EN ÁREA BASAL (IMA-AB)

Se observó diferencias significativas entre valores promedios de IMA-AB individual, entre los tratamientos para todos los años de registro, con la excepción de 2003. El análisis estadístico indica que la interacción año-tratamiento es significativa.

Cuadro No. 14. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable IMA-AB, durante el periodo 2003-2009.

IMA-AB (m ² /año)											
2003			2004			2005			2006		
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media	
2	0.00240	A	4	0.00377	A	4	0.00387	A	4	0.00390	A
1	0.00217	A	2	0.00317	AB	2	0.00320	AB	3	0.00343	A
4	0.00207	A	3	0.00297	BC	3	0.00307	B	2	0.00333	A
3	0.00197	A	1	0.00243	C	1	0.00230	C	1	0.00220	B
2007			2008			2009					
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media				
4	0.00510	A	4	0.00503	A	4	0.00540	A			
3	0.00450	AB	3	0.00450	AB	3	0.00487	AB			
2	0.00423	B	2	0.00427	B	2	0.00470	B			
1	0.00273	C	1	0.00277	C	1	0.00310	C			

*Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey) al 5%.

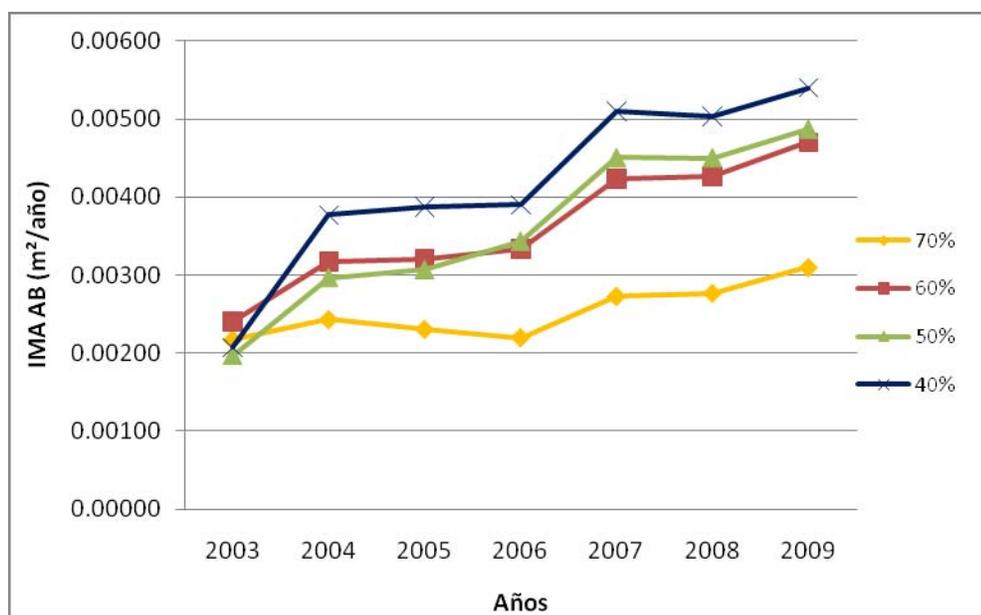
En el año de instalación del ensayo no existían diferencias significativas entre tratamientos, mostrando que las diferencias observadas en años posteriores podrían deberse al efecto de la poda sobre el IMA-AB. A partir de 2004 comienzan a visualizarse diferencias entre tratamientos, pero los valores no tienen un orden concordante con los distintos niveles de severidad de poda. En 2006, únicamente el tratamiento más severo (70% de Ht) mostró diferencias significativas frente al resto de los tratamientos.

A partir de 2007, se observa una marcada tendencia, que se mantiene hasta la actualidad, en la que los tratamientos más severos muestran menores valores de IMA-AB. Esta tendencia estaría relacionada con el hecho que en 2007 y 2008 no se realizó poda, por lo que todos los árboles pudieron recuperar parte de su área foliar y que en 2007 se registró una precipitación anual media superior a la de los 3 años anteriores. Estas condiciones favorables al crecimiento fueron mejor aprovechadas por los árboles

de aquellos tratamientos que habían sufrido podas menos severas en los años anteriores. En el Cuadro No. 14 se observa que el tratamiento 1 presenta aumentos en IMA-AB significativamente menores que los demás tratamientos. Al observar el Gráfico No. 16, se aprecian las diferencias, en pendiente de la recta, entre los tratamientos menos severos y el más severo.

Estos resultados coinciden con lo obtenido por Banks y Prevôst (1976), quienes establecieron relaciones similares entre severidad de poda y variables dendrométricas. Las podas más leves (hasta 25% de la copa viva) no afectaron el crecimiento, las podas moderadas (50% de la copa viva) resultaron en la reducción temporaria del incremento en área basal y podas severas (50–75% de la copa viva) mostraron reducciones significativas en las tasas de incremento en área basal. En el mismo sentido, en el presente ensayo únicamente el tratamiento de poda más severo (70% de Ht), que luego de la primera poda presenta severidades mayores al 25% ECV, se diferenció significativamente del resto.

Gráfico No. 16. Evolución del IMA-AB según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.



Stöhr et al. (1987), también coinciden en que los tratamientos más severos presentan valores de IMA-AB menores debido a que la mayor extracción de copa verde compromete la capacidad del árbol de producir fotosintatos.

4.9. INCREMENTO CORRIENTE ANUAL EN ÁREA BASAL (ICA-AB)

El análisis de varianza para la variable ICA-AB individual muestra que la interacción año-tratamiento es significativa en todos los casos, exceptuando la estación de crecimiento 2007-2008.

Cuadro No. 15. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable ICA-AB, durante el periodo 2003-2009.

ICA-AB (m ² /año)								
2003-04			2004-05			2005-06		
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media	
4	0.0087	A	4	0.0044	A	3	0.0051	A
3	0.0060	B	3	0.0035	AB	4	0.0042	AB
2	0.0055	B	2	0.0034	AB	2	0.0041	AB
1	0.0034	B	1	0.0017	B	1	0.0017	B
2006-07			2007-08			2008-09		
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media	
4	0.0122	A	3	0.0044	A	4	0.0088	A
3	0.0110	AB	4	0.0043	A	2	0.0084	AB
2	0.0095	B	2	0.0041	A	3	0.0081	AB
1	0.0057	C	1	0.0032	A	1	0.0060	B

*Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey) al 5%.

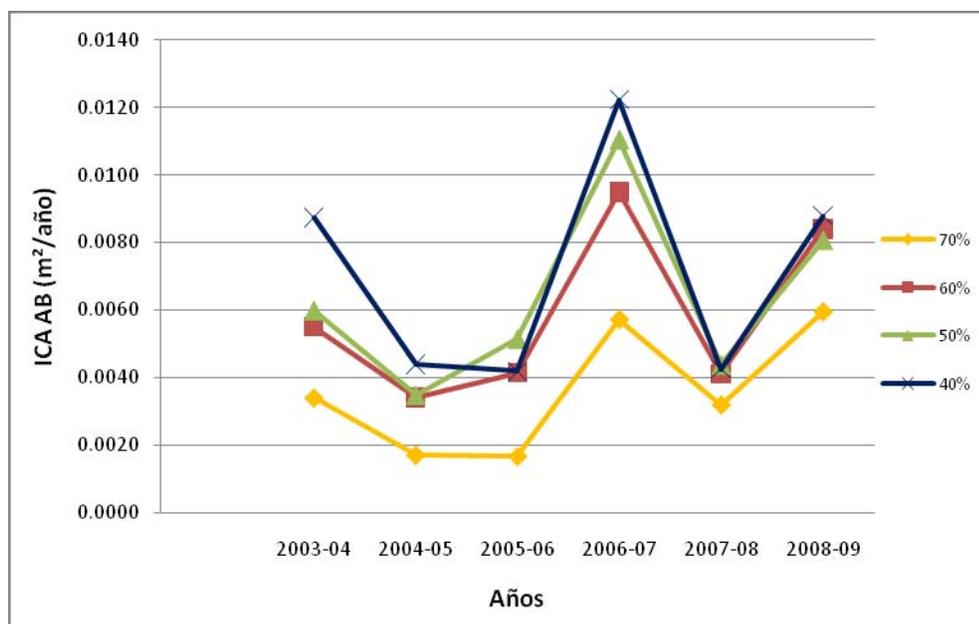
Se puede observar que, durante la primer estación de crecimiento luego de instalado el ensayo, el tratamiento 4, que presenta una poda menos severa (40% de Ht), es el que logra mayor incremento corriente en área basal y se diferencia significativamente del resto; no se observaron diferencias significativas entre los ICA-AB del resto de los tratamientos de poda. En los dos siguientes periodos, solamente se diferencian significativamente los tratamientos extremos (tratamientos 1 y 4). Lo mismo ocurre en el último período analizado (2008-09). En el período 2007-08 no se observan diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos. Esto podría deberse a la no realización de podas en esos dos años, lo que permitió que todos los árboles logaran mejores incrementos por haber aumentado su proporción de copa viva.

Al igual que en el análisis anterior de IMA-AB, los menores valores observados son los de la estación de crecimiento 2004-05. Esto podría ser debido a que dicho

periodo de crecimiento coincide con 2 años de baja precipitación, en comparación con el resto de los años del ensayo, lo que podría haber comprometido el incremento corriente en área basal. En general, en el periodo 2006-07 en todos los tratamientos se observó los mayores valores de ICA-AB, asociado probablemente a las mayores precipitaciones en otoño y primavera. Los tratamientos 4 y 3 no se diferencian significativamente entre sí y el tratamiento más intenso, el número 1, se diferencia de todos los demás con los menores valores de ICA-AB. Esto sugiere que los árboles que sufrieron podas más severas logran luego, menores incrementos en los años más favorables para el crecimiento.

De forma análoga con la variable ICA-Dap, en el Gráfico No. 17 se pueden observar 3 picos de crecimientos, correspondientes a los periodos 2003-04, 2006-07 y 2008-09. Los periodos con menores valores de ICA-AB son las estaciones de crecimiento 2004-05, 2005-06 y 2007-08. Como se mencionó antes, estas variaciones se podrían atribuir a los registros de precipitación en cada periodo.

Gráfico No. 17. Evolución del ICA-AB según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.



Cavagnaro y Servetti (2009) también observaron que las variables climáticas (precipitación y evapotranspiración), tuvieron incidencia sobre el incremento en AB y

señalan que en años con balances hídricos deficitarios la acumulación en AB fue menor para todos los tratamientos.

4.10. VOLUMEN INDIVIDUAL (Vi)

Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, según la prueba de Tukey, a partir del año 2006. Cuando se instaló el ensayo, no existían diferencias significativas entre Vi promedio, por lo que las diferencias observadas después pueden ser atribuidas, al menos en parte, al efecto de los tratamientos de poda.

Cuadro No. 16. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable Vi, durante el periodo 2003-2009.

Volumen individual (m ³)											
2003			2004			2005			2006		
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media	
2	0.0186	A	4	0.0514	A	4	0.0795	A	4	0.1146	A
1	0.0163	A	2	0.0421	A	2	0.0648	A	2	0.0978	AB
4	0.0159	A	3	0.0388	A	3	0.0608	A	3	0.0976	AB
2	0.0147	A	1	0.0307	A	1	0.0428	A	1	0.0578	B
2007			2008			2009					
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media				
4	0.2166	A	4	0.2653	A	4	0.3562	A			
3	0.1887	A	3	0.2371	A	3	0.3183	A			
2	0.1776	A	2	0.2213	A	2	0.3049	A			
1	0.1021	B	1	0.1328	B	1	0.1933	B			

*Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey) al 5%.

En el año 2006 comienzan a observarse diferencias significativas entre los tratamientos con severidades extremas (40% y 70% de Ht respectivamente). A partir del año 2007 se mantiene el orden de los Vi promedio en función a la severidad de poda, pero únicamente el tratamiento más severo muestra diferencias significativas con respecto a los tres tratamientos restantes. Por lo tanto, solo con referencia a Vi, sin tener en cuenta el efecto sobre el diámetro de la troza basal, sería lo mismo podar un 40, 50 o 60% de Ht con el beneficio que esto implica en la obtención de madera libre de nudos.

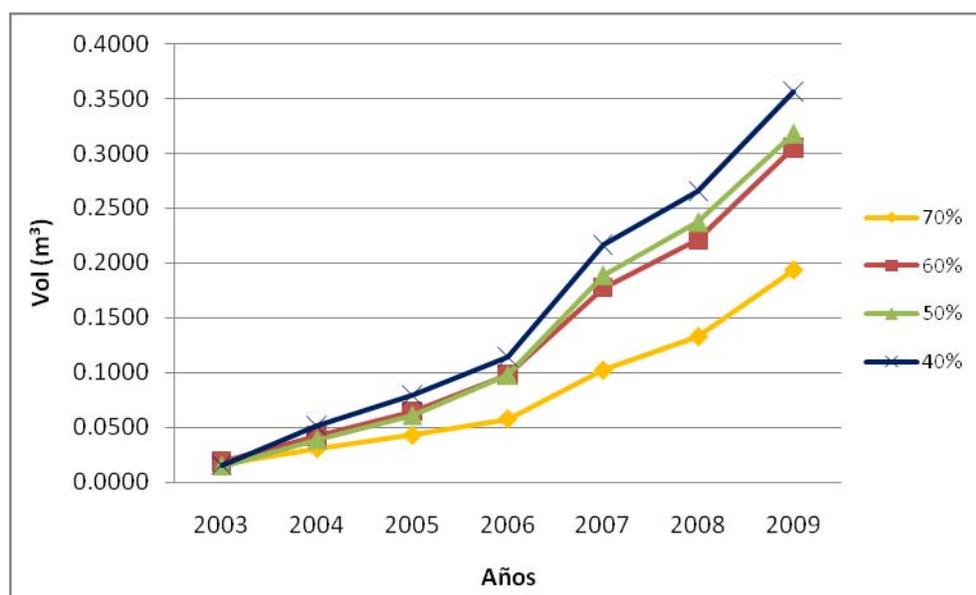
Si se compara estos resultados con los de las dos variables principales que lo determinan (AB y Ht), se puede observar que el comportamiento del Vi acompaña más

los resultados del análisis de la Ht que los de AB, pero igualmente muestra concordancia con ambas variables, ya que tanto en Ht como en AB el tratamiento de poda más severo (70% de Ht) se diferencia significativamente de los demás tratamientos en los últimos años.

Es destacable señalar que en este ensayo no se midió la variable factor de forma, que podría estar distorsionando de cierta forma los datos obtenidos, puesto que, varios autores coinciden en afirmar que la severidad de poda afecta la forma de los fustes.

En el Gráfico No. 18 se puede observar claramente la diferencia en Vi que presenta el tratamiento más severo con respecto al resto de los tratamientos de poda.

Gráfico No. 18. Evolución del Vi según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.



Los resultados coinciden con lo observado por otros autores. Fassola et al. (1999) observaron que, al realizar la poda y en consecuencia disminuir la capacidad fotosintética de la planta, tanto la mayor intensidad del régimen de podas como el número creciente de levantes, serían causa de una fuerte disminución de los crecimientos relativos en volumen.

Costas et al. (2002, 2005) también encontraron diferencias de volumen individual (V_i) debidas al efecto de las podas. Establecieron que los valores medios de V_i de los tratamientos con menor altura de poda fueron significativamente mayores que los observados en el resto de los tratamientos, que presentaban una mayor altura de poda.

Fassola et al. (2002b) concluyeron que el volumen cilindrométrico, se ve afectado en distinto grado por la intensidad de raleos y podas aplicados y por la cantidad de levantes de poda realizados. Si al adaptar los regímenes de este ensayo a un calendario de podas operativo se redujera el número de podas, los V_i medio serían posiblemente mayores a los observados en cada tratamiento.

Stöhr et al. (1987) no encontraron diferencias significativas en volumen individual cuando comparaban individuos luego de 4 años de recibir una poda severa (60% de remoción de copa viva) con los árboles del tratamiento testigo (individuos sin podar). No obstante, se observó que la remoción de 60% de la copa viva se asociaba a una reducción de 12% del volumen promedio, en tanto que la poda de 20% (en términos reales 26%) resultó en la reducción del volumen en sólo 7%.

4.11. INCREMENTO MEDIO ANUAL EN VOLUMEN INDIVIDUAL (IMA- V_i)

El análisis estadístico indica que la interacción año-tratamiento es significativa. La prueba de Tukey muestra diferencias significativas entre los tratamientos con la excepción de 2003 y 2004.

A partir de 2005 se observó diferencias significativas entre tratamientos. Los IMA- V_i promedio no presentaron siempre un orden concordante con los distintos niveles de severidad de poda; hasta 2006, los valores de los tratamientos 2 y 3 (poda de 60 y 50 % de Ht) se ubican en tercer y segundo lugar, aunque sin diferencias estadísticamente significativas. En 2006 únicamente el tratamiento más severo (70% de Ht) mostró diferencias significativas frente a los demás tratamientos. En los tres últimos años, los IMA- V_i se ordenan de acuerdo a la severidad de poda, es decir que los tratamientos con mayor severidad muestran menores incrementos. El tratamiento 1, tuvo un incremento significativamente menor al resto, mientras que los tratamientos 4 y 3 son los que logran mayores incrementos y no se diferencian significativamente entre sí. Entre los tratamientos 2 y 3 tampoco se observó diferencias significativas, que si existen entre los tratamientos 4 y 2.

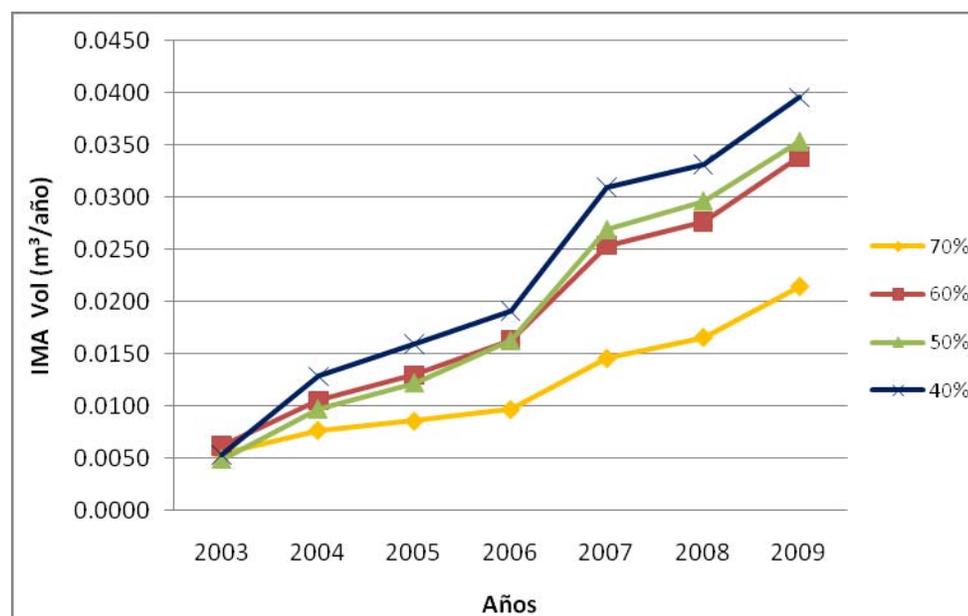
Cuadro No. 17. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable IMA-Vi, durante el periodo 2003-2009.

IMA-Vi (m ³ /año)											
2003			2004			2005			2006		
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media	
2	0.0062	A	4	0.0128	A	4	0.0159	A	4	0.0191	A
1	0.0054	A	2	0.0105	A	2	0.0130	AB	2	0.0163	A
4	0.0053	A	3	0.0097	A	3	0.0122	AB	3	0.0163	A
3	0.0049	A	1	0.0077	A	1	0.0086	B	1	0.0097	B
2007			2008			2009					
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media				
4	0.0309	A	4	0.0332	A	4	0.0396	A			
3	0.0269	AB	3	0.0296	AB	3	0.0354	AB			
2	0.0254	B	2	0.0277	B	2	0.0339	B			
1	0.0146	C	1	0.0166	C	1	0.0215	C			

*Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey) al 5%.

Se puede señalar que a partir de 2006, el comportamiento de los distintos tratamientos en lo que respecta a la variable IMA-Vi, es igual al comportamiento de los tratamientos en la variable IMA-AB, por lo que se podría decir que de las dos variables analizadas que afectarían los valores de IMA-Vi, esta sería la que determina finalmente el comportamiento del incremento en volumen individual para los diferentes tratamientos ya que la poda es una práctica que como se vio, tiene poca influencia sobre el IMA-Ht de los árboles.

Gráfico No. 19. Evolución del IMA-Vi según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.



En el Gráfico No. 19, se puede observar que los árboles se hallan en una etapa de su desarrollo en la que los incrementos anuales son crecientes. También se aprecia cómo en los años en que no se realizó la poda (2007 y 2008), los tres tratamientos de menor severidad (2, 3, 4), alcanzaron mayores incrementos con respecto al de mayor severidad (tratamiento 1). Esto a su vez coincide con el momento en que en el ensayo se comienza a evidenciar una relación inversa entre incrementos y severidad de poda.

4.12. INCREMENTO CORRIENTE ANUAL EN VOLUMEN INDIVIDUAL (ICA-Vi)

Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos para la variable ICA-Vi (ver Cuadro No. 18). El análisis estadístico indica que la interacción año-tratamiento es significativa.

Cuadro No. 18. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable ICA-Vi, durante el periodo 2003-2009.

ICA-Vi (m ³ /año)								
2003-04			2004-05			2005-06		
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media	
4	0.0355	A	4	0.0282	A	3	0.0369	A
3	0.0242	AB	2	0.0227	A	4	0.0350	A
2	0.0235	AB	3	0.0219	A	2	0.0330	AB
1	0.0144	B	1	0.0121	A	1	0.0150	B
2006-07			2007-08			2008-09		
Trat	Media		Trat	Media		Trat	Media	
4	0.1020	A	4	0.0487	A	4	0.0908	A
3	0.0911	AB	3	0.0485	A	2	0.0836	A
2	0.0798	B	2	0.0437	A	3	0.0811	A
1	0.0443	C	1	0.0307	A	1	0.0606	B

*Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey) al 5%.

Se observa que el tratamiento de poda más severo afecta el ICA-Vi ya que en general, cuando se observan diferencias significativas, se diferencia con al menos uno de los tratamientos.

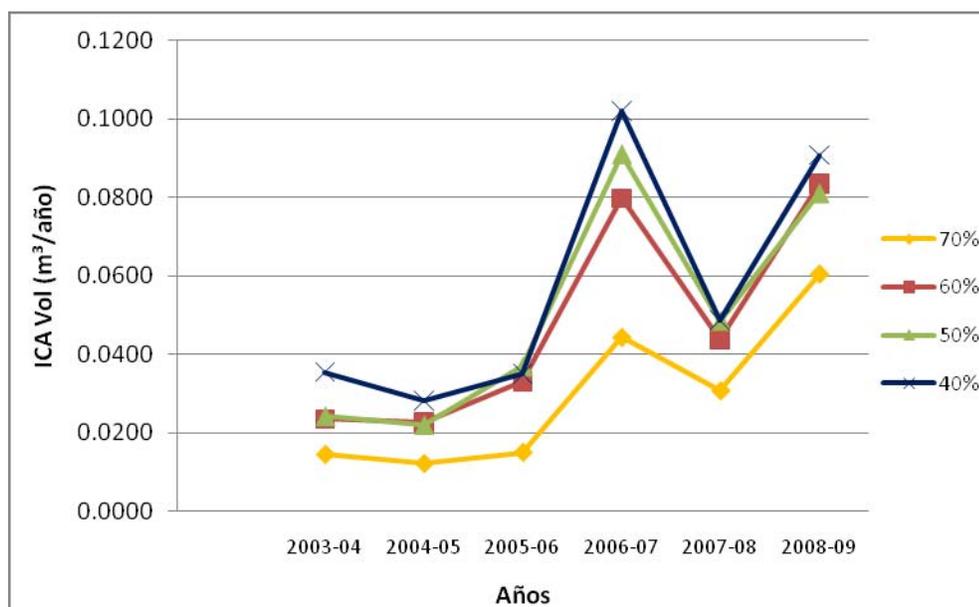
La variable ICA-Vi refleja las condiciones climáticas y la ausencia de poda en los años 2007 y 2008. Las tasas de incremento corriente se vieron afectadas y se observa en consecuencia que la significación de las diferencias y el orden de los ICA-Vi de diferentes tratamientos varían según los períodos.

En el primer período analizado (2003-2004) se observa una respuesta que es inversa a la severidad de poda, en la cual únicamente los tratamientos extremos se diferencian significativamente entre sí (tratamiento 4 y 1). En el segundo período (2004-2005) no se observan diferencias entre los tratamientos, y el orden de los valores no tiene correspondencia con las diferentes severidades.

En el periodo de crecimiento 2007-08 se observaron valores similares de ICA-Vi, sin diferencias significativas entre los tratamientos. Dicha situación coincide con la disminución de las precipitaciones con respecto al periodo anterior y con el lapso de descanso en cuanto a poda que tuvieron los árboles. Esto podría estar explicando el

menor efecto sobre el ICA-Vi del tratamiento que sufrió podas más severas en los años previos, lo que permitió que se recuperara y alcanzara valores de incrementos similares a los demás. Los árboles que presentaron mayor proporción de copa viva sufrieron más el periodo seco que aquellos con menor proporción de copa viva.

Gráfico No. 20. Evolución del ICA-Vi según los diferentes tratamientos de poda para el periodo 2003-2009.



En el Gráfico No. 20 se observan 2 valores máximos de incremento corriente durante los periodos 2006-07 y 2008-09. En ambos casos, el tratamiento más severo se diferenció significativamente del resto y a pesar de haber logrado mejores crecimientos, en comparación con periodos anteriores, no alcanza los valores de los demás tratamientos. Se puede suponer entonces, que el efecto de podas muy severas persiste en el tiempo. Esto es más notorio en el primer pico de ICA-Vi, debido a que en el segundo, los árboles no habían recibido poda en los 2 años previos, lo que les permitió acercarse en mayor medida a los valores promedio del resto de los tratamientos mostrando una cierta recuperación, aunque aún con diferencias significativas.

Este tipo de repuesta se atribuye a la interacción de los árboles con las variables climáticas, fundamentalmente con la precipitación. Analizando en conjunto el Gráfico No. 4 (Precipitaciones mensuales para el periodo 2003-2009) con el Gráfico No. 20, se puede establecer que los mayores valores en ICA-Vi ocurren en aquellos años con

mayores precipitaciones durante la estación de crecimiento. Los años con menores valores en ICA-Vi se corresponden con periodos más secos, fundamentalmente durante otoño y primavera.

4.13. VOLUMEN INDIVIDUAL PODADO (Vp)

Se denominó volumen individual podado al cilindro de madera sólida que resulta de sucesivas podas, medido desde la base del árbol hasta el primer verticilo verde. Representa la fracción del volumen total del fuste que contiene potencialmente una alta proporción de madera libre de defectos.

Cuadro No. 19. Prueba de comparación de medias (Tukey) entre los diferentes tratamientos de poda, para la variable Vp, para el año 2009.

Vp (m ³)		
Tratamiento	Media	
2	0.1732	A
3	0.1556	AB
4	0.1355	AB
1	0.1202	B

*Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas (Tukey) al 5%.

El análisis de la prueba de Tukey muestra que se diferencian 2 clases estadísticas y únicamente se observan diferencias significativas entre los tratamientos de poda más severos (70 y 60% de Ht). Los bajos valores obtenidos en el tratamiento de poda más severo se explican por la pérdida de crecimiento en Dap, ya que a pesar de ser el tratamiento con el que se logra una mayor altura de poda, ello no alcanza a compensar esta disminución. Por otro lado, el segundo tratamiento más severo, al no comprometer de forma importante el crecimiento en Dap y lograr una mayor H poda, alcanza el mayor volumen de madera podada.

Cavagnaro y Servetti (2009) observaron que los tratamientos que habían recibido regímenes de poda más severos no fueron precisamente los que produjeron mayor volumen podado. Se atribuyó este hecho a que la excesiva extracción de área foliar redujo las tasas de crecimiento y la tasa de deposición de volumen de madera. Tratamientos con remoción de copa más moderada tuvieron el mayor volumen podado.

4.14. DEFECTOS EN EL FUSTE

Son escasos los estudios, tanto a nivel nacional como internacional en los que se evaluó la relación entre diferentes severidades de poda y diversos defectos en el fuste de los árboles.

En general, la rectitud del fuste es considerada una característica deseable, cualquiera sea el propósito de producción. Entre otros, la calidad del sitio, la genética, el espaciamiento, los raleos, la fertilización y la poda artificial influyen en la calidad del fuste y los cambios de esos factores aumentan visiblemente la variación de esas características. Las desviaciones de la línea recta tales como inclinaciones, deformaciones, combas y torceduras, disminuyen el valor y el volumen de la parte comercialmente útil del tronco y pueden aumentar los gastos de manipuleo y transporte (Ehrenberg, 1970).

La poda, además del beneficio de la producción de madera libre de nudos, puede afectar las propiedades de la madera en sí, especialmente cuando la poda no se realiza correctamente o es demasiado severa (Brown y Pawsey, citados por Ehrenberg, 1970).

En el cuadro siguiente se presentan los defectos expresados como porcentaje del número total de árboles presentes en el año 2009.

Cuadro No. 20. Porcentaje de defectos relevados según tratamientos de poda para el año 2009.

Tratamiento	Porcentaje de defectos (%)									
	Ye	T1	T2	T3	SD	Seco	BF1	BF2	BF3	APS
1	25,43	1,03	5,64	15,38	0,64	0,78	4,62	0,51	0,00	0,00
2	0,57	3,00	16,32	27,11	0,61	0,00	6,15	0,61	0,61	1,33
3	0,00	2,47	8,40	30,53	0,00	0,00	5,57	0,00	0,50	0,50
4	0,00	0,64	11,46	24,79	1,83	0,63	6,79	2,54	0,63	0,57

* YE= yema epicórmica; T1, T2 y T3= número de torceduras en el fuste; SD= sin dominancia; BF1, BF2, BF3= número de bifurcaciones y APS= ápice seco.

Como se observa en el Cuadro No. 20, los tipos de defectos más frecuentes presentes en los árboles fueron las torceduras de fuste, bifurcaciones y presencia de yemas epicórmicas. Otros defectos pero de menor importancia por su baja frecuencia fueron, pérdida de dominancia, presencia de ápice seco y árboles completamente secos.

Se observa una clara relación entre la severidad de poda y la aparición de yemas epicórmicas ya que prácticamente estas aparecen únicamente en el tratamiento de poda más severo e intenso (70% de remoción de la Ht). Esto estaría indicando una reacción de los árboles frente al stress sufrido por la poda severa. Cavagnaro y Servetti (2009) observaron que uno de los defectos a considerar fue la presencia de yemas epicórmicas la cual fue mayor para el tratamiento 3 debido a que la excesiva remoción de copa verde dio como resultado la aparición de crecimientos laterales en el fuste. Por otro lado, Grisez, citado por Zobel (1992), determinó que las podas al igual que los raleos, a menudo estimulan la aparición de yemas epicórmicas.

Cuando la pérdida de ramas vivas es muy grande en relación a la copa viva, desequilibrando el balance entre absorción de agua por las raíces y las necesidades de agua de las hojas, o cuando la parte inferior del tronco recibe repentinamente más luz, puede ocurrir el estímulo de yemas epicórmicas presentes en la corteza del tronco. El principal problema de estas yemas en los bosques es la depreciación del valor de la madera (Seitz, 1995).

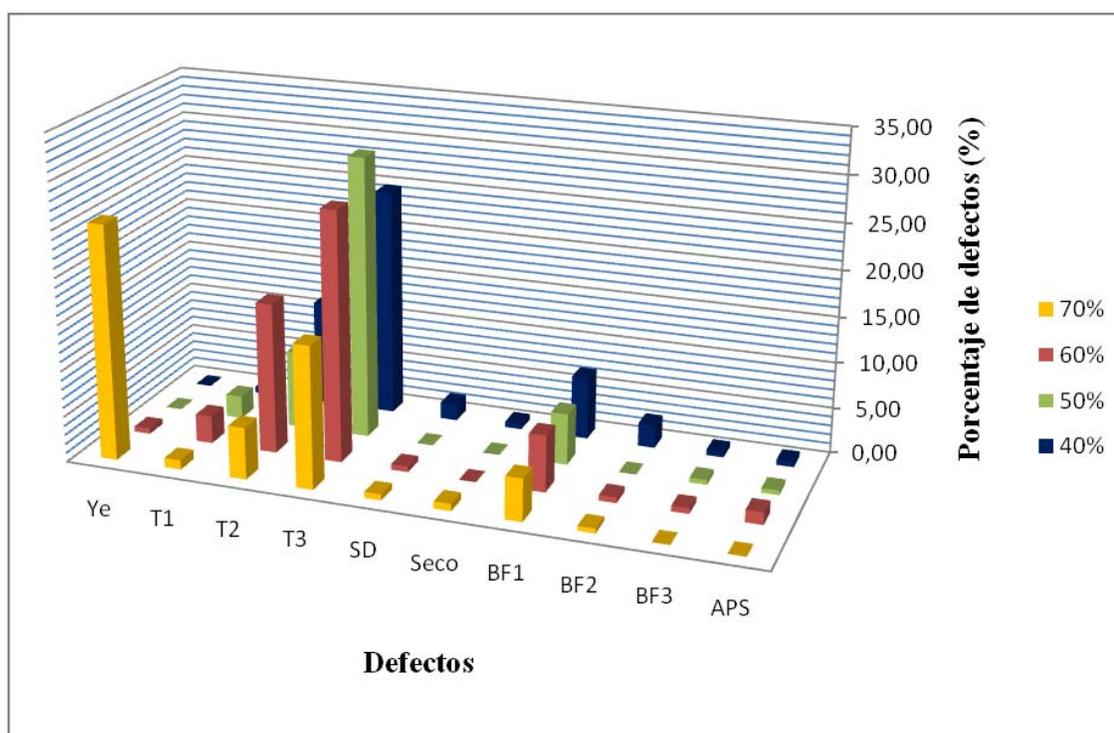
Las torceduras del fuste, como se observa en el Gráfico No. 21, fueron los defectos que se encontraron con mayor frecuencia en los árboles. Los árboles presentaron diferentes niveles, siendo más importantes las torceduras del nivel 3 y 2. En general, al observar el porcentaje de árboles que presentan torceduras en el fuste, se ve que en el tratamiento de poda más severo aparece con menor frecuencia este tipo de defecto, siendo más importante en los tratamientos que remueven 60 y 50% de la altura total, respectivamente. Lo observado coincide con la que concluyeron Cavagnaro y Servetti (2009), ya que estos determinaron que el tipo de defecto más frecuente que se encontró fue número de torcedura en fuste (T1 y T2), atribuyendo las mismas al crecimiento de los árboles en zonas con cierta pendiente.

Tuset y Durán (2008) indican que los fustes de los árboles maderables normalmente son verticales y rectos, pero a veces puede aparecer una o más curvaturas en el fuste y sus orígenes pueden obedecer a diferentes causas. La aparición de curvaturas en el fuste es un tema de genética, pero además pueden darse casos donde se

manifieste la influencia de la luz solar. En bosques de baja densidad por hectárea, la frecuencia y la intensidad de curvaturas del fuste son más fuertes que en bosques cerrados. Este defecto puede llegar a afectar de manera importante la utilización de la madera tanto en el aserrado como en el debobinado.

La rectitud del fuste es esencial para la formación de madera de buena calidad. Las deformaciones, combas y torceduras provocan el desarrollo de madera de compresión y de fibra irregular. La proporción de madera de compresión es grande en los árboles que presentan deformaciones y combas acentuadas. La presencia de estos defectos causa pérdidas considerables en el volumen y en el valor del tronco (Ehrenberg, 1970).

Gráfico No. 21. Porcentaje de defectos relevados según tratamientos de poda para el año 2009.



En cuanto a las bifurcaciones, se observa en el Gráfico No. 21 que son más frecuentes las bifurcaciones de nivel 1. Se puede determinar que no hay diferencias entre los tratamientos de poda para este defecto. Con la pérdida de la guía terminal en un árbol, lo corriente es que aparezcan dos o más ramas en sustitución, dando lugar a este

defecto de bifurcación. Allí se produce pérdida de diámetro en el árbol, fusión de ramas y creación de doble corazón o nudos importantes. En resumen, afecta la cantidad y calidad de la madera del bosque (Tuset y Durán, 2008). La formación de bifurcaciones influye en la anatomía y la estructura de la madera de un modo desfavorable (Ehrenberg, 1970).

En definitiva, la aparición de yemas epicórmicas parecería ser el único defecto atribuible a una remoción muy severa de la copa viva. El resto de los defectos presentes podrían estar relacionados, principalmente, a causas genéticas y/o ambientales.

5. CONCLUSIONES

Las variables indicadoras de severidad de poda (LFP, %ECV) y de intensidad del régimen de podas (H poda) señalaron un orden concordante con el porcentaje de altura total podado cada año; el tratamiento 1 (poda de 70% de Ht) representó el régimen más intensivo, con podas más severas, mientras que el tratamiento 4 (poda de 40% de Ht) tuvo el régimen menos intensivo, con podas menos severas. La adopción de porcentaje de la altura total como criterio de severidad de poda determinó que a partir del segundo año de poda, los porcentajes de extracción de copa viva alcanzaran valores bajos en los tratamientos de menor severidad (40 y 50% de Ht), lo que resultó en que no se observaran diferencias significativas entre valores de dichos tratamientos.

No se observó diferencias significativas entre tratamientos en las variables analizadas en el año de instalación del ensayo, dado que aún no había respuesta a los tratamientos de poda. También fue claro el efecto de la interrupción de la poda sobre la evolución de todas las variables, incluso Ht, dado que luego de 2 años sin podar, dejaron de observarse diferencias significativas entre el tratamiento más severo y los demás, en dicha variable.

Los regímenes de poda tuvieron un efecto notorio sobre Dap, AB y Vi. La relación entre severidad de poda y Ht, en cambio, fue poco clara. Sólo las podas muy severas (70% de Ht) afectaron el crecimiento en altura de los árboles.

Las podas muy severas comprometen el crecimiento de los árboles en Dap, AB, Vi y Vp. En lo que respecta a Vi, no se observó diferencias significativas entre valores correspondientes a poda de 40, 50 y 60% de Ht; dichos tratamientos tienen valores crecientes en volumen de madera libre de defectos. Por otra parte, dado que interesa obtener mayor incremento en volumen de la troza basal, la poda de 60% de Ht tendría una incidencia negativa por las diferencias significativas observadas en Dap y AB respecto a la poda de 40% de Ht.

Al comparar en el año 2009 las frecuencias relativas de Dap de los tratamientos, se observa que, a diferencia del tratamiento 1 (70% de Ht), el resto presenta un mayor porcentaje de individuos en la clase diamétrica de 20,1-25 cm. El tratamiento de poda más severo (70% de Ht) presenta un mayor porcentaje de árboles en las clases diamétricas menores; la moda corresponde a la clase de Dap de 15,1-20 cm. Dicho tratamiento prácticamente no presenta individuos con diámetros superiores a 25

cm, lo que está marcando un retraso importante en la finalización de la rotación. En el otro extremo se encuentra el tratamiento de poda menos severo (40% de Ht), el único que presenta individuos con Dap superiores a 30 cm. Los tratamientos intermedios presentan la moda en la clase de Dap 20,1-25 cm, pero con una leve ventaja del tratamiento 3 (50% de Ht) sobre el tratamiento 2 (60% de Ht) al comparar la frecuencia de individuos en la clase de Dap de 25,1-30 cm.

Las variables climáticas presentaron una clara incidencia sobre las variables estudiadas; en los años con mayores precipitaciones durante la estación de crecimiento, se obtuvo mayores incrementos en todas las variables (Dap, Ht, AB y Vi).

Los defectos más frecuentes presentes en los árboles fueron torceduras en el fuste (en números de 3 y 2), yemas epicórmicas y bifurcaciones u horquetas (BF1). Por un lado, no es posible atribuir la aparición de defectos como torceduras y bifurcaciones a la severidad de poda. Por otra parte, las podas muy severas contribuyen a la aparición de yemas epicórmicas únicamente cuando se poda un 70% de Ht.

En síntesis, a partir de las variables estudiadas, el tratamiento que mejor promueve la producción de madera de calidad creciendo a una tasa aceptable supone la remoción de 50 o 60% de Ht en cada uno de los levantes de poda. Esto equivale a la extracción de 50 – 60%, 18 – 25%, 15 – 22%, 15 -18% para las primeras cuatro podas, y 25 – 30% de extracción de la copa viva, luego de dos años de interrupción de este tratamiento silvícola, a las edades de 3, 4, 5, 6 y 9 años, respectivamente.

6. RESUMEN

Se evaluó crecimiento e incremento en un ensayo de poda de *Pinus taeda* L., ubicado en el Establecimiento La Toca, Departamento de Rivera, Uruguay, a la edad de 9 años. El ensayo fue instalado en 2003 sobre un rodal plantado en abril de 2000 a partir de semilla procedente de EUA. El diseño experimental es de bloques completos al azar; incluye cuatro tratamientos de poda, con severidad 70, 60, 50 y 40 % de la altura total, aplicados con frecuencia anual y tres repeticiones. Las variables estudiadas fueron Diámetro a la altura del pecho (Dap), Incremento Medio Anual en Dap (IMA-Dap), Incremento Corriente Anual en Dap (ICA-Dap), Altura total (Ht), Incremento Medio Anual en Ht (IMA-Ht), Incremento Corriente Anual (ICA-Ht), Área basal (AB), Incremento Medio Anual en AB (IMA-AB), Incremento Corriente Anual en AB (ICA-AB), Volumen individual (Vi), Incremento Medio Anual en Vi (IMA-Vi), Incremento Corriente Anual (ICA-Vi), Volumen individual podado hasta 2009 (Vp). En general, los valores medios de todas las variables fueron inversamente proporcionales a la severidad de poda. Se observó diferencias significativas entre valores de los tratamientos extremos. Las podas muy severas (70% de Ht) comprometen el crecimiento en Dap, AB, Vi y Vp. No se observó diferencias significativas entre los valores de Vi correspondientes a podas de 40, 50 y 60 % de Ht; entre estos tratamientos el aumento en la severidad de poda se traduce en un incremento en el volumen libre de defectos. Las variables climáticas tuvieron un claro efecto sobre las variables evaluadas; los incrementos observados en años con mayor precipitación durante la estación de crecimiento fueron superiores al promedio. El estudio de defectos del fuste permitió establecer que sólo la poda muy severa (70% de Ht) indujo la aparición de brotes epicórmicos.

Palabras clave: *Pinus taeda*; Poda; Efecto sobre el crecimiento; Defectos en el fuste; Departamento de Rivera.

7. SUMMARY

A *Pinus taeda* L. pruning trial, located in La Toca forest estate, in Rivera, Uruguay, was assessed for growth and increment at age of 9 years. The trial includes four levels of pruning severity. The trial was established in 2003 on a stand planted in April 2000 with seedlings grown from U.S seed. Experimental design is complete random blocks with four pruning weight treatments, viz. 40, 50, 60 and 70% of the total height, applied on an annual basis and with three replicates. Variables studied were: Diameter breast height (Dbh); Dbh Mean Annual Increment (MAI-Dbh), Dbh Current Annual Increment (CAI-Dbh); Total height (Ht); Ht Mean Annual Increment (MAI-Ht), Ht Current Annual Increment (CAI-Ht); Basal area (Ba); Ba Mean Annual Increment (MAI-Ba), Ba Current Annual Increment (CAI-Ba); Individual volume (Vi); Vi Mean Annual Increment (MAI-Vi), Vi Current Annual Increment (CAI-Vi); Individual volume pruned until 2009 (Vp). Average values obtained are inversely proportional to pruning severity. Significant differences were observed between extreme treatments for all variables. Extremely severe pruning (70% of Ht) compromised tree growth, significantly lower Dbh, Ba, Vi and Vp values were observed. Vi values for pruning treatments removing 40, 50 or 60 % of Ht did not differ significantly; however, clear-wood volume increases with increasing pruning severity. Dasonometric variable evolution reflected weather variables; higher increments were observed during growing seasons with higher rainfall. The analysis of stem defects revealed that epicormic branching is related only to extremely severe pruning (70 % of Ht).

Keywords: *Pinus taeda*; Pruning; Effects on growth; Stem defects; Rivera.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. AMATEIS, R.; BURKHART, H.E. 2005. Growth following pruning of young loblolly pine trees; some early results. (en línea). In: Biennial Southern Silvicultural Research Conference (13th., 2005, Memphis, Tennessee). Proceedings. North Carolina, US. Department of Agriculture. Forest Service. pp. 42-44. Consultado 25 jun. 2009. Disponible en http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/gtr/gtr_srs092/gtr_srs092.pdf
2. BANKS, P.F.; PREVÔST M. J. 1976. Sawlog pruning regimes for *Pinus patula*, *P. elliottii* and *P. taeda* in Rhodesia. South African Forestry Journal. no. 99: 44-48.
3. BOCAGE, E.; BORAGNO, L.; BAPTISTA, A. 2000. Madera juvenil en *Pinus taeda*, cultivado en Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 70 p.
4. BUSSONI, A.; CABRIS, J.C. 2006. Regímenes silvícolas y retorno financiero para *Pinus taeda* en las zonas del litoral oeste y noreste de Uruguay. Agrociencia. 10 (2): 125-135.
5. CASTELLANOS, P.; LÓPEZ, 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.
6. CAVAGNARO, P.; SERVETTI, A. 2009. Evaluación de un ensayo de poda en *Pinus taeda* L. en Tacuarembó. Etapa I, crecimiento e incremento a la edad de 11 años. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 108 p.
7. 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 20 may. 2009. Disponible en <http://calvados.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/viewFile/2280/1905>
8. _____.; MAC DONAGH, P.; WEBER, E.; IRSCHICK, P.; PALAVECINO, J. 2003. Efectos de la densidad de plantación y tratamientos de poda sobre la producción de *Pinus taeda* L. a los 6 años de edad. (en línea). Revista Forestal Venezolana. 48 (1): 117-125. Consultado 20 may. 2009.

- Disponible en
http://oai.saber.ula.ve/cgiwin/be_alex.exe?Acceso=T016300002740/14&Nombrebd=ssaber
9. _____.; KORTH, S.; MAC DONAGH, P.; FIGUEREDO, S.; WEBER, E.; IRSCHICK, P.; HECK, J. 2005. Influencias de la densidad y podas sobre la producción de *Pinus taeda* L. a los 7 años de edad. (en línea). Revista Ciência Florestal. 15 (3): 275-284. Consultado 20 may. 2009. Disponible en <http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v15n3/A7V15N3.pdf>
 10. _____.; MAC DONAGH, P.; WEBER, E.; FIGUEREDO, S.; GOMEZ, P.; IRSCHICK, P. 2006. Modelos predictivos de la producción de *Pinus taeda* empleando variables vinculadas con las podas. (en línea). Revista Bosque. 27 (2): 98-107. Consultado 20 may. 2009. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92002006000200004&script=sci_arttext
 11. DUNN, M. A.; CLASON, T. R. 2009. Financial evaluation of thinning and pruning silvicultural treatments on a thirty year rotation of old field pine plantation in North Louisiana. (en línea). s.n.t. 21 p. Consultado 25 jun. 2009. Disponible en http://www.foa.org/CILive/CI0206_b.htm
 12. EHRENBERG, C. 1970. Mejora de la calidad de los troncos. (en línea). Unasylva. 24 (23): 23-31. Consultado 28 jul. 2010. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/a2173s/a2173s00.htm>
 13. EVANS, J. 1992. Plantation forestry in the tropics. 2ª. ed. Oxford, Oxford University Press. 403 p.
 14. FASSOLA, H.E.; FERRERE, P.; RODRIGUEZ, F.A.; ALLEGRANZA, D.; HERNADEZ, 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 20 may. 2009. Disponible en http://www.inta.gov.ar/montecarlo/info/documentos/forestales/crecimient_o2.htm
 15. _____.; FAHLER, J.; FERRERE, P.; ALEGRANZA, D.; BERNIO, J. 2002a. Determinación del cilindro con defectos en rollizos podados de *Pinus taeda* L. y su relación con el rendimiento en madera libre de nudos. (en

- línea). Revista RIA. 31 (1): 121-128. Consultado 20 may. 2009. Disponible en http://www.inta.gov.ar/ediciones/ria/31_1/008.pdf
16. _____.; 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 20 may. 2009. Disponible en <http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v12n2/A6V12N2.pdf>
 17. GOOGLE. 2009. Programa Google Earth, versión 5.2. Google. (en línea). s.l. Consultado 15 abr. 2010. Disponible en <http://earth.google.es/>
 18. HAWLEY, R.C.; SMITH D.M. 1982. Silvicultura práctica. 6^a ed. Barcelona, Omega. 544 p.
 19. INFOSTAT. 2008. Manual del usuario, versión 2008. Brujas, Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba. FCA. Grupo InfoStat. 334 p.
 20. KRALL, J.P. 1970. Adaptabilidad de coníferas de Norteamérica plantadas en el Uruguay y su susceptibilidad a insectos y enfermedades. Informe Final del Proyecto realizado bajo Convenio entre la Facultad de Agronomía y el Departamento de Agricultura de los EE.UU de América. Boletín Departamento Forestal (Montevideo). 16: 13-164.
 21. KURTZ, V.D.; FERRUCHI, M.R. 2004. Poda forestal. (en línea). INTA Montecarlo. Cartilla técnica no. 2. 15 p. Consultado 17 jun. 2009. Disponible en http://www.inta.gov.ar/montecarlo/INFO/documentos/forestales/Manual_de_Poda_Forestal.pdf
 22. METHOL, R. 2001. Ensayo de intensidad de poda en *Pinus taeda* y *Pinus elliottii*. In: Seminario de Actualización en Tecnologías Forestales para Areniscas de Tacuarembó y Rivera (2001, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 119-121 (Serie Técnica no. 123).
 23. MULLIN, L. J.; BARNES, R. D.; PREVÔST, M. J. 1978. A review of the southern pines in Rhodesia. Harare, Zimbabwe, Forestry Commission. 328 p. (The Rhodesia Bulletin of Forestry Research no. 7).

24. MUNKA, C. 2009. Efecto del manejo silvicultural sobre la evapotranspiración en un rodal de *Pinus taeda* en Uruguay. Tesis Pos-grado. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 85 p.
25. PELUFO, M.; VÁZQUEZ, A. 2007. Ensayo de podas y raleos de *Eucalyptus grandis* en Rivera. Etapa 1. Evaluación del crecimiento e incremento a la edad de 6 años. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 59 p.
26. POSSE, J.P. 2007. Ensayo de poda en *Pinus taeda* en La Tuna. In: Jornada de Silvicultura para Madera Solida en Eucaliptos y Pinos (2007, Tacuarembó). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 8-11 (Actividades de Difusión no. 508).
27. RODRÍGUEZ, C. 2007. Estudio de un de un ensayo de poda en *Pinus taeda* L. en Rivera. Etapa 1. Crecimiento e incremento a la edad de 6 años. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 45 p.
28. SAYAGUÉS LASO, L. 1995. Bibliografía forestal del Uruguay 1908-1982. Facultad de Agronomía (Montevideo). Notas Técnicas no. 33. 80 p.
29. SEITZ, R.A. 1995. Manual da poda de espécies arbóreas florestais. Curitiba, FUPF/DURATEX S.A./KLABIN Fabricadora de Papel e Celulose. 56 p.
30. SHEPHERD, K. R. 1986. Plantation silviculture. Dordrecht, Martinus Nijhoff. 322 p.
31. SOCIEDAD DE PRODUCTORES FORESTALES. 2010. Situación actual del sector forestal en Uruguay. Sociedad de Productores Forestales. Forestal no. 40. 20 p.
32. STÖHR, W.D.; EMERENCIANO, D.B.; FABER, J. 1987. Green pruning of *Pinus taeda* and its influence on growth in Parana-Brazil. In: Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales (1o., 1987, Buenos Aires). Trabajos voluntarios. Buenos Aires, CIEF. t. 4, pp.198-204.
33. TUSET, R.; DURÁN, F. 2008. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización. 2ª. ed. Buenos Aires, Hemisferio Sur. v.2, 503 p.
34. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERIA AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCION GENERAL FORESTAL. 2008. Superficie forestada por

- especies por departamento. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 5 oct. 2009. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/Forestal/DGF.htm>
35. _____ . _____ . DIRECCION GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. 2001. Proyecto regional de alternativas para la inversión forestal. Fase II (PRAIF II). (en línea). Montevideo. 33 p. Consultado 18 jun. 2009. Disponible en <http://www.oas.org/osde/publications/Unit/oea20s/ch08.htm>
36. _____ . _____ . _____ . CONEAT. 2010. Aplicación CONEAT en internet (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 29 mar. 2010. Disponible en <http://www.prenader.gub.uy/coneat/>
37. 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.
38. ZOBEL, B. 1992. Silvicultural effects on Wood properties. (en línea). IPEF International (Piracicaba). (2): 31-38. Consultado 26 jul. 2010. Disponible en <http://www.ipef.br/publicacoes/international/nr02/cap05.pdf>

9. ANEXOS

No. 1. Precipitación acumulada mensual.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
2000	252.7	92.9	161.2	88.0	275.9	167.8	75.9	70.3	125.1	153.7	114.3	50.4	1628.2
2001	184.1	83.5	154.1	438.5	254.5	74.9	107.7	128.5	353.6	116.8	179.3	87.1	2162.6
2002	82.7	125.6	292.2	395.1	174.5	133.6	205.0	147.1	247.7	331.7	271.9	275.6	2682.7
2003	57.1	267.2	137.9	290.7	200.1	117.7	43.3	130.6	90.4	94.2	165.0	226.7	1820.9
2004	18.6	84.8	67.7	178.2	73.0	100.8	61.7	16.0	154.1	116.2	167.2	111.0	1149.3
2005	89.8	5.7	144.6	102.4	191.6	109.1	39.9	168.4	150.3	186.4	73.9	42.7	1304.8
2006	67.8	13.3	103.6	97.6	97.1	144.5	53.2	53.6	96.9	103.3	171.0	136.9	1138.8
2007	133.0	220.7	377.9	140.0	78.8	101.7	47.8	174.8	101.8	227.8	45.2	73.2	1722.7
2008	61.1	121.1	24.5	75.0	88.3	117.1	117.6	137.3	71.2	178.7	47.6	28.2	1067.7
2009	50.6	273.5	68.5	8.8	121.6	24.2	48.1	76.3	228.4	132.9	540.1	276.6	1849.6
Promedio	99.8	128.8	153.2	181.4	155.5	109.1	80.0	110.3	162.0	164.2	177.6	130.8	1652.7

No. 2. Temperatura máxima, mínima y media mensual para el periodo 2000-2009.

AÑO	Variable	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2000	T Max	31.9	29.1	25.9	24.9	19.0	18.1	17.4	19.7	20.7	22.9	25.1	29.4
	T Min	18.9	18.0	15.6	15.2	11.0	10.3	10.3	8.6	9.8	14.2	14.4	17.1
	T Med	25.4	23.6	20.8	20.1	15.0	14.2	13.9	14.2	15.3	18.6	19.8	23.3
2001	T Max	29.3	30.8	29.2	23.4	18.8	18.6	18.0	23.2	20.0	23.7	26.2	28.3
	T Min	19.3	20.8	19.7	15.3	10.7	11.3	9.2	12.4	11.6	15.0	15.4	16.7
	T Med	24.3	25.8	24.5	19.4	14.8	15.0	13.6	17.8	15.8	19.4	20.8	22.5
2002	T Max	30.2	28.7	28.7	22.0	21.8	16.9	16.5	19.7	19.9	24.3	25.9	27.3
	T Min	18.4	17.8	20.4	14.1	12.8	7.8	8.5	10.7	9.8	16.1	16.2	17.9
	T Med	24.3	23.3	24.6	18.1	17.3	12.4	12.5	15.2	14.9	20.2	21.1	22.6
2003	T Max	31.2	29.5	26.3	22.5	20.9	17.7	17.2	17.8	20.9	25.2	26.4	26.5
	T Min	18.6	19.2	17.4	13.1	11.5	11.0	8.3	7.2	9.8	13.7	14.9	16.0
	T Med	24.9	24.4	21.9	17.8	16.2	14.4	12.8	12.5	15.4	19.5	20.7	21.3
2004	T Max	31.3	28.9	28.4	26.8	18.1	18.6	17.2	20.0	21.9	23.8	25.3	29.4
	T Min	19.1	17.1	16.5	15.9	9.9	10.6	7.6	9.8	12.1	11.6	14.6	16.8
	T Med	25.2	23.0	22.5	21.4	14.0	14.6	12.4	14.9	17.0	17.7	20.0	23.1
2005	T Max	32.9	30.8	29.4	22.7	20.5	19.7	18.5	19.6	18.4	22.0	29.0	29.2
	T Min	19.1	18.6	17.1	13.3	12.9	13.7	9.1	10.6	9.4	12.3	15.4	16.3
	T Med	26.0	24.7	23.3	18.0	16.7	16.7	13.8	15.1	13.9	17.2	22.2	22.8
2006	T Max	32.4	31.8	30.0	24.9	18.7	18.6	20.0	18.6	20.0	26.0	26.2	30.6
	T Min	19.6	18.5	17.2	14.0	8.5	10.3	11.8	8.6	9.2	14.4	15.0	18.5
	T Med	26.0	25.2	23.6	19.5	13.6	14.5	15.9	13.6	14.6	20.2	20.6	24.6
2007	T Max	30.8	29.9	27.5	25.2	17.3	16.3	14.4	15.4	22.3	23.6	26.1	30.9
	T Min	18.9	18.6	18.6	15.5	8.3	8.3	5.2	7.3	13.3	14.7	13.4	17.2

	T Med	24.9	24.3	23.1	20.4	12.8	12.3	9.8	11.4	17.8	19.2	19.8	24.1
2008	T Max	30.6	30.3	28.6	25.6	20.6	15.3	19.1	18.9	19.0	23.5	29.1	30.1
	T Min	18.7	18.8	17.1	12.9	10.1	7.2	11.5	7.4	8.7	13.1	15.7	16.9
	T Med	24.7	24.6	22.9	19.3	15.4	11.3	15.3	13.2	13.9	18.3	22.4	23.5
2009	T Max	30.7	30.0	28.4	26.0	21.8	15.9	15.4	21.0	18.7	23.7	25.8	27.6
	T Min	18.1	18.4	17.3	13.1	11.0	5.8	5.1	10.6	10.8	12.2	18.0	17.8
	T Med	24.4	24.2	22.9	19.6	16.4	10.9	10.3	15.8	14.8	18.0	21.9	22.7

No. 3. Resultados del análisis estadístico para la variable dependiente: DAP.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	1972.870524	56.367729	246.54	<.0001
Error	48	10.974406	0.228633		
Total correcto	83	1983.844930			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	daps Media
0.994468	2.976720	0.478156	16.06319

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
bloq	2	108.928960	54.464480	238.22	<.0001
trat	3	185.175210	61.725070	269.97	<.0001
bloq*trat	6	7.323338	1.220556	5.34	0.0003
año	6	1615.939145	269.323191	1177.97	<.0001
año*trat	18	55.503870	3.083548	13.49	<.0001

Procedimiento GLM
Medias de cuadrados mínimos
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey

año	trat	daps LSMEAN	Error estándar	Pr > t	Número LSMEAN
2003	1	8.9900000	0.2760637	<.0001	1
2003	2	9.5033333	0.2760637	<.0001	2
2003	3	8.6033333	0.2760637	<.0001	3
2003	4	8.8966667	0.2760637	<.0001	4
2004	1	11.1100000	0.2760637	<.0001	5
2004	2	12.6466667	0.2760637	<.0001	6
2004	3	12.1700000	0.2760637	<.0001	7
2004	4	13.7833333	0.2760637	<.0001	8
2005	1	12.0300000	0.2760637	<.0001	9

2005	2	14.2666667	0.2760637	<.0001	10
2005	3	13.8600000	0.2760637	<.0001	11
2005	4	15.6700000	0.2760637	<.0001	12
2006	1	12.8179333	0.2760637	<.0001	13
2006	2	15.8269667	0.2760637	<.0001	14
2006	3	15.8875333	0.2760637	<.0001	15
2006	4	17.2359000	0.2760637	<.0001	16
2007	1	15.3742667	0.2760637	<.0001	17
2007	2	19.2403000	0.2760637	<.0001	18
2007	3	19.8081667	0.2760637	<.0001	19
2007	4	21.2477667	0.2760637	<.0001	20
2008	1	16.6156000	0.2760637	<.0001	21
2008	2	20.5339667	0.2760637	<.0001	22
2008	3	21.1555333	0.2760637	<.0001	23
2008	4	22.4838667	0.2760637	<.0001	24
2009	1	18.7335667	0.2760637	<.0001	25
2009	2	22.9667667	0.2760637	<.0001	26
2009	3	23.4288667	0.2760637	<.0001	27
2009	4	24.8823667	0.2760637	<.0001	28

19	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
20	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
21	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
22	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
23	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
24	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
25	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
26	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
27	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

i/j	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
2	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
3	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
4	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
5	<.0001	<.0001	0.0151	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
6	0.3261	<.0001	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
7	0.0172	<.0001	0.9953	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
8	1.0000	0.0038	0.7524	0.0010	0.0006	<.0001	0.0351	<.0001	<.0001	<.0001
9	0.0059	<.0001	0.9526	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
10	1.0000	0.1193	0.0903	0.0434	0.0284	<.0001	0.5012	<.0001	<.0001	<.0001
11		0.0069	0.6198	0.0020	0.0012	<.0001	0.0592	<.0001	<.0001	<.0001
12	0.0069		<.0001	1.0000	1.0000	0.0418	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
13	0.6198	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
14	0.0020	1.0000	<.0001		1.0000	0.1153	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
15	0.0012	1.0000	<.0001	1.0000		0.1640	0.9999	<.0001	<.0001	<.0001
16	<.0001	0.0418	<.0001	0.1153	0.1640		0.0046	0.0014	<.0001	<.0001

15	0.9798	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
16	0.9975	<.0001	<.0001	<.0001	0.0661	<.0001	<.0001	<.0001
17	0.2862	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
18	<.0001	0.2204	0.0030	<.0001	0.9999	<.0001	<.0001	<.0001
19	<.0001	0.9805	0.1649	<.0001	0.5608	<.0001	<.0001	<.0001
20	<.0001	0.9839	0.0000	0.2934	<.0001	0.0139	0.0003	<.0001
21		<.0001	<.0001	<.0001	0.0006	<.0001	<.0001	<.0001
22	<.0001		0.9974	0.0023	0.0074	<.0001	<.0001	<.0001
23	<.0001	0.9974		0.1832	<.0001	0.0068	0.0001	<.0001
24	<.0001	0.0023	0.1832		<.0001	1.0000	0.7843	<.0001
25	0.0006	0.0074	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
26	<.0001	<.0001	0.0068	1.0000	<.0001		1.0000	0.0030
27	<.0001	<.0001	0.0001	0.7843	<.0001	1.0000		0.0877
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0030	0.0877	

No. 4. Resultados del análisis estadístico para la variable dependiente: IMA-DAP.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	13.40458814	0.38298823	24.43	<.0001
Error	48	0.75254968	0.01567812		
Total correcto	83	14.15713782			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	imad Media
0.946843	4.565315	0.125212	2.742687

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
bloq	2	3.88601205	1.94300603	123.93	<.0001
trat	3	4.29394625	1.43131542	91.29	<.0001
bloq*trat	6	0.13030044	0.02171674	1.39	0.2399
año	6	4.04855519	0.67475920	43.04	<.0001
año*trat	18	1.04577421	0.05809857	3.71	0.0001

año	trat	imad LSMEAN	Error estándar	Pr > t	Número LSMEAN
2003	1	2.99666667	0.07229135	<.0001	1
2003	2	3.16776667	0.07229135	<.0001	2
2003	3	2.86776667	0.07229135	<.0001	3
2003	4	2.96553333	0.07229135	<.0001	4
2004	1	2.77750000	0.07229135	<.0001	5
2004	2	3.16166667	0.07229135	<.0001	6
2004	3	3.04250000	0.07229135	<.0001	7
2004	4	3.44583333	0.07229135	<.0001	8
2005	1	2.40600000	0.07229135	<.0001	9
2005	2	2.85333333	0.07229135	<.0001	10
2005	3	2.77200000	0.07229135	<.0001	11
2005	4	3.13400000	0.07229135	<.0001	12

2006	1	2.13630000	0.07229135	<.0001	13
2006	2	2.63783333	0.07229135	<.0001	14
2006	3	2.64790000	0.07229135	<.0001	15
2006	4	2.87266667	0.07229135	<.0001	16
2007	1	2.19633333	0.07229135	<.0001	17
2007	2	2.74863333	0.07229135	<.0001	18
2007	3	2.82976667	0.07229135	<.0001	19
2007	4	3.03536667	0.07229135	<.0001	20
2008	1	2.07693333	0.07229135	<.0001	21
2008	2	2.56673333	0.07229135	<.0001	22
2008	3	2.64443333	0.07229135	<.0001	23
2008	4	2.81050000	0.07229135	<.0001	24
2009	1	2.08153333	0.07229135	<.0001	25
2009	2	2.55186667	0.07229135	<.0001	26
2009	3	2.60320000	0.07229135	<.0001	27
2009	4	2.76466667	0.07229135	<.0001	28

Procedimiento GLM
Medias de cuadrados mínimos
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey

Medias de cuadrados mínimos para el efecto año*trat
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Variable dependiente: imad

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0.9948	0.9999	1.0000	0.9161	0.9968	1.0000	0.0143	0.0002	0.9996
2	0.9948		0.4345	0.9614	0.0693	1.0000	1.0000	0.5839	<.0001	0.3450
3	0.9999	0.4345		1.0000	1.0000	0.4750	0.9931	0.0003	0.0099	1.0000
4	1.0000	0.9614	1.0000		0.9828	0.9722	1.0000	0.0057	0.0005	1.0000
5	0.9161	0.0693	1.0000	0.9828		0.0805	0.6736	<.0001	0.1087	1.0000
6	0.9968	1.0000	0.4750	0.9722	0.0805		1.0000	0.5416	<.0001	0.3816
7	1.0000	1.0000	0.9931	1.0000	0.6736	1.0000		0.0498	<.0001	0.9815
8	0.0143	0.5839	0.0003	0.0057	<.0001	0.5416	0.0498		<.0001	0.0002
9	0.0002	<.0001	0.0099	0.0005	0.1087	<.0001	<.0001	<.0001		0.0150
10	0.9996	0.3450	1.0000	1.0000	1.0000	0.3816	0.9815	0.0002	0.0150	
11	0.8960	0.0604	1.0000	0.9760	1.0000	0.0703	0.6362	<.0001	0.1233	1.0000
12	0.9998	1.0000	0.6653	0.9958	0.1523	1.0000	1.0000	0.3604	<.0001	0.5659
13	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.6417	<.0001
14	0.1447	0.0012	0.8741	0.2726	0.9998	0.0015	0.0481	<.0001	0.8656	0.9280
15	0.1797	0.0017	0.9137	0.3266	0.9999	0.0020	0.0622	<.0001	0.8155	0.9547
16	1.0000	0.4669	1.0000	1.0000	1.0000	0.5083	0.9953	0.0003	0.0086	1.0000
17	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001	0.9445	<.0001
18	0.7810	0.0328	1.0000	0.9236	1.0000	0.0386	0.4752	<.0001	0.2039	1.0000

19	0.9963	0.2237	1.0000	0.9998	1.0000	0.2519	0.9362	<.0001	0.0290	1.0000
20	1.0000	0.9999	0.9960	1.0000	0.7205	1.0000	1.0000	0.0414	<.0001	0.9883
21	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.2657	<.0001
22	0.0245	0.0001	0.4278	0.0559	0.9416	0.0001	0.0065	<.0001	0.9978	0.5248
23	0.1670	0.0015	0.9011	0.3073	0.9999	0.0018	0.0570	<.0001	0.8337	0.9464
24	0.9847	0.1498	1.0000	0.9987	1.0000	0.1708	0.8649	<.0001	0.0483	1.0000
25	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.2893	<.0001
26	0.0161	<.0001	0.3365	0.0380	0.8922	<.0001	0.0042	<.0001	0.9995	0.4250
27	0.0640	0.0004	0.6765	0.1340	0.9933	0.0005	0.0189	<.0001	0.9705	0.7686
28	0.8649	0.0501	1.0000	0.9641	1.0000	0.0585	0.5855	<.0001	0.1453	1.0000

i/j	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.8960	0.9998	<.0001	0.1447	0.1797	1.0000	<.0001	0.7810	0.9963	1.0000
2	0.0604	1.0000	<.0001	0.0012	0.0017	0.4669	<.0001	0.0328	0.2237	0.9999
3	1.0000	0.6653	<.0001	0.8741	0.9137	1.0000	<.0001	1.0000	1.0000	0.9960
4	0.9760	0.9958	<.0001	0.2726	0.3266	1.0000	<.0001	0.9236	0.9998	1.0000
5	1.0000	0.1523	<.0001	0.9998	0.9999	1.0000	0.0002	1.0000	1.0000	0.7205
6	0.0703	1.0000	<.0001	0.0015	0.0020	0.5083	<.0001	0.0386	0.2519	1.0000
7	0.6362	1.0000	<.0001	0.0481	0.0622	0.9953	<.0001	0.4752	0.9362	1.0000
8	<.0001	0.3604	<.0001	<.0001	<.0001	0.0003	<.0001	<.0001	<.0001	0.0414
9	0.1233	<.0001	0.6417	0.8656	0.8155	0.0086	0.9445	0.2039	0.0290	<.0001
10	1.0000	0.5659	<.0001	0.9280	0.9547	1.0000	<.0001	1.0000	1.0000	0.9883
11		0.1350	<.0001	0.9999	1.0000	1.0000	0.0003	1.0000	1.0000	0.6845
12	0.1350		<.0001	0.0035	0.0048	0.6980	<.0001	0.0782	0.4073	1.0000
13	<.0001	<.0001		0.0030	0.0022	<.0001	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
14	0.9999	0.0035	0.0030		1.0000	0.8516	0.0177	1.0000	0.9782	0.0578
15	1.0000	0.0048	0.0022	1.0000		0.8956	0.0133	1.0000	0.9885	0.0743

16	1.0000	0.6980	<.0001	0.8516	0.8956		<.0001	1.0000	1.0000	0.9974
17	0.0003	<.0001	1.0000	0.0177	0.0133	<.0001		0.0006	<.0001	<.0001
18	1.0000	0.0782	<.0001	1.0000	1.0000	1.0000	0.0006		1.0000	0.5239
19	1.0000	0.4073	<.0001	0.9782	0.9885	1.0000	<.0001	1.0000		0.9543
20	0.6845	1.0000	<.0001	0.0578	0.0743	0.9974	<.0001	0.5239	0.9543	
21	<.0001	<.0001	1.0000	0.0005	0.0003	<.0001	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
22	0.9550	0.0004	0.0241	1.0000	1.0000	0.3966	0.1115	0.9885	0.6867	0.0081
23	0.9999	0.0043	0.0024	1.0000	1.0000	0.8815	0.0147	1.0000	0.9855	0.0682
24	1.0000	0.2944	<.0001	0.9941	0.9974	1.0000	<.0001	1.0000	1.0000	0.8952
25	<.0001	<.0001	1.0000	0.0005	0.0004	<.0001	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
26	0.9128	0.0002	0.0361	1.0000	1.0000	0.3090	0.1556	0.9712	0.5851	0.0052
27	0.9956	0.0012	0.0085	1.0000	1.0000	0.6433	0.0454	0.9995	0.8884	0.0230
28	1.0000	0.1143	<.0001	1.0000	1.0000	1.0000	0.0004	1.0000	1.0000	0.6349

i/j	21	22	23	24	25	26	27	28
1	<.0001	0.0245	0.1670	0.9847	<.0001	0.0161	0.0640	0.8649
2	<.0001	0.0001	0.0015	0.1498	<.0001	<.0001	0.0004	0.0501
3	<.0001	0.4278	0.9011	1.0000	<.0001	0.3365	0.6765	1.0000
4	<.0001	0.0559	0.3073	0.9987	<.0001	0.0380	0.1340	0.9641
5	<.0001	0.9416	0.9999	1.0000	<.0001	0.8922	0.9933	1.0000
6	<.0001	0.0001	0.0018	0.1708	<.0001	<.0001	0.0005	0.0585
7	<.0001	0.0065	0.0570	0.8649	<.0001	0.0042	0.0189	0.5855
8	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
9	0.2657	0.9978	0.8337	0.0483	0.2893	0.9995	0.9705	0.1453
10	<.0001	0.5248	0.9464	1.0000	<.0001	0.4250	0.7686	1.0000
11	<.0001	0.9550	0.9999	1.0000	<.0001	0.9128	0.9956	1.0000
12	<.0001	0.0004	0.0043	0.2944	<.0001	0.0002	0.0012	0.1143

13	1.0000	0.0241	0.0024	<.0001	1.0000	0.0361	0.0085	<.0001
14	0.0005	1.0000	1.0000	0.9941	0.0005	1.0000	1.0000	1.0000
15	0.0003	1.0000	1.0000	0.9974	0.0004	1.0000	1.0000	1.0000
16	<.0001	0.3966	0.8815	1.0000	<.0001	0.3090	0.6433	1.0000
17	1.0000	0.1115	0.0147	<.0001	1.0000	0.1556	0.0454	0.0004
18	<.0001	0.9885	1.0000	1.0000	<.0001	0.9712	0.9995	1.0000
19	<.0001	0.6867	0.9855	1.0000	<.0001	0.5851	0.8884	1.0000
20	<.0001	0.0081	0.0682	0.8952	<.0001	0.0052	0.0230	0.6349
21		0.0043	0.0004	<.0001	1.0000	0.0067	0.0014	<.0001
22	0.0043		1.0000	0.8053	0.0049	1.0000	1.0000	0.9693
23	0.0004	1.0000		0.9965	0.0004	1.0000	1.0000	1.0000
24	<.0001	0.8053	0.9965		<.0001	0.7156	0.9504	1.0000
25	1.0000	0.0049	0.0004	<.0001		0.0077	0.0016	<.0001
26	0.0067	1.0000	1.0000	0.7156	0.0077		1.0000	0.9360
27	0.0014	1.0000	1.0000	0.9504	0.0016	1.0000		0.9977
28	<.0001	0.9693	1.0000	1.0000	<.0001	0.9360	0.9977	

No. 5. Resultados del análisis estadístico para la variable dependiente: ICA-DAP.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	132.5769098	3.7879117	31.79	<.0001
Error	48	5.7189725	0.1191453		
Total correcto	83	138.2958823			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	icad Media
0.958647	17.89188	0.345174	1.929223

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
bloq	2	0.0213216	0.0106608	0.09	0.9146
trat	3	9.4490180	3.1496727	26.44	<.0001
bloq*trat	6	1.1496191	0.1916032	1.61	0.1654
año	6	111.4019042	18.5669840	155.83	<.0001
año*trat	18	10.5550470	0.5863915	4.92	<.0001

Procedimiento GLM
Medias de cuadrados mínimos
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey

año	trat	icad LSMEAN	Error estándar	Pr > t	Número LSMEAN
2003	1	0.0000000	0.19928644	1.0000	1
2003	2	0.0000000	0.19928644	1.0000	2
2003	3	0.0000000	0.19928644	1.0000	3
2003	4	0.0000000	0.19928644	1.0000	4
2004	1	2.1200000	0.19928644	<.0001	5
2004	2	3.14333333	0.19928644	<.0001	6
2004	3	3.56666667	0.19928644	<.0001	7
2004	4	4.88666667	0.19928644	<.0001	8
2005	1	0.9200000	0.19928644	<.0001	9

2005	2	1.62000000	0.19928644	<.0001	10
2005	3	1.69000000	0.19928644	<.0001	11
2005	4	1.88666667	0.19928644	<.0001	12
2006	1	0.78793333	0.19928644	0.0003	13
2006	2	1.56030000	0.19928644	<.0001	14
2006	3	2.02753333	0.19928644	<.0001	15
2006	4	1.56590000	0.19928644	<.0001	16
2007	1	2.55633333	0.19928644	<.0001	17
2007	2	3.41333333	0.19928644	<.0001	18
2007	3	3.92060000	0.19928644	<.0001	19
2007	4	4.01186667	0.19928644	<.0001	20
2008	1	1.24136667	0.19928644	<.0001	21
2008	2	1.29366667	0.19928644	<.0001	22
2008	3	1.34736667	0.19928644	<.0001	23
2008	4	1.23610000	0.19928644	<.0001	24
2009	1	2.11796667	0.19928644	<.0001	25
2009	2	2.43273333	0.19928644	<.0001	26
2009	3	2.27336667	0.19928644	<.0001	27
2009	4	2.39853333	0.19928644	<.0001	28

Medias de cuadrados mínimos para el efecto año*trat
 Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Variable dependiente: icad

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		1.0000	1.0000	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.2432	0.0002
2	1.0000		1.0000	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.2432	0.0002
3	1.0000	1.0000		1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.2432	0.0002
4	1.0000	1.0000	1.0000		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.2432	0.0002
5	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		0.1095	0.0014	<.0001	0.0211	0.9889
6	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.1095		0.9989	<.0001	<.0001	0.0006
7	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0014	0.9989		0.0060	<.0001	<.0001
8	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0060		<.0001	<.0001
9	0.2432	0.2432	0.2432	0.2432	0.0211	<.0001	<.0001	<.0001		0.7454
10	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.9889	0.0006	<.0001	<.0001	0.7454	
11	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.9986	0.0013	<.0001	<.0001	0.5752	1.0000
12	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.0118	<.0001	<.0001	0.1727	1.0000
13	0.5301	0.5301	0.5301	0.5301	0.0052	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.4227
14	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.9598	0.0003	<.0001	<.0001	0.8637	1.0000
15	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.0480	0.0005	<.0001	0.0519	0.9994
16	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.9638	0.0003	<.0001	<.0001	0.8541	1.0000
17	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.9983	0.9356	0.1220	<.0001	0.0002	0.2165
18	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0080	1.0000	1.0000	0.0011	<.0001	<.0001
19	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.5569	0.9999	0.1734	<.0001	<.0001
20	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.3414	0.9977	0.3283	<.0001	<.0001
21	0.0138	0.0138	0.0138	0.0138	0.3205	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.9998
22	0.0079	0.0079	0.0079	0.0079	0.4362	<.0001	<.0001	<.0001	0.9999	1.0000

23	0.0044	0.0044	0.0044	0.0044	0.5686	<.0001	<.0001	<.0001	0.9987	1.0000
24	0.0146	0.0146	0.0146	0.0146	0.3099	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.9998
25	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.1076	0.0014	<.0001	0.0215	0.9894
26	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.7211	0.0404	<.0001	0.0007	0.4688
27	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.3384	0.0080	<.0001	0.0041	0.8409
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.6384	0.0290	<.0001	0.0010	0.5537

i/j	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	<.0001	<.0001	0.5301	0.0004	<.0001	0.0004	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
2	<.0001	<.0001	0.5301	0.0004	<.0001	0.0004	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
3	<.0001	<.0001	0.5301	0.0004	<.0001	0.0004	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
4	<.0001	<.0001	0.5301	0.0004	<.0001	0.0004	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
5	0.9986	1.0000	0.0052	0.9598	1.0000	0.9638	0.9983	0.0080	<.0001	<.0001
6	0.0013	0.0118	<.0001	0.0003	0.0480	0.0003	0.9356	1.0000	0.5569	0.3414
7	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0005	<.0001	0.1220	1.0000	0.9999	0.9977
8	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0011	0.1734	0.3283
9	0.5752	0.1727	1.0000	0.8637	0.0519	0.8541	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001
10	1.0000	1.0000	0.4227	1.0000	0.9994	1.0000	0.2165	<.0001	<.0001	<.0001
11		1.0000	0.2750	1.0000	1.0000	1.0000	0.3460	<.0001	<.0001	<.0001
12	1.0000		0.0563	1.0000	1.0000	1.0000	0.8099	0.0006	<.0001	<.0001
13	0.2750	0.0563		0.5693	0.0140	0.5552	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
14	1.0000	1.0000	0.5693		0.9954	1.0000	0.1370	<.0001	<.0001	<.0001
15	1.0000	1.0000	0.0140	0.9954		0.9961	0.9783	0.0029	<.0001	<.0001
16	1.0000	1.0000	0.5552	1.0000	0.9961		0.1433	<.0001	<.0001	<.0001
17	0.3460	0.8099	<.0001	0.1370	0.9783	0.1433		0.3661	0.0037	0.0013
18	<.0001	0.0006	<.0001	<.0001	0.0029	<.0001	0.3661		0.9867	0.9229
19	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0037	0.9867		1.0000
20	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0013	0.9229	1.0000	

21	0.9974	0.8552	0.9970	1.0000	0.5346	1.0000	0.0063	<.0001	<.0001	<.0001
22	0.9996	0.9292	0.9872	1.0000	0.6654	1.0000	0.0110	<.0001	<.0001	<.0001
23	1.0000	0.9730	0.9600	1.0000	0.7885	1.0000	0.0193	<.0001	<.0001	<.0001
24	0.9969	0.8459	0.9974	1.0000	0.5214	1.0000	0.0059	<.0001	<.0001	<.0001
25	0.9987	1.0000	0.0053	0.9613	1.0000	0.9652	0.9981	0.0078	<.0001	<.0001
26	0.6436	0.9690	0.0001	0.3332	0.9994	0.3450	1.0000	0.1549	0.0009	0.0003
27	0.9393	0.9997	0.0009	0.7154	1.0000	0.7284	1.0000	0.0381	0.0001	<.0001
28	0.7259	0.9852	0.0002	0.4083	0.9999	0.4213	1.0000	0.1175	0.0006	0.0002

i/j	21	22	23	24	25	26	27	28
1	0.0138	0.0079	0.0044	0.0146	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
2	0.0138	0.0079	0.0044	0.0146	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
3	0.0138	0.0079	0.0044	0.0146	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
4	0.0138	0.0079	0.0044	0.0146	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
5	0.3205	0.4362	0.5686	0.3099	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
6	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.1076	0.7211	0.3384	0.6384
7	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0014	0.0404	0.0080	0.0290
8	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
9	1.0000	0.9999	0.9987	1.0000	0.0215	0.0007	0.0041	0.0010
10	0.9998	1.0000	1.0000	0.9998	0.9894	0.4688	0.8409	0.5537
11	0.9974	0.9996	1.0000	0.9969	0.9987	0.6436	0.9393	0.7259
12	0.8552	0.9292	0.9730	0.8459	1.0000	0.9690	0.9997	0.9852
13	0.9970	0.9872	0.9600	0.9974	0.0053	0.0001	0.0009	0.0002
14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9613	0.3332	0.7154	0.4083
15	0.5346	0.6654	0.7885	0.5214	1.0000	0.9994	1.0000	0.9999
16	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9652	0.3450	0.7284	0.4213
17	0.0063	0.0110	0.0193	0.0059	0.9981	1.0000	1.0000	1.0000
18	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0078	0.1549	0.0381	0.1175

19	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0009	0.0001	0.0006
20	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0003	<.0001	0.0002
21		1.0000	1.0000	1.0000	0.3246	0.0230	0.1017	0.0323
22	1.0000		1.0000	1.0000	0.4410	0.0385	0.1560	0.0532
23	1.0000	1.0000		1.0000	0.5737	0.0636	0.2331	0.0862
24	1.0000	1.0000	1.0000		0.3139	0.0218	0.0973	0.0307
25	0.3246	0.4410	0.5737	0.3139		1.0000	1.0000	1.0000
26	0.0230	0.0385	0.0636	0.0218	1.0000		1.0000	1.0000
27	0.1017	0.1560	0.2331	0.0973	1.0000	1.0000		1.0000
28	0.0323	0.0532	0.0862	0.0307	1.0000	1.0000	1.0000	

No. 6. Resultados del análisis estadístico para la variable dependiente: Ht.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	849.3184131	24.2662404	252.59	<.0001
Error	48	4.6114190	0.0960712		
Total correcto	83	853.9298321			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Halt Media
0.994600	3.244495	0.309954	9.553214

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
bloq	2	14.9001500	7.4500750	77.55	<.0001
trat	3	10.2233845	3.4077948	35.47	<.0001
bloq*trat	6	2.9674976	0.4945829	5.15	0.0004
año	6	818.0496405	136.3416067	1419.17	<.0001
trat*año	18	3.1777405	0.1765411	1.84	0.0478

Procedimiento GLM
Medias de cuadrados mínimos
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey

Trat	año	Halt LSMEAN	Error estándar	Pr > t	Número LSMEAN
1	2003	4.9966667	0.1789518	<.0001	1
1	2004	6.1433333	0.1789518	<.0001	2
1	2005	7.2866667	0.1789518	<.0001	3
1	2006	8.4800000	0.1789518	<.0001	4
1	2007	10.5466667	0.1789518	<.0001	5
1	2008	11.7233333	0.1789518	<.0001	6
1	2009	13.5866667	0.1789518	<.0001	7
2	2003	5.1666667	0.1789518	<.0001	8
2	2004	6.6166667	0.1789518	<.0001	9
2	2005	8.0266667	0.1789518	<.0001	10

2	2006	9.4233333	0.1789518	<.0001	11
2	2007	11.7333333	0.1789518	<.0001	12
2	2008	12.8633333	0.1789518	<.0001	13
2	2009	14.2500000	0.1789518	<.0001	14
3	2003	4.8933333	0.1789518	<.0001	15
3	2004	6.4233333	0.1789518	<.0001	16
3	2005	7.7833333	0.1789518	<.0001	17
3	2006	9.2800000	0.1789518	<.0001	18
3	2007	11.7566667	0.1789518	<.0001	19
3	2008	13.0400000	0.1789518	<.0001	20
3	2009	14.3400000	0.1789518	<.0001	21
4	2003	4.9900000	0.1789518	<.0001	22
4	2004	6.7833333	0.1789518	<.0001	23
4	2005	8.1333333	0.1789518	<.0001	24
4	2006	9.5766667	0.1789518	<.0001	25
4	2007	11.9966667	0.1789518	<.0001	26
4	2008	13.1533333	0.1789518	<.0001	27
4	2009	14.4966667	0.1789518	<.0001	28

Procedimiento GLM
 Medias de cuadrados mínimos
 Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey
 Medias de cuadrados mínimos para el efecto trat*año
 Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Variable dependiente: Halt

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0.0095	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	<.0001	<.0001
2	0.0095		0.0099	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0623	0.9791	<.0001
3	<.0001	0.0099		0.0054	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.6351	0.4415
4	<.0001	<.0001	0.0054		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.9875
5	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		0.0066	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
6	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0066		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
7	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
8	1.0000	0.0623	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		0.0002	<.0001
9	<.0001	0.9791	0.6351	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002		0.0003
10	<.0001	<.0001	0.4415	0.9875	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0003	
11	<.0001	<.0001	<.0001	0.0867	0.0125	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0004
12	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0059	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
13	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0103	0.4864	<.0001	<.0001	<.0001
14	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.6535	<.0001	<.0001	<.0001
15	1.0000	0.0027	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	<.0001	<.0001
16	0.0003	1.0000	0.1797	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0025	1.0000	<.0001
17	<.0001	<.0001	0.9645	0.5605	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0075	1.0000
18	<.0001	<.0001	<.0001	0.2961	0.0022	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0026
19	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0044	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

20	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0012	0.9103	<.0001	<.0001	<.0001
21	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.4067	<.0001	<.0001	<.0001
22	1.0000	0.0088	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	<.0001	<.0001
23	<.0001	0.7162	0.9592	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.0029
24	<.0001	<.0001	0.2064	0.9997	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000
25	<.0001	<.0001	<.0001	0.0170	0.0666	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
26	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
27	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0003	0.9929	<.0001	<.0001	<.0001
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.1189	<.0001	<.0001	<.0001

i/j	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.0003	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
2	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0027	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
3	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.1797	0.9645	<.0001	<.0001	<.0001
4	0.0867	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.5605	0.2961	<.0001	<.0001
5	0.0125	0.0059	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0022	0.0044	<.0001
6	<.0001	1.0000	0.0103	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.0012
7	<.0001	<.0001	0.4864	0.6535	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.9103
8	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.0025	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
9	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.0075	<.0001	<.0001	<.0001
10	0.0004	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.0026	<.0001	<.0001
11		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	<.0001	<.0001
12	<.0001		0.0115	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.0013
13	<.0001	0.0115		0.0005	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0151	1.0000
14	<.0001	<.0001	0.0005		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0044
15	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
16	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		0.0007	<.0001	<.0001	<.0001
17	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0007		0.0001	<.0001	<.0001

16	<.0001	0.0002	0.9995	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
17	<.0001	<.0001	0.0490	0.9997	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
18	<.0001	<.0001	<.0001	0.0095	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
19	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.0004	<.0001
20	0.0014	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0308	1.0000	0.0002
21		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0059	1.0000
22	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
23	<.0001	<.0001		0.0007	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
24	<.0001	<.0001	0.0007		0.0002	<.0001	<.0001	<.0001
25	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002		<.0001	<.0001	<.0001
26	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		0.0084	<.0001
27	0.0059	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0084		0.0008
28	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0008	

No. 7. Resultados del análisis estadístico para la variable dependiente: IMA-Ht.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	1.06234286	0.03035265	10.01	<.0001
Error	48	0.14558095	0.00303294		
Total correcto	83	1.20792381			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	IMAH Media
0.879478	3.444056	0.055072	1.599048

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
bloq	2	0.49621667	0.24810833	81.80	<.0001
trat	3	0.25670476	0.08556825	28.21	<.0001
bloq*trat	6	0.05640238	0.00940040	3.10	0.0120
año	6	0.18090714	0.03015119	9.94	<.0001
trat*año	18	0.07211190	0.00400622	1.32	0.2178

Procedimiento GLM
Medias de cuadrados mínimos
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey
Medias de cuadrados mínimos para el efecto año
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Variable dependiente: IMAH

año	IMAH LSMEAN	Error estándar	Pr > t	Número LSMEAN
2003	1.67166667	0.01589795	<.0001	1
2004	1.62416667	0.01589795	<.0001	2
2005	1.56083333	0.01589795	<.0001	3
2006	1.53166667	0.01589795	<.0001	4
2007	1.64666667	0.01589795	<.0001	5
2008	1.58666667	0.01589795	<.0001	6

	2009	1.57166667	0.01589795	<.0001	7		
i/j	1	2	3	4	5	6	7
1		0.3620	0.0002	<.0001	0.9214	0.0074	0.0010
2	0.3620		0.0928	0.0027	0.9514	0.6400	0.2491
3	0.0002	0.0928		0.8498	0.0066	0.9092	0.9990
4	<.0001	0.0027	0.8498		0.0001	0.2024	0.5681
5	0.9214	0.9514	0.0066	0.0001		0.1288	0.0256
6	0.0074	0.6400	0.9092	0.2024	0.1288		0.9938
7	0.0010	0.2491	0.9990	0.5681	0.0256	0.9938	

Medias de cuadrados mínimos para el efecto trat
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Variable dependiente: IMAH

trat	IMAH LSMEAN	Error estándar	Pr > t	Número LSMEAN
1	1.50714286	0.02115746	<.0001	1
2	1.63095238	0.02115746	<.0001	2
3	1.60714286	0.02115746	<.0001	3
4	1.65095238	0.02115746	<.0001	4

i/j	1	2	3	4
1		0.0235	0.0574	0.0118
2	0.0235		0.8541	0.9053
3	0.0574	0.8541		0.5097
4	0.0118	0.9053	0.5097	

No. 8. Resultados del análisis estadístico para la variable dependiente: ICA-Ht.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	35.97095238	1.02774150	17.03	<.0001
Error	48	2.89654286	0.06034464		
Total correcto	83	38.86749524			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	ICAH Media
0.925476	18.77933	0.245651	1.308095

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
bloq	2	0.05854524	0.02927262	0.49	0.6186
trat	3	0.22482857	0.07494286	1.24	0.3049
bloq*trat	6	0.35897857	0.05982976	0.99	0.4418
año	6	33.67836190	5.61306032	93.02	<.0001
trat*año	18	1.65023810	0.09167989	1.52	0.1247

año	ICAH LSMEAN	Error estándar	Pr > t	Número LSMEAN
2003	0.00000000	0.07091347	1.0000	1
2004	1.48000000	0.07091347	<.0001	2
2005	1.31583333	0.07091347	<.0001	3
2006	1.38250000	0.07091347	<.0001	4
2007	2.31750000	0.07091347	<.0001	5
2008	1.18833333	0.07091347	<.0001	6
2009	1.47250000	0.07091347	<.0001	7

Medias de cuadrados mínimos para el efecto año
 Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Variable dependiente: ICAH

i/j	1	2	3	4	5	6	7
1		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
2	<.0001		0.6597	0.9576	<.0001	0.0751	1.0000
3	<.0001	0.6597		0.9939	<.0001	0.8614	0.7062
4	<.0001	0.9576	0.9939		<.0001	0.4675	0.9712
5	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001
6	<.0001	0.0751	0.8614	0.4675	<.0001		0.0894
7	<.0001	1.0000	0.7062	0.9712	<.0001	0.0894	

Procedimiento GLM

Medias de cuadrados mínimos

Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey

Errores estándar y probabilidades calculadas usando MS Tipo III para bloq*trat como un término de error

trat	ICAH LSMEAN	Error estándar	Pr > t	Número LSMEAN
1	1.43186496	0.05337636	<.0001	1
2	1.51394304	0.05337636	<.0001	2
3	1.57400272	0.05337636	<.0001	3
4	1.58414713	0.05337636	<.0001	4

Medias de cuadrados mínimos para el efecto trat
 Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Variable dependiente: ICAH

i/j	1	2	3	4
1		0.7892	0.4401	0.3898
2	0.7892		0.9029	0.8573
3	0.4401	0.9029		0.9994
4	0.3898	0.8573	0.9994	

No. 9. Resultados del análisis estadístico para la variable dependiente: H poda.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	218.6000834	6.2457167	108.72	<.0001
Error	48	2.7576067	0.0574501		
Total correcto	83	221.3576901			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	hpes Media
0.987542	5.102899	0.239688	4.697087

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
bloq	2	4.7325227	2.3662614	41.19	<.0001
trat	3	53.3024386	17.7674795	309.27	<.0001
bloq*trat	6	1.2108659	0.2018110	3.51	0.0058
año	6	156.0788084	26.0131347	452.79	<.0001
año*trat	18	3.2754479	0.1819693	3.17	0.0007

Procedimiento GLM
Medias de cuadrados mínimos
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey

año	trat	hpes LSMEAN	Error estándar	Pr > t	Número LSMEAN
2003	1	3.44333333	0.13838369	<.0001	1
2003	2	2.98666667	0.13838369	<.0001	2
2003	3	2.45333333	0.13838369	<.0001	3
2003	4	1.97666667	0.13838369	<.0001	4
2004	1	4.22000000	0.13838369	<.0001	5
2004	2	3.91000000	0.13838369	<.0001	6
2004	3	3.14666667	0.13838369	<.0001	7
2004	4	2.63000000	0.13838369	<.0001	8
2005	1	5.08000000	0.13838369	<.0001	9

2005	2	4.80000000	0.13838369	<.0001	10
2005	3	3.82666667	0.13838369	<.0001	11
2005	4	3.23666667	0.13838369	<.0001	12
2006	1	5.93503333	0.13838369	<.0001	13
2006	2	5.65466667	0.13838369	<.0001	14
2006	3	4.64143333	0.13838369	<.0001	15
2006	4	3.83086667	0.13838369	<.0001	16
2007	1	5.92053333	0.13838369	<.0001	17
2007	2	5.66643333	0.13838369	<.0001	18
2007	3	4.65443333	0.13838369	<.0001	19
2007	4	3.82743333	0.13838369	<.0001	20
2008	1	6.00660000	0.13838369	<.0001	21
2008	2	5.66816667	0.13838369	<.0001	22
2008	3	4.71873333	0.13838369	<.0001	23
2008	4	3.88823333	0.13838369	<.0001	24
2009	1	8.56650000	0.13838369	<.0001	25
2009	2	8.20620000	0.13838369	<.0001	26
2009	3	7.07713333	0.13838369	<.0001	27
2009	4	5.54603333	0.13838369	<.0001	28

Medias de cuadrados mínimos para el efecto año*trat
 Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Variable dependiente: hpes

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0.8331	0.0018	<.0001	0.0468	0.8052	0.9987	0.0281	<.0001	<.0001
2	0.8331		0.5801	0.0013	<.0001	0.0054	1.0000	0.9845	<.0001	<.0001
3	0.0018	0.5801		0.7752	<.0001	<.0001	0.1344	1.0000	<.0001	<.0001
4	<.0001	0.0013	0.7752		<.0001	<.0001	<.0001	0.2095	<.0001	<.0001
5	0.0468	<.0001	<.0001	<.0001		0.9976	0.0005	<.0001	0.0142	0.4152
6	0.8052	0.0054	<.0001	<.0001	0.9976		0.0560	<.0001	<.0001	0.0090
7	0.9987	1.0000	0.1344	<.0001	0.0005	0.0560		0.6403	<.0001	<.0001
8	0.0281	0.9845	1.0000	0.2095	<.0001	<.0001	0.6403		<.0001	<.0001
9	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0142	<.0001	<.0001	<.0001		0.9995
10	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.4152	0.0090	<.0001	<.0001	0.9995	
11	0.9652	0.0191	<.0001	<.0001	0.9546	1.0000	0.1566	<.0001	<.0001	0.0024
12	1.0000	0.9999	0.0427	<.0001	0.0020	0.1687	1.0000	0.3307	<.0001	<.0001
13	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0153	0.0002
14	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.4332	0.0154
15	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.9127	0.0846	<.0001	<.0001	0.8777	1.0000
16	0.9610	0.0180	<.0001	<.0001	0.9593	1.0000	0.1493	<.0001	<.0001	0.0026
17	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0190	0.0002
18	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.3939	0.0129
19	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.8868	0.0717	<.0001	<.0001	0.9049	1.0000
20	0.9645	0.0189	<.0001	<.0001	0.9555	1.0000	0.1552	<.0001	<.0001	0.0024
21	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0051	<.0001
22	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.3883	0.0126

23	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.7032	0.0300	<.0001	<.0001	0.9820	1.0000
24	0.8630	0.0075	<.0001	<.0001	0.9938	1.0000	0.0744	<.0001	<.0001	0.0064
25	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
26	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
27	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.8070	0.0702

i/j	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.9652	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	0.9610	<.0001	<.0001	<.0001	0.9645
2	0.0191	0.9999	<.0001	<.0001	<.0001	0.0180	<.0001	<.0001	<.0001	0.0189
3	<.0001	0.0427	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
4	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
5	0.9546	0.0020	<.0001	<.0001	0.9127	0.9593	<.0001	<.0001	0.8868	0.9555
6	1.0000	0.1687	<.0001	<.0001	0.0846	1.0000	<.0001	<.0001	0.0717	1.0000
7	0.1566	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	0.1493	<.0001	<.0001	<.0001	0.1552
8	<.0001	0.3307	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
9	<.0001	<.0001	0.0153	0.4332	0.8777	<.0001	0.0190	0.3939	0.9049	<.0001
10	0.0024	<.0001	0.0002	0.0154	1.0000	0.0026	0.0002	0.0129	1.0000	0.0024
11		0.3824	<.0001	<.0001	0.0275	1.0000	<.0001	<.0001	0.0228	1.0000
12	0.3824		<.0001	<.0001	<.0001	0.3690	<.0001	<.0001	<.0001	0.3799
13	<.0001	<.0001		0.9995	<.0001	<.0001	1.0000	0.9997	<.0001	<.0001
14	<.0001	<.0001	0.9995		0.0012	<.0001	0.9998	1.0000	0.0015	<.0001
15	0.0275	<.0001	<.0001	0.0012		0.0292	<.0001	0.0010	1.0000	0.0278
16	1.0000	0.3690	<.0001	<.0001	0.0292		<.0001	<.0001	0.0243	1.0000
17	<.0001	<.0001	1.0000	0.9998	<.0001	<.0001		0.9999	<.0001	<.0001
18	<.0001	<.0001	0.9997	1.0000	0.0010	<.0001	0.9999		0.0013	<.0001
19	0.0228	<.0001	<.0001	0.0015	1.0000	0.0243	<.0001	0.0013		0.0231
20	1.0000	0.3799	<.0001	<.0001	0.0278	1.0000	<.0001	<.0001	0.0231	

21	<.0001	<.0001	1.0000	0.9868	<.0001	<.0001	1.0000	0.9914	<.0001	<.0001
22	<.0001	<.0001	0.9998	1.0000	0.0010	<.0001	0.9999	1.0000	0.0012	<.0001
23	0.0087	<.0001	<.0001	0.0044	1.0000	0.0093	<.0001	0.0036	1.0000	0.0088
24	1.0000	0.2134	<.0001	<.0001	0.0640	1.0000	<.0001	<.0001	0.0539	1.0000
25	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
26	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
27	<.0001	<.0001	0.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0001	<.0001	<.0001	<.0001
28	<.0001	<.0001	0.9594	1.0000	0.0072	<.0001	0.9729	1.0000	0.0088	<.0001

i/j	21	22	23	24	25	26	27	28
1	<.0001	<.0001	<.0001	0.8630	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
2	<.0001	<.0001	<.0001	0.0075	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
3	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
4	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
5	<.0001	<.0001	0.7032	0.9938	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
6	<.0001	<.0001	0.0300	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
7	<.0001	<.0001	<.0001	0.0744	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
8	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
9	0.0051	0.3883	0.9820	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.8070
10	<.0001	0.0126	1.0000	0.0064	<.0001	<.0001	<.0001	0.0702
11	<.0001	<.0001	0.0087	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
12	<.0001	<.0001	<.0001	0.2134	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
13	1.0000	0.9998	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0001	0.9594
14	0.9868	1.0000	0.0044	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000
15	<.0001	0.0010	1.0000	0.0640	<.0001	<.0001	<.0001	0.0072
16	<.0001	<.0001	0.0093	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
17	1.0000	0.9999	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0001	0.9729
18	0.9914	1.0000	0.0036	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000

19	<.0001	0.0012	1.0000	0.0539	<.0001	<.0001	<.0001	0.0088
20	<.0001	<.0001	0.0088	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
21		0.9919	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0005	0.8224
22	0.9919		0.0035	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000
23	<.0001	0.0035		0.0220	<.0001	<.0001	<.0001	0.0230
24	<.0001	<.0001	0.0220		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
25	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		0.9826	<.0001	<.0001
26	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.9826		0.0002	<.0001
27	0.0005	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002		<.0001
28	0.8224	1.0000	0.0230	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	

No. 10. Resultados del análisis estadístico para la variable dependiente: AB.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	0.01364485	0.00038985	142.04	<.0001
Error	48	0.00013174	0.00000274		
Total correcto	83	0.01377659			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	arba Media
0.990437	7.411301	0.001657	0.022354

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
bloq	2	0.00068308	0.00034154	124.44	<.0001
trat	3	0.00142672	0.00047557	173.27	<.0001
bloq*trat	6	0.00007295	0.00001216	4.43	0.0012
año	6	0.01085248	0.00180875	659.01	<.0001
año*trat	18	0.00060962	0.00003387	12.34	<.0001

año	trat	arba LSMEAN	Error estándar	Pr > t	Número LSMEAN
2003	1	0.00643333	0.00095649	<.0001	1
2003	2	0.00716667	0.00095649	<.0001	2
2003	3	0.00590000	0.00095649	<.0001	3
2003	4	0.00626667	0.00095649	<.0001	4
2004	1	0.00980000	0.00095649	<.0001	5
2004	2	0.01266667	0.00095649	<.0001	6
2004	3	0.01186667	0.00095649	<.0001	7
2004	4	0.01500000	0.00095649	<.0001	8
2005	1	0.01153333	0.00095649	<.0001	9
2005	2	0.01606667	0.00095649	<.0001	10
2005	3	0.01533333	0.00095649	<.0001	11
2005	4	0.01943333	0.00095649	<.0001	12
2006	1	0.01316667	0.00095649	<.0001	13
2006	2	0.02023333	0.00095649	<.0001	14

2006	3	0.02050000	0.00095649	<.0001	15
2006	4	0.02360000	0.00095649	<.0001	16
2007	1	0.01890000	0.00095649	<.0001	17
2007	2	0.02966667	0.00095649	<.0001	18
2007	3	0.03153333	0.00095649	<.0001	19
2007	4	0.03580000	0.00095649	<.0001	20
2008	1	0.02210000	0.00095649	<.0001	21
2008	2	0.03380000	0.00095649	<.0001	22
2008	3	0.03593333	0.00095649	<.0001	23
2008	4	0.04010000	0.00095649	<.0001	24
2009	1	0.02803333	0.00095649	<.0001	25
2009	2	0.04220000	0.00095649	<.0001	26
2009	3	0.04396667	0.00095649	<.0001	27
2009	4	0.04890000	0.00095649	<.0001	28

19	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
20	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
21	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0010	<.0001	0.0117
22	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
23	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
24	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
25	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
26	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
27	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

i/j	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	<.0001	<.0001	0.0024	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
2	<.0001	<.0001	0.0126	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
3	<.0001	<.0001	0.0007	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
4	<.0001	<.0001	0.0016	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
5	0.0337	<.0001	0.7421	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
6	0.9628	0.0022	1.0000	0.0003	0.0002	<.0001	0.0075	<.0001	<.0001	<.0001
7	0.6935	0.0003	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	0.0012	<.0001	<.0001	<.0001
8	1.0000	0.2370	0.9998	0.0608	0.0360	<.0001	0.4692	<.0001	<.0001	<.0001
9	0.5206	0.0001	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	0.0005	<.0001	<.0001	<.0001
10	1.0000	0.7421	0.9160	0.3422	0.2370	0.0003	0.9321	<.0001	<.0001	<.0001
11		0.3722	0.9971	0.1117	0.0689	<.0001	0.6426	<.0001	<.0001	<.0001
12	0.3722		0.0070	1.0000	1.0000	0.3422	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
13	0.9971	0.0070		0.0011	0.0006	<.0001	0.0223	<.0001	<.0001	<.0001
14	0.1117	1.0000	0.0011		1.0000	0.7421	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
15	0.0689	1.0000	0.0006	1.0000		0.8542	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
16	<.0001	0.3422	<.0001	0.7421	0.8542		0.1566	0.0109	0.0001	<.0001

17	0.6426	1.0000	0.0223	1.0000	1.0000	0.1566		<.0001	<.0001	<.0001
18	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0109	<.0001		0.9997	0.0094
19	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0001	<.0001	0.9997		0.2999
20	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0094	0.2999	
21	0.0022	0.9628	<.0001	0.9997	1.0000	1.0000	0.8157	0.0003	<.0001	<.0001
22	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.3570	0.9947	0.9991
23	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0070	0.2488	1.0000
24	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.2865
25	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002	0.0003	0.2370	<.0001	1.0000	0.6767	0.0002
26	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0051
27	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

i/j	21	22	23	24	25	26	27	28
1	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
2	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
3	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
4	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
5	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
6	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
7	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
8	0.0010	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
9	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
10	0.0117	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
11	0.0022	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
12	0.9628	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
13	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
14	0.9997	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001

15	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	0.0003	<.0001	<.0001	<.0001
16	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	0.2370	<.0001	<.0001	<.0001
17	0.8157	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
18	0.0003	0.3570	0.0070	<.0001	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
19	<.0001	0.9947	0.2488	<.0001	0.6767	<.0001	<.0001	<.0001
20	<.0001	0.9991	1.0000	0.2865	0.0002	0.0051	<.0001	<.0001
21		<.0001	<.0001	<.0001	0.0146	<.0001	<.0001	<.0001
22	<.0001		0.9977	0.0065	0.0208	<.0001	<.0001	<.0001
23	<.0001	0.9977		0.3422	0.0001	0.0070	<.0001	<.0001
24	<.0001	0.0065	0.3422		<.0001	0.9982	0.4862	<.0001
25	0.0146	0.0208	0.0001	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
26	<.0001	<.0001	0.0070	0.9982	<.0001		0.9999	0.0026
27	<.0001	<.0001	<.0001	0.4862	<.0001	0.9999		0.1053
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0026	0.1053	

No. 11. Resultados del análisis estadístico para la variable dependiente: IMA-AB.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	0.00010847	0.00000310	67.50	<.0001
Error	48	0.00000220	0.00000005		
Total correcto	83	0.00011068			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	imaa Media
0.980088	6.157677	0.000214	0.003480

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
bloq	2	0.00002034	0.00001017	221.51	<.0001
trat	3	0.00002953	0.00000984	214.41	<.0001
bloq*trat	6	0.00000125	0.00000021	4.54	0.0010
año	6	0.00004901	0.00000817	177.90	<.0001
año*trat	18	0.00000834	0.00000046	10.09	<.0001

Procedimiento GLM
Medias de cuadrados mínimos
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey

año	trat	imaa LSMEAN	Error estándar	Pr > t	Número LSMEAN
2003	1	0.00216667	0.00012371	<.0001	1
2003	2	0.00240000	0.00012371	<.0001	2
2003	3	0.00196667	0.00012371	<.0001	3
2003	4	0.00206667	0.00012371	<.0001	4
2004	1	0.00243333	0.00012371	<.0001	5
2004	2	0.00316667	0.00012371	<.0001	6
2004	3	0.00296667	0.00012371	<.0001	7
2004	4	0.00376667	0.00012371	<.0001	8
2005	1	0.00230000	0.00012371	<.0001	9

2005	2	0.00320000	0.00012371	<.0001	10
2005	3	0.00306667	0.00012371	<.0001	11
2005	4	0.00386667	0.00012371	<.0001	12
2006	1	0.00220000	0.00012371	<.0001	13
2006	2	0.00333333	0.00012371	<.0001	14
2006	3	0.00343333	0.00012371	<.0001	15
2006	4	0.00390000	0.00012371	<.0001	16
2007	1	0.00273333	0.00012371	<.0001	17
2007	2	0.00423333	0.00012371	<.0001	18
2007	3	0.00450000	0.00012371	<.0001	19
2007	4	0.00510000	0.00012371	<.0001	20
2008	1	0.00276667	0.00012371	<.0001	21
2008	2	0.00426667	0.00012371	<.0001	22
2008	3	0.00450000	0.00012371	<.0001	23
2008	4	0.00503333	0.00012371	<.0001	24
2009	1	0.00310000	0.00012371	<.0001	25
2009	2	0.00470000	0.00012371	<.0001	26
2009	3	0.00486667	0.00012371	<.0001	27
2009	4	0.00540000	0.00012371	<.0001	28

Medias de cuadrados mínimos para el efecto año*trat
 Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Variable dependiente: imaab

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0.9998	1.0000	1.0000	0.9986	0.0002	0.0084	<.0001	1.0000	0.0001
2	0.9998		0.7498	0.9742	1.0000	0.0147	0.2556	<.0001	1.0000	0.0084
3	1.0000	0.7498		1.0000	0.6211	<.0001	0.0002	<.0001	0.9742	<.0001
4	1.0000	0.9742	1.0000		0.9317	<.0001	0.0014	<.0001	0.9998	<.0001
5	0.9986	1.0000	0.6211	0.9317		0.0254	0.3614	<.0001	1.0000	0.0147
6	0.0002	0.0147	<.0001	<.0001	0.0254		1.0000	0.1728	0.0026	1.0000
7	0.0084	0.2556	0.0002	0.0014	0.3614	1.0000		0.0084	0.0705	0.9998
8	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.1728	0.0084		<.0001	0.2556
9	1.0000	1.0000	0.9742	0.9998	1.0000	0.0026	0.0705	<.0001		0.0014
10	0.0001	0.0084	<.0001	<.0001	0.0147	1.0000	0.9998	0.2556	0.0014	
11	0.0014	0.0705	<.0001	0.0002	0.1123	1.0000	1.0000	0.0429	0.0147	1.0000
12	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0429	0.0014	1.0000	<.0001	0.0705
13	1.0000	1.0000	0.9998	1.0000	0.9998	0.0004	0.0147	<.0001	1.0000	0.0002
14	<.0001	0.0007	<.0001	<.0001	0.0014	1.0000	0.9317	0.7498	0.0001	1.0000
15	<.0001	0.0001	<.0001	<.0001	0.0002	0.9986	0.6211	0.9742	<.0001	0.9998
16	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0254	0.0007	1.0000	<.0001	0.0429
17	0.2556	0.9742	0.0147	0.0705	0.9928	0.7498	0.9998	0.0001	0.7498	0.6211
18	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.6211	<.0001	0.0001
19	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0254	<.0001	<.0001
20	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
21	0.1728	0.9317	0.0084	0.0429	0.9742	0.8568	1.0000	0.0002	0.6211	0.7498
22	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.4866	<.0001	<.0001

23	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0254	<.0001	<.0001
24	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
25	0.0007	0.0429	<.0001	0.0001	0.0705	1.0000	1.0000	0.0705	0.0084	1.0000
26	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0007	<.0001	<.0001
27	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

i/j	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.0014	<.0001	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	0.2556	<.0001	<.0001	<.0001
2	0.0705	<.0001	1.0000	0.0007	0.0001	<.0001	0.9742	<.0001	<.0001	<.0001
3	<.0001	<.0001	0.9998	<.0001	<.0001	<.0001	0.0147	<.0001	<.0001	<.0001
4	0.0002	<.0001	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	0.0705	<.0001	<.0001	<.0001
5	0.1123	<.0001	0.9998	0.0014	0.0002	<.0001	0.9928	<.0001	<.0001	<.0001
6	1.0000	0.0429	0.0004	1.0000	0.9986	0.0254	0.7498	<.0001	<.0001	<.0001
7	1.0000	0.0014	0.0147	0.9317	0.6211	0.0007	0.9998	<.0001	<.0001	<.0001
8	0.0429	1.0000	<.0001	0.7498	0.9742	1.0000	0.0001	0.6211	0.0254	<.0001
9	0.0147	<.0001	1.0000	0.0001	<.0001	<.0001	0.7498	<.0001	<.0001	<.0001
10	1.0000	0.0705	0.0002	1.0000	0.9998	0.0429	0.6211	0.0001	<.0001	<.0001
11		0.0084	0.0026	0.9986	0.9317	0.0047	0.9742	<.0001	<.0001	<.0001
12	0.0084		<.0001	0.3614	0.7498	1.0000	<.0001	0.9317	0.1123	<.0001
13	0.0026	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001	0.3614	<.0001	<.0001	<.0001
14	0.9986	0.3614	<.0001		1.0000	0.2556	0.1728	0.0014	<.0001	<.0001
15	0.9317	0.7498	<.0001	1.0000		0.6211	0.0429	0.0084	<.0001	<.0001
16	0.0047	1.0000	<.0001	0.2556	0.6211		<.0001	0.9742	0.1728	<.0001
17	0.9742	<.0001	0.3614	0.1728	0.0429	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
18	<.0001	0.9317	<.0001	0.0014	0.0084	0.9742	<.0001		0.9986	0.0026
19	<.0001	0.1123	<.0001	<.0001	<.0001	0.1728	<.0001	0.9986		0.1728
20	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0026	0.1728	

21	0.9928	<.0001	0.2556	0.2556	0.0705	<.0001	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
22	<.0001	0.8568	<.0001	0.0007	0.0047	0.9317	<.0001	1.0000	0.9998	0.0047
23	<.0001	0.1123	<.0001	<.0001	<.0001	0.1728	<.0001	0.9986	1.0000	0.1728
24	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0084	0.3614	1.0000
25	1.0000	0.0147	0.0014	0.9998	0.9742	0.0084	0.9317	<.0001	<.0001	<.0001
26	<.0001	0.0047	<.0001	<.0001	<.0001	0.0084	<.0001	0.6211	1.0000	0.8568
27	<.0001	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001	0.0004	<.0001	0.1123	0.9317	0.9998
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0014	0.9928

i/j	21	22	23	24	25	26	27	28
1	0.1728	<.0001	<.0001	<.0001	0.0007	<.0001	<.0001	<.0001
2	0.9317	<.0001	<.0001	<.0001	0.0429	<.0001	<.0001	<.0001
3	0.0084	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
4	0.0429	<.0001	<.0001	<.0001	0.0001	<.0001	<.0001	<.0001
5	0.9742	<.0001	<.0001	<.0001	0.0705	<.0001	<.0001	<.0001
6	0.8568	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
7	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
8	0.0002	0.4866	0.0254	<.0001	0.0705	0.0007	<.0001	<.0001
9	0.6211	<.0001	<.0001	<.0001	0.0084	<.0001	<.0001	<.0001
10	0.7498	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
11	0.9928	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
12	<.0001	0.8568	0.1123	<.0001	0.0147	0.0047	0.0002	<.0001
13	0.2556	<.0001	<.0001	<.0001	0.0014	<.0001	<.0001	<.0001
14	0.2556	0.0007	<.0001	<.0001	0.9998	<.0001	<.0001	<.0001
15	0.0705	0.0047	<.0001	<.0001	0.9742	<.0001	<.0001	<.0001
16	<.0001	0.9317	0.1728	<.0001	0.0084	0.0084	0.0004	<.0001
17	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	0.9317	<.0001	<.0001	<.0001
18	<.0001	1.0000	0.9986	0.0084	<.0001	0.6211	0.1123	<.0001

19	<.0001	0.9998	1.0000	0.3614	<.0001	1.0000	0.9317	0.0014
20	<.0001	0.0047	0.1728	1.0000	<.0001	0.8568	0.9998	0.9928
21		<.0001	<.0001	<.0001	0.9742	<.0001	<.0001	<.0001
22	<.0001		0.9998	0.0147	<.0001	0.7498	0.1728	<.0001
23	<.0001	0.9998		0.3614	<.0001	1.0000	0.9317	0.0014
24	<.0001	0.0147	0.3614		<.0001	0.9742	1.0000	0.9317
25	0.9742	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
26	<.0001	0.7498	1.0000	0.9742	<.0001		1.0000	0.0429
27	<.0001	0.1728	0.9317	1.0000	<.0001	1.0000		0.3614
28	<.0001	<.0001	0.0014	0.9317	<.0001	0.0429	0.3614	

No. 12. Resultados del análisis estadístico para la variable dependiente: ICA-AB.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	0.00090998	0.00002600	37.18	<.0001
Error	48	0.00003356	0.00000070		
Total correcto	83	0.00094355			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	icaa Media
0.964427	17.05331	0.000836	0.004904

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
bloq	2	0.00001000	0.00000500	7.15	0.0019
trat	3	0.00010436	0.00003479	49.75	<.0001
bloq*trat	6	0.00001128	0.00000188	2.69	0.0249
año	6	0.00072573	0.00012095	172.97	<.0001
año*trat	18	0.00005862	0.00000326	4.66	<.0001

año	trat	icaab LSMEAN	Error estándar	Pr > t	Número LSMEAN
2003	1	0.00000000	0.00048279	1.0000	1
2003	2	0.00000000	0.00048279	1.0000	2
2003	3	0.00000000	0.00048279	1.0000	3
2003	4	0.00000000	0.00048279	1.0000	4
2004	1	0.00340000	0.00048279	<.0001	5
2004	2	0.00550000	0.00048279	<.0001	6
2004	3	0.00596667	0.00048279	<.0001	7
2004	4	0.00873333	0.00048279	<.0001	8
2005	1	0.00170000	0.00048279	0.0010	9
2005	2	0.00340000	0.00048279	<.0001	10
2005	3	0.00346667	0.00048279	<.0001	11
2005	4	0.00440000	0.00048279	<.0001	12
2006	1	0.00166667	0.00048279	0.0012	13

2006	2	0.00413333	0.00048279	<.0001	14
2006	3	0.00513333	0.00048279	<.0001	15
2006	4	0.00416667	0.00048279	<.0001	16
2007	1	0.00573333	0.00048279	<.0001	17
2007	2	0.00946667	0.00048279	<.0001	18
2007	3	0.01103333	0.00048279	<.0001	19
2007	4	0.01220000	0.00048279	<.0001	20
2008	1	0.00316667	0.00048279	<.0001	21
2008	2	0.00413333	0.00048279	<.0001	22
2008	3	0.00440000	0.00048279	<.0001	23
2008	4	0.00426667	0.00048279	<.0001	24
2009	1	0.00596667	0.00048279	<.0001	25
2009	2	0.00840000	0.00048279	<.0001	26
2009	3	0.00806667	0.00048279	<.0001	27
2009	4	0.00880000	0.00048279	<.0001	28

Medias de cuadrados mínimos para el efecto año*trat
 Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Variable dependiente: icaab

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		1.0000	1.0000	1.0000	0.0024	<.0001	<.0001	<.0001	0.7415	0.0024
2	1.0000		1.0000	1.0000	0.0024	<.0001	<.0001	<.0001	0.7415	0.0024
3	1.0000	1.0000		1.0000	0.0024	<.0001	<.0001	<.0001	0.7415	0.0024
4	1.0000	1.0000	1.0000		0.0024	<.0001	<.0001	<.0001	0.7415	0.0024
5	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024		0.3450	0.0802	<.0001	0.7415	1.0000
6	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.3450		1.0000	0.0051	0.0003	0.3450
7	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0802	1.0000		0.0374	<.0001	0.0802
8	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0051	0.0374		<.0001	<.0001
9	0.7415	0.7415	0.7415	0.7415	0.7415	0.0003	<.0001	<.0001		0.7415
10	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	1.0000	0.3450	0.0802	<.0001	0.7415	
11	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	1.0000	0.4058	0.1018	<.0001	0.6767	1.0000
12	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.9992	0.9969	0.8528	<.0001	0.0486	0.9992
13	0.7720	0.7720	0.7720	0.7720	0.7097	0.0003	<.0001	<.0001	1.0000	0.7097
14	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.9564	0.6085	<.0001	0.1280	1.0000
15	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.7097	1.0000	1.0000	0.0009	0.0020	0.7097
16	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.9663	0.6429	<.0001	0.1143	1.0000
17	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.1774	1.0000	1.0000	0.0142	0.0001	0.1774
18	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002	0.0015	1.0000	<.0001	<.0001
19	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.1967	<.0001	<.0001
20	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0017	<.0001	<.0001
21	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069	1.0000	0.1774	0.0327	<.0001	0.9146	1.0000
22	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.9564	0.6085	<.0001	0.1280	1.0000

23	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.9992	0.9969	0.8528	<.0001	0.0486	0.9992
24	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.9999	0.9861	0.7415	<.0001	0.0802	0.9999
25	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0802	1.0000	1.0000	0.0374	<.0001	0.0802
26	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0217	0.1280	1.0000	<.0001	<.0001
27	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0802	0.3450	1.0000	<.0001	<.0001
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0037	0.0286	1.0000	<.0001	<.0001

i/j	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.0017	<.0001	0.7720	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
2	0.0017	<.0001	0.7720	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
3	0.0017	<.0001	0.7720	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
4	0.0017	<.0001	0.7720	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
5	1.0000	0.9992	0.7097	1.0000	0.7097	1.0000	0.1774	<.0001	<.0001	<.0001
6	0.4058	0.9969	0.0003	0.9564	1.0000	0.9663	1.0000	0.0002	<.0001	<.0001
7	0.1018	0.8528	<.0001	0.6085	1.0000	0.6429	1.0000	0.0015	<.0001	<.0001
8	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0009	<.0001	0.0142	1.0000	0.1967	0.0017
9	0.6767	0.0486	1.0000	0.1280	0.0020	0.1143	0.0001	<.0001	<.0001	<.0001
10	1.0000	0.9992	0.7097	1.0000	0.7097	1.0000	0.1774	<.0001	<.0001	<.0001
11		0.9998	0.6429	1.0000	0.7720	1.0000	0.2176	<.0001	<.0001	<.0001
12	0.9998		0.0427	1.0000	1.0000	1.0000	0.9663	<.0001	<.0001	<.0001
13	0.6429	0.0427		0.1143	0.0017	0.1018	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
14	1.0000	1.0000	0.1143		0.9992	1.0000	0.8278	<.0001	<.0001	<.0001
15	0.7720	1.0000	0.0017	0.9992		0.9996	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
16	1.0000	1.0000	0.1018	1.0000	0.9996		0.8528	<.0001	<.0001	<.0001
17	0.2176	0.9663	<.0001	0.8278	1.0000	0.8528		0.0005	<.0001	<.0001
18	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0005		0.8528	0.0427
19	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.8528		0.9931
20	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0427	0.9931	

21	1.0000	0.9861	0.8962	0.9996	0.4711	0.9992	0.0802	<.0001	<.0001	<.0001
22	1.0000	1.0000	0.1143	1.0000	0.9992	1.0000	0.8278	<.0001	<.0001	<.0001
23	0.9998	1.0000	0.0427	1.0000	1.0000	1.0000	0.9663	<.0001	<.0001	<.0001
24	1.0000	1.0000	0.0710	1.0000	0.9999	1.0000	0.9146	<.0001	<.0001	<.0001
25	0.1018	0.8528	<.0001	0.6085	1.0000	0.6429	1.0000	0.0015	<.0001	<.0001
26	<.0001	0.0001	<.0001	<.0001	0.0044	<.0001	0.0552	0.9980	0.0627	0.0003
27	<.0001	0.0007	<.0001	0.0002	0.0189	0.0002	0.1774	0.9446	0.0164	<.0001
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0007	<.0001	0.0107	1.0000	0.2400	0.0024

i/j	21	22	23	24	25	26	27	28
1	0.0069	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
2	0.0069	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
3	0.0069	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
4	0.0069	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
5	1.0000	1.0000	0.9992	0.9999	0.0802	<.0001	<.0001	<.0001
6	0.1774	0.9564	0.9969	0.9861	1.0000	0.0217	0.0802	0.0037
7	0.0327	0.6085	0.8528	0.7415	1.0000	0.1280	0.3450	0.0286
8	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0374	1.0000	1.0000	1.0000
9	0.9146	0.1280	0.0486	0.0802	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
10	1.0000	1.0000	0.9992	0.9999	0.0802	<.0001	<.0001	<.0001
11	1.0000	1.0000	0.9998	1.0000	0.1018	<.0001	<.0001	<.0001
12	0.9861	1.0000	1.0000	1.0000	0.8528	0.0001	0.0007	<.0001
13	0.8962	0.1143	0.0427	0.0710	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
14	0.9996	1.0000	1.0000	1.0000	0.6085	<.0001	0.0002	<.0001
15	0.4711	0.9992	1.0000	0.9999	1.0000	0.0044	0.0189	0.0007
16	0.9992	1.0000	1.0000	1.0000	0.6429	<.0001	0.0002	<.0001
17	0.0802	0.8278	0.9663	0.9146	1.0000	0.0552	0.1774	0.0107
18	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0015	0.9980	0.9446	1.0000

19	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0627	0.0164	0.2400
20	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0003	<.0001	0.0024
21		0.9996	0.9861	0.9969	0.0327	<.0001	<.0001	<.0001
22	0.9996		1.0000	1.0000	0.6085	<.0001	0.0002	<.0001
23	0.9861	1.0000		1.0000	0.8528	0.0001	0.0007	<.0001
24	0.9969	1.0000	1.0000		0.7415	<.0001	0.0003	<.0001
25	0.0327	0.6085	0.8528	0.7415		0.1280	0.3450	0.0286
26	<.0001	<.0001	0.0001	<.0001	0.1280		1.0000	1.0000
27	<.0001	0.0002	0.0007	0.0003	0.3450	1.0000		1.0000
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0286	1.0000	1.0000	

No. 13. Resultados del análisis estadístico para la variable dependiente: Vol.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	0.88618282	0.02531951	89.93	<.0001
Error	48	0.01351378	0.00028154		
Total correcto	83	0.89969660			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	volu Media
0.984980	13.20295	0.016779	0.127086

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
bloq	2	0.03002896	0.01501448	53.33	<.0001
trat	3	0.06358262	0.02119421	75.28	<.0001
bloq*trat	6	0.00534306	0.00089051	3.16	0.0107
año	6	0.74768643	0.12461440	442.62	<.0001
año*trat	18	0.03954175	0.00219676	7.80	<.0001

año	trat	volu LSMEAN	Error estándar	Pr > t	Número LSMEAN
2003	1	0.01630000	0.00968740	0.0989	1
2003	2	0.01860000	0.00968740	0.0608	2
2003	3	0.01466667	0.00968740	0.1366	3
2003	4	0.01586667	0.00968740	0.1080	4
2004	1	0.03070000	0.00968740	0.0027	5
2004	2	0.04206667	0.00968740	<.0001	6
2004	3	0.03883333	0.00968740	0.0002	7
2004	4	0.05136667	0.00968740	<.0001	8
2005	1	0.04280000	0.00968740	<.0001	9
2005	2	0.06476667	0.00968740	<.0001	10
2005	3	0.06076667	0.00968740	<.0001	11
2005	4	0.07953333	0.00968740	<.0001	12
2006	1	0.05776667	0.00968740	<.0001	13
2006	2	0.09783333	0.00968740	<.0001	14

2006	3	0.09763333	0.00968740	<.0001	15
2006	4	0.11456667	0.00968740	<.0001	16
2007	1	0.10210000	0.00968740	<.0001	17
2007	2	0.17763333	0.00968740	<.0001	18
2007	3	0.18870000	0.00968740	<.0001	19
2007	4	0.21663333	0.00968740	<.0001	20
2008	1	0.13276667	0.00968740	<.0001	21
2008	2	0.22133333	0.00968740	<.0001	22
2008	3	0.23713333	0.00968740	<.0001	23
2008	4	0.26533333	0.00968740	<.0001	24
2009	1	0.19333333	0.00968740	<.0001	25
2009	2	0.30486667	0.00968740	<.0001	26
2009	3	0.31833333	0.00968740	<.0001	27
2009	4	0.35616667	0.00968740	<.0001	28

19	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
20	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
21	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0025
22	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
23	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
24	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
25	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
26	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
27	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

i/j	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.2522	0.0073	0.3749	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
2	0.3437	0.0122	0.4860	0.0002	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
3	0.1982	0.0051	0.3044	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
4	0.2370	0.0067	0.3554	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
5	0.8971	0.1278	0.9619	0.0030	0.0032	<.0001	0.0011	<.0001	<.0001	<.0001
6	0.9998	0.5733	1.0000	0.0356	0.0370	0.0009	0.0147	<.0001	<.0001	<.0001
7	0.9972	0.4106	0.9997	0.0183	0.0191	0.0004	0.0073	<.0001	<.0001	<.0001
8	1.0000	0.9431	1.0000	0.1874	0.1932	0.0074	0.0920	<.0001	<.0001	<.0001
9	0.9999	0.6113	1.0000	0.0411	0.0428	0.0010	0.0172	<.0001	<.0001	<.0001
10	1.0000	1.0000	1.0000	0.7884	0.7969	0.1084	0.5802	<.0001	<.0001	<.0001
11		0.9997	1.0000	0.5941	0.6044	0.0522	0.3809	<.0001	<.0001	<.0001
12	0.9997		0.9975	0.9998	0.9999	0.6973	0.9958	<.0001	<.0001	<.0001
13	1.0000	0.9975		0.4411	0.4510	0.0289	0.2570	<.0001	<.0001	<.0001
14	0.5941	0.9998	0.4411		1.0000	1.0000	1.0000	0.0001	<.0001	<.0001
15	0.6044	0.9999	0.4510	1.0000		1.0000	1.0000	0.0001	<.0001	<.0001
16	0.0522	0.6973	0.0289	1.0000	1.0000		1.0000	0.0076	0.0006	<.0001

15	0.6924	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
16	0.9998	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001
17	0.8788	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
18	0.2381	0.2807	0.0165	<.0001	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
19	0.0344	0.8066	0.1367	0.0003	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
20	<.0001	1.0000	0.9990	0.1307	0.9935	<.0001	<.0001	<.0001
21		<.0001	<.0001	<.0001	0.0131	<.0001	<.0001	<.0001
22	<.0001		1.0000	0.2693	0.9463	<.0001	<.0001	<.0001
23	<.0001	1.0000		0.9425	0.2769	0.0026	0.0001	<.0001
24	<.0001	0.2693	0.9425		0.0010	0.4675	0.0608	<.0001
25	0.0131	0.9463	0.2769	0.0010		<.0001	<.0001	<.0001
26	<.0001	<.0001	0.0026	0.4675	<.0001		1.0000	0.0832
27	<.0001	<.0001	0.0001	0.0608	<.0001	1.0000		0.5543
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0832	0.5543	

No. 14. Resultados del análisis estadístico para la variable dependiente: IMA-Vol.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	0.00957554	0.00027359	95.88	<.0001
Error	48	0.00013697	0.00000285		
Total correcto	83	0.00971251			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	imav Media
0.985898	9.299049	0.001689	0.018165

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
bloq	2	0.00071976	0.00035988	126.12	<.0001
trat	3	0.00121487	0.00040496	141.92	<.0001
bloq*trat	6	0.00008737	0.00001456	5.10	0.0004
año	6	0.00705198	0.00117533	411.90	<.0001
año*trat	18	0.00050158	0.00002787	9.77	<.0001

año	trat	imav LSMEAN	Error estándar	Pr > t	Número LSMEAN
2003	1	0.00543333	0.00097527	<.0001	1
2003	2	0.00620000	0.00097527	<.0001	2
2003	3	0.00486667	0.00097527	<.0001	3
2003	4	0.00526667	0.00097527	<.0001	4
2004	1	0.00770000	0.00097527	<.0001	5
2004	2	0.01053333	0.00097527	<.0001	6
2004	3	0.00970000	0.00097527	<.0001	7
2004	4	0.01283333	0.00097527	<.0001	8
2005	1	0.00856667	0.00097527	<.0001	9
2005	2	0.01296667	0.00097527	<.0001	10
2005	3	0.01216667	0.00097527	<.0001	11
2005	4	0.01593333	0.00097527	<.0001	12
2006	1	0.00966667	0.00097527	<.0001	13
2006	2	0.01630000	0.00097527	<.0001	14

2006	3	0.01626667	0.00097527	<.0001	15
2006	4	0.01906667	0.00097527	<.0001	16
2007	1	0.01460000	0.00097527	<.0001	17
2007	2	0.02536667	0.00097527	<.0001	18
2007	3	0.02693333	0.00097527	<.0001	19
2007	4	0.03093333	0.00097527	<.0001	20
2008	1	0.01656667	0.00097527	<.0001	21
2008	2	0.02766667	0.00097527	<.0001	22
2008	3	0.02963333	0.00097527	<.0001	23
2008	4	0.03320000	0.00097527	<.0001	24
2009	1	0.02146667	0.00097527	<.0001	25
2009	2	0.03386667	0.00097527	<.0001	26
2009	3	0.03536667	0.00097527	<.0001	27
2009	4	0.03956667	0.00097527	<.0001	28

19	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
20	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
21	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0151	0.0024	0.5932	0.0002	0.6611
22	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
23	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
24	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
25	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
26	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
27	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

i/j	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.0032	<.0001	0.3488	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
2	0.0173	<.0001	0.7263	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
3	0.0009	<.0001	0.1547	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
4	0.0022	<.0001	0.2805	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
5	0.2558	<.0001	0.9995	<.0001	<.0001	<.0001	0.0022	<.0001	<.0001	<.0001
6	1.0000	0.0539	1.0000	0.0262	0.0280	<.0001	0.4252	<.0001	<.0001	<.0001
7	0.9877	0.0098	1.0000	0.0044	0.0047	<.0001	0.1314	<.0001	<.0001	<.0001
8	1.0000	0.8748	0.8521	0.7263	0.7419	0.0098	0.9999	<.0001	<.0001	<.0001
9	0.6611	0.0007	1.0000	0.0003	0.0003	<.0001	0.0151	<.0001	<.0001	<.0001
10	1.0000	0.9136	0.8006	0.7865	0.8006	0.0131	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
11		0.5760	0.9855	0.3938	0.4093	0.0022	0.9896	<.0001	<.0001	<.0001
12	0.5760		0.0091	1.0000	1.0000	0.8637	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
13	0.9855	0.0091		0.0040	0.0044	<.0001	0.1242	<.0001	<.0001	<.0001
14	0.3938	1.0000	0.0040		1.0000	0.9554	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
15	0.4093	1.0000	0.0044	1.0000		0.9498	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
16	0.0022	0.8637	<.0001	0.9554	0.9498		0.2558	0.0085	0.0002	<.0001

17	0.9896	1.0000	0.1242	1.0000	1.0000	0.2558		<.0001	<.0001	<.0001
18	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0085	<.0001		1.0000	0.0391
19	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002	<.0001	1.0000		0.4576
20	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0391	0.4576	
21	0.2805	1.0000	0.0022	1.0000	1.0000	0.9855	0.9995	<.0001	<.0001	<.0001
22	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.9950	1.0000	0.8142
23	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.3344	0.9654	1.0000
24	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002	0.0091	0.9959
25	<.0001	0.0417	<.0001	0.0828	0.0780	0.9913	0.0024	0.5077	0.0474	<.0001
26	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0020	0.9219
27	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.2680
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

i/j	21	22	23	24	25	26	27	28
1	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
2	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
3	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
4	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
5	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
6	0.0151	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
7	0.0024	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
8	0.5932	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
9	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
10	0.6611	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
11	0.2805	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
12	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	0.0417	<.0001	<.0001	<.0001
13	0.0022	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
14	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	0.0828	<.0001	<.0001	<.0001

15	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001	0.0780	<.0001	<.0001	<.0001
16	0.9855	<.0001	<.0001	<.0001	0.9913	<.0001	<.0001	<.0001
17	0.9995	<.0001	<.0001	<.0001	0.0024	<.0001	<.0001	<.0001
18	<.0001	0.9950	0.3344	0.0002	0.5077	<.0001	<.0001	<.0001
19	<.0001	1.0000	0.9654	0.0091	0.0474	0.0020	<.0001	<.0001
20	<.0001	0.8142	1.0000	0.9959	<.0001	0.9219	0.2680	<.0001
21		<.0001	<.0001	<.0001	0.1314	<.0001	<.0001	<.0001
22	<.0001		0.9995	0.0417	0.0105	0.0105	0.0003	<.0001
23	<.0001	0.9995		0.6778	0.0001	0.3488	0.0280	<.0001
24	<.0001	0.0417	0.6778		<.0001	1.0000	0.9978	0.0073
25	0.1314	0.0105	0.0001	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
26	<.0001	0.0105	0.3488	1.0000	<.0001		1.0000	0.0300
27	<.0001	0.0003	0.0280	0.9978	<.0001	1.0000		0.3635
28	<.0001	<.0001	<.0001	0.0073	<.0001	0.0300	0.3635	

No. 15. Resultados del análisis estadístico para la variable dependiente: ICA-Vol.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	35	0.07652155	0.00218633	67.95	<.0001
Error	48	0.00154434	0.00003217		
Total correcto	83	0.07806589			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	icav Media
0.980217	14.34355	0.005672	0.039545

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
bloq	2	0.00139003	0.00069501	21.60	<.0001
trat	3	0.00633540	0.00211180	65.64	<.0001
bloq*trat	6	0.00087695	0.00014616	4.54	0.0010
año	6	0.06446881	0.01074480	333.96	<.0001
año*trat	18	0.00345037	0.00019169	5.96	<.0001

año	trat	icav LSMEAN	Error estándar	Pr > t	Número LSMEAN
2003	1	0.00000000	0.00327484	1.0000	1
2003	2	0.00000000	0.00327484	1.0000	2
2003	3	0.00000000	0.00327484	1.0000	3
2003	4	0.00000000	0.00327484	1.0000	4
2004	1	0.01440000	0.00327484	<.0001	5
2004	2	0.02350000	0.00327484	<.0001	6
2004	3	0.02416667	0.00327484	<.0001	7
2004	4	0.03546667	0.00327484	<.0001	8
2005	1	0.01210000	0.00327484	0.0006	9
2005	2	0.02270000	0.00327484	<.0001	10
2005	3	0.02193333	0.00327484	<.0001	11
2005	4	0.02820000	0.00327484	<.0001	12
2006	1	0.01496667	0.00327484	<.0001	13
2006	2	0.03303333	0.00327484	<.0001	14

2006	3	0.03686667	0.00327484	<.0001	15
2006	4	0.03500000	0.00327484	<.0001	16
2007	1	0.04436667	0.00327484	<.0001	17
2007	2	0.07976667	0.00327484	<.0001	18
2007	3	0.09110000	0.00327484	<.0001	19
2007	4	0.10203333	0.00327484	<.0001	20
2008	1	0.03066667	0.00327484	<.0001	21
2008	2	0.04370000	0.00327484	<.0001	22
2008	3	0.04846667	0.00327484	<.0001	23
2008	4	0.04873333	0.00327484	<.0001	24
2009	1	0.06056667	0.00327484	<.0001	25
2009	2	0.08360000	0.00327484	<.0001	26
2009	3	0.08113333	0.00327484	<.0001	27
2009	4	0.09080000	0.00327484	<.0001	28

19	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
20	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
21	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.1440	0.9983	0.9996	1.0000	0.0420	0.9925
22	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0156	0.0236	0.9886	<.0001	0.0094
23	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0006	0.0010	0.5222	<.0001	0.0003
24	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0005	0.0008	0.4820	<.0001	0.0003
25	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0006	<.0001	<.0001
26	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
27	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

i/j	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.0051	<.0001	0.2592	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
2	0.0051	<.0001	0.2592	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
3	0.0051	<.0001	0.2592	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
4	0.0051	<.0001	0.2592	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
5	0.9964	0.4048	1.0000	0.0404	0.0035	0.0121	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
6	1.0000	1.0000	0.9824	0.9424	0.4672	0.7458	0.0102	<.0001	<.0001	<.0001
7	1.0000	1.0000	0.9597	0.9728	0.5681	0.8301	0.0156	<.0001	<.0001	<.0001
8	0.4428	0.9979	0.0129	1.0000	1.0000	1.0000	0.9717	<.0001	<.0001	<.0001
9	0.9231	0.1560	1.0000	0.0098	0.0007	0.0026	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
10	1.0000	1.0000	0.9949	0.8820	0.3551	0.6292	0.0061	<.0001	<.0001	<.0001
11		0.9998	0.9989	0.7982	0.2628	0.5121	0.0036	<.0001	<.0001	<.0001
12	0.9998		0.4870	1.0000	0.9790	0.9992	0.1511	<.0001	<.0001	<.0001
13	0.9989	0.4870		0.0559	0.0052	0.0174	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
14	0.7982	1.0000	0.0559		1.0000	1.0000	0.7683	<.0001	<.0001	<.0001
15	0.2628	0.9790	0.0052	1.0000		1.0000	0.9967	<.0001	<.0001	<.0001
16	0.5121	0.9992	0.0174	1.0000	1.0000		0.9516	<.0001	<.0001	<.0001

17	0.0036	0.1511	<.0001	0.7683	0.9967	0.9516		<.0001	<.0001	<.0001
18	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		0.7683	0.0041
19	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.7683		0.8184
20	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0041	0.8184	
21	0.9770	1.0000	0.1881	1.0000	0.9998	1.0000	0.4188	<.0001	<.0001	<.0001
22	0.0057	0.2059	<.0001	0.8485	0.9992	0.9780	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
23	0.0002	0.0150	<.0001	0.2121	0.7320	0.4525	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
24	0.0002	0.0127	<.0001	0.1881	0.6939	0.4141	1.0000	<.0001	<.0001	<.0001
25	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0015	0.0004	0.1487	0.0289	<.0001	<.0001
26	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.9967	0.0454
27	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	1.0000	0.9132	0.0100
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.8064	1.0000	0.7813

i/j	21	22	23	24	25	26	27	28
1	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
2	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
3	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
4	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
5	0.1440	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
6	0.9983	0.0156	0.0006	0.0005	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
7	0.9996	0.0236	0.0010	0.0008	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
8	1.0000	0.9886	0.5222	0.4820	0.0006	<.0001	<.0001	<.0001
9	0.0420	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
10	0.9925	0.0094	0.0003	0.0003	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
11	0.9770	0.0057	0.0002	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
12	1.0000	0.2059	0.0150	0.0127	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
13	0.1881	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
14	1.0000	0.8485	0.2121	0.1881	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

15	0.9998	0.9992	0.7320	0.6939	0.0015	<.0001	<.0001	<.0001
16	1.0000	0.9780	0.4525	0.4141	0.0004	<.0001	<.0001	<.0001
17	0.4188	1.0000	1.0000	1.0000	0.1487	<.0001	<.0001	<.0001
18	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0289	1.0000	1.0000	0.8064
19	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.9967	0.9132	1.0000
20	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0454	0.0100	0.7813
21		0.5172	0.0649	0.0559	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
22	0.5172		1.0000	1.0000	0.1067	<.0001	<.0001	<.0001
23	0.0649	1.0000		1.0000	0.6594	<.0001	<.0001	<.0001
24	0.0559	1.0000	1.0000		0.6987	<.0001	<.0001	<.0001
25	<.0001	0.1067	0.6594	0.6987		0.0024	0.0124	<.0001
26	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0024		1.0000	0.9981
27	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0124	1.0000		0.9343
28	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.9981	0.9343	

No. 16. Resultados del análisis estadístico para la variable dependiente: Volumen individual podado para el año 2009.

Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Vol podado	12	0.87	0.76	10.42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	0.01	5	1.8E-03	7.81	0.0133
Bloque	4.1E-03	2	2.1E-03	8.85	0.0162
Tratamiento	5.0E-03	3	1.7E-03	7.11	0.0211
Error	1.4E-03	6	2.3E-04		
Total	0.01	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04316

Error: 0.0002 gl: 6

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>		
2.00	0.17	3	A	
3.00	0.16	3	A	B
4.00	0.14	3	A	B
1.00	0.12	3		B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

No. 17. Variables de severidad de poda según parcela para cada año y tratamiento.

Año	Parcela	Tratamiento	Ht (m)	H poda (m)	%Ht	LCV	LFP	%ECV	%CV	%CR
2003	1	1	5.40	3.67	67.96	1.73	3.67	67.96	32.04	32.04
	2	1	4.55	3.12	68.57	1.43	3.12	68.57	31.43	31.43
	3	2	5.34	3.04	56.93	2.30	3.04	56.93	43.07	43.07
	4	3	5.37	2.62	48.79	2.75	2.62	48.79	51.21	51.21
	5	3	5.06	2.53	50.00	2.53	2.53	50.00	50.00	50.00
	6	2	5.00	2.89	57.80	2.11	2.89	57.80	42.20	42.20
	7	4	4.54	1.81	39.87	2.73	1.81	39.87	60.13	60.13
	8	2	5.16	3.03	58.72	2.13	3.03	58.72	41.28	41.28
	9	4	5.31	2.09	39.36	3.22	2.09	39.36	60.64	60.64
	10	4	5.12	2.03	39.65	3.09	2.03	39.65	60.35	60.35
	11	1	5.04	3.54	70.24	1.50	3.54	70.24	29.76	29.76
	12	3	4.25	2.21	52.00	2.04	2.21	52.00	48.00	48.00
2004	1	1	6.62	4.57	69.03	2.05	0.90	30.51	69.49	30.97
	2	1	5.43	3.75	69.06	1.68	0.63	27.27	72.73	30.94
	3	2	6.85	4.03	58.83	2.82	0.99	25.98	74.02	41.17
	4	3	6.80	3.31	48.68	3.49	0.69	16.51	83.49	51.32
	5	3	6.71	3.33	49.63	3.38	0.80	19.14	80.86	50.37
	6	2	6.35	3.79	59.69	2.56	0.90	26.01	73.99	40.31
	7	4	6.32	2.40	37.97	3.92	0.59	13.08	86.92	62.03
	8	2	6.65	3.91	58.80	2.74	0.88	24.31	75.69	41.20
	9	4	7.16	2.80	39.11	4.36	0.71	14.00	86.00	60.89
	10	4	6.87	2.69	39.16	4.18	0.66	13.64	86.36	60.84
	11	1	6.38	4.34	68.03	2.04	0.80	28.17	71.83	31.97

	12	3	5.76	2.80	48.61	2.96	0.59	16.62	83.38	51.39
2005	1	1	7.71	5.40	70.04	2.31	0.83	26.43	73.57	29.96
	2	1	6.33	4.42	69.83	1.91	0.67	25.97	74.03	30.17
	3	2	8.31	4.92	59.21	3.39	0.89	20.79	79.21	40.79
	4	3	8.28	4.06	49.03	4.22	0.75	15.09	84.91	50.97
	5	3	8.03	3.88	48.32	4.15	0.55	11.70	88.30	51.68
	6	2	7.66	4.64	60.57	3.02	0.85	21.96	78.04	39.43
	7	4	7.67	3.10	40.42	4.57	0.70	13.28	86.72	59.58
	8	2	8.11	4.84	59.68	3.27	0.93	22.14	77.86	40.32
	9	4	8.56	3.37	39.37	5.19	0.57	9.90	90.10	60.63
	10	4	8.17	3.24	39.66	4.93	0.55	10.04	89.96	60.34
	11	1	7.82	5.42	69.31	2.40	1.08	31.03	68.97	30.69
	12	3	7.04	3.54	50.28	3.50	0.74	17.45	82.55	49.72
2006	1	1	8.71	6.10	70.00	2.61	0.70	21.07	78.93	30.00
	2	1	7.47	5.23	70.00	2.24	0.81	26.51	73.49	30.00
	3	2	9.91	5.95	60.00	3.97	1.03	20.60	79.40	40.00
	4	3	9.54	4.77	50.00	4.77	0.71	12.97	87.03	50.00
	5	3	9.24	4.62	50.00	4.62	0.74	13.82	86.18	50.00
	6	2	8.61	5.17	60.00	3.44	0.53	13.26	86.74	40.00
	7	4	8.98	3.59	40.00	5.39	0.49	8.37	91.63	60.00
	8	2	9.75	5.85	60.00	3.90	1.01	20.55	79.45	40.00
	9	4	10.18	4.07	40.00	6.11	0.70	10.31	89.69	60.00
	10	4	9.57	3.83	40.00	5.74	0.59	9.30	90.70	60.00
	11	1	9.26	6.48	70.00	2.78	1.06	27.61	72.39	30.00
	12	3	9.06	4.53	50.00	4.53	0.99	17.96	82.04	50.00
	1	1	10.73	6.11	56.94	4.62	0.01	0.28	99.72	43.06

2007	2	1	9.44	5.22	55.34	4.22	-0.01	-0.13	100.13	44.66
	3	2	12.29	6.00	48.81	6.29	0.05	0.75	99.25	51.19
	4	3	12.08	4.78	39.55	7.31	0.01	0.11	99.89	60.45
	5	3	11.80	4.67	39.61	7.13	0.05	0.73	99.27	60.39
	6	2	10.82	5.16	47.66	5.66	-0.01	-0.20	100.20	52.34
	7	4	11.54	3.57	30.94	7.97	-0.02	-0.28	100.28	69.06
	8	2	12.09	5.85	48.35	6.25	0.00	-0.02	100.02	51.65
	9	4	12.57	4.05	32.21	8.52	-0.02	-0.28	100.28	67.79
	10	4	11.88	3.86	32.54	8.01	0.04	0.44	99.56	67.46
	11	1	11.47	6.43	56.05	5.04	-0.05	-1.03	101.03	43.95
	12	3	11.39	4.51	39.59	6.88	-0.02	-0.31	100.31	60.41
	2008	1	1	11.79	6.16	52.22	5.64	0.05	0.85	99.15
2		1	10.44	5.32	50.94	5.12	0.09	1.80	98.20	49.06
3		2	13.34	5.95	44.60	7.39	-0.05	-0.64	100.64	55.40
4		3	13.23	4.78	36.17	8.44	0.01	0.06	99.94	63.83
5		3	12.84	4.64	36.14	8.20	-0.03	-0.39	100.39	63.86
6		2	11.87	5.15	43.39	6.72	0.00	-0.06	100.06	56.61
7		4	12.69	3.63	28.64	9.06	0.06	0.70	99.30	71.36
8		2	13.38	5.90	44.12	7.48	0.06	0.74	99.26	55.88
9		4	13.74	4.12	30.01	9.62	0.08	0.78	99.22	69.99
10		4	13.03	3.91	29.98	9.13	0.04	0.47	99.53	70.02
11		1	12.94	6.54	50.56	6.40	0.12	1.78	98.22	49.44
12		3	13.05	4.73	36.25	8.32	0.22	2.57	97.43	63.75
	1	1	12.99	8.11	62.42	4.88	1.95	28.53	71.47	37.58
	2	1	13.26	8.47	63.87	4.79	3.15	39.69	60.31	36.13
	3	2	14.68	9.18	62.51	5.50	3.23	36.98	63.02	37.49

2009	4	3	14.62	6.90	47.22	7.72	2.12	21.54	78.46	52.78
	5	3	14.32	7.66	53.49	6.66	3.02	31.18	68.82	46.51
	6	2	13.36	7.32	54.77	6.04	2.17	26.38	73.62	45.23
	7	4	13.93	5.40	38.73	8.54	1.76	17.10	82.90	61.27
	8	2	14.71	8.12	55.23	6.58	2.22	25.21	74.79	44.77
	9	4	15.07	5.76	38.22	9.31	1.64	14.94	85.06	61.78
	10	4	14.49	5.48	37.86	9.00	1.58	14.91	85.09	62.14
	11	1	14.51	9.12	62.85	5.39	2.58	32.35	67.65	37.15
	12	3	14.08	6.67	47.39	7.41	1.94	20.76	79.24	52.61

No. 18. Porcentajes de defectos por parcela para el año 2009.

Bloque	Tratamiento	Parcela	Defectos (%)											TOTAL
			Yemas epicórmicas	Total de Torceduras	T1	T2	T3	SD	Seco	BF1	BF2	BF3	APS	
1	1	1	15,38	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,31
1	2	3	1,72	36,2	5,2	15,5	15,5	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	39,66
1	3	4	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
1	4	9	0,00	34,0	0,0	9,4	24,5	3,8	1,9	0,0	1,9	1,9	0,0	43,40
2	1	11	44,62	41,5	1,5	10,8	29,2	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	87,69
2	2	8	0,00	54,0	2,0	8,0	44,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	4,0	62,00
2	3	5	0,00	55,6	7,4	22,2	25,9	0,0	0,0	9,3	0,0	0,0	0,0	64,81
2	4	10	0,00	51,7	0,0	17,2	34,5	1,7	0,0	6,9	0,0	0,0	1,7	62,07
3	1	2	16,28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	18,60
3	2	6	0,00	49,1	1,8	25,5	21,8	1,8	0,0	7,3	1,8	1,8	0,0	61,82
3	3	12	0,00	68,7	0,0	3,0	65,7	0,0	0,0	6,0	0,0	1,5	1,5	77,61
3	4	7	0,00	21,2	1,9	7,7	11,5	0,0	0,0	11,5	3,8	0,0	0,0	36,54