

CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* var *elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* DE 13 AÑOS DE EDAD BAJO DIFERENTES MODALIDADES DE CONTROL DE MALEZAS

Raúl Pezzutti¹ y Silvana Caldato²

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el crecimiento de plantaciones de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* var *elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* en suelos grises del nordeste de la provincia de Corrientes, Argentina, bajo diversas modalidades de control de malezas. Se estudió el efecto del área de control (sin control, en la banda y total) y el tiempo de control (sin control, 1, 2 ó 3 períodos de crecimiento) de malezas. Los tratamientos fueron establecidos en bloques completos al azar con 3 repeticiones. A los 13 años de edad la especie *Pinus elliottii* var *elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* (*P.e.* x *P. c.* var *h.*) presentó los mayores crecimientos en volumen seguida por *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* con valores de 519; 410 y 370 m³ ha⁻¹, respectivamente. Los tratamientos con control de malezas en la banda o en la totalidad del área no presentaron diferencias significativas entre sí, sin embargo presentaron en promedio una ganancia en volumen del 8 % con relación al testigo sin control correspondiente a 33,6 m³ha⁻¹. Al aumentar el tiempo de control (1, 2 ó 3 períodos de crecimiento) las producciones volumétricas por hectárea mejoraron en general alcanzando una diferencia máxima con el testigo del 11 % correspondiente a 44 m³ ha⁻¹. La productividad de las plantaciones de Pino en sitios bajos del nordeste de Corrientes está condicionada por la especie y el tipo de control de malezas, siendo posible obtener valores de incremento medio anual superiores a 40 m³ ha⁻¹ año⁻¹.

Palabras claves: productividad forestal, silvicultura, período de control, intensidad de control de malezas, drenaje deficiente.

Introducción

Los tratamientos silvícolas son aplicados con el objetivo de mejorar la productividad de las plantaciones forestales (Allen y Lein, 1998), son herramientas que ayudan a disminuir limitaciones de nutrientes y de agua a lo largo de la rotación (Albaugh et al.

¹ Ing. Forestal, Dr. en Manejo Forestal, Forestal Bosques del Plata S.A., Posadas, Misiones.
rpezzutti@cmpc.com.ar

² Ing. Forestal, Dr. en Silvicultura, Grupo Ecos, Consultora Forestal, Posadas, Misiones.
scaldato@yahoo.com.br

2003, Albaugh et al., 2012). En muchas situaciones la vegetación herbácea o arbórea tiene un efecto negativo significativo en la sobrevivencia y crecimiento de plantaciones de *Pinus taeda* (Zutter et al., 1999).

Nilsson y Allen (2003), describen cuatro tipos de respuestas a largo plazo de tratamientos aplicados tempranamente en plantaciones de *Pinus taeda*. Una respuesta tipo A ocurre cuando las ganancias en crecimiento en áreas tratadas sigue aumentando durante la rotación. Respuesta tipo B, ocurre cuando la ganancia en crecimiento lograda inicialmente se mantiene durante la rotación, pero no sigue aumentando después de la respuesta inicial. Respuesta tipo C, ocurre cuando la ganancia inicial es perdida en el tiempo, y respuesta tipo D ocurre cuando el crecimiento inicial en áreas tratadas cae por debajo de los niveles de las áreas no tratadas. El efecto de diversos tratamientos puede tener cualquiera de las respuestas descritas dependiendo de las características de los sitios y como las prácticas silvícolas son aplicadas.

La aplicación de herbicidas frecuentemente resulta en respuestas del Tipo B, con ganancias en el crecimiento inicial y sin incremento en producción subsecuente (Nilsson and Allen, 2003). El control de malezas tiene un costo por hectárea y su ejecución se justifica siempre que los resultados finales de sobrevivencia y crecimiento se traduzcan en volúmenes que al ser valorizados superen al costo del control.

En sitios de drenaje imperfecto del nordeste de Corrientes se establecen plantaciones de *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* y de *P.e. x P. c. var h.* siendo probable que las mismas respondan de manera diferencial a los controles de malezas debido a la adaptabilidad de las especies a estos sitios y a la eficiencia específica en el uso de los recursos disponibles durante la rotación. Pezzutti y Caldato (2004) presentaron resultados de crecimientos de estas especies a edades tempranas bajo diferentes modalidades de control de malezas sin embargo, resultados cercanos a la edad de corte son requeridos para tomar decisiones. Rubilar et al. (2008) citando a diversos autores mencionan que las estimaciones de las ganancias por control de malezas en productividad de las plantaciones son altamente dependientes de los sitios y de las especies y existe la necesidad de identificar los períodos críticos durante los cuales el control de malezas tiene el mayor efecto en la productividad forestal.

En este contexto el objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta en crecimiento de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* y *Pinus elliottii var elliottii x Pinus caribaea var hondurensis* a diversas modalidades de control de malezas hasta los 13 años de edad en suelos grises del nordeste de Corrientes.

Materiales y métodos

Descripción del área:

El presente estudio fue desarrollado en un área de drenaje natural deficiente perteneciente a la empresa Bosques del Plata localizada en la provincia de Corrientes (28°25'25" LS y 56°15'46" LO), Argentina. La vegetación presente en el área era herbácea y compuesta básicamente por gramíneas; la preparación del suelo fue realizada en camellones. Las características del suelo, clima y vegetación fueron detalladas por Pezzutti y Caldato (2004).

Plantas y plantación:

Las procedencias de *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* var *elliottii*, y *Pinus elliottii* var *elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* (híbrido), fueron de huerto semillero clonal 1.5 – Marion, Estados Unidos; huerto semillero clonal, Georgia, Estados Unidos y Huerto semillero productor de semilla híbrida F2, Australia, respectivamente. La plantación se realizó manualmente con pala considerando un espaciamiento entre plantas de 1,75 metros (en la línea) y de 4 metros entre líneas.

Tratamientos estudiados:

Fueron evaluados 21 tratamientos, en un ensayo factorial, resultantes de la combinación de 3 especies: (*Pinus taeda*; *Pinus elliottii* var *elliottii* y *Pinus elliottii* var *elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis*); 2 intensidades de área controlada (45 %, con control de malezas en la banda de plantación y 100 %, con control en la totalidad del área) y 3 períodos de control de malezas (1, 2 y 3 períodos) más un testigo sin control de malezas por especie. El control de malezas se realizó químicamente y el período considerado fue de 6 meses (de Octubre a Marzo).

Los productos utilizados para el control de malezas fueron atrazina, glifosato y haloxifop–R–metil éster con dosis de 3,0 litros/ha; 3,0 litros/ha y 1,5 litros/ha, respectivamente. La primer aplicación se realizó con atrazina y haloxifop–R–metil éster y las posteriores fueron realizadas con atrazina y glifosato.

Diseño experimental, variables de medición y análisis de datos:

El diseño utilizado fue de bloques completos al azar con 3 repeticiones por tratamiento. Las parcelas fueron de tres filas de 12 plantas totalizando 36 plantas por parcela en un área de 252 m². Para evaluar el crecimiento se midieron a los 3, 4, 5, 8, 11, 12 y 13 años la altura total (metros) y el diámetro a la altura del pecho (cm) de las 10 plantas correspondientes a la línea central de la parcela, durante el período invernal. Los

volúmenes de *P. taeda* y *P. elliottii* se calcularon utilizando las ecuaciones generadas por Fassola et al. (2007) y los del híbrido con la función presentada por Costas et. (2006).

Los volúmenes de los niveles correspondientes a cada factor principal para cada año fueron graficados para su interpretación, estimándose los valores medios de los años faltantes (6, 7, y 9, 10 años), por medio del incremento medio anual correspondiente a cada periodo.

Los datos de sobrevivencia, altura total, diámetro a la altura del pecho y volumen fueron analizados a través del análisis de la varianza y test de F sobre el efecto de las interacciones entre los factores y sobre el efecto de los factores principales (especie, período de control y área controlada).

Para el análisis de los datos de sobrevivencia en % se utilizó la transformación arcoseno. Cuando se determinó diferencia significativa entre tratamientos (test de F) se realizó el test de separación de medias de Tukey ($P < 0,05$).

Resultados y discusión

En el ANOVA no se presentaron interacciones significativas siendo altamente significativos los efectos de los factores principales en todas las edades analizadas. Los resultados obtenidos a los 13 años de edad para los 21 tratamientos estudiados son presentados en la Tabla 1. Puede observarse que para *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* el tratamiento sin control de malezas presentó los menores valores medios de DAP, altura, volumen, IMA, área basal y altura dominante sin embargo no se observó un efecto del control de malezas en la sobrevivencia. En el caso de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* los resultados no siguieron la misma tendencia que la indicada para las otras especies presentándose, en algunos casos, mayor crecimiento en el tratamiento sin control de malezas. *P. taeda* alcanzó valores máximos de 22,3 cm en DAP, *P. elliottii* de 21,7 cm y el híbrido de 25,3 cm, todos estos correspondieron a tratamientos con control de malezas. Para la altura total los valores máximos alcanzados fueron 18,9 m para *P. taeda*, 18,1 m para *P. elliottii* y de 20,2 m para *P. e. x P. c. var h*. Los máximos valores de volumen/ha observados fueron $387,5 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, $457,2 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ y $577,7 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ para *P. taeda*, *P. elliottii* y el híbrido respectivamente. Los mayores valores volumétricos presentados para *P. elliottii* con relación a *P. taeda* se deben a la mayor sobrevivencia presentada por esta especie con una diferencia en promedio de 95 árboles más vivos por hectárea. La altura dominante alcanzó valores máximos de 19,9 m, 19,5 m y 21,1 m para *P. taeda*, *P. elliottii* y el híbrido respectivamente indicando que estos sitios al ser plantados con el híbrido

podrán presentar un IS próximo a 24, valor correspondiente a sitios de muy buena productividad en la región. Los valores de área basal máximos observados se presentaron también en esta última especie mencionada llegando a valores de $56,5 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$.

Tabla 1: Valores medios para las distintas especies y tratamientos a los 13 años de edad.

Tratamiento	Especie	Descripción	DAP (cm)	h (m)	Volumen (m^3ha^{-1})	IMA (m^3ha^{-1})	AB (m^2ha^{-1})	Densidad ($\text{arb.}\text{ha}^{-1}$)	hd (m)
1	<i>P. taeda</i>	Testigo SC	20.9	17.5	311.8	24.0	37.2	1095	19.0
2	<i>P. taeda</i>	CB 1P	21.2	18.1	360.0	27.7	41.8	1190	19.4
3	<i>P. taeda</i>	CB 2P	22.0	18.9	407.9	31.4	45.1	1190	19.8
4	<i>P. taeda</i>	CB 3P	21.1	18.6	387.5	29.8	43.4	1238	19.9
5	<i>P. taeda</i>	CT 1P	20.3	18.7	356.2	27.4	39.3	1190	19.8
6	<i>P. taeda</i>	CT 2P	22.3	18.6	380.3	29.3	42.6	1095	19.3
7	<i>P. taeda</i>	CT 3P	21.0	18.9	387.0	29.8	42.8	1238	19.3
8	<i>P. elliotii</i>	Testigo SC	20.1	17.4	374.5	28.8	42.2	1333	19.0
9	<i>P. elliotii</i>	CB 1P	21.5	17.8	404.6	31.1	44.3	1238	19.1
10	<i>P. elliotii</i>	CB 2P	21.7	18.0	452.2	34.8	48.9	1333	19.3
11	<i>P. elliotii</i>	CB 3P	21.3	18.1	457.2	35.2	49.2	1380	18.8
12	<i>P. elliotii</i>	CT 1P	21.6	18.1	388.9	29.9	41.6	1142	19.2
13	<i>P. elliotii</i>	CT 2P	21.2	17.9	390.5	30.0	42.5	1190	19.5
14	<i>P. elliotii</i>	CT 3P	21.1	17.6	403.9	31.1	44.8	1285	18.9
15	<i>P.híbrido</i>	Testigo SC	24.0	19.8	526.5	40.5	51.3	1142	20.4
16	<i>P.híbrido</i>	CB 1P	23.8	19.1	481.3	37.0	48.8	1095	20.2
17	<i>P.híbrido</i>	CB 2P	25.3	20.0	577.7	44.4	56.5	1142	20.5
18	<i>P.híbrido</i>	CB 3P	23.6	19.5	544.5	41.9	53.9	1238	19.9
19	<i>P.híbrido</i>	CT 1P	25.1	20.0	549.3	42.3	53.6	1095	21.0
20	<i>P.híbrido</i>	CT 2P	24.3	20.2	479.1	36.9	45.8	1000	20.6
21	<i>P.híbrido</i>	CT 3P	24.2	19.7	472.9	36.4	46.4	1000	21.1

Dónde: SC (sin control), CB (control en banda), CT (control total), DAP (diámetro a la altura del pecho), h (altura media), IMA (incremento medio anual), AB (área basal), hd (altura dominante). 1P (1 período), 2P (2 períodos), 3P (períodos).

Con relación al volumen total, para *P. taeda* se obtuvieron ganancias del orden del 23 % con los tratamientos de control en banda y del 20 % para el grupo de tratamientos de control total con relación al testigo. En el caso de *P. elliotii* las diferencias fueron menores siendo del 17 % para el grupo de tratamientos con control en banda y del 5 % para el de control total. Ya en el caso del híbrido se observaron diferencias mínimas con valores muy bajos en general. En *P. taeda* y *P. elliotii* se puede observar una tendencia a presentar mayores volúmenes en la medida en que aumentan los períodos de control mientras que en el híbrido no se observa una tendencia al respecto. Es probable que en los tratamientos de control total la disponibilidad de nutrientes haya sido excesiva durante el inicio del desarrollo del rodal no siendo aprovechada en su totalidad por los plantines

mientras que en el control en banda la oferta de nutrientes pudo darse de manera más regulada al ir cerrándose el dosel y descomponiéndose el material vegetal presente en el entrelíneo. Un claro entendimiento de la dinámica de la disponibilidad de agua y nutrientes durante la rotación ayudará a explicar las respuestas al control de malezas y su evolución a través del tiempo. La respuesta de este estudio a los 4 años edad fue presentada por Pezzutti y Caldato (2004), donde los tratamientos con control de malezas presentaban un crecimiento superior al testigo sin control con ganancias significativas para las tres especies del orden de 85 % en volumen.

En el sudeste de los Estados Unidos, Albaugh et al. (2012) relatan que la respuesta de crecimiento de plantaciones de *P. taeda* y *P. elliotii* al control malezas hasta los 10 años de edad fue baja, solamente 3 de 13 sitios experimentaron una respuesta de crecimiento positiva en volumen en al menos un periodo de medición.

También Jokela et al. (2000), Zhang et al. (2013) estudiaron las respuestas de crecimiento al control de malezas en plantaciones de *Pinus* sp. encontrando ganancias iniciales de crecimiento debidas a los tratamientos y sugiriendo que practicas silvícolas adicionales (fertilización, raleos) permitirán mantener estas ganancias en el tiempo. Por otra parte Miller et al. (2006) observaron en *Pinus taeda* a los 15 años de edad una ganancia de aproximadamente $35 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ por control de malezas.

La Tabla 2 presenta los valores para las variables de densidad, altura, diámetro y volumen a lo largo de los 13 años para los 3 factores principales (especies, periodo de control e intensidad de control de malezas). La densidad de la plantación no fue afectada por las diferentes modalidades de control de malezas. Solamente para el factor especie hubo diferencias significativas, donde *P. elliotii* y *P. taeda* presentaron mayor sobrevivencia. También se observa que a partir de los 8 años hay una disminución de la densidad en todos los factores principales, esto se debe a que en estas condiciones de edad, región y densidad de plantación, las plantaciones de pino entran en una fuerte competición y empieza la mortalidad (Caldato, 2011; Pezzutti et al. 2012). Esto podría explicar porque hasta los 8 años de edad los tratamientos con control de malezas responden significativamente al crecimiento en diámetro, altura y volumen (Tabla 2). A partir de los 8 años el testigo sin control de malezas sigue con menor crecimiento y las medias de los tratamientos dejan de diferenciarse estadísticamente, sin embargo, la diferencia en valor absoluto en volumen, a los 13 años, al controlar la maleza en la banda es de $48,2 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ y de $18,8 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ para el control total, ocasionando una respuesta al control de malezas tipo B y tipo C respectivamente (Figura 1-B).

Tabla 2: Valores de densidad y crecimiento en diámetro, altura y volumen durante distintos periodos de evaluación para 3 especies de *Pinus* con diferentes tratamientos de control de malezas. Para cada variable y factor principal, letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Variables	Factor Principal	Edad (años)						
		3	4	5	8	11	12	13
Densidad (árboles ha ⁻¹)	<i>Pinus elliottii</i>	1408 a	1401 a	1401 a	1387a	1285 a	1272 a	1272 a
	<i>Pinus</i> híbrido	1326 b	1319 b	1306 b	1278 b	1136 b	1102 b	1102 b
	<i>Pinus taeda</i>	1387 ab	1380 ab	1367 ab	1367 a	1190 ab	1176 ab	1176 ab
	3 P	1396 a	1396 a	1388 a	1380 a	1261 a	1230 a	1230 a
	2 P	1380 a	1372 a	1357 a	1333 a	1174 a	1158 a	1158 a
	1 P	1349 a	1333 a	1333 a	1317 a	1166 a	1158 a	1158 a
	SC	1365 a	1365 a	1349 a	1349 a	1222 a	1190 a	1190 a
	CT	1359 a	1359 a	1359 a	1349 a	1169 a	1137 a	1137 a
	CB	1391 a	1375 a	1359 a	1338 a	1232 a	1227 a	1227 a
	SC	1365 a	1365 a	1349 a	1349 a	1222 a	1190 a	1190 a
DAP (cm)	<i>Pinus elliottii</i>	6.9 b	10.2 b	12.8 b	17.5 b	20.2 b	20.8 b	21.2 b
	<i>Pinus</i> híbrido	8.3 a	12.8 a	15.2 a	19.8 a	22.9 a	23.8 a	24.3 a
	<i>Pinus taeda</i>	6.7 b	10.1 b	12.7 b	17.2 b	20.0 b	20.7 b	21.3 b
	3 P	7.8 a	11.6 a	14.1 a	18.4 a	20.9 a	21.6 a	22.1 a
	2 P	7.7 a	11.7 a	14.1 a	18.5 a	21.6 a	22.3 a	22.8 a
	1 P	7.4 a	11.0 a	13.5 a	18.2 a	20.9 a	21.7 a	22.2 a
	SC	5.2 b	8.8 b	11.8 b	17.2 b	20.4 a	21.1 a	21.7 a
	CT	7.8 a	11.6 a	14.0 a	18.3 a	21.1 a	21.8 a	22.3 a
	CB	7.5 a	11.2 a	13.8 a	18.5 a	21.2 a	21.9 a	22.4 a
	SC	5.2 b	8.8 b	11.8 b	17.2 a	20.4 a	21.1 a	21.7 a
h (m)	<i>Pinus elliottii</i>	3.6 b	5.4 c	7.0 c	11.9 c	15.3 c	16.5 c	17.8 c
	<i>Pinus</i> híbrido	4.5 a	7.1 a	8.9 a	13.8 a	16.8 a	19.0 a	19.7 a
	<i>Pinus taeda</i>	3.8 b	6.0 b	7.7 b	12.5 b	15.8 b	17.4 b	18.5 b
	3 P	4.1 a	6.3 a	8.0 a	12.7 ab	16.1 a	17.5 b	18.7a
	2 P	3.9 ab	6.3 a	8.0 a	13.0 a	16.3 a	18.1 a	18.9 a
	1 P	4.1 a	6.2 a	7.9 a	12.7 ab	15.8 ab	17.4 b	18.6 a
	SC	3.4 b	5.4 b	7.1 b	12.2 b	15.4 b	17.4 b	18.2 a
	CT	4.1 a	6.3 a	8.0 a	12.8 a	16.0 a	17.8 a	18.9 a
	CB	4.0 a	6.3 a	8.0 a	12.9 a	16.1 a	17.6 a	18.7 a
	SC	3.4 b	5.4 b	7.1 b	12.2 b	15.4 b	17.4 a	18.2 a
Volumen (m ³ ha ⁻¹)	<i>Pinus</i> híbrido	16.3 a	59.3 a	102.1 a	272.3 a	396.1 a	476.8 a	519 a
	<i>Pinus elliottii</i>	8.1 c	30.0 b	62.8 b	198.9 b	318.8 b	361.9 b	410 b
	<i>Pinus taeda</i>	11.5 b	35.6 b	66.5 b	187.2 c	280.1 b	327.7 b	370 b
	3 P	14.0 a	46.7 a	85.2 a	229.6 a	346.7 a	391.9 a	442.2 a
	2 P	12.9 a	47.1 a	83.2 a	231.4 a	345.3 a	408.9 a	447.9 a
	1 P	12.3 a	40.2 a	75.2 a	212.4 a	316.0 a	376.9 a	423.4 a
	SC	5.1 b	23.3 b	53.0 b	189.6 b	305.5 a	366.1 a	404.3 a
	CT	13.6 a	46.1 a	82.1 a	221.9 a	324.6 ab	377.1 a	423.1 a
	CB	12.6 a	43.2 a	80.2 a	227.0 a	347.5 a	408.0 a	452.5 a
	SC	5.1 b	23.3 b	53.0 b	189.6 b	305.5 b	366.1 a	404.3 a

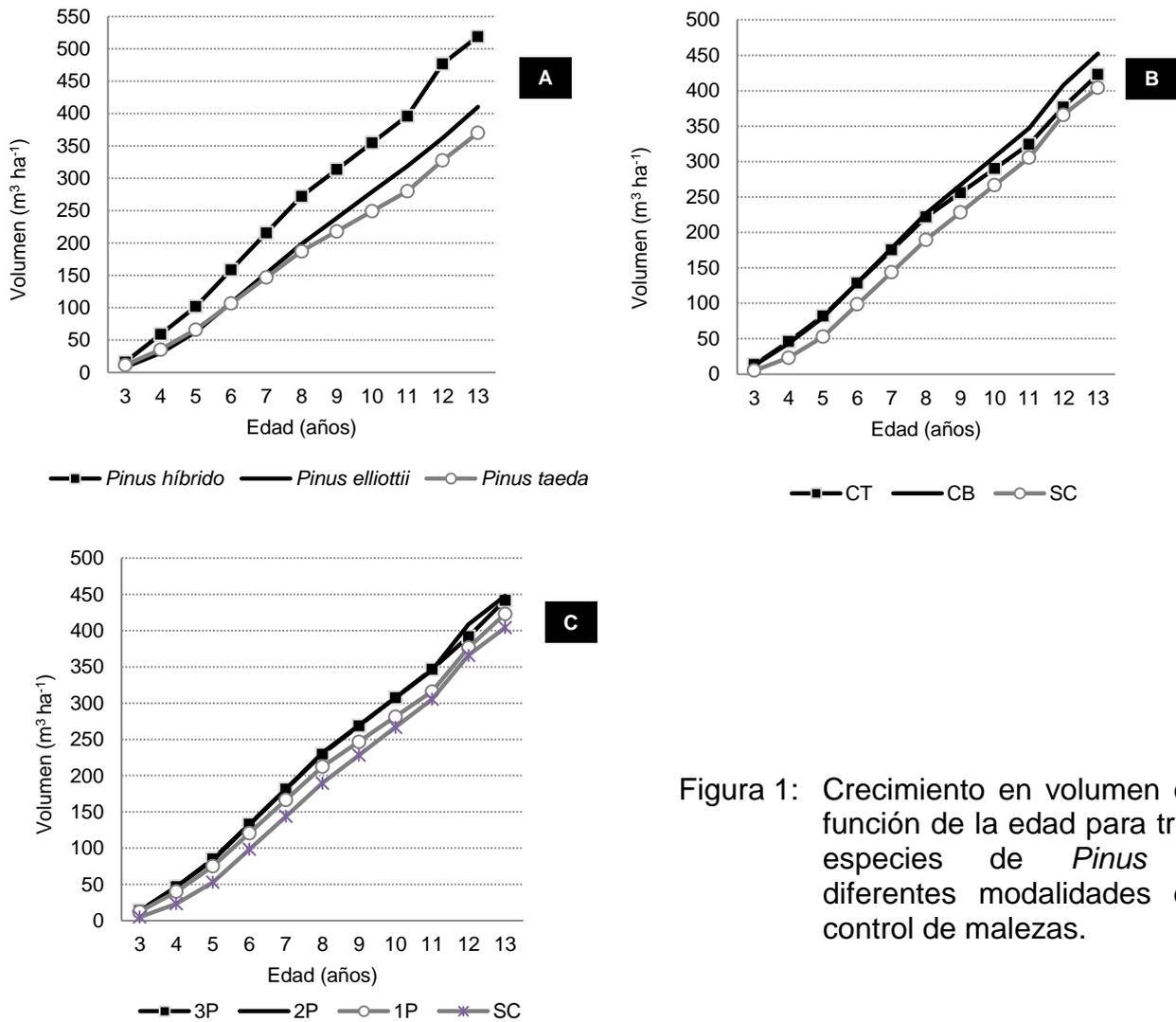


Figura 1: Crecimiento en volumen en función de la edad para tres especies de *Pinus* y diferentes modalidades de control de malezas.

La diferencia volumétrica entre las especies (Figura 1–A) es creciente en el tiempo, mostrándose similar a una respuesta silvícola tipo A, donde el *Pinus elliotii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* genera diferencias volumétricas cada vez mayores con relación a *P. taeda* y *P. elliotii*. En cuanto a la diferencia presentada entre estas dos últimas especies se puede observar que la misma es producida por el número de árboles vivos/ha y no por el crecimiento volumétrico pues *P. taeda* logró mayores resultados de DAP y altura sin embargo el volumen total /ha obtenido fue menor. Este resultado reafirma la importancia de contar con materiales genéticos del pino híbrido para establecer plantaciones en estos sitios de drenaje imperfecto. Pezzutti (2008) y Schenone (2012) han presentado que esta especie está siendo asignada de manera operacional a sitios húmedos en esta región del país. También los autores indicaron que existen programas de mejoramiento genético para las tres especies por lo tanto nuevos estudios que

combinen tratamientos silviculturales con estos nuevos materiales deberán realizarse para evaluar las diferencias y ventajas competitivas de cada uno de estos. Los valores de IMA de 28, 32 y 40 m³ha⁻¹año⁻¹ para *P. taeda*; *P. elliottii* y *P. híbrido* a los 13 años muestran que es posible lograr productividades competitivas y que la selección de la especie es determinante para mejorar la productividad y la rentabilidad forestal.

En cuanto a la intensidad de control de malezas (Figura 1–B) es posible observar que los tratamientos de control en banda y control total alcanzan, a los 8 años, valores diferenciales con relación al testigo de 35 m³ha⁻¹ y a partir de allí se observa un incremento en el tiempo de esta diferencia para el control en banda y una disminución para el control total llegando a valores medios diferenciales de 33,6 m³ha⁻¹. La respuesta media observada se aproxima a la definida como tipo B donde se alcanza una diferencia volumétrica con el testigo y esta se mantiene constante en el tiempo.

Con relación a la aplicación del control de malezas por diversos períodos fue observado que (Tabla 2) hasta los 8 años la diferencia volumétrica obtenida al controlar malezas con relación al testigo fue significativa, no diferenciándose los tratamientos de control por 1, 2 y 3 períodos de crecimiento. En la Figura 1-C se observa que, a los 8 años, el control por 1 período generó una diferencia en volumen de 23 m³ha⁻¹ y de 41 m³ha⁻¹ en promedio para 2 y 3 períodos de control, también se observó que las diferencias alcanzadas a los 13 años fueron de 19 y 41 m³ha⁻¹ respectivamente. Estas respuestas se aproximan a la definida como tipo B y muestran como al incrementarse los controles de 1 para 2 períodos se llegan a producir 20 m³ha⁻¹ más, sin embargo el agregar un tercer período de control no genera ganancias en volumen. Las diferencias volumétricas presentadas son importantes para calcular la relación beneficio/costo por adicionar más controles de maleza al cultivo. Diferencias de crecimiento de similar magnitud a las del presente estudio fueron encontradas por Miller et al. (2006) al estudiar la respuesta a los 15 años de edad con *Pinus taeda*, al control inicial de malezas herbáceas.

Conclusiones

1. El *Pinus elliottii* var *elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* se presenta como la especie más adecuada para los suelos grises húmedos del nordeste de Corrientes generando valores medios de IMA de 40 m³ha⁻¹año⁻¹ a los 13 años de edad;
2. Las ganancias medias en volumen por control de malezas fueron crecientes hasta los 8 años de edad, estabilizándose en el tiempo y mostrando un diferencial de 33,6 m³ a los 13 años.

3. El control de malezas en la banda presenta ganancias volumétricas similares al control total mostrando una tendencia a superarlo en el tiempo.
4. El control de maleza por 1, 2 ó 3 períodos mejora significativamente la productividad forestal presentándose una tendencia a lograr un mayor incremento en volumen al controlar por 2 ó 3 periodos de crecimiento.

Agradecimientos: A los Ingenieros A. Hernández y C. Chrapek por su colaboración en las labores de instalación, mantenimiento y medición del ensayo.

Referencias Bibliográficas

- Albaugh, T.J.; Allen, H.L.; Zutter, B.R.; Quicke, H.E. 2003. Vegetation control and fertilization in midrotation *Pinus taeda* stands in the southeastern United States. **Ann. For. Sci.**, v. 60, p. 619–624.
- Albaugh, T.J.; Stape, J.L.; Fox, T.R.; Rubilar, R.A.; Allen, L.H. 2012. Midrotation Vegetation Control and Fertilization response in *Pinus taeda* and *Pinus elliottii* across the Southeastern United States. **South. J. Appl. For.**, 36 (1), p. 44-53.
- Allen, H.L.; Lein, S. 1998. Effects of site preparation, early fertilization, and weed control on 14-year old loblolly pine. **Proc. South. Weed. Sci. Soc.**, 51:104-110.
- Caldato, S.L. 2011. Ciclagem biogeoquímica dos nutrientes em uma plantação de *Pinus taeda* L. no nordeste argentino. Tese Doctorado (Área de Concentración Silvicultura). Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil. 106 p.
- Costas, R. A.; Friedl, R. A.; González, J.; Fosco, I.; Kubsch, H. A.; Korth, S.M. 2006. Funciones de volúmenes del híbrido *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **12^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales** – FCF, UNaM – EEA Montecarlo, INTAEldorado, Misiones. Argentina. 10 p.
- Fassola, H.E.; Crechi, E. H.; Keller, A. E.; Barth, S. R.; Fernandez, T. E. 2007. Funciones y algoritmos dasométricos para manejo silvícola intensivo, de aplicación en plantaciones forestales orientadas a producción de madera de alto valor agregado. **Informe técnico N°61**.INTA EEA Montecarlo.102 p.
- Jokela, E. J.; D. S., Wilson; Allen, J. E. 2000. Early growth responses of slash and loblolly pine following fertilization and herbaceous weed control treatments at establishment. *Southern Journal of Applied Forestry*, v. 24, n°1, pp. 23-30(8).
- Miller, J. H.; Allen, L. H.; Zutter, B. R.; Zedaker, S. M.; Newbold, R. A. 2006. Soil and pine foliage nutrient responses 15 years after competing-vegetation control and their correlation with growth for 13 loblolly pine plantation in the southern United States. *Can. J. For. Res.*, v. 36: 2412-2425.
- Nilsson, U.; Allen, L.H. 2003. Short- and long- term effects of site preparation, fertilization and vegetation control on growth and stand development of planted loblolly pine. **Forest Ecology and Management**, v. 175, p. 367-377.
- Pezzutti, R. V. 2008. Planejamento do manejo de florestas equiâneas de *Pinus* sp. In: Simpósio Latino-Americano sobre manejo florestal. Produção de bens materiais e imateriais. 4^a Ed., Santa Maria.Maria: UFSC PPGEF, 2008. p.469 – 477
- Pezzutti, R.; Caldato, S. 2004. Efecto del Control de malezas en el crecimiento de plantaciones de *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* var. *elliottii* y *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Bosque**, vol. 25 (2), p. 77-87.
- Pezzutti, R.; Caldato, S.; Schenone, R.; Becerro, G.; Chrapek, C. 2012. Estudio del crecimiento hasta la edad de corte de un rodal de *Pinus taeda* L. localizado en el nordeste de Corrientes. **Jornadas Forestales de Entre Ríos**. INTA-AIER. Concordia.11 p.
- Rubilar, R.; Blevins, L.; Toro, J.; Vita, A.; Munoz, F. 2008. Early response of *Pinus radiata* plantations to weed control and fertilization on metamorphic soils of the Coastal Range, Maule Region, Chile. **Bosque**, v 29 (1), p. 74 84.
- Schenone, R. Mejoramiento Genético de Pinos y Eucalyptus subtropicales. Resúmenes Jornadas de Actualización Técnica, INTA, Concordia. 2012. P. 11-15.
- Zhang, J.; Powers, R.F.; Oliver, W. W.; Young, D.H. 2013. Response of ponderosa pine plantations to competing vegetation control in Northern California, USA: a meta-analysis. **Forestry**, 86 (1):3-11.
- Zutter, B.R.; Miller, J.H.; Allen, H.L.; Zedaker, S.M.; Edwards, M.B.; Newbold, R.A. 1999. Fascicle nutrient and biomass responses of young loblolly pine to control of woody and herbaceous competitors. **Can. J. For. Res.**, v. 29: 917-925.