

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE UN ENSAYO DE RALEO EN PINUS TAEDA L EN
TACUAREMBÓ ETAPA 2 CRECIMIENTO A LA EDAD DE 9-10 AÑOS
MAYO – SEPTIEMBRE 2008**

por

**Darío BINNEWIES CASTRO
Marcelo MENONI VIETTRO**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2011**

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. Rafael Escudero

Ing. Agr. Juan Pedro Posse

Ing. Agr. Juan Cabris

Fecha: -----

Autor: -----

Darío Binnewies Castro

Marcelo Menoni Viettro

AGRADECIMIENTOS

En la presente acción de reconocer a aquellas personas que intervinieron con su colaboración para la concepción esta tesis en alguna manera, por ello es relevante nombrar a; Juan Cabris de León, el cual colaboro en gran medida con este trabajo en todos sus aspectos, a Rafael Escudero el cual apporto en gran medida en las tareas de campo, al igual que Pablo Cabañero y Andres Serveti los que ayudaron en la toma de datos, por parte de la empresa se nombra a Juan Pedro Posse por tramitar el pase a los ensayos, estadía y transporte, y a Juliana Ivanchenko por encargarse del transporte diario al ensayo, en último lugar pero no menos importante, una mención especial Oscar Bentancourt por hacer posible la realización de los análisis estadísticos.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADRO E ILUSTRACIONES.....	IX
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	4
2.1. <u>RALEO</u>	4
2.2. <u>REGIMENES DE RALEO</u>	4
2.2.1. <u>Momento de inicio del ciclo de raleos</u>	5
2.2.2. <u>Tipo o método de raleo</u>	5
2.2.3. <u>Intervalo entre raleos sucesivos</u>	6
2.2.4. <u>Intensidad o peso de raleo</u>	7
2.2.5. <u>Severidad del régimen de raleo</u>	7
2.3. <u>ENSAYO DE RALEO EN <i>PINUS TAEDA</i></u>	8
2.3.1. <u>Ensayos de raleo en <i>Pinus taeda</i></u>	8
2.3.2. <u>Ensayos de raleo en <i>Pinus taeda</i> en Uruguay</u>	9
2.4. <u>EFFECTOS DEL RALEO SOBRE LAS VARIABLES DENDROMÉTRICAS</u>	10
2.4.1. <u>Diámetro a la altura del pecho</u>	10
2.4.2. <u>Altura</u>	11
2.4.3. <u>Volumen</u>	13
2.4.4. <u>Área basal</u>	14
2.5. <u>FACTOR DE FORMA</u>	15
2.6. <u>ÍNDICES DE DENSIDAD DEL RODAL</u>	16
2.6.1. <u>AB</u>	16
2.6.2. <u>Coeficiente de espaciamiento</u>	17
2.6.3. <u>Factor de espaciamiento(%)</u>	18
2.6.4. <u>Índice de densidad de Reineke</u>	19

2.7. OTROS EFECTOS DEL RALEO.....	20
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	22
3.1. TRABAJO DE CAMPO.....	28
3.2. TRABAJO DE GABINETE.....	28
4. <u>RESULTADOS</u>	32
4.1. PARCELA EFECTIVA.....	32
4.1.1. <u>DAP</u>	32
4.1.2. <u>Incremento medio anual del DAP altura del pecho</u>	33
4.1.3. <u>Comparacion de valores promedio por tratamiento para DAP e IMA- DAP</u>	33
4.1.4. <u>Área basal</u>	37
4.1.5. <u>Incremento medio anual de área basal</u>	38
4.1.6. <u>Análisis por tratamiento para área basal e incremento medio anual de AB</u>	39
4.1.7. <u>Volumen</u>	42
4.1.8. <u>Incremento medio anual de volumen</u>	42
4.1.9. <u>Análisis de varianza por tratamiento para volumen e incremento medio anual</u>	43
4.2. PARCELA TOTAL.....	47
4.2.1. <u>Diámetro a la altura del pecho</u>	47
4.2.2. <u>Incrementó medio anual de diámetro a la altura del pecho</u>	47
4.2.3. <u>Análisis de varianza por tratamiento para diámetro a la alturadel pecho e incremento medio anual</u>	48
4.2.4. <u>Área basal</u>	52
4.2.5. <u>Incrementó medio anual de área basal</u>	52
4.2.6. <u>Área basal e incremento medio anual</u>	53
4.2.7. <u>Volumen</u>	56
4.2.8. <u>Incremento medio anual en volumen</u>	57
4.2.9. <u>Análisis de varianza por tratamiento para volumen e Incremento medio anual</u>	57

4.3.	ANALISIS HISTORICO	60
4.3.1.	<u>2003</u>	60
4.3.1.1.	Diámetro a la altura del pecho e incremento medio anual de diámetro a la altura del pecho	61
4.3.1.2.	Altura.....	61
4.3.1.3.	Área basal e incremento medio anual de área basal	61
4.3.1.4.	Volumen e incremento medio anual de volumen	62
4.3.1.5.	Análisis de varianza por tratamiento para diámetro a la altura del pecho e incremento medio anual.....	62
4.3.1.6.	Análisis de varianza por tratamiento para altura, parcela total, Noviembre 2003	64
4.3.1.7.	Análisis de varianza por tratamiento para AB e IMA- AB, parcela total, noviembre 2003	65
4.3.1.8.	Análisis de varianza por tratamiento para volumen e incremento medio anual, parcela total, noviembre2003....	66
4.3.2.	<u>2004</u>	66
4.3.2.1.	Diámetro a la altura del pecho e incremento medio anual de diámetro a la altura del pecho	67
4.3.2.2.	Altura.....	67
4.3.2.3.	Área basal e incremento medio anual de área basal	67
4.3.2.4.	Volumen e incremento medio anual de volumen	68
4.3.2.5.	Análisis de varianza por tratamiento para diámetro a la altura del pecho e incremento medio anual, parcela total, diciembre 2004.....	68
4.3.2.6.	Análisis de varianza por tratamiento para Altura, parcela total, diciembre 2004.	69
4.3.2.7.	Análisis de varianza por tratamiento para área basal e incremento medio anual, parcela total, diciembre 2004 ...	70
4.3.2.8.	Análisis de varianza por tratamiento para volumen, parcela total, diciembre 2004	71
4.3.3.	<u>2005</u>	72
4.3.3.1.	Diámetro a la altura del pecho e incremento medio	

anual de diámetro a la altura del pecho	72
4.3.3.2. Altura.....	73
4.3.3.3. Área basal e incremento medio anual de área basal	73
4.3.3.4. Volumen e incremento medio anual de volumen	73
4.3.3.5. Análisis de varianza por tratamiento para diámetro a la altura del pecho e incremento medio anual, parcela total, julio 2005.	74
4.3.3.6. Análisis de varianza por tratamiento para altura, parcela total, julio 2005	75
4.3.3.7. Análisis de varianza por tratamiento para área basal e incremento medio anual, parcela total, julio 2005	76
4.3.3.8. Análisis de varianza por tratamiento para volumen e incremento medio anual, parcela total, julio 2005	77
5. <u>DISCUSION</u>	78
5.1. 2008	78
5.1.1. <u>Parcela efectiva</u>	78
5.1.1.1. Análisis de varianza según tratamientos para DAP e IMA-DAP	78
5.1.1.2. Análisis de varianza según tratamiento para AB e IMA-AB	81
5.1.1.3. Análisis de varianza según tratamiento para volumen e IMA-VOL	82
5.1.2. <u>Parcela total</u>	83
5.1.2.1. Análisis de varianza según tratamientos para DAP e IMA-DAP	84
5.1.2.2. Análisis de varianza según tratamiento para AB e IMA-AB	86
5.1.2.3. Análisis de varianza según tratamiento para VOL e IMA-VOL	87
5.2. ANALISIS HISTORICO.....	88
5.2.1. <u>2003</u>	88
5.2.1.1. Análisis de varianza según tratamiento para	

DAP e IMA-DAP	88
5.2.1.2. Análisis de varianza según tratamiento de AB e IMA-AB.....	89
5.2.1.3. Volumen e Incremento medio anual de volumen.....	90
5.2.2. <u>2004</u>	91
5.2.2.1. Análisis de varianza según tratamiento para DAP e IMA-DAP.....	91
5.2.2.2. Área basal e Incremento medio anual de área basal.....	92
5.2.2.3. Volumen e Incremento medio anual de volumen.....	93
5.2.3. <u>2005</u>	94
5.2.3.1. Análisis de varianza según tratamiento para DAP e IMA-DAP	94
5.2.3.2. Área basal e Incremento medio anual de área basal.....	95
5.2.3.3. Volumen e Incremento medio anual de volumen.....	96
6. <u>CONCLUSIONES</u>	97
7. <u>RESUMEN</u>	99
8. <u>SUMMARY</u>	101
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	102
10. <u>ANEXOS</u>	104

LISTA DE CUADROS E ILUSTARCIONES

Cuadro No.	Página
1. Variables de árboles en pie pie (densidad, número de árboles, Dap y Ht).....	11
2. Ab (m ² /ha) en cada tratamiento a la edad del primer raleo (instalación del ensayo), 3 años después, luego del segundo raleo y 3 años después de este.....	15
3. Croquis del ensayo.....	23
4. Plan de aplicación de tratamientos.....	24
5. Tratamientos agrupados según número de raleos, indicando intensidad, año y edad de ejecución de cada raleo en cada tratamiento	25
6. Tratamientos periodo 2000, 2001 y 2002.....	25
7. Tratamientos para 2003.....	26
8. Tratamientos 2004	26
9. Tratamientos 2005.....	27
10. Tratamientos periodo 2006, 2007 y 2008.....	27
11. Escala de densidades.....	31
12. Análisis de varianza para mediciones de Dap, parcela efectiva, 2008.....	32
13. Análisis de varianza para mediciones de Ima-Dap, parcela efectiva, 2008.....	33
14. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap por tratamiento, parcela efectiva, mayo 2008.....	34
15. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap, por tratamiento, parcela efectiva, julio 2008.....	35

16. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap, por tratamiento, parcela efectiva, septiembre 2008.....	36
17. Análisis de varianza de Ab (mayo, julio y septiembre), parcela efectiva, 2008.....	38
18. Análisis de varianza de Ima-Ab (mayo, julio y septiembre), parcela efectiva, 2008.....	38
19. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab, por tratamiento, parcela efectiva, mayo 2008.....	39
20. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab, por tratamiento, parcela efectiva, julio 2008.....	40
21. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab, por tratamiento, parcela efectiva, septiembre 2008.....	41
22. Análisis de varianza de Volt (mayo, julio y septiembre), parcela efectiva, 2008.....	42
23. Análisis de varianza de Ima-Volt (mayo, julio y septiembre), parcela efectiva, 2008.....	43
24. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt, por tratamiento, parcela efectiva, mayo 2008.....	43
25. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt, por tratamiento, parcela efectiva, julio 2008.....	43
26. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt, por tratamiento, parcela efectiva, septiembre 2008.....	46
27. Análisis de varianza de Dap para las tres mediciones, parcela total 2008.....	47
28. Análisis de varianza de Ima-Dap para las tres mediciones, parcela total 2008.....	48
29. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap, por tratamiento, parcela total, mayo 2008.....	49
30. Comparación de valores promedios de Dap e	

Ima-Dap, por tratamiento, parcela total, julio 2008.....	50
31. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap, por tratamiento, parcela total, septiembre 2008.....	51
32. Análisis de varianza de Ab (mayo, julio y septiembre), parcela total 2008.....	52
33. Análisis de varianza de Ima-Ab para (mayo, julio y septiembre), parcela total 2008.....	53
34. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab, por tratamiento, parcela total, mayo 2008.....	53
35. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab, por tratamiento, parcela total, julio 2008.....	54
36. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab, por tratamiento, parcela total, septiembre 2008.....	55
37. Análisis de varianza de Volt (mayo, julio y septiembre), parcela total 2008.....	56
38. Análisis de varianza de Ima-Volt (mayo, julio y septiembre), parcela total 2008.....	57
39. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt, por tratamiento, parcela total, mayo 2008.....	58
40. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt, por tratamiento, parcela total, julio 2008.....	59
41. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt, por tratamiento, parcela total, septiembre 2008.....	60
42. Análisis de varianza de Dap e Ima-Dap para parcela total, noviembre 2003.....	61
43. Análisis de varianza de Ht para parcela total, noviembre 2003.....	61
44. Análisis de varianza de Ab e Ima-Ab para parcela total, noviembre 2003.....	62

45. Análisis de varianza de Volt e Ima-Volt para parcela total, noviembre 2003.....	62
46. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap por tratamiento, noviembre 2003.....	63
47. Comparación de valores promedios de Ht, por tratamiento, noviembre 2003.....	63
48. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab por tratamiento, noviembre 2003.....	65
49. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt por tratamiento, noviembre 2003.....	66
50. Análisis de varianza de Dap e Ima-Dap para parcela total, diciembre 2004.....	67
51. Análisis de varianza de Ht para parcela total, diciembre 2004.....	67
52. Análisis de varianza de Ab e Ima-Ab para parcela total, diciembre 2004.....	.67
53. Análisis de varianza de Volt e Ima-Volt para parcela total, diciembre 2004.....	68
54. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap por tratamiento, diciembre 2004.....	68
55. Comparación de valores promedios de Ht por tratamiento, diciembre 2004.....	70
56. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab por tratamiento, diciembre 2004.....	70
57. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt por tratamiento, diciembre 2004.....	71
58. Análisis de varianza de Dap e Ima-Dap, parcela total, julio 2005.....	72
59. Análisis de varianza de Ht, parcela total, julio 2005.....	73
60. Análisis de varianza de Ab e Ima-Ab, parcela total, julio 2005.....	73

61. Análisis de varianza de Volt e Ima-Volt, parcela total, julio 2005.....	73
62. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap por tratamiento, julio 2005.....	74
63. Comparación de valores promedios de Ht por tratamiento, julio 2005.....	75
64. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab por tratamiento, julio 2005.....	76
65. Comparación de valores promedios de Vol e Ima-Vol por tratamiento, julio 2005.....	77

Figura No.

1. Distribución de las plantaciones de <i>pinus taeda</i> en grupos de suelos c.o.n.e.a.t.....	1
2. Dap para parcela efectiva y total para el año 2008.....	84
3. Ab para parcela efectiva y total para el año 2008.....	85
4. Volt para parcela efectiva y total para el año 2008.....	86
5. Dap para el año 2003.....	88
6. Ab para el año 2003.....	89
7. Volt para el año 2003.....	90
8. Dap para el año 2004.....	91
9. Ab para el año 2004.....	92
10. Volt para el año 2004.....	93
11. Dap para el año 2005.....	94
12. Ab para el año 2005.....	95
13. Volt para el año 2005.....	96

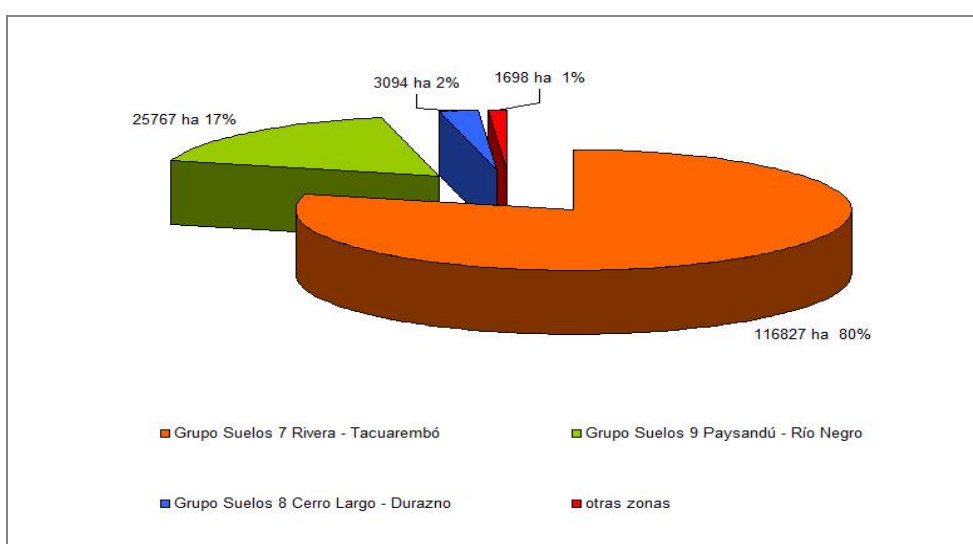
1. INTRODUCCIÓN

Pinus taeda es una de las principales especies forestales de utilización comercial en Uruguay. Hasta 2007, la superficie total forestada bajo proyecto era de 744.616 ha (URUGUAY. MGAP, 2009). El área plantada con especies del género *Pinus* ocupaba 217.894 ha (29,3%); *Pinus taeda* abarcaba 150.865 ha (69,2%) de esta última superficie.

En cuanto a su distribución geográfica, las principales áreas de plantación de *Pinus taeda* se encuentran sobre suelos C.O.N.E.A.T de los Grupos 7 en los Departamentos de Tacuarembó y Rivera, 9 en Paysandú y Río Negro y 8 en Cerro Largo y Durazno, (Gráfico 1).

El principal propósito de producción de las empresas que plantan *Pinus taeda* en Uruguay es obtener madera de alta calidad para aserrío y debobinado; de ahí el interés especial por estudiar sistemas silvícolas que incluyan raleos y podas. Ambas cortas intermedias son esenciales para la producción de este tipo de madera.

Gráfico 1. Distribución de las plantaciones de *Pinus taeda* en grupos de suelos C.O.N.E.A.T.



En *Pinus taeda* la plantación se establece con platines producidos en vivero a partir de semillas. Aún con semilla procedente de huertos semilleros, la variabilidad del material en cuanto a forma y vigor es relativamente alta. Por lo tanto, la densidad de población inicial normalmente oscila entre 1000 y 1666 plantas/ha. En la medida que los árboles compiten y se diferencian según forma y vigor, es necesario reducir esta densidad, a los efectos de concentrar el potencial de crecimiento del sitio en un número decreciente de árboles/ha. Es necesario mantener un determinado nivel de competencia entre individuos, a los efectos de mejorar la forma de los fustes y controlar el desarrollo de las ramas laterales.

La poda de mayor importancia para *Pinus taeda* consiste en la extracción de las ramas laterales desde la base del árbol hasta una cierta altura, a los efectos de reducir la incidencia de nudos y otros defectos anatómicos asociados en el volumen a cosechar en los últimos raleos y en la corta final. En la poda se retira una proporción del área foliar activa en el proceso de fotosíntesis lo que puede reducir la tasa de crecimiento en diámetro del fuste, por el contrario el raleo, al asignar mayor proporción de los factores de crecimiento disponibles a cada árbol remanente, permite compensar este efecto y mantener un incremento aceptable en madera de calidad.

Los objetivos principales del raleo son lograr una alta proporción de árboles de grandes diámetros a turno final, seleccionar los árboles a cultivar según vigor, tasa de crecimiento y forma, eliminando individuos defectuosos y de escaso vigor en sucesivas operaciones, regular las relaciones de competencia entre individuos a lo largo de la rotación y cosechar material leñoso en forma anticipada a la corta final.

El objetivo general del presente trabajo es estudiar la influencia de diversos regímenes de raleo sobre variables dendrométricas y dasométricas en plantaciones de *Pinus taeda* creciendo sobre suelos del grupo C.O.N.E.A.T 7.2 y 7.41. Algunos de estos regímenes incluyen raleos pre-comerciales, en otros la aplicación del primer raleo se retrasa hasta una edad a la que se obtienen trozas comerciales.

Los resultados de este trabajo serán aplicables a casi 100.000 ha, en Tacuarembó y Rivera, con edades de 1 a 11 años. En el mediano plazo, esta información podrá dar sustento al diseño de calendarios de raleo y sistemas silvícolas.

Los objetivos específicos del presente trabajo son:

1. Establecer si existen diferencias significativas entre 16 tratamientos de 19 regímenes de raleo en ejecución, en cuanto a variables dendrométricas y sus respectivas tasas de crecimiento en tres fechas de registro en los meses de mayo, julio y septiembre de 2008.
2. Calcular porcentajes de extracción, en términos de área basimétrica y de volumen total en los diferentes tratamientos de raleo temprano.
3. Describir la evolución de las variables dendrométricas a lo largo del período 2001 – 2006, durante el cual se realizaron mediciones anuales del ensayo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. RALEO

Los raleos son cortas intermedias aplicadas a rodales inmaduros con el fin de estimular el crecimiento de los árboles que quedan en pie e incrementar el rendimiento total en material utilizable del rodal. Se retiran árboles sobrantes con el propósito de concentrar el potencial de producción en un número limitado de individuos selectos (Hawley y Smith, 1972).

Shepherd (1986) define raleo como una corta realizada en un cultivo forestal o rodal inmaduro de modo de acelerar el incremento de los árboles en diámetro, a la vez que se deja un conjunto de árboles en promedio con mejor forma.

Que un raleo sea comercial dependerá directamente del volumen retirado, del diámetro medio de los individuos cosechados y de la existencia de un mercado para este tipo de madera. Por otro lado, en un raleo pre-comercial o a desecho los árboles retirados no tienen tamaño suficiente para ser aprovechados; esta intervención se hace a los efectos de promover el crecimiento del rodal remanente y no tiene un beneficio monetario inmediato (Shepherd, 1986).

2.2. REGIMENES DE RALEO

Según Craib (1939) el mérito de cualquier régimen de raleos puede ser apreciado sólo en relación a lo largo de la rotación y a los objetivos del manejo.

La secuencia total de operaciones de raleo se conoce como régimen de raleos (Shepherd, 1986). Este régimen puede ser caracterizado por:

- 1) Momento de inicio del ciclo de raleos.
- 2) El tipo o método de raleo, que establece el orden de remoción para cada una de las cuatro clases de copas.
- 3) El intervalo entre raleos sucesivos.
- 4) La intensidad de raleos, o cuantos árboles son retirados en cada raleo.
- 5) La severidad del régimen, o cuánto del producto total cosechado durante la rotación se retira bajo la forma de raleos.

2.2.1. Momento de inicio del ciclo de raleos

En teoría, el primer raleo puede ser realizado tan pronto como las copas o los sistemas radicales de los pies individuales comienzan a interferir entre sí (Hawley y Smith, 1972).

Shepherd (1986) en cambio da prioridad a los objetivos de gestión para establecer el inicio de los raleos, formulando dos propuestas básicas, viz., cuando el gestor desea lograr el máximo incremento diametral posible sobre los fustes individuales, es necesario aplicar raleos a partir de una edad temprana. Si en cambio se desea mantener un máximo incremento en volumen total de existencias se deberá cultivar a densidades de rodal mayores.

Otro factor relevante en la decisión acerca del momento de ejecución del régimen raleo es la posibilidad de obtener ganancias intermedias. Aquellas empresas o productores que decidan no realizar raleos a desecho deberán retrasar el inicio del ciclo de raleos, hasta una edad donde se puedan obtengan trozas de diámetro suficiente.

Como contrapartida, cuanto más se retrasa el primer raleo, mayor será el riesgo de obtener menor volumen comercial a lo largo de toda la rotación. El raleo temprano es aconsejable en sitios en los que el rodal debe mantenerse vigoroso, para que pueda resistir daños provocados por insectos, hongos o evitar desórdenes fisiológicos a los que se tornan susceptibles los árboles debilitados por una excesiva y prolongada competencia (Hawley y Smith, 1972).

2.2.2. Tipo o método de raleo

Se pueden reconocer cuatro principios fundamentales para establecer cuáles árboles se retiran y cuáles permanecen en pie luego del raleo, es decir el orden en que se retiran árboles de las diversas clases de copa en una o más operaciones de raleo (Hawley y Smith 1972, Shepherd 1986).

Estos tipos o métodos son: raleo por lo bajo, raleo por lo alto, raleo de selección y raleo sistemático o mecánico. En los tres primeros se tiene en cuenta el crecimiento relativo en tamaño y vigor o bien la posición de la copa de

los árboles como criterio primario de selección. En el cuarto tipo, se da prioridad al espaciamiento entre individuos y a la posición de cada árbol en el terreno (Hawley y Smith, 1972).

En un raleo por lo bajo, las clases de copa inferiores, formadas por árboles suprimidos e intermedios son retirados en primera instancia; se extraen sucesivamente clases de copa más altas hasta lograr la intensidad de raleo deseada (Hawley y Smith, 1972).

El raleo por lo alto es aquél en el que se extraen árboles de las clases de copa superiores, co-dominantes o dominantes, para favorecer el desarrollo de otros individuos de las mismas clases pero más promisorios en cuanto a forma y calidad de fuste (Hawley y Smith 1972, Shepherd 1986).

El raleo de selección supone la remoción de los árboles dominantes del rodal, a menudo aquellos cuyo diámetro supera un valor límite prescrito, favoreciendo el desarrollo de las clases co-dominantes e intermedias, los cuales se convertirán en los futuros árboles comerciales (Shepherd, 1986).

En el raleo sistemático o mecánico, la selección de los árboles a retirar se basa en un patrón de espaciamiento o de raleo predeterminado (ej. la remoción de filas completas o de todos los individuos entre dos puntos a distancia preestablecida), con escasa o nula consideración a la posición de los individuos en el dosel de copas (Hawley y Smith, 1972).

2.2.3. Intervalo entre raleos sucesivos

El intervalo entre raleos sucesivos depende tanto de factores silvícolas como económicos. Entre los primeros, se tiene: calidad de sitio, nivel de competencia, sanidad y estabilidad del rodal. Entre los segundos, están: costos de cosecha, oportunidad de mercado, volumen mínimo de cosecha, disponibilidad de maquinaria y mano de obra. El intervalo será menor (la frecuencia de raleo mayor) en rodales jóvenes, creciendo sobre sitios de alta productividad, que en rodales maduros cultivados sobre sitios de baja calidad (Shepherd, 1986).

2.2.4. Intensidad o peso de raleo

El peso o intensidad de raleo expresa la proporción de las existencias en pie que se retira, comúnmente en términos de variables de densidad de rodal, entre otras: número de árboles por unidad de superficie, área basal (A_b) e indicadores como el factor de espaciamiento, coeficiente de espaciamiento e índice de densidad de rodal de Reineke (Day y Gonda, 1987). Estos indicadores son comúnmente utilizados para prescribir y diseñar calendarios de raleo en *Pinus taeda* y *Pinus elliottii*.

Se han desarrollado diversos índices de espaciamiento para estimar la intensidad o peso de los raleos. Burkhart (1990) identificó un total de 17 índices clasificados en cuatro grupos, según estén basados en área basal, suma de diámetros, alturas y volúmenes

2.2.5. Severidad del régimen de raleos

La severidad del régimen de raleos es una expresión del efecto combinado de las intensidades de todos los raleos a lo largo de la rotación.

Puesto que el volumen o el valor de los productos cosechados del rodal es el criterio mediante el cual se juzga en última instancia el desempeño de un régimen de raleos, es frecuente que la severidad se exprese en estos términos. El índice de severidad más fácilmente calculado es el cociente entre el volumen retirado como raleos y el volumen total (V_{olt}) cosechado a lo largo de la rotación ($V_r/V_R \%$).

2.3. ENSAYO DE RALEO EN *PINUS TAEDA*

2.3.1. Ensayos de raleo en *Pinus taeda*

Burton (1982) evaluó un ensayo de raleo instalado en 1954 en una plantación de *Pinus taeda* en Crosett, Arkansas. El diseño del ensayo fue en bloques completos al azar (Bca). Los bloques habían sido establecidos a partir del área basal y diferencias inferidas sobre la calidad de sitio. Se marcaron 12 parcelas cuadradas de 0.25 acres (1011m²), separadas por fajas de unos 20 m de ancho (1 chain equivale a 20.11680m). Se eligieron 100 árboles/acre (25 árboles/parcela) vigorosos, bien espaciados y con buena forma para turno final. Se asignaron cuatro tratamientos al azar dentro de cada bloque, viz. a) raleo de todos los árboles salvo los de turno final a la edad de 9 años, reduciendo el área basal a 2.3 m²/ha; los rodales fueron raleados a 190, 160, 120 y 100 árboles/ha a las edades 1, 24, 27 y 30 años; b) raleos a las edades de 9 y 12 años, retirando individuos no pertenecientes al rodal de turno final a la edad de 15 años y raleos a las edades de 19, 27 y 30 años, dejando 200, 155 y 130 árboles/ha, respectivamente; c) raleo de todos salvo 250 árboles/ha de turno final, a la edad de 12 años, con raleos a las edades de 24, 27 y 30 años dejando 200, 130 y 110 árboles/ha, respectivamente y d) parcelas testigo, raleadas principalmente por lo bajo hasta 19.5 m²/ha a la edad de 12 años y luego raleos cada 3 años hasta la edad de 30 años, que redujeron la densidad de rodal a 1760, 1160, 820, 620, 480, 365 y 290 árboles/ha a las edades de 12, 15, 18, 21, 24, 27 y 30 años, respectivamente. Con el tratamiento testigo, exceptuando la frecuencia de raleo, se procuró simular la práctica corriente de la silvicultura industrial en la época en que se inició el estudio, sin poda ni control de sotobosque hasta la edad de 27 años.

Wiley y Zeide (1992) estudiaron el desarrollo de una plantación de *Pinus taeda* en el sureste de Arkansas, raleada a diferentes densidades de población. El estudio, diseñado en Bca, con cuarenta parcelas experimentales, comprende cuatro niveles de raleo y tres niveles de poda, con el primer raleo a los 12 años y los demás a los 15, 24, 27 y 30 años de edad. A los 12 años se raleó a 40, 60, 80 y 100 pies²/acre (9,2; 13,8; 18,4 y 23 m²/ha respectivamente). Después del segundo inventario a la edad de 15 años, las Ab se redujeron a 30, 50, 70 y 90 pies²/acre (6,9; 11,5; 16,1 y 20,7 m³/ha respectivamente). Estos tratamientos se repitieron a las edades de 24, 27 y 30 años.

Zeide y Zhang (1999) realizaron un estudio para desarrollar un modelo de predicción del aumento en diámetro a la altura del pecho (Dap) por efecto del

raleo a partir de información de inventario comúnmente disponible. Este aumento en el diámetro promedio tiene dos componentes, el crecimiento continuo de los árboles y el aumento discreto que resulta de la mortandad natural o el raleo de los individuos de menor tamaño. Este último es a su vez resultado de competencia, que determina el método e intensidad de raleo, la variabilidad de los árboles en pie y la relación entre valores medio y extremos.

Amatéis (1998) estudió datos de cuarenta y cinco localidades del estudio regional de la Loblolly Pine Growth and Yield Research Cooperative (Cooperativa de Investigación en Crecimiento y Rendimiento de *Pinus taeda*) para comparar los efectos de primeros y segundos raleos sobre supervivencia, altura dominante, Ab y densidad de población. El estudio fue descrito por Burkhart y Bredenkamp (1989). En cada localidad se establecieron tres parcelas, viz. 1-parcela testigo sin ralear, 2-parcela con raleo liviano, 30% de Ab y 3-parcela con raleo pesado, 50% del Ab. Se definieron variables de respuesta calculadas a partir de números de árboles por unidad de superficie, altura total (Ht) y Ab de parcelas raleadas y de parcelas testigo.

Crechi et al. (2001) estudiaron la intensidad y oportunidad de raleo en *Pinus taeda* sobre la producción de madera en el noreste de Misiones, el ensayo fue diseñado en Bca, con dos niveles de intensidad y testigo, tres de oportunidad y tres repeticiones.

La intensidad de los tratamientos fue definida por el Ab y caracterizado en: sin raleo (testigo), raleo al 33% y raleo al 66% del Ab del testigo. Los tres tratamientos de oportunidad fueron definidos con períodos de 2, 4 y 6 años. En lo que respecta a la intensidad y oportunidad de los tratamientos aplicados fueron: intensidad T₀ (0% sin raleo), T₁ (33% de T₀), T₂ (66% de T₀), oportunidad: F₁ (cada 2 años), F₂ (cada 4 años), F₃ (cada 6 años).

Los valores de Dap promedio (cm) observados por Crechi et al. (2001) a la edad de 17 años fueron, para intensidad (T) y oportunidad (F) de raleo: T₀= 25,5; T₁F₁= 31,7; T₁F₂= 31,6; T₁F₃= 30,4; T₂F₁= 48,4; T₂F₂= 43,0 y T₂F₃= 41,2.

Los resultados muestran la existencia de diferencias significativas entre los Dap de los tratamientos, indicando la influencia del raleo sobre el crecimiento en diámetro. La comparación de los promedios mostro que el mayor diámetro obtenido se mostro en el tratamiento con mayor intensidad y menor oportunidad

de raleo, presentando a los 17 años un valor próximo a los 50 cm de Dap. La comparación de los resultados muestra que raleos pesados promueven una ganancia sustancial en el incremento y en la dimensión final del Dap.

Haywood (2005) estudió la influencia de raleo pre-comercial y fertilización a la edad de 8 años en una plantación de *Pinus taeda* con 2900 árboles/ha. Los tratamientos incluyeron parcelas con y sin raleo pre-comercial de 2900 a 747 árboles/ha. El ensayo fue evaluado durante seis estaciones de crecimiento, entre las edades de 9 y 14 años

2.3.2. Ensayos de raleo en *Pinus taeda* en Uruguay

Lussich (2002) analizó los efectos del raleo pre-comercial sobre el crecimiento de *Pinus taeda* en Tacuarembó, Uruguay. Describe la instalación y evaluación inicial del ensayo de raleo que es objeto de estudio del presente trabajo.

Cardozo et al. (1986) evaluaron el crecimiento de *Pinus taeda* cultivado a diferentes espaciamientos en un ensayo instalado en 1977 sobre suelos C.O.N.E.A.T. 7.32 en Tacuarembó. El diseño experimental fue en Bca con tres repeticiones y 16 tratamientos (espaciamientos). Se evaluaron sólo 5 espaciamientos, viz. 2.5 x 2.5m; 4 x 2m; 3 x 3m; 4 x 3m y 4 x 4m. Estos espaciamientos corresponden a densidades de rodal de 2500, 1250, 1111, 833 y 625 árboles/ha, respectivamente.

2.4. EFECTOS DEL RALEO SOBRE LAS VARIABLES DENDROMÉTRICAS

2.4.1. Diámetro a la altura del pecho (Dap)

Dentro de las variables dendrométricas en estudio, el Dap está abundantemente documentado como la más afectada por la aplicación de raleos. Hawley y Smith (1972) atribuyen este hecho a que el diámetro medio de una población completa es aumentado automáticamente por el simple hecho de extraer algunos árboles menores.

Zahner y Whitmore (1960) concluyen que es posible obtener diámetros mayores en *Pinus taeda* en rotaciones breves, con un sistema silvícola en el

cual se mantenga a densidad relativamente baja. En el ensayo de diferentes intensidades de raleo, observó que a mayor peso de raleo mayor Dap medio, debido a mayor desarrollo de raíces y copas, así como períodos de crecimiento más prolongados.

Wiley y Zeide (1992) observaron un notorio efecto del raleo, en especial de la intensidad de raleo sobre el Dap, el cual es significativamente afectado, aumentando notoriamente con el aumento de la intensidad del raleo.

Cuadro 1. Variables de árboles en pie (densidad, número de árboles, Dap y Ht).

Densidad (m ² /ha)	Número de árboles por hectárea	Dap (cm)	Ht (m)
6,9	9	44,5	22
11,5	17	40,5	22,8
16	26	36,25	22,5
20,6	35	32,75	22
Control	50	25	18,9

Fuente: Wiley y Zeide (1992).

Zhang et al. (1997) estudiaron la influencia del raleo sobre el Dap, altura y su relación, en *Pinus taeda*. Encontraron que el raleo, como era de esperarse, tiene un efecto significativo en ambas variables, pero el efecto es más visible es sobre el Dap, el cual es significativamente mayor en las parcelas raleadas con mayor intensidad.

Zeide y Zhang (1999) concluyeron que la exclusión de árboles del rodal, ya sea por mortalidad o por raleo, es un componente relevante en la dinámica de los árboles remantes, constituyendo 1/3 del crecimiento del diámetro y 1/4 del incremento total del diámetro.

Burton (1982) en la evaluación del experimento sobre plantaciones de *Pinus taeda* de 33 años, en Crossett, Arkansas. Observo la existencia de diferencias entre los Dap medios según la intensidad de los raleos. Los mayores valores, entre 42.75 y 45 cm correspondieron a parcelas con raleos más severos en comparación con 30,75 cm en el tratamiento testigo.

2.4.2. Altura (H)

Hawley y Smith (1972) indican que el crecimiento en H está controlado en gran parte por los factores prácticamente inalterables del sitio, excepto cuando la densidad de las masas es muy baja o extremadamente elevada. Es por esta razón que la altura media (Hm) de los pies dominantes y co-dominantes a una edad determinada es el índice estándar de la calidad del sitio.

Zhang et al. (1997) estudiaron el efecto del raleo sobre H, diámetro y su relación, los mismos encontraron que el raleo tiene un efecto positivo sobre la H; además los resultados sugieren que el raleo tiene un mayor efecto en el crecimiento en H en sitios de buena calidad. Sin embargo el autores resaltan que la H de los árboles tomada por clase diamétrica disminuye significativamente al aumentar la intensidad de raleo, siguiendo siempre el mismo patrón, raleo pesado < raleo suave < control. Esto es el resultado de una respuesta a corto plazo al raleo, pero a largo plazo, la situación se revierte y según los autores la tendencia del raleo es aumentar el crecimiento en H de los árboles, siendo mayor el efecto sobre el crecimiento en H cuando más intensos son los raleos.

Wiley y Zeide (1992) establecieron que el raleo tiene un efecto sobre Ht. Se observaron diferencias significativas entre la parcela control y las demás. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre Hm de parcelas raleadas

Baldwin et al. (2000) encontraron en su estudio sobre espaciamiento inicial y raleos en *Pinus taeda* L de 3 años de edad en EE.UU, que el espaciamiento y los tratamientos de raleo afectan la Hm de todos los árboles y la Hm de los co-dominantes y dominantes, aunque las diferencias fueron inconsistentes con respecto a los niveles de los tratamientos.

En contraste, Crechi et al. (2001) no observaron diferencias significativas entre Hm de tratamientos, si bien detectaron una tendencia a valores decrecientes de esta variable con mayores intensidades de raleo.

Lussich (2002) encontró que el raleo afecta en forma negativa el crecimiento en H luego del raleo. Haywood (1993) observó que en un ensayo de raleo en una plantación de 8 años de *Pinus taeda* L, un menor crecimiento en la H luego

del raleo, sin diferencias significativas en los crecimientos en H luego del tercer año.

2.4.3. Volumen (Vol)

Es razonable esperar que la relación entre Ht y Dap (los cuales son variables determinantes en el volumen de un árbol), sean diferentes en plantaciones raleadas y no raleadas (Zhang et al., 1997).

La producción total en Vol maderable para una masa boscosa de composición determinada, en un sitio dado, es para todos los fines prácticos, constantes y óptimos para un amplio campo de densidades de rodal, puede ser disminuida pero no aumentada, alterando la densidad de rodal por encima o por debajo de dicho rango (Hawley y Smith, 1972). Los mismos autores sin embargo afirman que los raleos destinados a anticipar las pérdidas de Vol por la competencia natural, representan el único método confiable para aumentar la producción y el Vol aprovechable de una masa forestal. Hawley y Smith (1972) resumen que el efecto del raleo sobre el rendimiento en Volt del rodal consiste en: 1) ahorrar las pérdidas esperadas y 2) administrar la masa de forma que aumente el tamaño medio y la calidad de los árboles presentes en las fases posteriores del turno.

En general varios autores concuerdan en que el raleo tiene un efecto significativo sobre el incremento en volumen individual (Voli). Yu et al. (1999) observaron un aumento en el crecimiento e incremento en Voli por efecto del raleo. En las parcelas raleadas, el crecimiento en volumen promedio (Volp) varió entre 116 a 315 % mayor respecto a parcelas no raleadas durante el período 1989 a 1994.

El raleo tiene el efecto de incrementar la producción de madera de aserrío, por unidad de superficie; en contraste, la producción total en Vol se ve reducida (Burton, 1982).

Wiley y Zeide (1992) al analizar el Volt acumulado de los árboles remanentes, observaron que este aumenta con la densidad del rodal, en las parcelas más fuertemente raleadas siempre se obtuvieron volúmenes significativamente menores al resto de los tratamientos

La Teoría de Mar difundida por Möller, citada por Lussich (2002) en relación al crecimiento y producción forestal establece que, en un rodal forestal sin raleo la producción bruta por unidad de superficie a largo plazo, es aproximadamente igual a la suma de producciones intermedias (raleos) y el Vol de corta final, si el mismo hubiera sido sometido a un régimen de raleos

Haywood (2005) observó que el Vol con corteza en los 5 m basales del fuste se incrementó de manera consistente con los tratamientos de raleo y fertilización. Concluyó que estas prácticas silvícolas no afectan la forma del fuste en su porción basal.

2.4.4. Área basal (Ab)

Hawley y Smith (1972) indican que el crecimiento de una masa en Ab no puede ser alterado apreciablemente a menos que la masa llegue a hacerse fuertemente sub-poblada o anormalmente densa. Está claro que el crecimiento en términos de Ab puede ser favorecido muy substancialmente si la masa es raleada de forma muy severa. Los autores comentan que aunque pueda considerarse al incremento de Ab constante para la masa como un todo, la cantidad que corresponde a cada árbol puede ser aumentada substancialmente reduciendo el número de árboles de la masa.

Hay diversas razones fisiológicas diferentes por las que el incremento de Ab aumenta liberando el árbol mediante los raleos. Las razones más importantes son la expansión de la copa, el aumento resultante de la superficie foliar, y un aumento súbito en la cantidad de agua, alimentos y luz de que puede disponer el árbol liberado (Hawley y Smith, 1972).

Amatéis (1998) observo diferencias significativas en Ab en primer y segundo raleo. El análisis de regresión indicó que 42% de la variabilidad de la diferencia en respuesta entre primer y segundo raleo podría explicarse por Ab retirada en el segundo raleo y la interacción entre este valor y la edad del segundo raleo. No obstante gran parte de la variabilidad no es explicada por variables dasométricas o peso de raleo.

Cuadro 2. Ab (m²/ha) en cada tratamiento a la edad del primer raleo (instalación del ensayo), 3 años después, luego del segundo raleo y 3 años después de éste

	Primer Raleo (establecimiento)	Año 3	Segundo Raleo (año 12)	Año 15
Control	21,79	26,49	34,78	36,25
Raleo liviano (Ab después del raleo)	14,69	18,82	19,70	21,88
Raleo pesadp (Ab después del raleo)	12,14	15,98	15,91	17,9

Fuente: Amatéis (1998).

Haywood (1993) observó que el raleo disminuye el Ab de manera considerable. Las Ab de los tratamientos con raleo no alcanzaron los valores del tratamiento control luego de varios años de crecimiento. Se observó que el raleo en *Pinus taeda* de 8 años de edad con un peso de 75% de los árboles, resultó en menor Ab acumulada durante los tres años siguientes (7,8 m²/ha versus 5,3 m²/ha, para parcelas sin raleo y raleadas, respectivamente)

Por otra parte, Hausenauer et al. (1997). Evaluaron crecimiento de Ab luego del raleo, observando que los valores de las parcelas con raleo se aproximaban a las Ab de las parcelas testigo; no se observó diferencias entre tratamientos en cuanto al crecimiento de Ab del rodal.

2.5. FACTOR DE FORMA

El factor de forma (Ff), es un valor empleado como factor de corrección para considerar la conicidad del fuste en la estimación de volumen real (Volr). Depende de la reducción del diámetro en sección transversal del tallo con la altura y el volumen de un cilindro, este último calculado a partir de un diámetro normal y una altura de referencia.

Sorrentino (1981) explica que el Ff corrige la verdadera forma del árbol, en relación a la fórmula de volumen de un cilindro. Según el autor la verdadera forma del fuste de la mayoría de los árboles corresponde a alguna situación intermedia, y su factor geométrico oscila entre 1 (cilindro perfecto) y un neiloide (factor 0,25).

El Ff se ve afectado por Dap, Ht y condiciones de crecimiento. Su valor decrece con el aumento de Dap. Esta disminución es muy pronunciada entre las clases diamétrica menores, con una tendencia asintótica hacia las mayores (Lussich, 2002).

2.6. ÍNDICES DE DENSIDAD DEL RODAL

Antes de que pueda elaborarse ningún programa, primero es necesario escoger alguna unidad conveniente que pueda utilizarse para valorar la cantidad de espacio de crecimiento ocupado por los pies de todos los tamaños. El número de estas unidades por hectárea será una medida apropiada de la densidad de la masa (Hawley y Smith, 1972).

Existen varios índices de densidad que pueden ser utilizados para la realización de uno o varios raleos a lo largo de la rotación para las distintas especies. En general los índices más utilizados y más simples son el número de árboles/ha y algunos que consideran medidas de tamaño de árbol como el área basal. Otros índices de densidad que han sido mencionados anteriormente son: el coeficiente de espaciamiento, el factor de espaciamiento y el índice de Reineke, como formas adecuadas de regular la densidad de los rodales. Cabe destacar que estos índices de densidad son índices biológicos de raleo, lo que no incluye que sean económicamente o sanitariamente viables en algunos casos.

2.6.1. Ab

La cantidad de Ab que deberá conservarse durante las fases medias y últimas del turno varía ampliamente, de acuerdo a las características de la especie, del lugar, y de los objetivos de gestión (Hawley y Smith, 1972). Estos autores resaltan que el problema es determinar el Ab mínima que hay que mantener en las diversas fases del turno o, en otras palabras, el Ab a dejar después de cada raleo. Durante una serie de raleos, el Ab de una masa es

periódicamente reducida y luego se deja que aumente de tal modo que fluctúa entre ciertos límites ampliamente definidos. Estos límites están determinados preferentemente por los objetivos de producción de la propia empresa.

Teniendo en cuenta este índice para plantaciones de *Pinus taeda* en nuestras condiciones, al Ab se deja luego del raleo entre un rango de entre 21–25 m²/ha, dependiendo de los requerimientos de intensidad del raleo que tiene el rodal en cuestión.

En el estudio realizado por Wiley y Zeide (1992) en el cual se estudian los efectos de 4 niveles de raleo y 3 de poda sobre *Pinus taeda* L. A los 12 años de edad para determinar la intensidad de la aplicación del primer raleo se utilizó como índice de densidad del rodal el Ab remanente, quedando con 40, 60, 80 y 100 pies/acre, (9.18; 13.77; 18.36; y 22.96 m²/ha). Posteriormente a los 15 años se redujeron nuevamente esas Ab a 30, 50, 70 y 90 pie/acre, (6.89; 11.48; 16.07 y 20.66 m²/ha). Manteniendo estos niveles de intensidad para los próximos raleos.

2.6.2. Coeficiente de espaciamiento

El coeficiente de espaciamiento se basa en la existencia de una relación lineal entre la inversa del Dap medio de los individuos dominantes y co-dominantes en una población en competencia y la densidad de la población para un amplio rango de valores (Lussich, 2002). Este coeficiente indica el espacio medio existente entre los árboles remanentes del rodal.

$$Ce = \frac{\sqrt{\frac{S}{N}}}{Dap D, Cd}$$

Donde:

Ce: coeficiente de espaciamiento

S: superficie en m²

N: número de individuos vivos en pie

Dap D, Cd: diámetro a la altura del pecho promedio de árboles dominantes y co-dominantes en metros. (100 árboles/ha)

La utilidad de este índice depende directamente del tipo de raleo seleccionado, ya que es el raleo por lo bajo en donde se denota su efecto y puede ser aplicado como índice de densidad. Esto es debido a que si se realiza otro tipo de raleo en los cuales se extraen árboles dominantes y/o co-dominantes se afecta al mismo tiempo el número de árboles y el Dap de los mismos. Así sería imposible conocer en que forma el Ce aumenta realmente por la generación de espacio medio y cuanto por la disminución de la media del Dap de los árboles dominantes y co-dominantes.

Para *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* se han propuesto un rango de valores de Ce, entre los cuales el mismo podría oscilar según el o los objetivos del cultivo. Así pues, es tomado como valor crítico un $Ce \leq 15$, el cual determina un estado de competencia, los valores más convenientes para llevar el Ce luego del raleo variaría entre 18–20. Se lleva a 18 cuando se quiere realizar un raleo relativamente liviano, en cambio si la necesidad es obtener madera con diámetros grandes para aserrado o debobinado es más conveniente realizar raleos pesados llegando a un coeficiente de 20.

2.6.3. Factor de espaciamiento (%)

Al igual que con el Ce este es un índice de densidad que puede guiarnos en la planificación silvícola.

El Fe es característico de cada especie en cultivo e independiente de la calidad de sitio. Para rodales que tienen como destino el aserrío y debobinado, luego de que alcancen el valor mínimo, es necesario subir el Fe en un 3% mediante raleo (Lussich, 2002).

$$Fe = \frac{\sqrt{\frac{S}{N}}}{HD, Cd} * 100$$

Donde:

Fe: factor de espaciamiento

S: superficie en m²

N: número de individuos vivos en pie

H D, Cd: altura promedio de los árboles dominantes y co-dominantes en metros. (100 árboles/ha)

Quando el Fe llega a un valor de 21% o menor es necesario la aplicación de raleo.

Al utilizar este índice para programas de raleos se deben tener dos criterios diferentes dependiendo de la edad del cultivo con respecto a la rotación. Así en aquellas plantaciones que pasen de la mitad de la edad de rotación el Fe se lleva a 24% subiendo un 3% como se cito anteriormente. En cambio para rodales jóvenes es conveniente aumentar el mismo a 28% aproximadamente, (o sea, se junta el peso de dos raleos) debido al rápido crecimiento de los árboles en edades jóvenes, evitando así tener que realizar dos raleos seguidos en poco tiempo, y por ende se evitan problemas prácticos y económicos.

Al igual que con la utilización de los índices explicados anteriormente, el rango de valores de Fe a utilizar depende directamente de los objetivos de producción.

2.6.4. Índice de densidad de Reineke

El índice de densidad de Reineke (IDR) fue derivado en la década de 1930, con el objetivo de medir la espesura forestal, en rodales no intervenidos, totalmente poblados con diversas especies de EUA. Al graficar el logaritmo del número de árboles versus el logaritmo del diámetro cuadrático medio, obtuvo una relación lineal, en forma independiente de la edad de los rodales o la calidad de sitio. La pendiente fue postulada como independiente de la especie y situada en torno -1,605. Conociendo entonces como IDR, al número de árboles de 25,4 cm por hectárea de espesura equivalente (Lussich, 2002).

$$S = N \left(\frac{D}{25.4} \right)^r$$

Donde:

S= IDR

N= numero de pies por hectárea

D= diámetro cuadráticos (cm)

$r = \text{constante} - 1,605$

A diferencia de los índices anteriores este es utilizado para saber si el rodal esta en competencia o no, pero no es posible definir el peso de raleo con el mismo.

Según lo citado por Lussich (2002) el índice de densidad de Reineke tiene el potencial de ser un método sumamente útil para evaluar y comparar densidades del rodal y proporciona un procedimiento importante para desarrollar relaciones de densidad del rodal en planes silvícolas.

Este índice no deja de tener diferencia con los demás en cuanto a que los valores de IDR óptimos para el rodal en cuestión, depende de los objetivos de producción, por tanto si el destino de producción es madera de alta calidad (aserrado y debobinado) se debe ralear hasta un valor más bajo de IDR, que si su destino de producción fuera de madera para pulpa donde el IDR luego del raleo es mayor.

2.7. OTROS EFECTOS DEL RALEO

Existen otros efectos propios del raleo en una masa de árboles que tienen una gran importancia en la realización o programación de los mismos.

El efecto sobre la economía es probablemente el más importante de todos Hawley y Smith (1972) son claros al exponer que el problema de si los raleos son aplicables a una situación dada viene determinado más por factores económicos que por consideraciones silvícolas. Para estos autores la primera y, a menudo, la mayor ventaja de los raleos se basan en el hecho de que produce beneficios de modo periódico a lo largo del turno, en lugar de posponerlos hasta el final.

Por otra parte la incidencia positiva que tienen los raleos sobre la reducción de los ataques propinados por plagas o enfermedades, así como en la reducción de riesgos de incendios, y un menor riesgo a las adversidades climáticas ha sido confirmado por varios autores. Un programa de raleos puede resultar indispensable a los efectos de mantener un estado sanitario adecuado en el rodal. La alternativa [no ralear] puede implicar pérdidas significativas por

mortalidad o por crecimiento deficitario o bien por la necesidad de costosos programas de control de plagas o enfermedades (Shepherd, 1986).

El raleo según Hawley y Smith (1972) favorece el desarrollo de pies con copas simétricas, troncos derechos y vigorosos. Al favorecer el vigor de los árboles los raleos aumentan la resistencia de la masa a la mayor parte de insectos y hongos. Algunos de ellos son muy comunes y conocidos en plantaciones de *Pinus taeda* en Uruguay como *Sirex noctilio*.

Butcher y Havel, citados por Shepherd (1986) afirman que el control de densidad en el rodal mediante raleo puede ser necesario a los efectos de mantener la estabilidad de los árboles en relación al viento, de prevenir mortalidad por sequía o de reducir el consumo de agua por parte de rodales implantados sobre acuíferos que alimentan reservorios de uso urbano.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevo a cabo en un ensayo de *Pinus taeda* de 11 años de edad, en el departamento de Tacuarembó, establecimiento “La Tuna”, ruta 5 Km 419, en un total de 5,22 há.

El diseño del ensayo es en bloques completos al azar, e incluye 19 tratamientos de raleo en 3 repeticiones. En el ensayo hay un total de 58 parcelas cuadradas de 900 m² cada una. Las parcelas fueron marcadas con escuadra óptica y cinta métrica, los vértices de cada parcela están marcados con tubos de plástico, en los del vértice superior izquierdo de cada parcela se identifica el bloque, número de parcela y el tratamiento. Las parcelas están divididas en dos sectores, sector A y sector B (ver cuadro 3). El sector A esta situado a lo largo de una ladera de exposición este-noreste con 33 parcelas, y el sector B se sitúa sobre una ladera noreste con 25 parcelas.

En el croquis se puede observar la disposición de las parcelas según su distribución real en el campo. Los bloques fueron numerados según su Ab al ser instalado el ensayo y se identifican con colores: azul (bloque 1 de mayor Ab), rojo (bloque 2 de Ab intermedia) y amarilla (bloque 3 con la menor Ab).

En cada unidad experimental se señalan 1- Número de parcela; 2- Número de tratamiento (árboles por parcela) y 3- Número equivalente de árboles por hectárea.

Inicialmente los tratamientos evaluados al año 2000 fueron 6; 500, 600, 650, 700, 800, y el control de 1000 árboles/ha. Sin embargo con el pasar de los años y con el cumplimiento del calendario de raleo para los diferentes tratamientos estos se irán diferenciando (ver cuadro 4). En 2008 el calendario de raleo fue revisado y modificado en varios aspectos y difiere del descrito por Lussich (2002), por lo cual para este año la cantidad de tratamientos es 15. A partir de 2014 se prevé evaluar 19 tratamientos

A continuación se muestra un cuadro que contiene el calendario de raleo para los tratamientos hasta turno final.

Cuadro 4. Plan de aplicación de tratamientos.

Año	1997	2000	2003	2004	2005	2006	2009	2010	2013	2014	2023
Edad	0	3	6	7	8	9	12	13	16	17	26
Tratamiento	Número de árboles/ha										
1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	650	650	650	650	650
2	1000	700	700	700	700	700	450	450	450	450	450
3	1000	650	650	650	650	650	650	650	650	250	250
4	1000	500	500	500	500	500	325	325	325	170	170
5	1000	800	800	800	800	800	450	450	250	250	250
6	1000	800	800	800	800	800	450	450	450	170	170
7	1000	650	650	650	650	650	450	450	250	250	250
8	1000	650	500	500	500	500	250	250	250	250	250
9	1000	500	500	250	250	250	250	250	250	250	250
10	1000	500	500	500	500	200	200	200	200	200	200
11	1000	1000	750	750	750	500	350	350	350	350	350
12	1000	800	800	800	500	500	500	500	500	500	500
13	1000	800	600	600	600	400	400	250	250	250	250
14	1000	700	700	700	500	500	500	500	500	170	170
15	1000	700	700	700	700	700	450	450	150	150	150
16	1000	700	500	500	500	350	350	350	350	350	350
17	1000	600	600	600	600	600	350	350	350	350	350
18	1000	600	600	600	300	300	300	300	300	300	300
19	1000	600	600	600	600	600	400	400	200	200	200

El siguiente cuadro muestra los diferentes tratamientos según el momento, intensidad y cantidad de raleos que son aplicados en ellos.

Cuadro 5. Tratamientos agrupados según número de raleos, indicando peso, año y ejecución de raleo en cada tratamiento.

	Año	1997	2000	2003	2004	2005	2006	2009	2010	2013	2014	2017	2023
	Edad	0	3	6	7	8	9	12	13	16	17	26	
Tratamiento o/ número de raleos	Porcentaje de raleo (%) aproximado												
1	1 raleo							35					
2	2 raleos		30					35					
3			35								60		
17			40					40					
18			40			50							
9			50		50								
10			50					60					
12	3 raleos		20			40							
5			20					45		45			
6			20					45			60		
11				25			30	30					
16			30	30			30						
14			30			30						65	
15			30					35		70			
8			35	25				50					
7			35					30		45			
19			40					35		50			
4	4 raleos		50					35			50		
13			20	25			30		40				

En los cuadros siguientes se muestra la evolución de los tratamientos desde el comienzo del ensayo hasta el año en estudio. Es así que se puede observar cómo se van diferenciando los tratamientos al ir cumpliendo con su calendario de raleo.

Cuadro 6. Tratamientos periodo 2000, 2001 y 2002.

Tratamientos	Años	
	1997	2000, 2001, 2002
	Densidad (árboles/ha)	
1-11	1000	1000
5-6-12-13	1000	800

2-14-15-16	1000	700
3-7-8	1000	650
17-18-19	1000	600
4-9-10	1000	500

Cuadro 7. Tratamientos para 2003.

Tratamientos	Años	
	2000, 2001, 2002	2003
	Densidad (árboles/ha)	
1	1000	1000
11	1000	750
5-6-12	800	800
2-14-15	700	700
13	800	600
16	700	500
3-7	650	650
17-18-19	600	600
8	650	500
4-9-10	500	500

Cuadro 8. Tratamientos 2004.

Tratamientos	Años		
	2000, 01, 02	2003	2004
	Densidad (árboles/ha)		
1	1000	1000	1000
11	1000	750	750
5-6-12	800	800	800
2-14-15	700	700	700
3-7	650	650	650
13	800	600	600
17-18-19	600	600	600
16	700	500	500
8	650	500	500
4-10	500	500	500
9	500	500	250

Cuadro 9. Tratamientos 2005.

Tratamientos	Años			
	2000, 01, 02	2003	2004	2005
	Densidad (árboles/ha)			
1	1000	1000	1000	1000
5,6	800	800	800	800
12	800	800	800	500
11	1000	750	750	750
2, 15	700	700	700	700
14	700	700	700	500
3,7	650	650	650	650
13	800	600	600	600
16	700	500	500	500
17,19	600	600	600	600
8	650	500	500	500
18	600	600	600	300
4,10	500	500	500	500
9	500	500	250	250

Cuadro 10. Tratamientos periodo 2006, 2007 y 2008.

Tratamientos	Años				
	2000, 01, 02	2003	2004	2005	2006, 07, 08
	Densidad (árboles/ha)				
1	1000	1000	1000	1000	1000
5,6	800	800	800	800	800
11	1000	750	750	750	500
2, 15	700	700	700	700	700
12	800	800	800	500	500
14	700	700	700	500	500
3,7	650	650	650	650	650
13	800	600	600	600	400
17, 19	600	600	600	600	600
18	600	600	600	300	300
8	650	500	500	500	500
4	500	500	500	500	500
16	700	500	500	500	350

10	500	500	500	500	200
9	500	500	250	250	250

3.1. TRABAJO DE CAMPO

En cada parcela se procedió a medir la circunferencia a la altura del pecho (1,37 m) de la totalidad de los árboles en pie de las mismas. Para evitar sesgo en las mediciones los árboles están marcados con una franja de pintura a 1,37 m, así se asegura que las mediciones en el tiempo sean en el mismo lugar para cada árbol. Las mediciones fueron realizadas en tres etapas separadas a intervalos de 60 días. La primer medición se realizo en mayo (el 19 y 20), la segunda en julio (el 21 y 22) y la tercera en septiembre (el 17 y 18).

Anteriormente a esto se procedió a la marcación de una sub parcela para poder estudiar el posible, efecto borde, el cual posee 2,5m de ancho para separar cada unidad experimental. Por lo tanto las dimensiones de las sub-parcelas internas son de 25 x 25 m con una superficie de 625 m² c/u.

Para la delimitación de las sub-parcelas a campo, se procedió a la marcación de las diagonales correspondientes a la parcela mayor, en su longitud a 5m de los extremos se marcaron los vértice de la parcela efectiva, donde se colocaban varillas que delimitarían el perímetro de la misma, de esta forma quedo un cuadrado interno de 625 m², constituyendo los árboles de borde los que quedaron por fuera de este, anotando los números de los mismo en la planilla (ver anexo 1).

Las mediciones de altura son proporcionadas por la empresa Weyerhaeuser S.A, la cual realiza evaluaciones anuales del ensayo. El factor de forma no pudo ser medido por razones de la logística, tiempo y costos, por lo cual se asume que los tratamientos no afectan significativamente la forma de los árboles.

3.2. TRABAJO DE GABINETE

En esta sección se pasa a la revisión de los datos, donde se construyó una base de datos con los registros de 2008 y una serie de mediciones anuales proporcionadas por la empresa Weyerhaeuser S.A. da las variables Dap y Ht.

A partir de estos datos primarios, se calcularon otras variables como: Ab, Volt, Ima de Ab e Ima de Volt.

Los registros de todas las variables fueron ordenados en hojas de cálculo Microsoft Excel según requisitos del software estadístico para su correcta lectura y análisis.

En la realización de los análisis estadísticos se usó el procedimiento Mixed del paquete estadístico SAS versión 9.1.3 (publicada por el SAS Institute en 2005). Donde las medias de los efectos significativos fueron comparadas usando el test de Tukey. En este procesamiento estadístico se consideraron varias opciones de modelos a ser aplicados, debido a la aparición de cuatro bases de datos, las cuales requieren condiciones disímiles para ser correctamente analizadas, es así que se pueden encontrar con cuatro modelos según las variables dendrométricas y dasométricas analizadas.

Análisis por año y por medición de datos por árbol, donde se considera para los años 2003, 2004 y 2005 los datos Dap, Ht e Ima respectivos.

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} + \delta_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : es la variable de respuesta.

μ : es la media general.

τ_i : es el efecto del i -ésimo tratamiento.

β_j : es el efecto del j -ésimo bloque.

ϵ_{ij} : es el error experimental (entre parcelas).

δ_{ijk} : es el error de muestreo (entre árboles, dentro de parcelas).

Análisis por año y por medición de datos por hectárea, donde se consideran para los años 2003, 2004 y 2005, Ab, Volt/ha/año, e Ima respectivos.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : es la variable de respuesta.

μ : es la media general.

τ_i : es el efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j : es el efecto del j-ésimo bloque.

ϵ_{ij} : es el error experimental.

Análisis de medidas repetidas, donde se consideran los datos por árbol para 2008(en tres fechas de registro), de Dap e Ima.

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} + \eta_k + (\tau\eta)_{ik} + \delta_{ijk} + \xi_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} es la variable de respuesta.

μ es la media general.

τ_i es el efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j es el efecto del j-ésimo bloque.

ϵ_{ij} es el error experimental.

η_k es el efecto del k-ésimo periodo de medición.

$(\tau\eta)_{ik}$ es la interacción entre tratamiento y medición.

δ_{ijk} es el error entre mediciones (dentro de parcelas).

ξ_{ijkl} es el error entre árboles.

Análisis de medidas repetidas por hectárea, de Ab, Volt, e Ima correspondiente.

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} + \eta_k + (\tau\eta)_{ik} + \delta_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} es la variable de respuesta.

μ es la media general.

τ_i es el efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j es el efecto del j-ésimo bloque.

ϵ_{ij} es el error experimental.

η_k es el efecto del k-ésimo periodo de medición.

$(\tau\eta)_{ik}$ es la interacción entre tratamiento y medición.

δ_{ijk} es el error entre mediciones (dentro de parcelas).

Para la descripción de los resultados como en la discusión de los mismos se consideró una escala de densidades con el fin de simplificar su entendimiento, es así que se establece una denominación para un determinado rango de densidades. A continuación se puede observar cómo se determina la misma.

Cuadro 11. Escala de densidades.

Densidad (árboles/ha)	Denominación
1000	Alta
800	
750	
700	Media alta
650	
600, 500	Media
400	Media baja
350	
300	
250	Baja
200	

4. RESULTADOS

4.1. PARCELA EFECTIVA

En los siguientes cuadros se muestra los análisis para el Dap, realizados con datos individuales, tomados sobre parcela efectiva (625m²) en 2008.

4.1.1. Análisis de varianza de Dap

En el cuadro se muestran los resultados del análisis de varianza para Dap en 2008. En ningún de las fechas de medición se observaron efectos significativos de los bloques y en todos los casos hubo efecto significativo de tratamientos.

Cuadro 12. Análisis de varianza para mediciones de Dap, parcela efectiva, 2008.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	F	Pr > F
mayo				
Bloque	2	34.2	4.84	0.0141
Tratamiento	18	34.6	10.67	<0.0001
julio				
Bloque	2	34.3	4.85	0.0140
Tratamiento	18	34.8	10.65	<0.0001
septiembre				
Bloque	2	34.4	4.63	0.0166
Tratamiento	18	34.9	11.42	<0.0001

4.1.2. Análisis de varianza de Ima-Dap

En el cuadro se muestran el análisis de varianza para Ima-Dap, calculado con datos individuales, tomado sobre parcela efectiva (625m²) en las tres fechas de medición de 2008. Al igual que el caso anterior, en ningún caso se observó efectos significativos de los bloques y en todos los casos hubo efecto significativo de tratamientos.

Cuadro 13. Análisis de varianza para mediciones de Ima-Dap, parcela efectiva,

2008.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	F	Pr > F
mayo				
Bloque	2	34.2	4.84	0.0141
Tratamiento	18	34.6	10.67	<0.0001
julio				
Bloque	2	34.3	4.85	0.0140
Tratamiento	18	34.8	10.65	<0.0001
septiembre				
Bloque	2	34.4	4.63	0.0166
Tratamiento	18	34.9	11.42	<0.0001

4.1.3. Comparación de valores promedios de Dap e Ima- Dap

En el cuadro se muestra la comparación de los valores promedios entre tratamiento, para Dap y su correspondiente Ima, considerando los datos tomados en 2008, se puede observar la existencia de diferencias significativas entre los Dap e Ima-Dap de tratamientos. Siendo ambas variables inversamente proporcionales a la densidad de rodal.

Cuadro 14. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap por tratamiento, parcela efectiva, mayo 2008.

Tratamiento	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Dap	Ima-Dap	Error Dap	Error Ima-Dap	
9	30.4634	2.7694	0.5279	0.04799	A
10	28.5939	2.5994	0.5626	0.05114	AB
16	28.2716	2.5701	0.4889	0.04445	AB
13	27.9133	2.5376	0.4832	0.04392	AB
18	27.7674	2.5243	0.4912	0.04465	AB
8	27.7198	2.5200	0.4601	0.04183	B
4	27.5908	2.5083	0.4569	0.04153	B
19	26.7443	2.4313	0.4475	0.04068	BC
14	26.6951	2.4268	0.4626	0.04206	BC
12	26.6913	2.4265	0.4608	0.04189	BC
17	26.3523	2.3957	0.4481	0.04074	BC
11	26.3422	2.3947	0.4629	0.04208	BC
7	26.2225	2.3839	0.4434	0.04031	BC
3	26.2160	2.3833	0.4422	0.04020	BC
2	26.0576	2.3689	0.4382	0.03984	BC
15	25.9133	2.3558	0.4437	0.04034	BCD
5	24.8849	2.2623	0.4330	0.03937	CD
6	24.7490	2.2499	0.4283	0.03893	CD
1	23.6432	2.1494	0.4180	0.03800	D

El tratamiento 9 es significativamente diferente al resto ya que posee el mayor Dap e Ima-Dap, debido a su régimen de raleo severo (con raleos más tempranos y pesados), el cual mantuvo hasta 2003(6 años) una densidad de 500 árboles/ha, quedando al año siguiente con 250 árboles/ha, manteniéndose hasta turno final.

Luego sigue un grupo de tratamientos: 10, 16, 13 y 18, los cuales se diferencian del resto pero entre ellos no se encuentran diferencias. El primero mantiene hasta 2005(8 años) una densidad de 500 árboles/ha, cambiando al año siguiente por 200 árboles/ha manteniéndose así hasta turno final. El tratamiento 16 posee hasta 2005 una densidad de 500 árboles/ha, quedando al año siguiente con 350 árboles/ha y se mantiene hasta turno final, para el tratamiento 13 la densidad es de 600 árboles/ha hasta 2005 la cual se ve

modificada al año siguiente llegando a 400 árboles/ha, hasta 2008 y el tratamiento 18 mantuvo hasta 2004(7 años) una densidad de 600 árboles/ha cambiando al año siguiente a 300 árboles/ha culminando en 2008 con la misma densidad.

Luego sigue el tratamiento 8 el cual mantuvo una densidad de 650 árboles/ha hasta 2003 la cual cambia para 500 árboles/ha manteniéndose así hasta 2008.

El tratamiento 4 mantiene a lo largo de los años una densidad constante de 500 árboles/ha.

El grupo de mayor número corresponde a los tratamientos: 19, 14, 12, 17, 11, 7, 3 y 2, estando todo en un mismo rango de diámetro a la altura del pecho e incremento medio anual, a pesar de que todos poseen densidades diferentes a lo largo del ensayo, es así que los tratamiento 19 y 17 mantienen una densidad de 600 árboles/ha hasta 2008. Para el tratamiento 14 la densidad se mantuvo en 700 árboles/ha hasta 2004 cambiando al año siguiente a 500 árboles/ha la cual mantiene hasta 2008. El tratamiento 12 tiene una densidad de 800 árboles/ha hasta 2004 cambiando en 2005 por 500 árboles/ha hasta 2008. El tratamiento 11 tiene hasta 2005 una densidad de 750 árboles/ha la cual cambia al año siguiente por una de 500 árboles/ha manteniéndose así hasta 2008. Los tratamiento 7 y 3 mantienen una densidad constante de 650 árboles/ha, al igual que estos el tratamiento 2 mantiene una densidad constante, pero de 700 árboles/ha.

El tratamiento 15 mantiene una densidad constante de 700 árboles/ha y a pesar de tener el mismo régimen hasta el momento que el tratamiento 2 se encuentran en diferentes grupos de letras.

Luego están los tratamientos 5 y 6 los cuales mantienen una densidad constante de 800 árboles/ha hasta 2008.

Por último se encuentra el tratamiento 1 de mayor densidad, el cual corresponde al testigo.

Cuadro 15. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap, por tratamiento, parcela efectiva, julio 2008.

Tratamientos	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)			
	Dap	Ima-Dap	Error	Error

			Dap	Ima-Dap	
9	30.5066	2.7733	0.5294	0.04813	A
10	28.6268	2.6024	0.5640	0.05127	AB
16	28.2931	2.5721	0.4906	0.04460	AB
13	28.0171	2.5470	0.4848	0.04407	AB
18	27.8108	2.5283	0.4928	0.04480	AB
8	27.7322	2.5211	0.4618	0.04198	B
4	27.6255	2.5114	0.4586	0.04169	B
19	26.7783	2.4344	0.4493	0.04084	BC
14	26.7281	2.4298	0.4643	0.04221	BC
12	26.7235	2.4294	0.4626	0.04205	BC
17	26.4115	2.4010	0.4499	0.04090	BC
11	26.3956	2.3996	0.4646	0.04224	BC
3	26.2557	2.3869	0.4439	0.04036	BC
7	26.2517	2.3865	0.4451	0.04047	BC
2	26.0943	2.3722	0.4400	0.04000	BC
15	25.9495	2.3590	0.4455	0.04050	BCD
5	24.9164	2.2651	0.4348	0.03953	CD
6	24.7729	2.2521	0.4301	0.03910	CD
1	23.6701	2.1518	0.4199	0.03817	D

Como se puede observar en este cuadro, las diferencias estadísticas encontradas entre los tratamientos en cuanto al Dap y su correspondiente incremento medio anual, es igual que en la medición de mayo 2008. Los grupos de tratamientos y el posicionamiento de los mismos se mantienen de igual forma que en la primera medición de mayo.

Cuadro 16. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap, por tratamiento, parcela efectiva, septiembre 2008.

Tratamientos	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Dap	Ima-Dap	Error Dap	Error Ima-Dap	
9	31.0421	2.8220	0.5292	0.04811	A
10	29.1597	2.6509	0.5648	0.05135	AB
16	28.8172	2.6197	0.4891	0.04447	AB
13	28.4093	2.5827	0.4832	0.04393	ABC
18	28.3639	2.5785	0.4914	0.04467	ABC
4	28.0711	2.5519	0.4561	0.04146	BC
8	28.0323	2.5484	0.4594	0.04177	BC
12	27.1625	2.4693	0.4602	0.04183	BCD

19	27.1259	2.4660	0.4464	0.04058	BCD
14	27.1189	2.4654	0.4620	0.04200	BCD
11	26.8380	2.4398	0.4623	0.04203	BCD
17	26.7819	2.4347	0.4471	0.04064	BCD
3	26.6819	2.4256	0.4409	0.04008	BCD
7	26.6143	2.4195	0.4421	0.04019	BCD
2	26.4757	2.4069	0.4368	0.03971	BCD
15	26.2828	2.3893	0.4425	0.04023	CDE
5	25.2934	2.3893	0.4314	0.03922	DE
6	25.0301	2.2755	0.4265	0.03877	DE
1	24.0830	2.1894	0.4159	0.03781	E

El tratamiento 9 se ubica nuevamente como el de mayor Dap e Ima-Dap, siendo significativamente diferente al resto.

Los tratamientos 10 y 16 son los siguientes en cuanto a las variables analizadas, ambos se separaron de los tratamientos 13 y 18 que en las mediciones anteriores no mostraban, como en este caso, diferencias significativas.

Los tratamientos 4 y 8 siguen manteniéndose dentro del mismo grupo sin diferencias significativas, cambiando si su posicionamiento.

A estos le sigue el grupo de mayor numero de tratamientos correspondientes a: 12, 19, 14, 11, 17, 3, 7 y 2; este grupo encierra una cantidad de ocho tratamientos diferentes pero al analizarlos a través del Dap y su correspondiente Ima no se encuentran diferencias estadísticas, al igual que en las mediciones anteriores, pero en este caso varía la posición entre ellos dentro del grupo.

A partir de este grupo, los demás continúan en igual orden en las tres mediciones.

4.1.4 Análisis de varianza de Ab

En el cuadro se muestran el análisis de varianza para Ab considerando los valores totales por parcela efectiva (625m²) calculados a partir de los datos de 2008, mostrando que para las diferentes mediciones existe un efecto de los tratamientos, no así de los bloques.

Cuadro17. Análisis de varianza de Ab (mayo, julio y septiembre), parcela efectiva, 2008.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	F	Pr > F
mayo				
bloque	2	36	6.31	0.0045
tratamiento	18	36	27.69	<0.0001
julio				
bloque	2	36	6.59	0.0037
tratamiento	18	36	27.03	<0.0001
septiembre				
bloque	2	36	7.30	0.0022
tratamiento	18	36	25.85	<0.0001

4.1.5. Análisis de varianza de Ima-Ab

En el siguiente cuadro se muestra el análisis de varianza para el Ima-Ab considerando los valores totales por parcela efectiva (625m²), calculados a partir de los datos de 2008. Para las tres mediciones existe efecto de los tratamientos, no así de los bloques.

Cuadro 18. Análisis de varianza de Ima-Ab (mayo, julio y septiembre), parcela efectiva, 2008.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	F	Pr > F
mayo				
Bloque	2	36	6.32	0,0045
Tratamiento	18	36	27.69	<0.0001

julio				
bloque	2	36	6.59	0.0037
tratamiento	18	36	27.03	<0.0001
septiembre				
bloque	2	36	7.30	0.0022
tratamiento	18	36	25.85	<0.0001

4.1.6. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab

A continuación se muestran la comparación de valores promedios por tratamientos, para Ab e Ima-Ab, considerando los valores totales por parcela efectiva (625m²) calculados a partir de los datos de 2008. Donde se observa la existencia de diferencias significativa entre tratamientos.

Cuadro19. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab por tratamiento, parcela efectiva, mayo 2008.

Tratamientos	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Ab\ha	Ima.Ab\ha	Error Ab\ha	Error Ima.Ab\ha	
1	44.2432	4.0221	1.3823	0.1257	A
6	40.0602	3.6418	1.3823	0.1257	AB
2	37.6719	3.4247	1.3823	0.1257	ABC
5	37.5305	3.4119	1.3823	0.1257	ABC
3	35.9881	3.2717	1.3823	0.1257	BCD
7	35.5079	3.2280	1.3823	0.1257	BCDE
19	34.7629	3.1603	1.3823	0.1257	BCDE
15	34.3978	3.1270	1.3823	0.1257	BCDE
17	33.5266	3.0479	1.3823	0.1257	BCDE
4	32.9336	2.9940	1.3823	0.1257	BCDE
8	31.8092	2.8917	1.3823	0.1257	CDEF
12	29.2826	2.6621	1.3823	0.1257	DEFG
14	28.5735	2.5976	1.3823	0.1257	EFG
11	28.1268	2.5570	1.3823	0.1257	EFGH
13	25.3904	2.3082	1.3823	0.1257	FGH

16	24.5163	2.2288	1.3823	0.1257	FGH
18	23.4655	2.1332	1.3823	0.1257	GH
9	20.7356	1.8851	1.3823	0.1257	HI
10	14.4420	1.3129	1.3823	0.1257	I

Como se puede observar en el cuadro existen diferencias significativas entre los tratamientos, en función del Ab y su correspondiente lma. Se encuentran ordenados en forma decreciente según su valor en las variables mencionadas.

El tratamiento 1 (testigo) es el que posee mayor Ab/ha diferenciándose significativamente del resto.

Sin contar al tratamiento testigo, el tratamiento con mayor área basal es el tratamiento 6, continuando con los tratamientos 2 y 5 que están asociados formando un mismo grupo. El tratamiento 3 no forma grupo con ningún otro.

Luego los tratamientos 7, 19, 15, 17, 4 que son los tratamientos que prácticamente están en la media del Ab comparados con el resto.

De ahí en adelante en forma decreciente no hay mas agrupaciones de tratamientos según los grupos de letras sin ser el 13 y 16.

Cuadro 20. Comparación de valores promedios de Ab e lma-Ab por tratamiento, parcela efectiva, julio 2008.

Tratamiento	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Ab\ha	lma.Ab\ha	Error Ab\ha	Error lma.Ab\ha	
1	44.3422	4.0311	1.3981	0.1271	A
6	40.1373	3.6488	1.3981	0.1271	AB
2	37.7752	3.4341	1.3981	0.1271	ABC
5	37.3045	3.3913	1.3981	0.1271	ABC
3	36.0948	3.2813	1.3981	0.1271	BCD
7	35.5846	3.2350	1.3981	0.1271	BCDE
19	34.8491	3.1681	1.3981	0.1271	BCDE
15	34.4924	3.1357	1.3981	0.1271	BCDE

17	33.6723	3.0611	1.3981	0.1271	BCDE
4	33.0137	3.0013	1.3981	0.1271	BCDEF
8	31.8362	2.8942	1.3981	0.1271	CDEFG
12	29.3521	2.6684	1.3981	0.1271	DEFGH
14	28.6451	2.6041	1.3981	0.1271	DEFGH
11	28.2443	2.5677	1.3981	0.1271	EFGHI
13	25.5773	2.3252	1.3981	0.1271	FGHI
16	24.5551	2.2323	1.3981	0.1271	GHI
18	23.5377	2.1398	1.3981	0.1271	HI
9	20.7966	1.8906	1.3981	0.1271	IJ
10	14.4759	1.3160	1.3981	0.1271	J

En el análisis de varianza del mes de julio se denota claramente que al compararlo con el de mayo no existen prácticamente cambios de posiciones en los tratamientos y apenas algunos cambios en los grupos con las mismas letras. Las diferencias que nos muestra el cuadro son; el tratamiento 4 que se separa del grupo más amplio que son el 7, 19, 15, 17. El tratamiento 12 y 14 que se encuentran en este caso formando un grupo, en la medición anterior no se había dado, y el tratamiento 13 y 16 se separan luego de permanecer juntos en la medición anterior de mayo.

Cuadro 21. Comparación de valores promedios de Ab e lma-Ab, por tratamiento, parcela efectiva, septiembre 2008.

Tratamiento	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Ab\ha	lma.Ab\ha	Error Ab\ha	Error lma.Ab\ha	
1	45.9280	4.1753	1.4656	0.1332	A
6	40.9972	3.7270	1.4656	0.1332	AB
2	38.8906	3.5355	1.4656	0.1332	ABC
5	38.7943	3.5268	1.4656	0.1332	ABC
3	37.2873	3.3898	1.4656	0.1332	BCD
7	36.5752	3.3250	1.4656	0.1332	BCDE
19	35.7628	3.2512	1.4656	0.1332	BCDE
15	35.3855	3.2169	1.4656	0.1332	BCDE
17	34.6238	3.1476	1.4656	0.1332	BCDE
4	34.0982	3.0998	1.4656	0.1332	BCDEF
8	32.5294	2.9572	1.4656	0.1332	CDEFG
12	30.3228	2.7566	1.4656	0.1332	DEFGH

14	29.4955	2.6814	1.4656	0.1332	DEFGH
11	29.1919	2.6538	1.4656	0.1332	EFGHI
13	26.3000	2.3909	1.4656	0.1332	FGHI
16	25.4913	2.3174	1.4656	0.1332	GHI
18	24.5180	2.2289	1.4656	0.1332	HI
9	21.5306	1.9573	1.4656	0.1332	IJ
10	15.0167	1.3652	1.4656	0.1332	J

En esta medición el posicionamiento, agrupamiento y diferencias estadísticas de los tratamientos, se mantiene de la misma manera con respecto a lo descrito para la medición de julio 2008.

4.1.7. Análisis de varianza de Volt

En el siguiente cuadro se muestra el análisis de varianza para Volt considerando los valores totales por parcela efectiva (625m²) calculados a partir de los datos de 2008. Observándose para las tres mediciones la existencia de un efecto de los tratamientos, no así de los bloques.

Cuadro 22. Análisis de varianza de Volt (mayo, julio y septiembre), parcela efectiva, 2008.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	Valor de F	Pr > F
mayo				
Bloques	2	36	8,08	0,0013
Tratamientos	18	36	4,23	<0,0001
julio				
Bloques	2	36	8,08	0,0013
Tratamientos	18	36	4,17	<0,0001
septiembre				
Bloques	2	36	8,56	0,0009
Tratamientos	18	36	4,13	<0,0001

4.1.8. Análisis de varianza de Ima-Volt

En el siguiente cuadro se muestra el análisis de varianza para Ima-Volt, considerando los valores totales por parcela efectiva (625m²) calculados a partir de los datos de 2008. Notándose para las tres mediciones la existencia de un efecto de los tratamientos, no así de los bloques.

Cuadro 23. Análisis de varianza de Ima-Volt (mayo, julio y septiembre), parcela efectiva, 2008.

Efecto	Grados de Libertad	GL den.	Valor F	Pr> F
		mayo		
Bloques	2	36	8.08	0.0013
Tratamientos	18	36	4.23	<0.0001
		julio		
Bloques	2	36	8.08	0.0013
Tratamientos	18	36	4.17	<0.0001
		septiembre		
Bloques	2	36	8.56	0.0009
Tratamientos	18	36	4.13	<0.0001

4.1.9. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt

A continuación se muestran la comparación de valores promedios por tratamientos para Volt e Ima-Volt, considerando los valores totales por parcela efectiva (625m²) calculados a partir de los datos de 2008. Observando la existencia de diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 24. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt, por tratamiento, parcela efectiva, mayo 2008.

Método=Tukey-Kramer (P<0.005)					
Tratamientos	Volt\ha	Ima. Volt\ha	Error Volt\ha	Error Ima.Volt\ha	
1	370.93	33.7206	27.1565	2.4688	A
6	337.99	30.7267	27.1565	2.4688	AB
2	333.07	30.2790	27.1565	2.4688	AB
5	318.07	28.9158	27.1565	2.4688	AB
12	311.59	28.3265	27.1565	2.4688	ABC
7	305.36	27.7596	27.1565	2.4688	ABC
3	301.38	27.3985	27.1565	2.4688	ABC
19	295.65	26.8769	27.1565	2.4688	ABC
15	295.02	26.8197	27.1565	2.4688	ABC
11	294.51	26.7732	27.1565	2.4688	ABC
17	281.24	25.5674	27.1565	2.4688	ABCD
4	280.05	25.4589	27.1565	2.4688	ABCD
13	274.00	24.9093	27.1565	2.4688	ABCD
8	272.47	24.7700	27.1565	2.4688	ABCD
14	243.02	22.0927	27.1565	2.4688	ABCD
9	237.27	21.5699	27.1565	2.4688	ABCD
16	210.75	19.1594	27.1565	2.4688	BCD
18	170.18	15.4708	27.1565	2.4688	CD
10	148.23	13.4759	27.1565	2.4688	D

Como nos indica el cuadro de análisis de varianza para Volt e Ima-Volt del tratamiento testigo, es el que acumuló mas Volt hasta el momento diferenciándose significativamente del resto de los tratamientos.

Más adelante se comienzan a conformar grupos de tratamientos que no difieren significativamente entre ellos, el primer grupo luego del tratamiento testigo lo conforman los tratamientos; 6, 2 y 5 los cuales se diferencian significativamente de los demás por tener un mayor volumen.

Luego los tratamientos 12, 7, 3, 19, 15, 11 forman otro grupo seguidos por el grupo de los tratamientos 17, 4, 13, 8, 14, 9.

Los últimos tres tratamientos no forman ningún grupo y se encuentran rezagados del resto que son el 16, 18 y 10 respectivamente y con el menor volumen e lma volumen.

Cuadro 25. Comparación de valores promedios de Volt e lma-Volt, por tratamiento, parcela efectiva, julio 2008.

Tratamiento	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Volt\ha	lma. Volt\ha	Error Volt\ha	Error lma.Volt\ha	
1	371.67	33.7883	27.4074	2.4916	A
6	338.65	30.7868	27.4074	2.4916	AB
2	333.98	30.3622	27.4074	2.4916	AB
5	318.87	28.9878	27.4074	2.4916	AB
12	312.45	28.4050	27.4074	2.4916	ABC
7	306.02	27.8202	27.4074	2.4916	ABC
3	302.27	27.4794	27.4074	2.4916	ABC
19	296.40	26.9455	27.4074	2.4916	ABC
11	295.88	26.8981	27.4074	2.4916	ABC
15	295.84	26.8942	27.4074	2.4916	ABC
17	282.44	25.6765	27.4074	2.4916	ABCD
4	280.73	25.5212	27.4074	2.4916	ABCD
13	276.24	25.1128	27.4074	2.4916	ABCD
8	272.70	24.7906	27.4074	2.4916	ABCD
14	243.65	22.1502	27.4074	2.4916	ABCD
9	238.05	21.6405	27.4074	2.4916	ABCD
16	211.09	19.1902	27.4074	2.4916	BCD
18	170.69	15.5175	27.4074	2.4916	CD
10	148.58	13.5075	27.4074	2.4916	D

En el cuadro se observa que esta medición no difiere prácticamente con la de mayo, el único cambio que se puede notar es el posicionamiento del tratamiento 11 con respecto al 15 pero no de grupo. O sea que para todos los tratamientos las diferencias significativas siguen siendo iguales, al igual que los grupos.

Cuadro 26. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt, por tratamiento, parcela efectiva, septiembre 2008.

Tratamientos	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Volt\ha	Ima. Volt\ha	Error Volt\ha	Error Ima.Volt\ha	
1	384.97	34.9971	28.1537	2.5594	A
6	346.00	31.4547	28.1537	2.5594	AB
2	343.89	31.2631	28.1537	2.5594	AB
5	328.85	29.8952	28.1537	2.5594	AB
12	322.77	29.3432	28.1537	2.5594	ABC
7	314.46	28.5874	28.1537	2.5594	ABC
3	312.19	28.3807	28.1537	2.5594	ABC
11	305.68	27.7893	28.1537	2.5594	ABC
19	304.24	27.6581	28.1537	2.5594	ABCD
15	303.52	27.5928	28.1537	2.5594	ABCD
17	290.42	26.4014	28.1537	2.5594	ABCD
4	289.87	26.3516	28.1537	2.5594	ABCD
13	284.16	25.8326	28.1537	2.5594	ABCD
8	278.61	25.3286	28.1537	2.5594	ABCD
14	250.92	22.8109	28.1537	2.5594	ABCD
9	246.19	22.3806	28.1537	2.5594	ABCD
16	219.14	19.9221	28.1537	2.5594	BCD
18	177.11	16.1011	28.1537	2.5594	CD
10	154.43	14.0387	28.1537	2.5594	D

Para el tercer análisis de varianza se puede ver que existen algunos cambios con respecto a los anteriores análisis.

Los cuatro primeros tratamientos, o sea el testigo, el tratamiento 6, 2 y 5 se mantienen en el mismo orden y en los mismos grupos que en las mediciones de mayo y julio.

En el grupo siguiente se encuentran el tratamiento 12, 7, 3, y 11, produciéndose el cambio del tratamiento 19 y 15 al siguiente grupo, conformándolo con el 17, 4, 13, 8, 14 y 9.

Los últimos tres tratamientos siguen de la misma manera que en las mediciones anteriores que son el 16, 18 y 10 respectivamente con los volúmenes más bajos de todos los tratamientos.

4.2 PARCELA TOTAL

4.2.1 Análisis de varianza de Dap

En el siguiente cuadro se muestran el análisis de varianza para Dap, considerando los datos individuales por árbol, tomados sobre parcela total (900m²) en el año 2008. Observándose que para las tres mediciones existe efecto de los tratamientos, no así de los bloques.

Cuadro 27. Análisis de varianza de Dap para las tres mediciones, parcela total, 2008

Efecto	Grados de libertad	GL den.	Valor de F	Pr > F
mayo				
Bloques	2	34.3	5.17	0.0109
Tratamientos	18	34.6	10.09	<0.0001
julio				
Bloques	2	34.5	5.23	0.0104
Tratamientos	18	34.9	10.17	<0.0001
septiembre				
Bloques	2	34.5	4.72	0.0154
Tratamientos	18	34.9	10.75	<0.0001

4.2.2. Análisis de varianza de Ima-Dap

En el siguiente cuadro se muestra el análisis de varianza para Ima-Dap, considerando los datos individuales por árbol, tomados sobre parcela total (900m²) en el año 2008. En las tres mediciones existe efecto de los tratamientos, no así de los bloques.

Cuadro 28. Análisis de varianza de Ima-Dap para las tres mediciones, parcela

Total, 2008.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	Valor de F	Pr > F
		mayo		
Bloques	2	34.3	5.17	0.0109
Tratamientos	18	34.6	10.09	<0.0001
		julio		
Bloques	2	34.4	5.22	0.0105
Tratamientos	18	34.8	10.16	<0.0001
		septiembre		
Bloques	2	34.5	4.72	0.0154
Tratamientos	18	34.9	10.75	<0.0001

4.2.3. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap

A continuación se muestra la comparación de valores promedios por tratamientos, para Dap e Ima-Dap, considerando los datos individuales por árbol tomados en 2008. Observándose diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 29. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap, por tratamiento, parcela total, mayo 2008.

Tratamientos	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Dap	Ima-Dap	Error Dap	Error Ima-Dap	
9	30.1559	2.7414	0.5030	0.04573	A
10	28.9480	2.6316	0.5308	0.04826	AB
16	28.2348	2.5668	0.4704	0.04276	ABC
18	27.6587	2.5144	0.4695	0.04268	ABCD
13	27.5273	2.5025	0.4607	0.04188	BCD
4	27.5177	2.5016	0.4472	0.04066	BCD
8	27.4921	2.4993	0.4452	0.04048	BCD
12	26.8263	2.4388	0.4452	0.04048	BCDE
14	26.7541	2.4322	0.4462	0.04057	BCDE
19	26.7257	2.4296	0.4356	0.03960	BCDE
17	26.4602	2.4055	0.4356	0.03960	BCDE
7	26.3133	2.3921	0.4325	0.03932	CDE
11	26.2200	2.3836	0.4447	0.04043	CDEF
3	26.0985	2.3726	0.4312	0.03920	CDEF
2	26.0630	2.3694	0.4283	0.03894	CDEF
15	25.8130	2.3466	0.4297	0.03906	DEF
5	24.9026	2.2639	0.4222	0.03839	EF
6	24.7444	2.2495	0.4220	0.03837	EF
1	24.0097	2.1827	0.4136	0.03760	F

Como se puede observar en el cuadro, existen diferencias significativas entre los tratamientos, en función del diámetro a la altura del pecho y su correspondiente incremento medio anual, estos se ordenan en forma descendente según su valor en las variables mencionadas, algunos tratamientos difieren significativamente de otros, esto se ve en los grupos de letras, aquellos tratamientos que no compartan letras son los que están difiriendo significativamente de los demás.

Con respecto al análisis de varianza de Dap e Ima-Dap de la medición de mayo para la parcela efectiva se puede observar que el tratamiento 9 es el que sigue teniendo un mayor Dap y diferenciándose significativamente de los demás tratamientos.

Los demás tratamientos con respecto a los análisis de varianza para el mes de mayo para parcela efectiva, si bien muestran cambios en posicionamientos y grupos se mantienen prácticamente muy parecidos en el orden en general.

Cuadro 30. Comparación de valores promedios de Dap e lma-Dap, por tratamiento, parcela total, julio 2008.

Tratamiento	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Estímato Dap	Estímato lma-Dap	Error Dap	lma.Dap	
9	30.1975	2.7452	0.5023	0.04569	A
10	28.9751	2.6341	0.5302	0.04823	AB
16	28.2590	2.5690	0.4696	0.04272	ABC
18	27.7044	2.5186	0.4688	0.04265	ABCD
13	27.6281	2.5116	0.4599	0.04184	ABCD
4	27.5525	2.5048	0.4465	0.04062	BCD
8	27.5027	2.5002	0.4445	0.04044	BCD
12	26.8590	2.4417	0.4445	0.04044	BCDE
14	26.7989	2.4363	0.4455	0.04053	BCDE
19	26.7556	2.4323	0.4348	0.03956	BCDE
17	26.5243	2.4113	0.4348	0.03956	BCDE
7	26.3421	2.3947	0.4317	0.03928	CDE
11	26.2728	2.3884	0.4440	0.04039	CDEF
3	26.1421	2.3766	0.4304	0.03916	CDEF
2	26.1045	2.3731	0.4275	0.03889	CDEF
15	25.8465	2.3497	0.4289	0.03902	DEF
5	24.9352	2.2668	0.4214	0.03834	EF
6	24.7680	2.2516	0.4212	0.03832	EF
1	24.0335	2.1849	0.4127	0.03755	F

En las primeras posiciones si comparamos el análisis de varianza de la parcela total y la parcela efectiva para julio de 2008, se perciben diferencias de agrupaciones entre los tratamientos pero no así de posicionamientos entre los tratamientos. Ya a partir del grupo compuesto en la parcela total de los tratamientos 12, 14, 19 y 17 se comenzaría a notar diferencias más acentuadas en cuanto al cambio de grupos de los tratamientos como de posicionamiento entre ellos, o sea que cambia las diferencias significativas que puedan tener o no, entre parcela efectiva y parcela total.

Si entramos en comparación entre los análisis de varianzas de Dap entre mayo y julio para parcelas totales, se ve que tanto las diferencias estadísticas, agrupaciones y posicionamientos se mantienen sin cambios.

Cuadro 31. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap, por tratamiento, parcela total, septiembre 2008.

Tratamiento	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Dap	Ima-Dap	Error Dap	Error Ima.Dap	
9	30.7441	2.7949	0.5054	0.04321	A
10	29.5257	2.6842	0.5340	0.04855	AB
16	28.7646	2.6150	0.4719	0.04290	ABC
18	28.2549	2.5686	0.4710	0.04281	ABCD
13	28.0175	2.5470	0.4619	0.04199	BCD
4	28.0084	2.5462	0.4481	0.04073	BCD
8	27.6770	2.5161	0.4460	0.04055	BCD
12	27.3047	2.4822	0.4460	0.04055	BCDE
14	27.1855	2.4714	0.4470	0.04064	BCDE
19	27.0934	2.4630	0.4360	0.03964	BCDE
17	26.8928	2.4448	0.4360	0.03964	CDE
7	26.7096	2.4281	0.4329	0.03935	CDEF
11	26.7057	2.4278	0.4455	0.04050	CDEF
3	26.5578	2.4143	0.4315	0.03923	CDEF
2	26.4995	2.4090	0.4285	0.03896	CDEF
15	26.1917	2.3811	0.4300	0.03909	DEF
5	25.3115	2.3010	0.4223	0.03839	EF
6	25.0392	2.2763	0.4220	0.03837	EF
1	24.4485	2.2226	0.4133	0.03757	F

En cuanto a la comparación del análisis de varianza presentado para el mes de septiembre en parcela total no tiene una gran diferencia con respecto al análisis para el mismo mes pero en parcela efectiva, se muestran unos leves cambios de posición y de grupos.

Con respecto a la medición en parcela total de julio comparada con esta, se denota que el tratamiento 13 antes agrupado con el 18, ahora pasa a agruparse con los tratamientos 4 y 8.

El tratamiento 17 que en la medición anterior se encontraba en un grupo con el 12, 14 y 19 ahora se separa de estos quedando solo.

A los tratamientos 11, 3 y 2 se les suma a su grupo el tratamiento 7.

Los últimos tratamientos no se modifican en absoluto.

4.2.4 Análisis de varianza de Ab

En el siguiente cuadro se muestra el análisis de varianza para Ab, considerando los valores totales por parcela total (900m²) calculados con los datos de 2008. Observando que para las tres mediciones existe efecto de los tratamientos, no así de los bloques.

Cuadro 32. Análisis de varianza de Ab (mayo, julio y septiembre), parcela total

2008.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	Valor de F	Pr > F
		mayo		
Bloques	2	36	5.32	0.0095
Tratamientos	18	36	68.02	< 0.0001
		julio		
Bloques	2	36	5.46	0.0085
Tratamientos	18	36	68.66	< 0.0001
		septiembre		
Bloques	2	36	5.35	0.0093
Tratamientos	18	36	66.35	< 0.0001

4.2.5. Análisis de varianza de Ima-Ab

En el siguiente cuadro se muestra el análisis de varianza para Ima-Ab, considerando los valores totales por parcela total (900m²) calculados a partir de los datos de 2008. Apreciando que para las tres mediciones existe efecto de los tratamientos, no así de los bloques.

Cuadro 33. Análisis de varianza de Ima-Ab (mayo, julio y septiembre), parcela

total.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	Valor de F	Pr > F
		mayo		
Bloques	2	36	5.32	0.0095
Tratamientos	18	36	68.03	< 0.0001
		julio		
Bloques	2	36	5.46	0.0085
Tratamientos	18	36	68.65	< 0.0001
		septiembre		
Bloques	2	36	5.35	0.0093
Tratamientos	18	36	66.35	< 0.0001

4.2.6. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab

A continuación se muestran la comparación de valores promedios por tratamientos, para Ab y su correspondiente Ima-Ab, considerando los valores totales por parcela total calculados a partir de los datos de 2008.

Cuadro 34. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab, por tratamiento, parcela total, mayo 2008.

	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)			
Tratamientos			Error	Error

	Ab\ha	Ima.Ab\ha	Ab\ha	Ima.Ab\ha	
1	42.9526	3.9048	0.8759	0.07962	A
5	37.2385	3.3853	0.8759	0.07962	B
6	37.0029	3.3639	0.8759	0.07962	B
2	35.9619	3.2693	0.8759	0.07962	BC
15	34.3515	3.1229	0.8759	0.07962	BCD
3	34.0246	3.0931	0.8759	0.07962	BCD
7	33.8051	3.0732	0.8759	0.07962	BCD
19	32.9639	2.9967	0.8759	0.07962	BCDE
17	32.2915	2.9356	0.8759	0.07962	CDEF
8	29.7382	2.7035	0.8759	0.07962	DEFG
4	28.9869	2.6352	0.8759	0.07962	EFG
12	28.3718	2.5793	0.8759	0.07962	EFGH
14	27.7129	2.5194	0.8759	0.07962	FGH
11	27.2705	2.4791	0.8759	0.07962	GH
13	24.0934	2.1903	0.8759	0.07962	HI
18	22.4642	2.0422	0.8759	0.07962	IJ
16	22.3858	2.0351	0.8759	0.07962	IJ
9	18.3966	1.6724	0.8759	0.07962	J
10	13.4969	1.2270	0.8759	0.07962	K

Comparando los datos de este cuadro con respecto al análisis de varianza de Ab para parcela efectiva se observa que el tratamiento 1 (testigo) como es de esperar se encuentra en la primer posición con mayor Ab.

Los tratamientos que le siguen, aun que diferenciándose en posicionamiento, se asimilan en cuanto a la presencia entre las primeras posiciones, como lo son los tratamientos 5, 6 y 2.

Sin embargo, el movimiento de los tratamientos intermedios de tabla, es más cambiante en cuanto a posicionamiento y formación de grupos.

Los últimos tratamientos como el 9 y 10 se presentan en forma similar.

Cuadro 35. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab, por tratamiento, parcela total, julio 2008.

Tratamientos	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Ab\ha	Ima.Ab\ha	Error Ab\ha	Error Ima.Ab\ha	
1	43.0311	3.9119	0.8732	0.07939	A

5	37.3365	3.3942	0.8732	0.07939	B
6	37.0742	3.3704	0.8732	0.07939	BC
2	36.0745	3.2795	0.8732	0.07939	BC
15	34.4406	3.1310	0.8732	0.07939	BC
3	34.1388	3.1035	0.8732	0.07939	BCD
7	33.8786	3.0799	0.8732	0.07939	BCD
19	33.0383	3.0035	0.8732	0.07939	BCDE
17	32.4457	2.9496	0.8732	0.07939	CDEF
8	29.7606	2.7055	0.8732	0.07939	DEFG
4	29.0562	2.6415	0.8732	0.07939	EFG
12	28.4390	2.5854	0.8732	0.07939	EFGH
14	27.8042	2.5276	0.8732	0.07939	FGH
11	27.3795	2.4890	0.8732	0.07939	GH
13	24.2673	2.2061	0.8732	0.07939	HI
18	22.5420	2.0493	0.8732	0.07939	IJ
16	22.4238	2.0385	0.8732	0.07939	IJ
9	18.4478	1.6771	0.8732	0.07939	J
10	13.5226	1.2293	0.8732	0.07939	K

Al comparar el análisis de varianza de julio parcela total y julio parcela efectiva, se observa un comportamiento muy similar al descrito anteriormente entre mayo parcela total y mayo parcela efectiva, teniendo los mayores cambios en posición y grupos en los tratamientos que tienen Ab media.

Comparando el cuadro anterior con el cuadro de análisis de varianza del mes de mayo, la primera conclusión es que el tratamiento 15 se separa del grupo con el 3 y 7 para formar un grupo con el 6 y 2.

De ahí en adelante el comportamiento de los tratamientos es el mismo que en el mes de mayo.

Cuadro 36. Comparación de valores promedios de Ab e lma-Ab, por tratamiento parcela total, septiembre 2008.

Tratamientos	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Ab\ha	lma.Ab\ha	Error Ab\ha	Error lma.Ab\ha	
1	44.5208	4.0473	0.9088	0.08262	A
5	38.4755	3.4978	0.9088	0.08262	B
6	37.8994	3.4454	0.9088	0.08262	BC
2	37.1774	3.3798	0.9088	0.08262	BC

15	35.3675	3.2152	0.9088	0.08262	BC
3	35.2331	3.2030	0.9088	0.08262	BCD
7	34.8283	3.1662	0.9088	0.08262	BCDE
19	33.8839	3.0803	0.9088	0.08262	BCDEF
17	33.3561	3.0324	0.9088	0.08262	CDEFG
8	30.3931	2.7630	0.9088	0.08262	DEFGH
4	30.0268	2.7297	0.9088	0.08262	EFGH
12	29.3876	2.6716	0.9088	0.08262	FGHI
14	28.6131	2.6012	0.9088	0.08262	GHI
11	28.2890	2.5717	0.9088	0.08262	HIJ
13	24.9552	2.2686	0.9088	0.08262	IJK
18	23.4877	2.1352	0.9088	0.08262	JKL
16	23.2348	2.1122	0.9088	0.08262	KL
9	19.1196	1.7381	0.9088	0.08262	L
10	14.0428	1.2766	0.9088	0.08262	M

En cuanto a la comparación de mediciones entre parcela total y efectiva para la medición de septiembre, el comportamiento descrito se mantiene en forma similar siendo los tratamientos que están en el medio los que varían más en posición y grupos, terminando con los tratamientos 9 y 10 que siguen en la misma posición con las Ab más bajas.

Comparando el análisis de varianza entre el mes de julio con el de septiembre los cambios que se dan son solo en separación de grupos separándose el tratamiento 3 del 7 y el 18 del 16, si bien se puede ver algún cambio en los rankings entre los tratamientos intermedios.

4.2.7. Análisis de varianza de Volt

En el siguiente cuadro se muestra el análisis de varianza para Volt, considerando valores totales por parcela total (900m²) calculados a partir de los datos de 2008. Donde se observa que para las tres mediciones existe efecto de los tratamientos, no así de los bloques.

Cuadro 37. Análisis de varianza de Volt (mayo, julio y septiembre), parcela total 2008.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	Valor de F	Pr > F
		mayo		
Bloques	2	36	8.10	0.0012
Tratamientos	18	36	8.46	<0.0001
		julio		
Bloques	2	36	8.08	0.0013
Tratamientos	18	36	6.33	<0.0001
		septiembre		
Bloques	2	36	8.44	0.0010
Tratamientos	18	36	6.36	< 0.0001

4.2.8. Análisis de varianza de Ima-Volt

En el siguiente cuadro se muestra el análisis de varianza para Ima- Volt, considerando los valores totales por parcela total (900m²) calculados a partir de los datos 2008. Donde se ve que para las tres mediciones existe efecto de los tratamientos, no así de los bloques.

Cuadro 38. Análisis de varianza de Ima-Volt (mayo, julio y septiembre), parcela total 2008.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	Valor de F	Pr > F
		mayo		
Bloques	2	36	8.10	0.0012
Tratamientos	18	36	6.43	<0.0001
		julio		
Bloques	2	36	8.08	0.0013
Tratamientos	18	36	6.33	< 0.0001
		septiembre		
Bloques	2	36	8.44	0.0010
Tratamientos	18	36	6.36	< 0.0001

4.2.9. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt

A continuación se muestra la comparación de valores promedios por tratamientos para Volt e Ima-Volt, considerando los valores totales por parcela calculados a partir de los datos 2008, observándose diferencias entre tratamientos.

Cuadro 39. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt, por tratamiento, parcela total, mayo 2008.

Tratamientos	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Volt\ha	Ima. Volt\ha	Error Volt\ha	Error Ima.Volt\ha	
1	361.43	32.8569	22.0959	2.0087	A
2	317.24	28.8397	22.0959	2.0087	AB
6	314.88	28.6251	22.0959	2.0087	AB
5	314.42	28.5836	22.0959	2.0087	AB
12	302.54	27.5040	22.0959	2.0087	ABC
15	294.41	26.7647	22.0959	2.0087	ABC
7	291.85	26.5320	22.0959	2.0087	ABC
3	285.79	25.9810	22.0959	2.0087	ABC
11	283.36	25.7600	22.0959	2.0087	ABC
19	282.10	25.6458	22.0959	2.0087	ABC
17	271.20	24.6544	22.0959	2.0087	ABCD
13	256.35	23.3048	22.0959	2.0087	ABCDE
8	253.33	23.0303	22.0959	2.0087	ABCDE
4	247.91	22.5372	22.0959	2.0087	ABCDE
14	237.50	21.5906	22.0959	2.0087	BCDE
9	203.58	18.5073	22.0959	2.0087	BCDE
16	193.11	17.5551	22.0959	2.0087	CDE
18	160.11	14.5552	22.0959	2.0087	DE
10	145.54	13.2313	22.0959	2.0087	E

Al comparar el análisis de varianza de la parcela total y efectiva se pueden ver que existen cambios en las posiciones de los tratamientos y además en los grupos de tratamientos, pero en general se mantiene en forma similar estando los tratamientos 1, 6, 2 y 5 en las primeras posiciones, el grupo intermedio se

mantiene con los mismos tratamientos pero cambiando su posición, terminando con los últimos tratamientos de igual forma.

Cuadro 40. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt, por tratamiento, parcela total, julio 2008.

Tratamiento	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Volt\ha	Ima.Volt\ha	Error Volt\ha	Error Ima.Volt\ha	
1	362.02	32.9113	22.3255	2.0296	A
2	318.24	28.9305	22.3255	2.0296	AB
6	315.49	28.6813	22.3255	2.0296	AB
5	315.24	28.6584	22.3255	2.0296	AB
12	303.34	27.5765	22.3255	2.0296	ABC
15	295.18	26.8347	22.3255	2.0296	ABC
7	292.49	26.5904	22.3255	2.0296	ABC
3	286.75	26.0681	22.3255	2.0296	ABC
11	284.64	25.8762	22.3255	2.0296	ABC
19	282.76	25.7052	22.3255	2.0296	ABC
17	272.47	24.7702	22.3255	2.0296	ABCD
13	258.44	23.4943	22.3255	2.0296	ABCDE
8	253.52	23.0473	22.3255	2.0296	ABCDE
4	248.50	22.5910	22.3255	2.0296	ABCDE
14	238.29	21.6631	22.3255	2.0296	BCDE
9	204.22	18.5651	22.3255	2.0296	BCDE
16	193.44	17.5850	22.3255	2.0296	CDE
18	160.66	14.6053	22.3255	2.0296	DE
10	145.81	13.2552	22.3255	2.0296	E

Si comparamos este cuadro con el cuadro de análisis de varianza de julio de 2008 para parcela efectiva o sea sin efecto borde vemos que a grandes rasgos los tratamientos no muestran un cambio muy notorio, comenzando los primeros tratamientos en ambos casos en forma similar y los intermedios conformando grupos más grandes pero cambiando algún tratamiento de grupo, y culminando con los tratamientos 16, 18 y 19 separados entre sí.

En tanto el análisis de varianza realizado en mayo no tiene diferencia alguna con el análisis mostrado en el cuadro anterior para julio.

Cuadro 41. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt, por tratamiento, parcela total, septiembre 2008.

Tratamientos	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Volt\ha	Ima. Volt\ha	Error Volt\ha	Error Ima.Volt\ha	
1	374.57	34.0521	22.7864	2.0715	A
2	328.02	29.8204	22.7864	2.0715	AB
5	324.91	29.5372	22.7864	2.0715	AB
6	322.58	29.3250	22.7864	2.0715	AB
12	313.45	28.4955	22.7864	2.0715	ABC
15	303.16	27.5602	22.7864	2.0715	ABC
7	300.63	27.3299	22.7864	2.0715	ABC
3	295.88	26.8980	22.7864	2.0715	ABC
11	294.00	26.7273	22.7864	2.0715	ABC
19	290.05	26.3679	22.7864	2.0715	ABC
17	280.11	25.4648	22.7864	2.0715	ABCD
13	265.84	24.1676	22.7864	2.0715	ABCDE
8	258.90	23.5360	22.7864	2.0715	ABCDE
4	256.74	23.3396	22.7864	2.0715	ABCDE
14	245.25	22.2958	22.7864	2.0715	BCDE
9	211.42	19.2196	22.7864	2.0715	BCDE
16	200.44	18.2222	22.7864	2.0715	CDE
18	166.72	15.1564	22.7864	2.0715	DE
10	151.70	13.7913	22.7864	2.0715	E

Al comparar el análisis que muestra el cuadro de arriba con el mismo análisis pero para parcela efectiva, se denota que como se ha marcado en otras ocasiones las primeras posiciones se encuentran abarcadas por los mismos tratamientos en ambos casos y las diferencias o cambios son más notorios en los volúmenes intermedios que son los que cambian de grupos o de posición, culminando siempre con los mismos tratamientos o sea con los que tienen los volúmenes más bajos en las últimas posiciones.

Entrando a comparar diferencias entre los análisis de las mediciones entre los meses de julio y septiembre, no se denota ninguna diferencia.

4.3. ANALISIS HISTORICO

4.3.1. 2003

En los siguientes cuadros se muestran los análisis de varianza para; el Dap, Ab, Volt y sus correspondientes Ima, además de Ht, considerando los datos individuales de cada árbol, en el caso de Dap, Ima-Dap y Ht, para el caso de Ab, Ima-Ab y Volt, Ima-Volt, se consideran los datos por parcela, en todos los casos provienen de parcela total, noviembre 2003.

4.3.1.1. Análisis de varianza de Dap e Ima-Dap

Cuadro 42. Análisis de varianza de Dap e Ima-Dap para parcela total, noviembre 2003.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	Valor de F	Pr > F
Dap				
Tratamiento	9	45	7.19	<0.0001
Bloque	2	45	15.02	<0.0001
Ima-Dap				
Tratamiento	9	45	7.19	<0.0001
Bloque	2	45	15.02	<0.0001

Existe efecto de los bloques y los tratamientos.

4.3.1.2. Análisis de varianza de Ht

Cuadro 43. Análisis de varianza de Ht para parcela total, noviembre 2003.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	Valor de F	Pr > F
Tratamiento	9	45	0.83	0.5965
Bloque	2	45	16.73	<0.0001

Existe efecto de bloque pero no así de tratamiento.

4.3.1.3. Análisis de varianza de Ab e Ima-Ab

Cuadro 44. Análisis de varianza de Ab e Ima-Ab para parcela total, noviembre

2003.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	Valor de F	Pr > F
Ab				
Tratamiento	9	45	106.99	<0.0001
Bloque	2	45	12.73	<0.0001
Ima-Ab				
Tratamiento	2	45	12.73	<0.0001
Bloque	9	45	107.00	<0.0001

Existe diferencia para el efecto de los bloques y los tratamientos.

4.3.1.4. Análisis de varianza de Volt e Ima-Volt

Cuadro 45. Análisis de varianza de Volt e Ima-Volt para parcela total, noviembre 2003.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	Valor de F	Pr > F
Volt				
Bloque	2	45	18.78	<0.0001
Tratamiento	9	45	59.52	<0.0001
Ima-Volt				
Bloque	2	45	18.78	<0.0001
Tratamiento	9	45	59.52	<0.0001

Existe efecto de los tratamientos, no así de los bloques.

4.3.1.5. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap

A continuación se muestra la comparación de medias por tratamiento para Dap e Ima-Dap, considerando los datos individuales de cada árbol tomados en 2003 para parcela total.

Cuadro 46. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap por tratamiento, noviembre 2003.

Tratamiento	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Dap	Ima.Dap	Error Dap	Error Ima.Dap	
4,9,10	19.7865	3.2977	0.1271	0.02118	A
17,18,19	19.6596	3.2766	0.1220	0.02033	AB
3,7	19.5221	3.2537	0.1470	0.02451	ABC
8	19.2929	3.2155	0.2072	0.03453	ABCD
2,14,15	19.1138	3.1856	0.1183	0.01972	BCD
16	18.9862	3.1644	0.2043	0.03405	ABCD
13	18.9579	3.1596	0.2002	0.03336	BCD
5,6,12	18.9243	3.1541	0.1154	0.01924	CD
11	18.6941	3.1157	0.2014	0.03357	CD
1	18.5983	3.0997	0.1922	0.03204	D

En el cuadro se puede observar en primera instancia que hay más de una parcela con el mismo tratamiento, es decir que para esta temprana edad del ensayo aun no se han diferenciado la totalidad de 19 tratamientos, por lo cual algunos aun poseen densidades iguales desde la instalación del ensayo, posteriormente con el pasar de los años estos irán diferenciándose al cumplir con sus diferentes calendarios de raleos.

Otra cosa que se puede observar es la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, en función del diámetro y su correspondiente incremento medio anual, estos se ordenan en forma decreciente según los valores en las variables mencionadas, sin embargo estas diferencias no se dan entre todos los tratamientos sino que algunos forman grupos debido a los efectos similares causados sobre las variables analizadas, no habiendo diferencias estadísticas entre ellos.

Estos comportamientos mencionados anteriormente se repiten en los análisis de las demás variables, como los son área basal y volumen.

El grupo formado por los tratamientos 4, 9 y 10 posee el mayor registro de Dap al igual que Ima-Dap, los mismos tienen una densidad igual desde la instalación del ensayo hasta 2003 de 500 árboles/ha.

El grupo formado por los tratamientos 17, 18 y 19 tienen una densidad igual desde la instalación del ensayo hasta 2003 de 600 árboles/ha.

El grupo formados por los tratamientos 3 y 7 tienen una densidad igual desde la instalación del ensayo hasta 2003 de 650 árboles/ha.

El tratamiento 8 posee una densidad de 650 árboles/ha la cual cambia en 2003 en 500 árboles/ha.

El tratamiento que agrupa a los tratamientos 2, 14 y 15 posee hasta 2003 una densidad de 700 a árboles/ha.

El tratamiento 16 posee una densidad de 700 árboles/ha la cual cambia en 2003 a 500 árboles/ha.

El tratamiento 13 posee una densidad de 800 árboles/ha la cual cambia a 600 árboles/ha, en 2003.

El tratamiento que agrupa a las parcelas 5, 6 y 12 posee en forma constante hasta 2003 una densidad de 800 árboles/ha.

El tratamiento 11 que posee una densidad de 1000 árboles por hectárea desde 2000 la cual cambia a 750 árboles/ha en 2003.

Por último el tratamiento testigo que posee una densidad constante a lo largo de los años de 1000 árboles/ha.

4.3.1.6. Comparación de valores promedios de Ht

Cuadro 47. Comparación de valores promedios de Ht, por tratamiento,

noviembre 2003.

Tratamientos	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)		
	Ht	Error Ht	
13	9.9180	0.1214	A
11	9.7958	0.1218	A
17,18,19	9.7945	0.07203	A
2,14,15	9.7725	0.07092	A
5,6,12	9.7051	0.07005	A
16	9.6611	0.1226	A
3,7	9.6605	0.08750	A
1	9.6576	0.1190	A
4,9,10	9.6450	0.07363	A
8	9.6152	0.1235	A

Como se puede apreciar los tratamientos no tienen ningún efecto sobre la altura de los árboles.

4.3.1.7. Comparación de valores promedios de Ab e Ima- Ab

A continuación se muestran la comparación de medias por tratamiento para Ab e Ima-Ab, considerando los datos totales por parcela para 2003 calculados sobre parcela total.

Cuadro 48. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab por tratamiento, noviembre 2003.

Tratamiento	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Ab	Ima. Ab	Error Ab	Error Ima.Ab	
1	27.3793	4.5632	0.3967	0.06612	A
5,6,12	22.2937	3.7156	0.2291	0.03817	B
13	22.2120	3.7020	0.3967	0.06612	B
11	20.8974	3.4829	0.3967	0.06612	BC
16	19.9582	3.3264	0.3967	0.06612	C
2,14,15	19.9227	3.3205	0.2291	0.03817	C
3,7	19.2989	3.2165	0.2805	0.04675	CD
8	19.2522	3.2087	0.3967	0.06612	CD

17,18,19	18.1857	3.0310	0.2291	0.03817	D
4,9,10	15.3367	2.5561	0.2291	0.03817	E

Como observamos en el cuadro el tratamiento testigo es el que aporta mayor área basal de todos y difiere significativamente del resto.

Como la variable analizada en este caso depende directamente de la densidad del rodal, el posicionamiento en la tabla se ve invertido comparado con el análisis del Dap.

4.3.1.8. Comparación de valores promedios Volt e Ima-Volt

A continuación se muestra la comparación de medias por tratamiento para Volt e Ima-Volt considerando los datos totales por parcela para 2003 calculados sobre parcela total.

Cuadro 49. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt para parcela total, noviembre 2003.

Tratamientos	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Volt	Ima.Volt	Error Volt	Error Ima.Volt	
1	133.48	22.2472	2.6204	0.4367	A
13	110.90	18.4827	2.6204	0.4367	B
5,6,12	109.03	18.1714	1.5129	0.2522	B
11	102.93	17.1549	2.6204	0.4367	BC
2,14,15	98.054	16.3423	1.5129	0.2522	C
16	96.989	16.1649	2.6204	0.4367	CD
3,7	93.679	15.6132	1.8529	0.3088	CD
8	93.390	15.5650	2.6204	0.4367	CD
17,18,19	89.654	14.9424	1.5129	0.2522	D
4,9,10	74.749	12.4582	1.5129	0.2522	E

Al igual que para el Ab, la variable analizada depende directamente de la densidad por lo cual los tratamientos que poseen densidades más altas ocupan las primeras posiciones.

4.3.2. 2004

En los siguientes cuadros se muestran los análisis de varianza para: Dap, Ht, Ab, Volt y sus correspondiente Ima, considerando los datos individuales de cada árbol, en el caso de Dap, Ima-Dap y Ht, para el caso de Ab, Ima-Ab y Vol, Ima-Vol, se consideran los datos por parcela, en todos los casos provienen de parcela total, diciembre 2004.

4.3.2.1. Análisis de varianza de Dap e Ima-Dap

Cuadro 50. Análisis de varianza de Dap e Ima-Dap para parcela total, diciembre 2004.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	Valor de F	Pr > F
Dap				
tratamiento	10	41	8.02	<0.0001
Bloque	2	41	29.24	<0.0001
Ima-Dap				
tratamiento	10	41	8.02	<0.0001
bloque	2	41	29.24	<0.0001

Existe efecto de los bloques y los tratamientos.

4.3.2.2. Análisis de varianza de Ht

Cuadro 51. Análisis de varianza de Ht para parcela total, diciembre 2004.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	Valor de F	Pr > F
tratamiento	10	41	0.99	0.4635
bloque	2	41	21.06	<0.0001

Existe efecto de los bloques, no así para el efecto de los tratamientos.

4.3.2.3. Análisis de varianza de Ab e Ima-Ab

Cuadro 52. Análisis de varianza de Ab e Ima-Ab para parcela total, diciembre

2004.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	Valor de F	Pr > F
Ab				
Bloque	2	41	5.22	0.0095
tratamiento	10	41	46.57	<0.0001
Ima- Ab				
bloque	2	41	5.22	0.0095
tratamiento	10	41	46.57	<0.0001

Existe efecto de los tratamientos, no así de los bloques.

4.3.2.4. Análisis de varianza de Volt e Ima-Volt

Cuadro 53. Análisis de varianza de Volt e Ima-Volt para parcela total, diciembre 2004.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	Valor de F	Pr > F
Vol				
bloque	2	41	8.45	0.0008
tratamiento	10	41	33.32	<0.0001
Ima-Vol				
Bloque	2	41	8.45	0.0008
tratamiento	10	41	33.32	<0.0001

Existe efecto de los tratamientos, no así de los bloques.

4.3.2.5. Comparación de valores promedios Dap e Ima-Dap

A continuación se muestra la comparación de valores promedios por tratamiento para Dap e Ima-Dap, considerando los datos individuales de cada árbol tomados en 2004, sobre parcela total.

Cuadro 54. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap por tratamiento, diciembre 2004.

Tratamientos	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Dap	Ima. Dap	Error Dap	Error Ima.Dap	
9	23.4536	3.3505	0.3627	0.05181	A
4,10	22.5707	3.2244	0.2482	0.03546	AB
8	22.4184	3.2026	0.3267	0.04667	ABC
3,7	22.0832	3.1547	0.2175	0.03107	ABC
17,18,19	21.8159	3.1166	0.1760	0.02514	BC
16	21.6847	3.0978	0.3076	0.04394	BCD
13	21.3920	3.0560	0.3013	0.04305	BCD
2,14,15	21.3446	3.0492	0.1735	0.02479	CD
11	21.3169	3.0453	0.3017	0.04309	BCD
5,6,12	20.8968	2.9853	0.1997	0.02853	D
1	20.6296	2.9471	0.2937	0.04195	D

En el cuadro se puede observar en primera instancia que dentro de un tratamiento puede haber más de una parcela, es decir que para esta temprana edad del ensayo aun no se han diferenciado la totalidad de los tratamientos por lo cual algunos poseen densidades iguales desde la instalación del ensayo, esto lleva a agruparlos formando así un único tratamiento, posteriormente con el pasar de los años estos irán diferenciándose al cumplir con sus calendarios de raleos; esto ya se puede apreciar para este año ya que el tratamiento 9 se a diferenciado del grupo en que se encontraba en 2003.

Otra observación que se aprecia es la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, en función del Dap y su correspondiente Ima, estos se ordenan en forma decreciente según las variables mencionadas, sin embargo estas diferencias no se dan entre todos los tratamientos sino que algunos forman grupos debido a los efectos similares causado sobre las variables analizadas, no habiendo diferencias estadísticas entre ellos.

Estos comportamientos mencionados anteriormente se repiten para los análisis de las demás variables, como lo son área basal y volumen.

El tratamiento 9 para el año 2004 es el único que varía debido a su régimen de raleo, separándose del grupo que formaba con el 4 y 10 viéndose modificada su densidad donde paso de tener 500 árboles/ha en 2003 a tener 250 árboles/ha en 2004.

4.3.2.6. Comparación de valores promedios Ht

Cuadro 55. Comparación de valores promedios de Ht por tratamiento, diciembre 2004.

Tratamientos	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)		
	Ht	Error Ht	
9	12.1826	0.2754	A
11	12.0450	0.2561	A
1	12.0115	0.2536	A
8	11.9108	0.2639	A
13	11.8389	0.2561	A
3,7	11.7163	0.1823	A
2,14,15	11.6950	0.1477	A
5,6,12	11.6013	0.1703	A
4,10	11.5985	0.2033	A
16	11.5568	0.2581	A
17,18,19	11.5005	0.1485	A

Como se puede apreciar en el cuadro los tratamientos no tienen ningún efecto sobre la altura de los árboles.

4.3.2.7. Comparación de valores promedios Ab e Ima-Ab

A continuación se muestra la comparación de valores promedios por tratamiento para Ab e Ima-Ab considerando los datos totales por parcela para 2004 calculados sobre parcela total.

Cuadro 56. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab por tratamiento

diciembre 2004.

Tratamientos	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Ab	Ima. Ab	Error Ab	Error Ima.Ab	
1	33.1119	4.7303	0.9034	0.1291	A
5,6,12	27.5253	3.9322	0.5980	0.0854	B
11	27.0547	3.8650	0.9034	0.1291	BC
2,14,15	25.3318	3.6188	0.5216	0.0745	BC
3,7	24.7234	3.5319	0.6388	0.0912	BCD
13	22.9892	3.2842	0.9034	0.1291	CDE
17,18,19	22.4161	3.2023	0.5216	0.0745	DE
4,10	19.9715	2.8531	0.7024	0.1003	EF
16	19.8512	2.8359	0.9034	0.1291	EF
8	17.6405	2.5201	0.9034	0.1291	F
9	11.1121	1.5875	0.9034	0.1291	G

Como el Ab es directamente proporcional a la densidad del rodal, en el cuadro se puede observar en forma muy clara que aquellos tratamientos que tienen una mayor densidad son los que tienen mayor Ab, encontrando al tratamiento testigo en primer lugar ya que no tiene ningún tipo de manejo y es el que mantiene la densidad más elevada todo el turno, por tanto la posición de los tratamientos es inversa a los visto para Dap.

4.3.2.8. Comparación de valores promedios Volt e Ima-Volt

A continuación se muestra la comparación de valores promedios por tratamiento para Volt e Ima-Volt, considerando los datos totales por parcela para 2004 calculados sobre parcela total.

Cuadro 57. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt por tratamiento, diciembre 2004.

Tratamientos	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Volt	Ima.Volt	Error Volt	Error Ima.Volt	
1	201.03	28.7181	6.4251	0.9179	A

11	163.81	23.4014	6.4251	0.9179	B
5,6,12	163.17	23.3097	4.2528	0.6075	B
2,14,15	152.30	21.7576	3.7095	0.5299	B
3,7	145.78	20.8259	4.5432	0.6490	BC
13	142.64	20.3765	6.4251	0.9179	BCD
17,18,19	133.44	19.0630	3.7095	0.5299	CD
16	119.90	17.1289	6.4251	0.9179	CDE
4,10	117.19	16.7416	4.9955	0.7136	DE
8	105.96	15.1375	6.4251	0.9179	E
9	68.069	9.72420	6.4251	0.9179	F

Al igual que para el Ab, la variable analizada depende directamente de la densidad por lo cual los tratamientos que poseen densidades más altas ocupan las primeras posiciones; naturalmente el tratamiento testigo se encuentra en la primera posición, debido a su característica explicada anteriormente, nuevamente se observa que el posicionamiento de los tratamientos es inverso con respecto a lo descrito para Dap.

4.3.3. 2005

En los siguientes cuadros se muestran los análisis de varianza para; Dap, Ab, Volt, Ht y sus correspondiente Ima, considerando los datos individuales de cada árbol, en el caso de Dap, Ima-Dap y Ht, para el caso de Ab, Ima.Ab y Volt, Ima-Volt, se consideran los datos por parcela (en todos los casos provienen de parcela total) julio 2005.

4.3.3.1. Análisis de varianza de Dap e Ima-Dap

Cuadro 58. Análisis de varianza de Dap e Ima-Dap., parcela total, julio 2005.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	Valor de F	Pr > F
Dap				
Tratamiento	13	40	13.94	<0.0001
Bloque	2	40	17.28	<0.0001
Ima-Dap				

Tratamiento	13	40	13.94	<0.0001
Bloque	2	40	17.28	<0.0001

Existe efecto de los bloques y los tratamientos.

4.3.3.2. Análisis de varianza de Ht

Cuadro 59. Análisis de varianza de Ht, parcela total, julio 2005.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	Valor de F	Pr > F
Tratamiento	13	40	1.37	0.2160
Bloque	2	40	12.06	<0.0001

Existe efecto entre los bloques, no así de los tratamientos

4.3.3.3. Análisis de varianza de Ab e Ima-Ab

Cuadro 60. Análisis de varianza de Ab e Ima-Ab, parcela total, julio 2005.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	Valor de F	Pr > F
Ab				
Bloque	2	40	0.10	0.9053
Tratamiento	13	40	6.36	<0.0001
Ima-Ab				
Bloque	2	40	0.10	0.9053
Tratamiento	13	40	6.36	<0.0001

Existe efecto de los tratamientos, no así de los bloques.

4.3.3.4. Análisis de varianza de Volt e Ima-Volt

Cuadro 61. Análisis de varianza de Volt e Ima-Volt, parcela total, julio 2005.

Efecto	Grados de libertad	GL den.	Valor de F	Pr > F
Volt				
Bloque	2	40	0.89	0.4202
Tratamiento	13	40	5.40	<0.0001
Ima-Volt				
Bloque	2	40	0.89	0.4202
Tratamiento	13	40	5.40	<0.0001

Existe efecto de los tratamientos, no así de los bloques.

4.3.3.5. Comparación de valores promedios Dap e Ima-Dap

A continuación se muestra la comparación de valores promedios por tratamiento para Dap e Ima-Dap, considerando los datos individuales de cada árbol tomados en 2005, sobre parcela total.

Cuadro 62. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap por tratamiento, julio 2005.

Tratamientos	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Dap	Ima. Dap	Error Dap	Error Ima.Dap	
9	24.3217	3.0402	0.3037	0.03797	A
4,10	23.1960	2.8995	0.1767	0.02209	AB
8	23.1102	2.8888	0.2473	0.03092	ABC
16	23.0941	2.8868	0.2473	0.03092	ABC
17,19	22.7725	2.8466	0.1842	0.02303	BCD
13	22.6407	2.8301	0.2368	0.02960	BCDE
3,7	22.5724	2.8216	0.1647	0.02059	BCD
18	22.5620	2.8203	0.2368	0.02961	BCDE
2,15	22.2174	2.7772	0.1626	0.02032	CDE
14	21.9121	2.7390	0.2292	0.02865	CDEF
11	21.7877	2.7235	0.2250	0.02812	DEF
5,6	21.6562	2.7070	0.1575	0.01969	EF
12	21.5411	2.6926	0.2238	0.02797	EF
1	20.9132	2.6141	0.2137	0.02672	F

En el cuadro se puede observar en primera instancia que dentro de un tratamiento se consideran varios, posteriormente con el pasar de los años estos irán diferenciándose al cumplir con sus raleos correspondiente según su calendario, esto se puede apreciar para este año con los tratamientos 18, 14 y 12 los cuales se han separado de los grupos en que se encontraban en 2004.

El tratamiento 18 que venía agrupado con el 17 y 19 con una densidad de 600 árboles/ha, pasando en 2005 a 300 árboles /ha.

El número 14 que estaba agrupado con el 2 y 15 los cuales manejaban una densidad constante de 700 árboles/ha, pasando a diferenciarse con 500 árboles/ha en 2005.

Por último el tratamiento 12 se diferencia en 2005 del tratamiento 5 y 6 pasando de 800 árboles/ha a 500 árboles/ha.

También podemos observar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, en función del Dap e lma-Dap.

4.3.3.6. Comparación de valores promedios Ht

Cuadro 63. Comparación de valores promedios de Ht por tratamiento, julio 2005.

Tratamiento	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)		
	Ht	Error Ht	
13	12.5678	0.1745	A
9	12.3580	0.1944	A
16	12.2778	0.1774	A
2,15	12.2419	0.1220	A
11	12.1733	0.1712	A
8	12.1509	0.1774	A
12	12.0973	0.1709	A
18	12.0535	0.1745	A

3,7	12.0535	0.1226	A
17,19	12.0123	0.1357	A
5,6	11.9831	0.1207	A
1	11.9710	0.1683	A
14	11.9672	0.1723	A
4,10	11.8652	0.1256	A

Como se puede apreciar en el cuadro, los tratamientos no tienen ningún efecto sobre la altura de los árboles.

4.3.3.7. Comparación de valores promedios Ab e Ima-Ab

A continuación se muestra la comparación de valores promedios por tratamiento para Ab e Ima-Ab, considerando los datos totales por parcela para 2005 calculados sobre parcela total.

Cuadro 64. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab por tratamiento, julio 2005.

Tratamiento	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Ab	Ima. Ab	Error Ab	Error Ima.Ab	
1	33.2456	4.1557	1.6652	0.2082	A
5,6	28.8564	3.6071	1.1775	0.1472	AB
12	28.0424	3.5053	1.6652	0.2082	ABC
11	27.8598	3.4825	1.6652	0.2082	ABCD
14	26.2330	3.2791	1.6652	0.2082	ABCDE
2,15	26.2205	3.2776	1.1775	0.2082	ABCD
3,7	25.6248	3.2031	1.1775	0.1472	BCDE
17,19	24.2098	3.0262	1.2946	0.1472	BCDE
13	24.0574	3.0072	1.6652	0.1618	BCDE
18	23.8853	2.9857	1.6652	0.2082	BCDE
8	21.1345	2.6418	1.6652	0.2082	CDE
16	21.0786	2.6348	1.6652	0.2082	CDE
4,10	20.6879	2.6348	1.1775	0.1472	DE
9	18.8220	2.3528	1.6652	0.2082	E

Como ya hemos analizado en los cuadros de análisis de Ab para años anteriores, al comparar los análisis de Dap con respecto a los de Ab se ve que los tratamientos varían en forma inversa en cuanto a su posicionamiento en la tabla, ocupando las primeras posiciones los tratamientos de mayor densidad.

4.3.3.8. Comparación de valores promedios Volt e Ima-Volt

A continuación se muestra la comparación de valores promedios por tratamiento para Volt e Ima.-Volt, considerando los datos totales por parcela para 2005 calculados sobre parcela total.

Cuadro 65. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt por tratamiento, julio 2005.

Tratamiento	Método=Tukey-Kramer (P<0.005)				
	Volt	Ima.Volt	Error Volt	Error Ima.Volt	
1	201.18	25.1477	10.8911	1.3614	A
5,6	174.51	21.8143	7.7012	0.9626	AB
12	171.14	21.3926	10.8911	1.3614	ABC
11	170.60	21.3255	10.8911	1.3614	ABCD
2,15	161.57	20.1961	7.7012	0.9626	ABCD
14	158.43	19.8037	10.8911	1.3614	ABCD
3,7	155.45	19.4309	7.7012	0.9626	ABCD
13	152.13	19.0160	10.8911	1.3614	ABCD
17,19	146.71	18.3388	8.4670	1.0584	BCD
18	144.65	18.0810	10.8911	1.3614	BCD
16	129.85	16.2316	10.8911	1.3614	BCD
8	129.19	16.1492	10.8911	1.3614	BCD
4,10	124.39	15.5482	7.7012	0.9626	CD
9	115.78	14.4730	10.8911	1.3614	D

Puesto que esta variable se relaciona directamente con la densidad, el comportamiento en cuanto al posicionamiento de los tratamientos es similar al analizado para Ab, y contrario de lo analizado para Dap.

5. DISCUSION

5.1. 2008

5.1.1. Parcela efectiva

Como se puede apreciar en los análisis de parcela efectiva para las variables estudiadas considerando los datos tomados en 2008, en cuanto al Dap e Ima-Dap, Ab e Ima-Ab y Volt e Ima-Volt, se nota que los tratamientos tienen un efecto sobre las variables analizadas, no así para el caso de los bloques. Esto indica que los diferentes sistemas de manejo planteados producen efecto estadísticamente cuantificable sobre las variables analizadas; este efecto tiene varias causas, presentándose en primer lugar la densidad con que inician los diferentes tratamientos, posteriormente entran a jugar un papel importante la realización de raleos, el cual provoca un determinado efecto según el momento en que se aplique, la intensidad y la cantidad.

5.1.1.1. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap

Pasando a los análisis por tratamiento se pueden ver las diferencias entre ellos, existiendo un efecto de estos sobre las variables analizadas, esto se puede observar en las tres mediciones realizadas en 2008. También se observa que no todos los tratamientos son diferentes entre sí, es decir que hay algunos que a pesar de tener diferencias en la densidades iniciales manejadas, los años e intensidad que se aplican los raleos, genera un efecto similar sobre las variables analizadas lo que lleva a unirlos en un grupo, pudiendo optar por cualquiera de ellos al momento de elegir estos.

Para los análisis de varianza según tratamiento teniendo en cuentas las mediciones de mayo, junio y septiembre, se observa que las posiciones y grupos en las cuales se ordenan los tratamientos en los diferentes análisis es similar entre ellos, es decir que los tratamientos tienden a ocupar una determinada posición salvo en algunos casos donde se intercambian posiciones, a veces en forma temporal. Es así que observado el análisis de la primera medición se nota que las posiciones se mantienen para el segundo análisis, en el tercer análisis se da solo un cambio donde dos tratamientos (13 y 18) se diferencian del grupo en el cual se encontraban.

Cabe destacar que el orden de los tratamientos se da en forma decreciente según el registro en la variable analizada, donde se pueden observar los mayores registros en las primeras posiciones. Los registros más altos o sea los que están en las primeras posiciones corresponden a los tratamientos que tienen menores densidades ya que esta variable se relaciona en forma inversa a la densidad del rodal.

El tratamiento que genera diferencia con el resto por su mayor Dap e Ima-Dap es el 9, ya que posee el manejo más intensivo, comenzando ya con una densidad media (500arb/ha), la cual se ralea a baja (250arb/ha) en forma temprana a los 7 años de edad, generando este manejo mayor espacio para desarrollo de los árboles, a una edad más temprana, comparado con el resto, permitiendo estos alcanzar diámetros mayores que los demás tratamientos. Esto lleva a pensar que este régimen de raleo genera árboles capaces de producir diámetros mayores en menor tiempo de rotación que el resto, además de mantener un mayor control sanitario, pero como contrapartida hay que considerar otros efectos como la reducción del volumen producido, la disminución en la obtención de ganancias intermedias, fustes más cónicos con mayor copa.

El grupo de los tratamientos 10, 16, 13 y 18, si bien se mantiene unido para las dos primeras mediciones, en la tercera medición se producen cambios donde el tratamiento 10 y 16 se separan para formar otro grupo. Estos tratamientos manejan un rango de densidades que van desde 800 a 200 arb/ha, donde se puede observar que las densidades iniciales son iguales o mayores y la aplicación de raleo se va demorando más en el tiempo comparado con el tratamiento 9.

El tratamiento 10 maneja una densidad media desde el inicio, hasta la edad de nueve años donde cambia a una densidad baja; el tratamiento 16 modifica en mayor medida la densidad pasando por tres densidades a lo largo de los años hasta 2008, el mismo parte de una densidad media alta disminuyendo a los seis años a una densidad media y posteriormente a una densidad baja a los nueve años.

El tratamiento 13 comienza con una densidad alta cambiando para una media a los seis años y luego se modifica nuevamente para una media baja a los nueve años y el tratamiento 18 a pesar de partir con una densidad media y modificarla a baja a los ocho años no genera una gran respuesta en diámetro. La diferenciación de los tratamientos 10 y 16 para la tercera medición se

pueden deber a las menores densidades manejadas, lo que lleva a una respuesta más rápida al retomarse el crecimiento de los árboles.

El grupo formado por los tratamientos 4 y 8 manejan densidades bastante similares, la diferencia es que el tratamiento 8 inicia con una densidad media alta modificando esta para 2003 en una densidad media manteniéndose hasta 2008, en cambio en tratamiento 4 siempre mantiene una densidad media desde un principio, estas densidades generan diámetros que se encuentran en mitad de tabla en las tres mediciones.

El grupo formado por los tratamientos 19, 14, 12, 17, 11, 7, 3 y 2 manejan un rango de densidades de 1000 a 500 árboles/ha. Se caracterizan por; el manejo de densidades iniciales más altas con la aplicación de raleo en edades más avanzadas, con una intensidad más leve (reduciendo el número a 500 árboles/ha en todos los casos raleados), también se observa la no aplicación de raleos. Estos manejos determinan la ubicación de este grupo de tratamientos, de mitad de tabla hacia abajo, manteniéndose durante las tres mediciones. Los tratamientos 19 y 17 manejaron constantemente una densidad media (600arb/ha); el tratamiento 14 mantuvo una densidad media alta hasta los 7 años (700arb/ha), donde cambió para una media al año siguiente, manteniéndose hasta 2008; el tratamiento 12 mantuvo una densidad alta hasta los 7 años la cual cambia para media al año siguiente, manteniéndose hasta 2008; el tratamiento 11 mantuvo un comportamiento similar pasando de densidades altas (750arb/ha) a los 8 años a una densidad media para el año siguiente, manteniéndose hasta 2008; los tratamientos 7 y 3 mantienen una densidad media alta (650arb/ha) constante hasta los nueve años, de igual forma los tratamientos 2 y 15 mantienen en forma constante una densidad media alta (700arb/ha).

A pesar que los tratamientos 2 y 15 tienen el mismo manejo, se encuentran en diferentes grupos en las tres mediciones, estando el 15 en forma solitaria en una posición inferior al grupo del tratamiento 2.

El grupo formado por los tratamientos 5 y 6 claramente manejan densidades altas las cuales se mantienen por varios años; como consecuencia de esto los diámetros generados se encuentran entre los más chicos en las tres mediciones.

El tratamiento 1 es el testigo con la mayor densidad que hay en el ensayo, por lo tanto los árboles que crecen con esta densidad generan los diámetros más pequeños.

5.1.1.2. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab

A diferencia de las variables analizadas anteriormente es notorio que las posiciones de los tratamientos se ve invertida estando los tratamientos de mayor densidad encabezando las posiciones, o sea que aquellos con regímenes; de mayores densidades, con la aplicación tardía, leve o la no aplicación de raleos, ocupan las primeras posiciones, esto es debido a que el Ab se relaciona en forma directa con la densidad.

Para los análisis de varianza según tratamiento teniendo en cuentas las mediciones de mayo, julio y septiembre se observa que las posiciones y grupos en las cuales se ordenan los tratamientos para los diferentes análisis es similar entre ellas, es decir que los tratamientos tienden a ocupar una determinada posición.

El tratamiento 4 se separa del grupo más amplio ocupando una posición en solitario a partir del segundo análisis, diferenciándose de este por poseer en forma constante una densidad media, en cambio los demás tienen densidades que van desde media-alta a alta, manteniéndose así para el análisis de septiembre. El tratamiento 14 pasó de estar en solitario a formar un grupo con el tratamiento 12 a partir del segundo análisis, manteniéndose en la tercera, la explicación a esto puede deberse que ambos se asimilan en la densidad mantenida desde 2005.

El tratamiento 1 es el testigo, el cual posee la mayor densidad que hay en el ensayo, ya que no recibe ningún de intervención, por lo tanto posee el mayor registro de Ab $45,92 \text{ m}^2/\text{ha}$ en la tercera medición, esto no quiere decir que sea la mejor opción si este es el objetivo, ya que esta situación en particular no es favorable para la sanidad de la plantación.

El tratamiento 6 maneja en forma constante una densidad alta hasta 2008, por lo cual acumula un área basal considerable que lo deja en segundo lugar.

El grupo formado por los tratamientos 2 y 5, para el primer tratamiento mantiene una densidad media alta constante y el tratamiento 5 posee una densidad alta en forma constante, ambas favorables para la acumulación de Ab.

Ya entrando en los últimos tres tratamientos, a pesar de encontrarse diferencias entre ellos las densidades que manejan son entre media, baja y media-baja, diferenciándose por la combinación con la cual comienzan y en el momento en que se aplica el raleo, terminando todos con densidades bajas. Debido a que tienen un régimen de raleos que los mantiene con bajas densidades es que se encuentran en los últimos lugares de Ab e Ima-Ab.

El tratamiento 10 que mantiene una densidad media (500arb/ha) hasta el 2006, la cual cambia a para una densidad baja (200arb/ha), es el que se encuentra siempre en última posición, debido a que es el que en mayor medida reduce su densidad.

5.1.1.3. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt

Al igual que la variable anterior en los análisis para Volt e Ima-Volt, se observa a los tratamientos de mayores densidades encabezando las posiciones, esto se debe a que las variables analizadas están relacionadas directamente con la densidad, es decir que los tratamientos que tienen mayores densidades, donde la aplicación de raleo es en forma tardía y/o leve o directamente no se aplica raleo, se alcanzan los mayores registros, ya que la acumulación de volumen se ve favorecida, descendiendo esto conforme disminuye la densidad.

Como se puede apreciar, la posición de los tratamientos en los análisis de varianza para las tres mediciones mantiene un cierto orden, el cual se ve modificado en ocasiones, en este caso en el tercer análisis donde algunos tratamientos que se encuentran en posiciones intermedias sufren cambios de posiciones, contrariamente los tratamientos que ocupan las dos primeras posiciones así como las tres últimas se mantienen constante a lo largo de los análisis. Cabe destacar que el ordenamiento de los tratamientos es en forma descendente según el registro en la variable analizada, donde se pueden observar los mayores registros en las primeras posiciones.

El tratamiento 1 es el testigo, posee la mayor densidad que hay en el ensayo, ya que no recibe ninguna intervención, por lo tanto posee el mayor registro de Volt.

Los tratamientos 6, 5 y 2, forman un grupo en el cual se maneja en forma constante densidades altas y medias altas que los ubica en segunda posición, donde el tratamiento 6 mantiene una densidad alta hasta 2008, de igual forma el tratamiento 5 posee una densidad alta en forma constante y el tratamiento 2 mantiene una densidad media alta constante, evidentemente el manejo de estas densidades favorecen la acumulación de Volt.

Los tratamientos 12, 7, 3, 19, 15 y 11, forman un grupo para los dos primeros análisis pero en el tercero los tratamientos 19 y 15 descienden una posición ubicándose con el grupo inferior. Estos tratamientos comienzan manejando densidades medias, medias altas y altas, donde la aplicación de raleo ya empieza a tomar notoriedad en algunos casos, sin embargo para el tratamiento 12 a pesar de ser raleado mantiene su ubicación con respecto al 3 y 7 aun llegando a una densidad menor que estos, esto se debe tal vez al manejo de una densidad alta desde al comienzo y a un raleo en una edad intermedia de la plantación, para luego seguir los tratamientos que manejan densidades medias altas y medias en forma constante.

Considerando que la variable analizada depende directamente de la densidad, se observa que el tratamiento 9 no se ubica en la última posición, a pesar de ser raleado a una densidad baja en una edad más temprana que los tratamientos que se encuentran en las últimas tres posiciones.

5.1.2. Parcela total

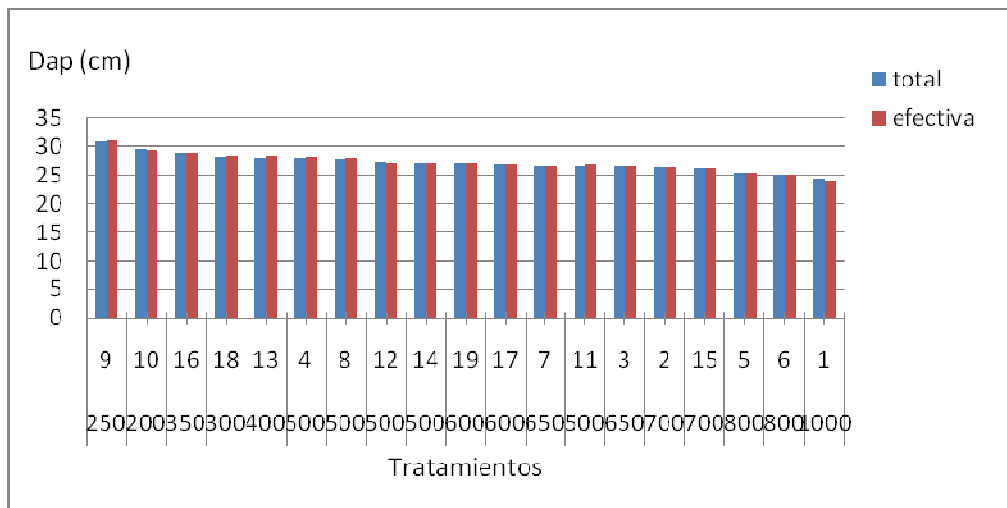
Como se puede apreciar para los análisis de parcela total al igual que para los datos de parcela efectiva, considerando los datos de 2008 en las tres mediciones, en cuanto al Dap e Ima-Dap, Ab e Ima-Ab y Volt e Ima-Volt, se nota que los tratamientos tienen un efecto sobre las variables analizadas, no así para el caso de los bloques. Esto indica que los diferentes sistemas de raleo planteados producen una respuesta diferente, estadísticamente cuantificable sobre las variables analizadas.

5.1.2.1. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap

Pasando a los análisis por tratamiento se puede ver con más detalle que tratamientos difieren entre sí, estos se establecen en un orden descendente donde se pueden observar los mayores registros de las variables mencionadas en las primeras posiciones para los diferentes tratamientos.

También se puede observar los valores de incrementos medio anuales, los cuales dependen directamente del diámetro a la altura del pecho ya que deriva directamente de este, por lo cual en lo analizado para el Dap se incluye esta variable.

Gráfico 2. Dap para parcela efectiva y total para el año 2008.



Cabe mencionar que para estos análisis se consideraron los datos de los árboles de borde, los cuales en la mayoría de los tratamientos no tuvieron influencia en los registros de Dap e Ima-Dap con respecto a los de parcela efectiva.

El comportamiento del Dap se divide en dos bandos donde hay tratamientos que presentan mayores registros para parcela efectiva estando en un rango de entre 0,053 a 0,298 cm por encima que en parcela total, en cambio para parcela total los tratamientos 10, 12, 14, 17, 7, 2, 5, 6 y 1 presentaron mayor registro estando en un rango de entre 0,009 a 0,366 cm más que en parcela efectiva.

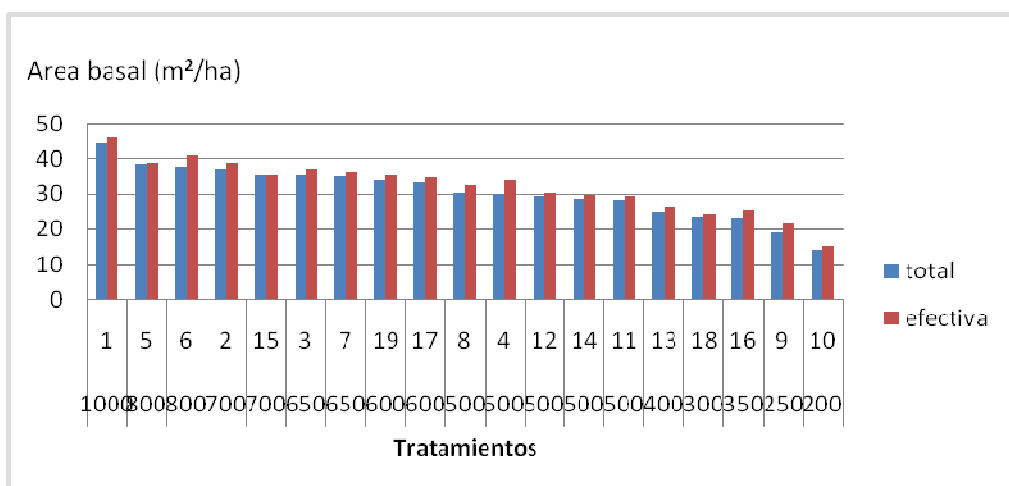
Al incluir los árboles de borde en los análisis se observa que existe un efecto positivo a aquellos tratamientos que manejan densidades más bien bajas. En cambio aquellos tratamientos que tienen densidades altas no se ven afectados al sumarle los árboles de borde en los análisis.

Lo que se puede observar es que los tres primeros tratamientos en la lista (9, 10 y 16) al igual que los últimos cuatro (15, 5, 6 y 1) mantienen sus posiciones a lo largo de los tres análisis, hallándose cambios de posiciones en los tratamientos de mitad de lista, lo que indica que al agregar los árboles de borde en los análisis para estos tratamientos, causó un efecto mínimo en la variable analizada.

Básicamente el cambio de posición y de grupos de los tratamientos al comparar parcela efectiva con parcela total se da en aquellos que tienen manejos intermedios o sea a mitad de tabla. Esto puede deberse a una menor diferencia de Dap entre ellos con respecto a los tratamientos extremos, por lo que un cambio mínimo en el Dap puede redundar en cambios de posiciones, no siendo así para los tratamientos de los extremos de la tabla en los cuales las diferencias de Dap entre parcela efectiva y total no llega a ser determinante, por la mayor diferencia de Dap que existe entre tratamientos adyacentes.

5.1.2.2. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab

Gráfico 3. Ab para parcela efectiva y total para el año 2008.



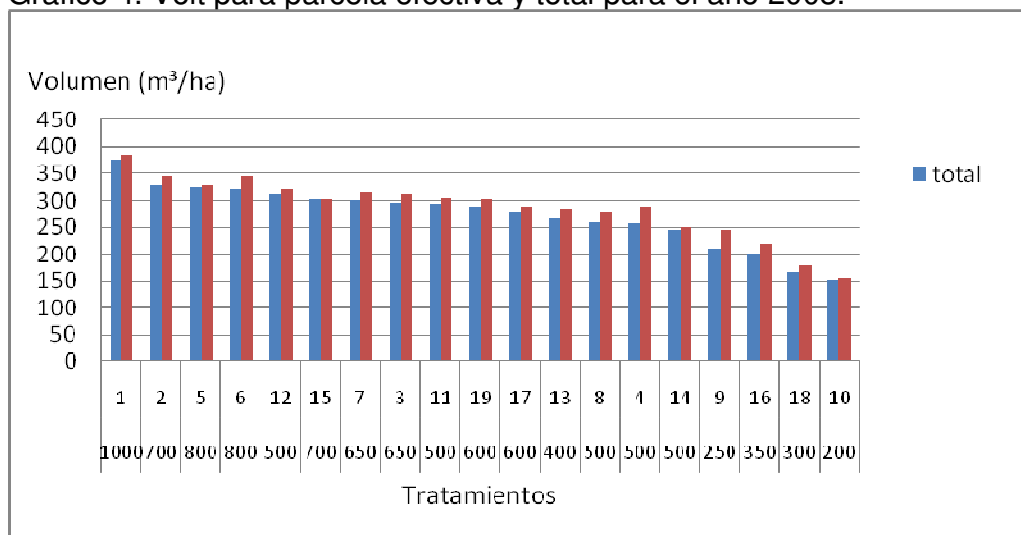
Como se puede observar en el gráfico los registros de parcela efectiva superan a los de parcela total teniendo un rango por encima de entre 0,018 a 4,017 m²/ha.

A diferencia de las variables analizadas anteriormente, es notorio que las posiciones de los tratamientos se ve revertida estando los tratamientos de mayor densidad encabezando las posiciones, esto es debido a que la variable analizada se relaciona directamente con la densidad, donde los tratamientos que manejan mayores densidades iniciales o con la aplicación tardía y leve de raleo o la no aplicación de este, ocupan las primeras posiciones, teniendo los mayores registros de área basal y estos van descendiendo conforme descende la densidad.

Al considerar los árboles de borde en el análisis de Ab se observa que los valores tienden a decrecer comparándolos con la efectiva, esto podría deberse a que al considerar una superficie mayor los árboles que se suman en esa superficie no llegan a hacer un aporte para que el Ab sea mayor.

5.1.2.3. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt

Gráfico 4. Volt para parcela efectiva y total para el año 2008.



Como se puede observar en la grafica el volumen para parcela efectiva muestra mayores registros, estando en un rango de entre 0,36 a 34,77 m³/ha por encima de los registros de parcela total.

Como se puede apreciar la posición de los tratamientos en los análisis de varianza para las tres mediciones mantiene un cierto orden, el cual se ve modificado, en este caso para el tercer análisis (septiembre) donde algunos tratamientos que se encuentran en posiciones intermedias sufren cambios de posiciones, contrariamente los tratamientos que ocupan las dos primeras posiciones así como las tres últimas se mantienen constante a lo largo de los análisis.

Comparando los análisis de parcela total con parcela efectiva se deduce un mismo comportamiento que en el caso de Ab, donde la inclusión de los árboles de borde tiende a disminuir los valores de volumen, debido a que la relación superficie/volumen incluida con estos árboles de borde es alta.

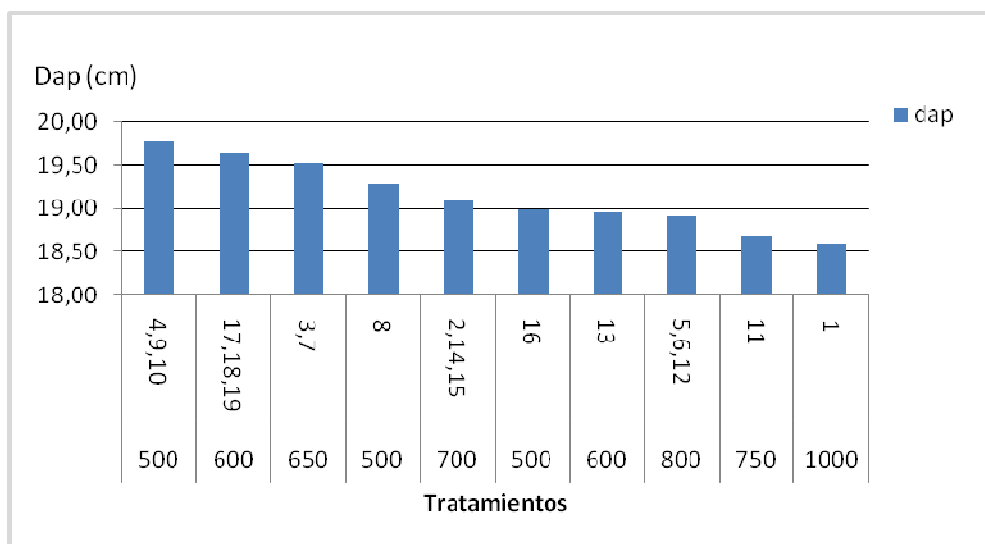
Observando la posición de los tratamientos entre parcela efectiva y total para las tres mediciones existe una similitud entre la ubicación de los tratamientos que se encuentran primeros en la tabla como los que se ubican al terminar la misma.

5.2. ANALISIS HISTORICO

5.2.1. 2003

5.2.1.1. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap

Gráfico 5. Dap para el año 2003.



En primera instancia hay que mencionar que para este año existen tratamientos que aun no se han diferenciado en cuanto a sus densidades, ya que el calendario de raleo aun no se aplica para ellos, por lo cual se consideran como un solo tratamiento, por este motivo los tratamientos apreciados para este año son diez.

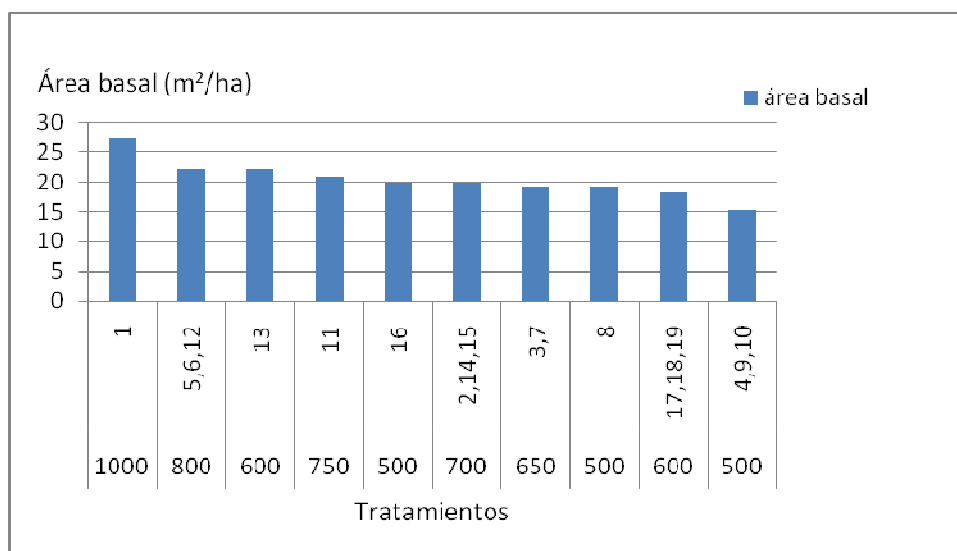
El primer tratamiento que se observa en la tabla está formado por los aun no diferenciados tratamientos 4, 9 y 10 los cuales manejan desde el inicio la misma densidad media. Estos difieren significativamente del resto debido a que esta densidad, comparada con los demás tratamientos, es muy baja otorgándoles una diferencia apreciable en Dap.

La tabla de análisis de varianza de Dap para este año se separa claramente en 2 partes teniendo en cuenta los valores, de mitad de tabla hacia abajo se encuentran los tratamientos que manejan densidades media-alta y alta.

A esta temprana edad la observación de diferencias entre los distintos manejos no se ve con claridad ya que los mismos están en una etapa de iniciación.

5.2.1.2. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab

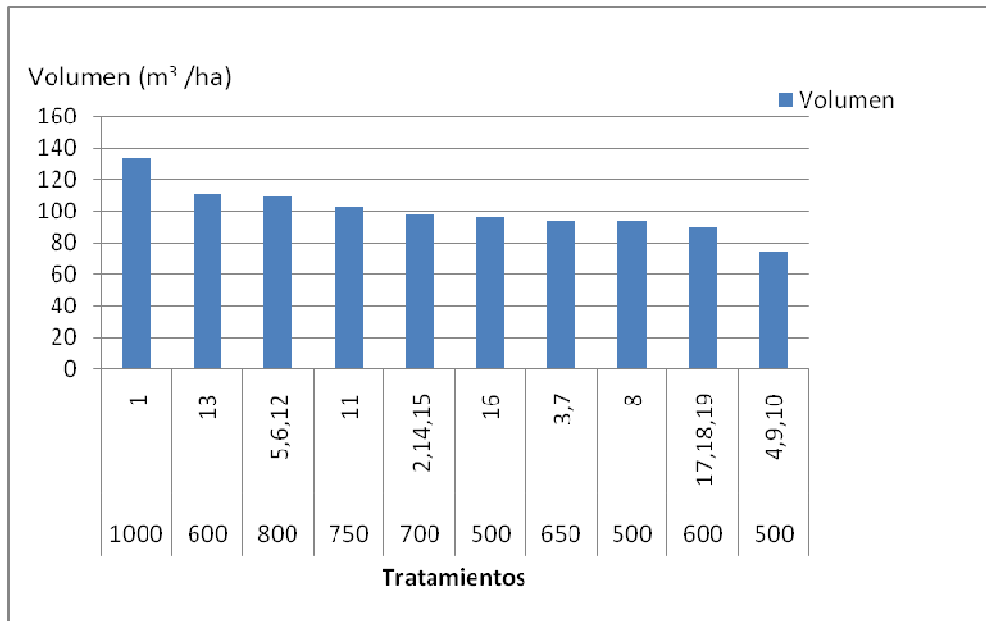
Gráfico 6. Ab para el año 2003.



Considerando que esta variable analizada se relaciona directamente con la densidad, se observa que el posicionamiento de los tratamientos en la tabla se ve invertido en comparación con lo descrito para Dap, es así que los tratamientos que manejan densidades medias altas y altas se encuentran en las primeras posiciones.

5.2.1.3. Comparación de valores promedios de Volt e lma-Volt

Gráfico 7. Volt para el año 2003.



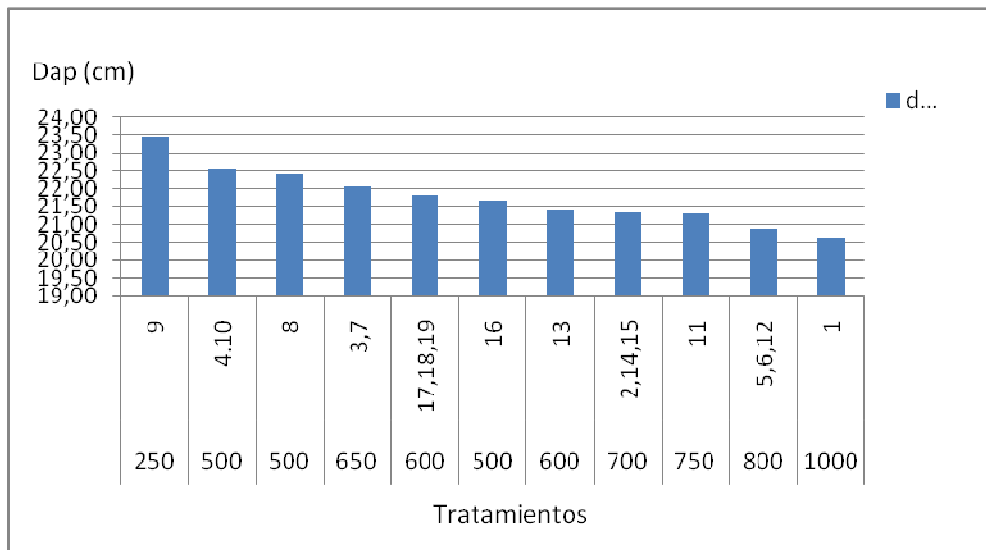
Las consideraciones en cuanto a la conformación de los tratamientos para el análisis de esta variable es la misma que la ya mencionada, en este caso la variable analizada es proporcional a la densidad al igual que el área basal, por ello los tratamientos poseen el mismo comportamiento, donde los de mayor densidad ocupan las primeras posiciones en cuanto a los registros de volumen.

Como se puede ver en la tabla de análisis de varianza de Volt para parcela total, noviembre 2003, aquellos tratamientos que superan los 100m³/ha hasta el momento mantienen una densidad determinada como alta.

5.2.2. 2004

5.2.2.1. Comparación de valores promedios para Dap e Ima-Dap

Gráfico 8. Dap para el año 2004.



Para este año se comienza a apreciar la diferenciación de los tratamientos, donde el tratamiento 9 se diferencia del grupo en que se encontraba en 2003, por lo cual los tratamientos considerados para este caso son once.

Como se puede apreciar para este año los tratamientos 9, 4 y 10 siguen manteniéndose en las primeras posiciones al igual que para 2003, salvo que para este año el tratamiento 9 se ve diferenciado por la reducción de su densidad, donde pasa de tener una densidad media a baja, ubicándolo esto en la primera posición.

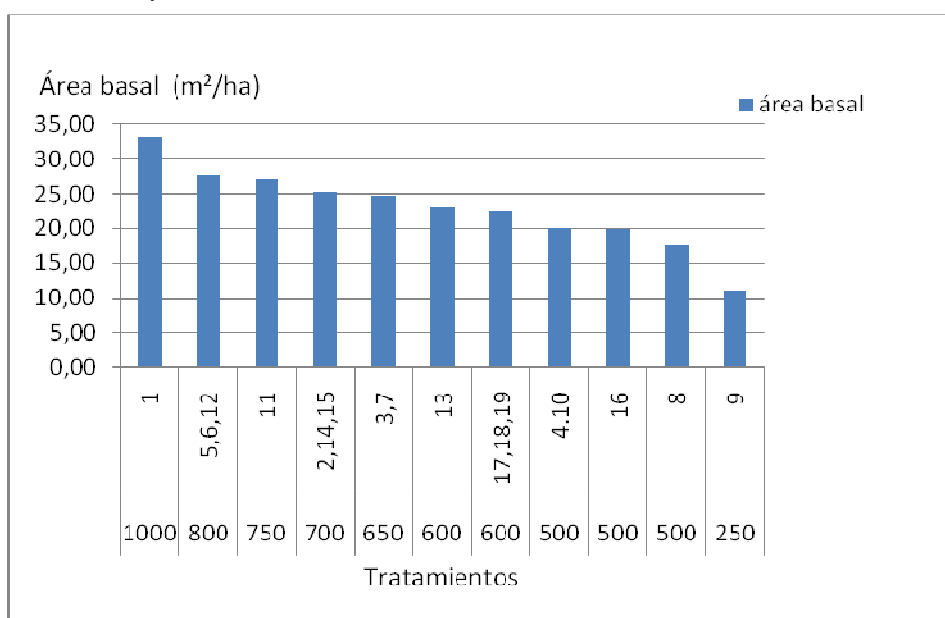
Para el caso del tratamiento 8 se comienza a notar el efecto del raleo realizado en 2003 donde paso a tener una densidad media (500arb/ha), lo que en el rango de Dap del 2004 lo lleva a aumentar posiciones.

Sin embargo el tratamiento formado por el 17, 18 y 19 a pesar de manejar una densidad media se encuentra en una posición inferior al tratamiento 3 y 7, el cual posee una densidad media alta.

Para los demás tratamientos el comportamiento es muy similar al año anterior.

5.2.2.2. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab

Gráfico 9. Ab para el año 2004.



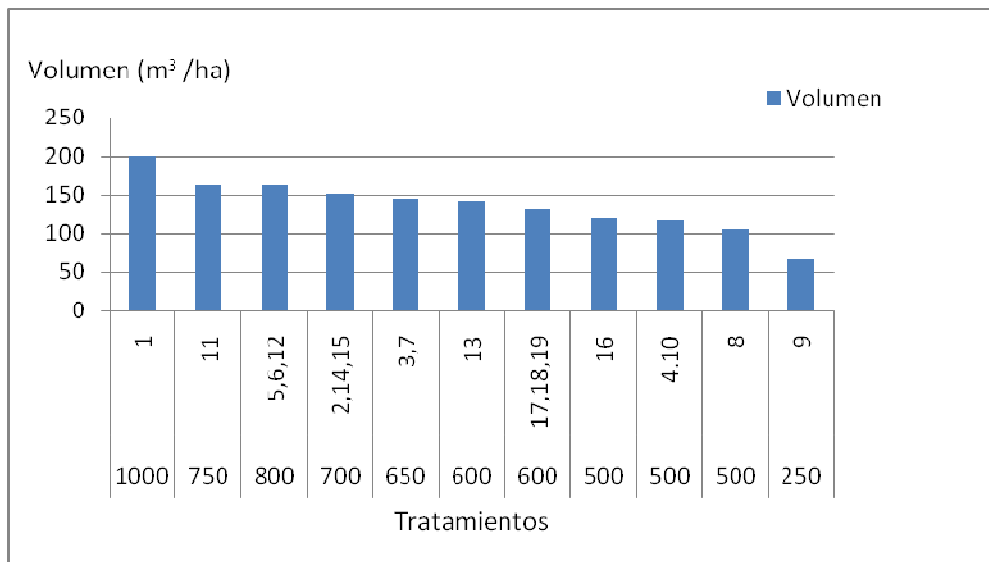
Las consideraciones en cuanto a la formación de los tratamientos para este análisis es la misma que la ya mencionada, en este caso la variable analizada es proporcional a la densidad por lo cual la posición de los tratamientos se invierte comparado con la descripción del Dap, por ello los tratamientos de mayor densidad ocupan las primeras posiciones en cuanto a los registros.

Los tratamientos de mayor densidad se ubican en las primeras posiciones al igual que en el año anterior.

Algo que se puede observar sobre el posicionamiento de tratamientos, es la ubicación del tratamiento formado por el 4 y 10, el cual no se encuentra entre las últimas posiciones, la repuesta al raleo que tuvieron los tratamientos 16, 8 y 9 hizo que se ubicaran en las últimas posiciones, debido a la reducción de densidad la cual determina una reducción de Ab con respecto al resto.

5.2.2.3. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt

Gráfico 10. Volt para el año 2004.



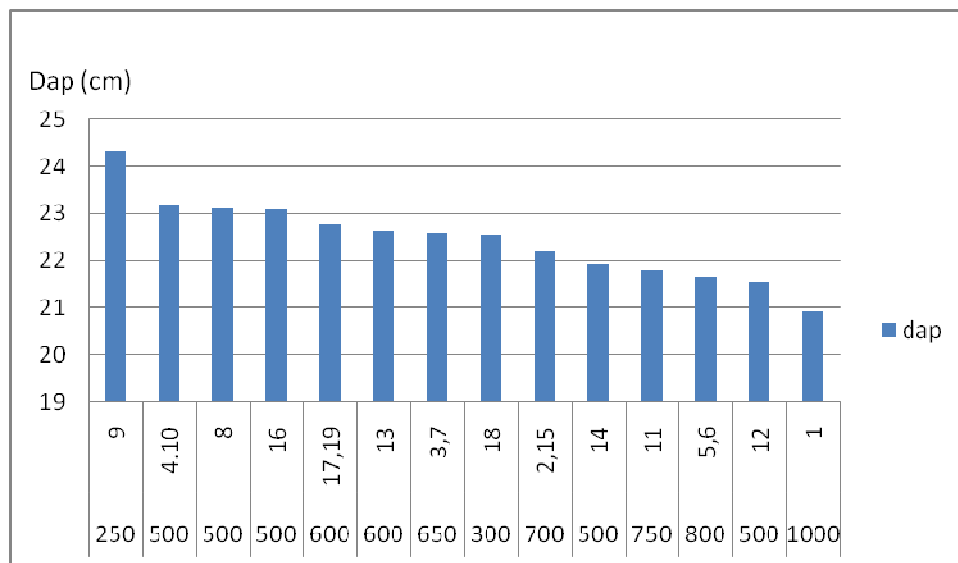
Al igual que el Ab el comportamiento de los tratamientos para esta variable es similar, ya que responde de igual forma a la densidad, es por ello que los tratamientos de mayor densidad ocupan las primeras posiciones en cuanto a los registros.

Para esta variable se puede ver en el caso del tratamiento 8 que desde el año 2003 al 2004 tuvo un incremento en volumen mucho menor que los tratamientos 4 y 10, que en 2004 mantienen la misma cantidad de árboles, esto puede ser causado por la saca de árboles a través del raleo, lo que determina una pérdida de volumen.

5.2.3. 2005

5.2.3.1. Comparación de valores promedios de Dap e Ima-Dap

Gráfico 11. Dap para el año 2005.



Para este año la aplicación de nuevos raleos en algunos tratamientos determina que se separen tratamientos de ciertos grupos. El tratamiento 12 que estaba junto con el 5 y 6 en el año anterior se diferencia este año a partir de un raleo que lo ubica con una densidad de 750 árboles/ha.

El tratamiento 14 se separa del 2 y 15 al ser raleado a 500 árboles/ha o sea una densidad media.

Por último el tratamiento 18 que formaba un conjunto con el tratamiento 17 y 19 se diferencia en este año siendo raleado a una densidad baja de 300 árboles/ha.

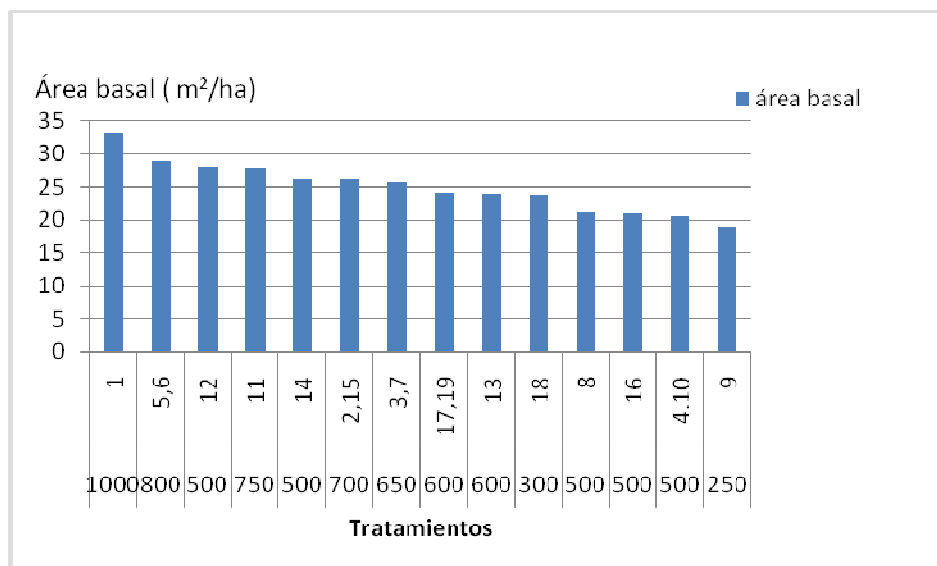
Con respecto a los tratamientos diferenciados este año se aprecia en la tabla de análisis de varianza de Dap que la respuesta al raleo no es inmediata ya que estos tratamientos reducen su densidad pero no por esto aumentan

repentinamente sus Dap, por ende para este año se posicionan por debajo de los grupos que conformaban anteriormente.

Comparando con el año anterior se observa que los primeros lugares siguen ocupados por los mismos tratamientos, al igual que las últimas, habiendo cambios de posiciones en lugares intermedios a causa de los raleos.

5.2.3.2. Comparación de valores promedios de Ab e Ima-Ab

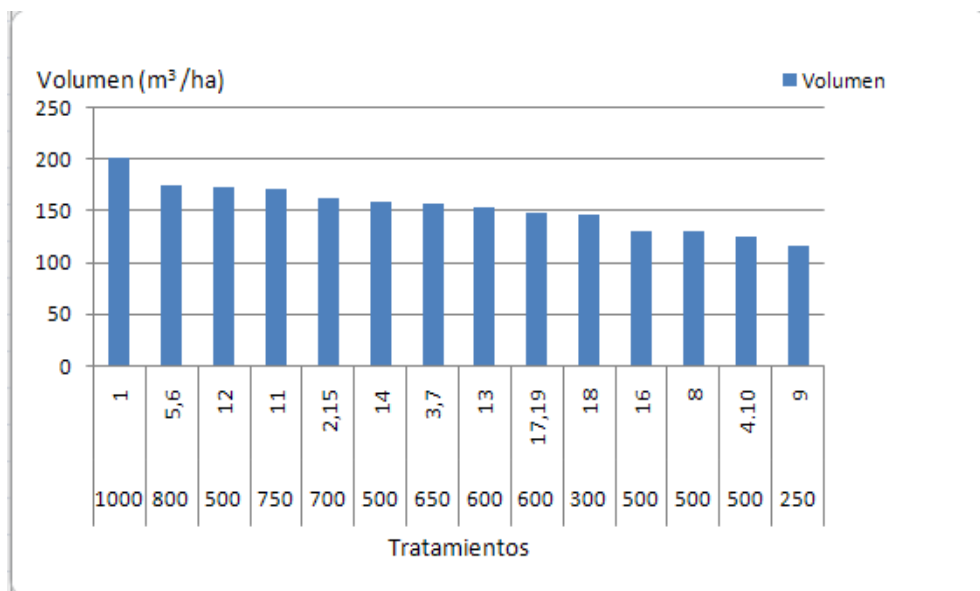
Gráfico 12. Ab para el año 2005.



El comportamiento para esta variable es en forma inversa de lo descrito anteriormente para Dap, es por ello que los tratamientos con mayor densidad se encuentran en las primeras posiciones. En el caso de los tratamientos diferenciados para este año, el efecto de la reducción en sus densidades no se refleja en una pérdida de Ab, pudiéndose deber esto a la realización de las mediciones previo al raleo.

5.2.3.3. Comparación de valores promedios de Volt e Ima-Volt

Gráfico 13. Volt para el año 2005.



Los tratamientos 8 y 9 a pesar de encontrarse en una posición baja en la tabla, fueron los que mayor incremento obtuvieron en volumen, lo que puede estar relacionado con la respuesta al raleo aplicado en 2003 para el caso de tratamiento 8 y en 2004 para el tratamiento 9.

En cuanto a los demás tratamientos mantienen un incremento en volumen similar entre ellos, el cual oscila alrededor de 10 m³/ha.

6. CONCLUSIONES

En cuanto a los análisis realizados sobre las diferentes variables, estos sugieren que existe efecto entre los diferentes tratamientos de raleo aplicados, dicho efecto está relacionado directamente con el manejo de la densidad de cada parcela a través de la aplicación de los diferentes sistemas de raleo, el cual se descompone en: a)- la densidad con la cual se inicia el tratamiento a partir del año 2000, b)- la intensidad con la cual se aplica el raleo, c)- el momento en el cual se aplica el o los raleos y d)- el número de raleos.

Es así que los manejos que contemplan densidades menores y raleos tempranos, obtienen un efecto positivo en los árboles en la acumulación de Dap individual, pero el Ab y Volt se ven afectados en forma contraria disminuyendo sus valores. En cambio los manejos que comienzan con densidades más altas, raleos leves y tardíos provocan un efecto positivo en la obtención de área basal y volumen, teniendo el efecto contrario en la medida del Dap. Por ello es esencial marcar con claridad el objetivo de producción ya que de éste dependerá la elección de los regímenes de raleo a utilizar.

Según los datos analizados en este trabajo, el tratamiento 2 es el que muestra el mejor comportamiento hasta el momento, tomando en cuenta una relación entre Dap y Volt que sea beneficiosa para la producción de madera de calidad, es decir lograr buenos Volt con Dap individuales altos.

Según lo visto en los análisis de varianza para Ht no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, lo que muestra en este caso que la altura es independiente de los regímenes de raleo. En cambio los bloques sí tienen diferencias significativas con respecto a la altura lo que indica que la misma está relacionada con las características propias del sitio.

Considerando la comparación entre parcela efectiva y parcela total, la inclusión de los árboles de borde no tiene un efecto sobre las variables analizadas en el rango de densidades manejadas.

Si comparamos las tres mediciones realizadas en el año 2008 se puede apreciar fácilmente que entre la medición de mayo y la de julio no existen prácticamente diferencias, debiéndose esto a la detención del crecimiento a causa de la estación invernal; sin embargo para la tercera medición, en

septiembre se comienza a notar diferencias para las diferentes variables, debiéndose posiblemente esto al reinicio del crecimiento al comenzar la primavera.

7. RESUMEN

En el presente trabajo se analizan los efectos de diferentes regímenes de raleo desde 1997 hasta 2008, mediante la utilización de datos de los años 2003, 2004, 2005 y 2008. El ensayo está diseñado en bloques completos al azar, e incluye 19 tratamientos de raleo en 3 repeticiones. En primera instancia para el período 1997-1999 todas las parcelas mantienen una densidad de 1000 árboles/ha; para el período de 2000- 2002 se diferencian seis tratamientos; en el año 2003 pasaron a ser diez tratamientos; en 2004 once tratamientos; en 2005 catorce tratamientos y para el periodo 2006-2008 quince tratamientos, más el tratamiento testigo. Para los años 2003, 2004 y 2005 los datos fueron medidos una vez cada año, para el año 2008 los datos fueron tomados bimensualmente en tres oportunidades, en los meses de mayo, julio y septiembre, midiéndose Dap (1,37m). Las mediciones del año 2008 se realizaron sobre parcela efectiva y parcela total, para eliminar el efecto “borde”. Posteriormente al analizar las variables comparando ambas parcelas se concluye que este efecto hasta la fecha no influye en los resultados. Se analiza el efecto de los diferentes tratamientos a lo largo de los años sobre las variables: Dap, Ab, Volt, Ima para cada variable mencionada y Ht. Para todos los años estudiados los tratamientos mostraron diferencias significativas para todas las variables analizadas menos para Ht. Las mediciones realizadas bimensualmente (mayo, julio, septiembre) en el año 2008 muestran una diferencia entre ellas, en forma más notoria en el mes de septiembre, cuando se reinicia la actividad fisiológica. Considerando todos los años analizados hasta 2008, el tratamiento 2 es el que muestra el mejor comportamiento teniendo en cuenta un equilibrio entre Volt y Dap de la parcela.

Palabras claves: Régimen de raleo; Bloques completos al azar; Diámetro a la altura del pecho (Dap); Área basal (Ab); Volumen total (Volt); Altura total (Ht); Incremento medio anual (Ima); Parcela efectiva; Parcela total; Efecto borde.

8. SUMMARY

This paper analyzes the effects of different regimes of thinning from 1997 to 2008, using data from the years 2003, 2004, 2005 and 2008. The trial is designed in randomized blocks and includes 19 treatments of thinning in 3 replicates. In the first instance for the period 1997, 1998 and 1999 all plots have a density of 1000 trees / ha during the period of 2000, 2001 and 2002 differ six treatments in 2003 became ten treatments, in 2004 eleven o'clock treatments in 2005 fourteen treatments and for years 2006, 2007, 2008 fifteen treatments over the control treatment. For the years 2003, 2004 and 2005 data were measured once every year, for 2008 the data were collected bimonthly on three occasions in the months of May, July and September, measuring diameter at breast height (1, 37m). The measurements of 2008 were conducted on plot effective and total plot to eliminate edge effect. And then to analyze the variables by comparing both plots it is concluded that this effect does not influence the results. We analyze the effect of different treatments over the years on the variables, diameter at breast height, basal area, total volume, average annual increase for each variable mentioned and total height. For all years studied, the treatments showed significant differences for all variables studied less for total height. Measurements taken every two months (may, july, september) in 2008 show a difference between them in september when it restarts physiological activity. Considering all the years analyzed until 2008, treatment 2 is showing the best performance taking into account a balance between volume and EPDs in the plot.

Keywords: Regimes of thinning; Randomized blocks; Diameter at breast height; Basal area; Total volume; Average annual increase; Total height; Effective plot; Total plot; Edge effect.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. AMATEIS, R.L. 1998. Reponse of dominant height, basal area and survival to first and second thinning in loblolly pine plantations. Loblolly Pine Growth and Yield Research Cooperative. Technical Bulletin no. 101. 7 p.
2. BALDWIN, V.C JR.; PETERSON, K.D.; CLARK III, A.; FERGUSON, R.B.; MIKE, R.M.; BOWER, D.R. 2000. The effects of spacing and thinning on stand and tree characteristics of 3-year-old loblolly pine. *Forest Ecology and Management*. 30 (137): 91-102.
3. BURTON, J. D. 1982. Sawtimber by prescription - the sudden pawlog story through age 33. Southern Forest Experiment Station. Research Paper no. 79. 9 p.
4. CARDOZO, H.; OCAÑO, J.; TORRES, G. 1986. Influencia del espaciamiento en el crecimiento diametral anual de pinus taeda L. sobre suelos de la unidad tacuarembó. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 174 p.
5. CRAIB, I.J. 1939. Thinning, pruning and management studies on the main exotic conifers grown in south africa. Department of Agriculture and Forestry. Technical Bulletin no. 96. 196 p.
6. CRECHI, E.H.; FRIEDL, R. A.; FERNANDEZ, R. A.; FAHLER, J.C. 2001. Efectos de la intensidad y oportunidad de raleo en pinus taeda L. sobre el crecimiento y la producción en el noreste de misiones, argentina. In: Simposio Latino-Americano sobre Manejo Forestal. (2º., 2001, Santa María, RS, Brasil). Actas. s.n.t. pp. 189-210.
7. HAUSENAUER, H.; BURKHART, H.E.; AMATEIS, R.L. 1997. Basal area development in thinned and unt-thinned loblolly pine plantations. *Canadian Journal of Forest Research*. 27(2): 256-271.
8. HAWLEY, R.C.; SMITH, D.M. 1972. *Silvicultura práctica*. 6ª. ed. Barcelona, Omega. 544 p.

9. HAYWOOD, J.D. 1993. Seasonal and cumulative loblolly pine development under two stand density and fertility levels. In: Biennial Southern Silvicultural Research Conference (7th., 1993, Brissette, USDA). Proceedings. s.n.t. pp. 517 - 523.
10. _____. 2005. Influence of precommercial thinning and fertilization on total stem volume and lower stem form of loblolly pine. *Southern Journal of Applied Forestry*. 29 (4): 215-220.
11. LUSSICH, F. 2002. Evaluación de un ensayo de raleo en pinus taeda L. en tacuarembó. Etapa 1: instalación y evaluación inicial. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 61 p.
12. SHEPHERD, K.R. 1986. *Plantation silviculture*. Dordrecht, The Netherlands, Martinus Nijhoff. 322 p.
13. SORRENTINO, A. 1981. *Manual para diseño y ejecución de inventarios forestales*. Montevideo, Hemisferio Sur. 350 p.
14. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN GENERAL FORESTAL. 2009. Estadísticas. Plantaciones registradas en DGF; superficie forestada 1975-2008 registrada en Dirección General Forestal con plan de manejo. (en línea). Montevideo. 1 p. Consultado 22 feb. 2010. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/Forestal/DGF.htm>
15. WILEY, S.; ZEIDE, B. 1992. Development of a loblolly pine plantation thinned to different density levels in southern Arkansas. Arkansas Agricultural Experiment Station. Report Series no. 322. 44 p.
16. YU, S.; CAO, Q.V.; CHAMBERS, J.L.; TANG, Z.; HAYWOOD, J.D. 1999. Managing leaf area from maximum volume production in a loblolly pine plantation. In: Biennial Southern Silvicultural Research Conference (10th., 1999, Shreveport, Louisiana). Proceedings. Asheville, North Carolina, Southern Forest Experiment Station. pp. 450-460.
17. ZANHER, R.; WHITMORE, F.W. 1960. Early growth of radically thinned loblolly pine. *Journal of Forestry*. 92 (12): 628-634.
18. ZEIDE, B.; ZHANG, Y. 1999. Predicting diameter jump on even-aged stands. In: Biennial Southern Silvicultural Research Conference

(10th, 1999, Shreveport, Louisiana). Proceedings. Asheville, North Carolina, Southern Forest Experiment Station, pp. 519-524.

19. ZHANG, S.; BURKHART, H. E.; AMATEIS, R. L. 1997. The influence of thinning on tree height and diameter relationships in loblolly pine plantations. *Southern Journal Applied Forestry*. 21 (4): 199-205.

10. ANEXOS

10.1. ANEXO 1

En la siguiente figura se puede observar la constitución de la parcela total como de la parcela efectiva.

