

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y VARIABLES DE COPA EN DISTINTAS PROCEDENCIAS DE *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* EN EL NORDESTE DE CORRIENTES, ARGENTINA

EVALUATION OF GROWTH AND CROWN VARIABLES IN DIFFERENT ORIGINS OF *Pinus taeda* and *Pinus elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* IN THE NORTHEAST OF CORRIENTES, ARGENTINA

Fecha de Recepción: 04/03/2019 // Fecha de Aceptación: 06/06/2019

Vanesa Ortega

Ing. Agr. Recibida de la Universidad del Salvador, sede Gdor. Virasoro Corrientes.
vanesa_ortega11@hotmail.com

Raúl Schenone

Ing. Ftal. Msc. Jefe Departamento Genética y Vivero/ Forestal Bosques del Plata. Profesor de Práctica para la formación. Universidad del Salvador.
rschenone@cmpe.com.ar

Raúl Pezzutti

Ing. Ftal. Dr. Gerente interno/ Forestal Bosques del Plata. Profesor de Dasonomía de la Universidad del Salvador.
rpezzutti@cmpe.com.ar

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el crecimiento y variables de copa, en el noreste de la provincia de Corrientes se instaló un ensayo de procedencias de *Pinus taeda* (2 huertos locales: Marion y Livingston) e híbridos de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (2 familias F1 y un área productora de semillas F2). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 6 réplicas y parcelas de 5 plantas en línea. A los 3.6 años de edad se midieron altura total, diámetro a la altura del pecho y se determinó el volumen por árbol. Para las variables de copa se seleccionó el árbol medio de cada réplica (30 árboles), donde se evaluaron diámetro, longitud, número de ramas y verticilos por metro, longitud internodal, ángulo de inserción, cociente de forma del fuste y volumen de copa. Se estimó área foliar específica, para determinar área foliar total, área foliar proyectada e índice de área foliar a nivel de árbol individual. Los tratamientos se diferenciaron estadísticamente, excepto en altura total, diámetro, longitud de ramas e índice de área foliar. *Pinus elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* tiene alto potencial de crecimiento y una mejor estructura de copa, comparado con *P. taeda*.

Palabras claves: materiales genéticos, productividad, área foliar específica.

SUMMARY

In order to assess growth and crown variables, a origin trial of *Pinus taeda* (2 local orchards: Marion and Livingston) and hybrids of *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (2 orchards) was installed in the northeast of the province of Corrientes. F1 families and an F2 seed producing area). A randomized complete block design was used, with 6 replicates and plots of 5 plants in line. At 3.6 years of age, total height, diameter at chest height, and volume per tree were measured. For the crown variables, the average tree of each replica (30 trees) was selected, where diameter, length, number of branches and whorls per meter, internodal length, insertion angle, stem shape quotient and crown volume were evaluated. Specific leaf area was estimated to determine total leaf area, projected leaf area and leaf area index at the individual tree level. Treatments were statistically differentiated, except for total height, diameter, branch length and leaf area index. *Pinus elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* has high growth potential and better crown structure compared to *P. taeda*.

Key words: genetic materials; productivity; specific leaf area.

INTRODUCCIÓN

Según ELIZONDO (2009), la provincia de Corrientes alcanzó en el año 2008 las 418.134 ha forestadas. En un principio, las forestaciones estaban conformadas en su mayoría con *Pinus elliotii*, *P. caribaea* y *P. taeda*.

Pinus taeda es la conífera que más se implanta en el mundo por su alta productividad en madera. La mayor superficie forestada con fines productivos se encuentra en Estados Unidos (65% de la especie establecida es *Pinus taeda*) de donde es originaria, seguido de Brasil, Argentina y Uruguay (DE LUNGO *et al.*, 2006). Es la especie forestal con mayor superficie cultivada en la provincia de Misiones y Corrientes, habiéndose adaptado a un amplio rango de condiciones edáficas y climáticas, predominando bajo suelos del orden Kandudult, conocidos localmente como "suelos rojos" (MARTIARENA *et al.*, 2014). A partir de la década del noventa, con la introducción del pino híbrido *Pinus elliotii* x *P. caribaea* var *hondurensis* (P.e.e x P.c.h) desde Australia, se inician plantaciones con este material el cual ha sido preferido por los forestadores para su plantación (GAUCHAT *et al.*, 2005). Para el año 2008 la provincia de Corrientes contaba con 31.000 ha forestadas con este material (ELIZONDO 2009).

Según NIKLES *et al.*, (1991), los híbridos F1 de *Pinus elliotii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* poseen una excelente tasa de crecimiento, adaptabilidad, forma y resistencia al viento. Además de la mayor producción, otras características elevan la demanda por este híbrido: buena rectitud de fuste, pocas ramas y de diámetro reducido, favorable ángulo de inserción y muy buena permeabilidad a la luz; esta última característica hace al híbrido muy deseable para los sistemas silvopastoriles (NIELLA y ROCHA, 2008). Las generaciones F1 y F2 de *Pinus elliotii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* han expresado su alto potencial en crecimiento, rectitud del fuste, grosor de ramas y estructura de copa, en plantaciones comerciales y ensayos instalados en diferentes sitios de la región mesopotámica, en algunos casos igualan o superan a *P. taeda* (GAUCHAT *et al.*, 2005). Desde el punto de vista de sus cualidades tecnológicas, varias industrias locales han consumido y valorado positivamente su madera, tanto para el mercado nacional como internacional. Un aspecto destacable es su mayor rendimiento industrial, dada la menor conicidad que presenta el fuste respecto de otras especies como por ejemplo *Pinus taeda* (GAUCHAT *et al.*, 2005).

Tener un amplio conocimiento sobre el crecimiento de las plantaciones de *Pinus* es de vital importancia para poder determinar la producción de las forestaciones (PEZZUTTI 2011). Mediante el área foliar es posible inferir en procesos de transpiración, fotosíntesis, absorción de carbono, interceptación de radiación a nivel de árbol individual o bosque y está estrechamente relacionada con el crecimiento y la productividad (DALLA TEA y JOKELA, 1992; MCGARVEY *et al.*, 2004). El índice de área foliar, es uno de los parámetros usados para analizar la estructura y productividad forestal, tanto a nivel de árbol individual o de población (AMARILLA *et al.*, 2012). Para XIAO (2000) las copas de los árboles son más dinámicas durante las pri-

meras etapas de desarrollo. Según EMHART *et al.*, (2007), en un estudio realizado en Florida Estados Unidos, sobre variación clonal de la estructura de copa, absorción de radiación fotosintéticamente activa y crecimiento de *Pinus taeda* y *Pinus elliotii*, de 4-5 y 6 años, obtuvieron copas más grandes, mayor área foliar, ángulos de ramas más agudo, e interceptación de radiación mayor en *Pinus taeda*. Según XIAO (2000), en un ensayo de crecimiento y características de copa a los 3 y 4 años de edad, en *Pinus taeda* y *Pinus elliotii* en el centro norte de Florida Estados Unidos, *P. taeda* mostró mayor volumen de copa, biomasa de las ramas y área foliar total por árbol, también presentó mayor área foliar específica que *P. elliotii*.

Las experiencias locales se han orientado principalmente a diferenciar los materiales genéticos en términos productivos; sin embargo, las características morfológicas relacionadas a estructura de copa y forma del fuste no se han evaluado cuantitativamente con la misma intensidad. Conocer estas diferencias es importante para estimar posibles impactos en los rendimientos industriales y calidad de los productos forestales, así como para comprender aspectos fisiológicos que diferencian a las especies ó procedencias.

El objetivo de este estudio fue evaluar el crecimiento y variables de copa en procedencias de *P. taeda* y *Pinus elliotii* x *P. caribaea* var *hondurensis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en parcelas pertenecientes a la Universidad del Salvador, sede Gdor. Virasoro, Corrientes. Las coordenadas geográficas son 28°19'28" LS; 56°12'09" LO y altitud de 150 msnm. El clima de la región se clasifica como subtropical húmedo sin estación seca (Cfa) según KÖPPEN (1948). El suelo pertenece al orden de los Ultisoles, serie Díaz de Vivar, rojo arcilloso, profundo y bien drenados (ESCOBAR *et al.*, 1996).

El diseño estadístico fue el de bloques completos al azar, con 6 réplicas, 5 plantas en línea, con un espaciamiento de (3 x 3m) y los tratamientos evaluados fueron: 2 huertos semilleros clonales de *Pinus taeda* procedencia Livingston y Marion (HSCA, HSCB) producidos en el vivero de la Pindó de la empresa Bosques del Plata, un área productora de semilla F2 (HU1) de Unión Bancos Suizos y 2 familias F1 de *P. elliotii* x *P. caribaea* var *hondurensis* (H295, H196) también producidos por Bosques del Plata.

A los 3,6 años de edad se midió el diámetro a la altura del pecho en centímetros (DAP) a (1.30 m) y altura total en metros (HT) en todo el ensayo. El volumen por árbol en metros cúbicos (VOL) se calculó con la fórmula de un paraboloides. Para las variables de copa, en cada parcela se seleccionó el árbol promedio en base al DAP, rectitud, forma y sanidad. En los 30 árboles seleccionados se evaluaron: diámetro de ramas en milímetros (DR), número de ramas por metro (NRm), número de verticilos por metro (NVm), ángulo de inserción de ramas (AI), longitud internodal en metros (LI), para determinar un cociente de forma del fuste (CF) se midió el diámetro del fuste a una altura de 4 metros y se lo dividió por el DAP.

El volumen de copa en metros cúbicos (VC) se estimó midiendo el diámetro de copa en 3 alturas (1,5-3-4m) y en dos direcciones perpendiculares promediando los resultados en cada altura. Se calculó el volumen de 4 secciones las cuales compusieron el volumen total de copa. Las primeras 3 secciones de copa se determinaron mediante la fórmula de Smalian, la última sección hasta el ápice se calculó con la fórmula del volumen de un cono, el volumen total de copa se obtuvo por sumatoria de las 4 secciones.

Para la estimación del área foliar específica (AFE) se utilizó la metodología empleada por DE LA VEGA *et al.*, (2010) aplicando un método indirecto. La copa se dividió en 3 secciones, en cada tercio se caracterizó una rama elegida a partir del diámetro promedio, y se evaluaron: longitud de rama en metros (LR), números de fascículos, longitud de acículas y diámetro medio. Se tomaron muestras por tercio de rama de 30 fascículos. Se determinó el peso húmedo (g) y el peso seco (g) de las muestras recolectadas en balanza digital y el secado se efectuó en estufa a 70°C hasta peso constante.

Para determinar el área foliar se analizaron 30 fascículos por tercio de rama, en cada acícula del fascículo correspondiente se midieron el diámetro medio con calibre digital, la longitud con regla milimetrada y posteriormente se asumió la forma del fascículo como un cilindro. Para calcular el AFE de la rama, primero se determinó el AFE de las muestras compuestas por 30 fascículos, y luego según la cantidad de fascículos se extrapola el valor a toda la rama, el AFE por tercio de copa (1,2 y 3T) se estimó mediante un modelo de Regresión Polinomial, donde se relacionó la longitud de las ramas con el AFE de las mismas. El número de fascículos (N°FASC) de la rama evaluada y la longitud de la misma, se utilizaron para determinar el número de fascículos para cada rama, con un modelo de Regresión Lineal. Con el peso seco de las muestras se obtuvo el peso seco para cada rama, según el total de fascículos. La biomasa total de acículas de cada tercio se logró por sumatoria. El área foliar individual de cada tercio se determinó multiplicando el AFE por su biomasa de acículas, con la sumatoria de los 3 tercios se obtuvo el área foliar total en metros cuadrados (AFt). Para obtener el área foliar proyectada en metros cuadrados (AFP), el área foliar de las acículas fue dividida por 2,36 según NIINEMETS *et al.*, (2001). El índice de área foliar (IAF) es resultado de la división del AFP y el área de suelo ocupado por el árbol, determinado por el máximo diámetro de copa.

Para todas las variables en cuestión, se realizó análisis de la varianza (ANOVA) utilizando el modelo indicado para bloques completos al azar. En las variables en que hubieron diferencias de medias significativas en el ANOVA se utilizó el test de Duncan para diferenciar las medias de los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan resultados del análisis de la varianza y test de Duncan para las variables de producción significativas. Para el DAP y VOL, se detectaron diferencias estadísticas en ANOVA al 1% de probabilidad

($P < 0,01$). Sin embargo, para Altura total no se detectaron diferencias estadísticas significativas.

Las procedencias de *P. taeda* y las familias híbridas F1, presentaron los mayores valores para las variables DAP y VOL, siendo superiores al híbrido F2, que presentó un DAP de 12.95 cm y volumen por árbol de 0.043 m³. Los resultados para las variables de producción en este estudio, corresponden con los expuestos por GAUCHAT *et al.*, (2005), donde generaciones F1 y F2 de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* igualan o superan en crecimiento a *Pinus taeda*. SCHENONE *et al.*, (2003), obtuvieron para progenies híbridas de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* a los 4 años de edad, diferencias significativas al 1% de probabilidad para variables de crecimiento DAP, HT y VOL, superando algunas de ellas a los testigos *Pinus taeda* Marion-Florida y *Pinus elliottii*. En este caso, los resultados concuerdan con los obtenidos en el presente estudio, donde los híbridos F1 y procedencias de *Pinus taeda*, se presentan en el mismo grupo de significancia para la variable volumen.

XIAO (2000), obtuvo diferencias significativas para variables de crecimiento DAP y altura, a los 3 y 4 años para *Pinus taeda* en comparación con *Pinus elliottii*, en el centro norte de Florida Estados Unidos. En este estudio los tratamientos no se diferenciaron estadísticamente en altura, pero si en diámetro a la altura del pecho. Según PAHR *et al.* (2002), a los 4 años en el norte de Misiones, materiales de *Pinus taeda* Marion frente a materiales genéticos mejorados como el híbrido de *P. elliottii* x *P. caribaea* var *hondurensis* (F1), presentan resultados similares en DAP.

En la tabla 2 y 3, se presentan las funciones ajustadas para la estimación del número de fascículos y área foliar específica, a partir de la longitud de rama.

Para la estimación del número de fascículos de cada rama, la función matemática que presentó un mayor ajuste fue el modelo de regresión lineal. Excepto en el tratamiento H196, el ajuste fue menor con un coeficiente de determinación (R^2) de 0,57. Sin embargo, para la estimación del área foliar específica se obtuvo un mejor ajuste con el modelo de regresión Polinómica, los híbridos F1 (H295 y H196) fueron los que presentaron menor R^2 de 0,58 y 0,40. La variable independiente que se utilizó por presentar una mayor relación tanto con el número de fascículos y AFE, fue en este caso la longitud de ramas.

A continuación, en la tabla 4 se presentan los resultados promedios y test de Duncan para las variables de copa. Para las variables NRm, NVm, LI, AI y CF se obtuvieron diferencias en los tratamientos al 1% ($P < 0.01$) de probabilidad y al 5% ($P < 0.05$) para VC. En cambio, los tratamientos no se diferenciaron estadísticamente para DR y LR.

La longitud interno dal, ángulo de inserción de ramas y cociente de forma del fuste, fue superior en los materiales híbridos, estos tienen buen AI mayor a 60°, ramas con un diámetro menor a 20 milímetros, longitud de las mismas de 1.47-1.53 metros, CF cercano a 1 presentando el fuste más cilíndrico que *Pinus taeda*. En cambio, los tratamientos HSCA y HSCB presentaron un mayor NRm y NVm. Las procedencias de *Pinus taeda* y familias F1 del híbrido tuvie-

ron un VC mayor que el híbrido F2. En concordancia con, GAUCHAT *et al.*, (2005), generaciones F1 y F2 de *Pinus elliottii x Pinus caribaea var hondurensis* han expresado su alto potencial en crecimiento, rectitud del fuste, grosor de ramas y estructura de copa en diferentes sitios de la región mesopotámica. EMHART *et al.*, (2007), obtuvieron diferencias significativas para variables de copa, entre *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* a los 5 años de edad, destacándose *Pinus taeda* con un volumen de copa mayor de 10.88 m³, diámetro de ramas de 1.54 cm, ángulo de inserción de ramas de 51.1°, en Florida Estados Unidos. En comparación, en este estudio no se diferenciaron estadísticamente el diámetro y longitud de ramas, pero si se obtuvo mayor volumen de copa y un ángulo de inserción de ramas más agudo, para los dos materiales de *Pinus taeda*.

En la tabla 5, se presentan los valores medios de las variables de copa y resultados del test de Duncan. Las variables que se diferenciaron en el ANOVA al 1% de probabilidad fueron (AFE por tercios, AFP y AFt). Si bien para el IAF los tratamientos no se diferenciaron estadísticamente, los híbridos F1 presentan los menores valores medios.

Las variables de copa AFE por tercio (1, 2 y 3T) se diferenciaron estadísticamente al 1% de probabilidad en todos los tratamientos evaluados. El híbrido F2 supero a los materiales híbridos F1 y procedencias de *Pinus taeda*. Si bien otros autores como MC GARVEY *et al.*, (2004) y XIAO (2000) citan que el AFE fue mayor en *Pinus taeda* comparado con *Pinus elliottii*. En este ensayo se utilizó el valor de Área Foliar Específica para obtener el Área Foliar total y el Área Foliar Proyectada.

Los valores de AFE y AFP son similares a los obtenidos por DE LA VEGA *et al.*, (2010), para *Pinus elliottii x Pinus caribaea var hondurensis* en varias edades y por tercio, realizado en Misiones, donde a los 7 años el AFE promedio fue 117.53 cm²*gr⁻¹ y el AFP total de los tres tercios de 73.83 m². En contraposición, MCGARVEY *et al.*, (2004), obtuvieron valores de AFE a los 4 años para *Pinus taeda* en el tercio superior de 155.5 cm²*gr⁻¹ y para *Pinus elliottii* en el mismo tercio 128.1 cm²*gr⁻¹.

Si bien los híbridos F2 y F1 presentan mayor AFE que los demás tratamientos, *Pinus taeda* presentaron mayor Área foliar total y AFP. Estos valores obtenidos concuerdan con los expuestos por XIAO (2000), a los 4 años de edad en el centro norte de Florida Estados Unidos, donde *P. taeda* se diferenció estadísticamente de *Pinus elliottii*, presentando mayor volumen de copa, biomasa de ramas, Área foliar total por árbol mayor a 50 m² y mayor AFE de 176.6 cm²*gr⁻¹.

Para los distintos materiales genéticos no se detectó diferencia estadística significativa para el Índice de Área Foliar, los híbridos de *Pinus elliottii x Pinus caribaea var hondurensis* presentaron menor área de ocupación de suelo por árbol, debido al menor diámetro de copa que presentan frente a procedencias de *P. taeda*. Si bien los resultados de IAF son elevados comparados a nivel de población o bosque que tienen como valor máximo 6, hay que tener en cuenta que este método de estimación es a nivel de árbol individual, y los árboles están próximos al cierre de copa (5-6 años).

Los híbridos presentan mejores características de copa (NRm, NVm, AI, LI, VC y AFE) que *Pinus taeda* y un fuste más cilíndrico. Los híbridos F1 se encuentran en el mismo grupo de significancia para la variable de producción (VOL) que las dos procedencias de *Pinus taeda*. Las variaciones encontradas en los materiales híbridos de *Pinus elliottii x Pinus caribaea var hondurensis* con respecto a las procedencias de *Pinus taeda* en la estructura de copa, pueden generar impactos importantes en sistemas silvopastoriles permitiendo un mayor ingreso de luz al suelo, disminución en costos operacionales de poda debido a la menor cantidad de ramas y de menor diámetro, mejorando la calidad de la madera al tener menos nudos y ramas con un buen ángulo de inserción, contribuyendo a obtener mayores rendimientos industriales. Los híbridos presentaron menor volumen de copa, sin embargo los crecimientos fueron similares a *P. taeda*, este resultado en productividad de madera podría explicarse por los mayores valores de AFE que mostraron los materiales de *P. elliottii x Pinus caribaea var hondurensis*.

Tabla 1. Resultados del análisis de la varianza (ANOVA) y test de Duncan para HT, DAP y VOL, a los 3.6 años de edad.

Table 1. Results of variance analysis (ANOVA) and Duncan test for total height, diameter at breast height, and volume, at 3.6 years of age.

Variable	F-valor	p-F	CV %	Media	TRAT	HT	DAP	VOL
HT (m)	2.04 ns	0.1187	5.40	6.53	H196	6.68	15.52 a	0.064 a
					HSCB	6.78	15.01 ab	0.061 a
DAP (cm)	8.43 s*	0.0002	5.65	14.55	H295	6.37	14.84 ab	0.058 a
					HSCA	6.56	14.44 b	0.055 a
VOL (m ³)	8.48 s*	0.0002	12.13	0.056	HU1	6.3	12.95 c	0.043 b*

TRAT: tratamientos, F-valor: F de Fisher, p-F: probabilidad de F, CV%: coeficiente de variación, Media: media aritmética, ns: diferencias estadísticas no significativas, s*: diferencias estadísticas significativas al 1%, *letras distintas indican diferencias significativas (P<0.01).

Tabla 2. Funciones ajustadas para la estimación de Número de fascículos, a partir de la longitud de rama.
Table 2. adjusted functions for the estimation of number of fascicles, from the branch length.

TRAT	NºFASC	R ²
H295	$y = 1003.8 * x - 523.61$	0.92
H196	$y = 643.5 * x + 6.2581$	0.57
HU1	$y = 1065.2 * x - 553.25$	0.92
HSCA	$y = 867.75 * x - 186.99$	0.94
HSCB	$y = 1314.5 * x - 1027.9$	0.99

TRAT: tratamientos, y: número de fascículos, x: longitud de rama (en metros), R2: coeficiente de determinación.

Tabla 3. Funciones ajustadas para la estimación del AFE a partir de la longitud de rama.
Table 3. adjusted Functions for the estimation of the AFE from the branch length.

TRAT	AFE	R ²
H295	$y = -0.4473x^2 + 4.811x + 111.53$	0.58
H196	$y = -1578.3x^6 + 14483x^5 - 54448x^4 + 107389x^3 - 117221x^2 + 67148x - 15652$	0.4
HU1	$y = 95.91x^2 - 300.43x + 354.22$	0.77
HSCA	$y = 1405.7x^6 - 14302x^5 + 59892x^4 - 132147x^3 + 162011x^2 - 104631x + 27914$	0.74
HSCB	$y = 85.975x^5 - 695.1x^4 + 2181x^3 - 3303.9x^2 + 2399x - 546.72$	0.98

TRAT: tratamientos, y: número de fascículos, x: longitud de rama (en metros), R2: coeficiente de determinación.

Tabla 4. Resultados promedios para variables de copa (DR, LR, NRm, NVm, LI, AI, CF, VC), y test de Duncan a los 3.6 años de edad.

Table 4. Average results for crown variables (DR, LR, NRm, NVm, LI, AI, CF and VC), and Duncan test at 3.6 years of age.

TRAT	DR	LR	NRm	NVm	LI	AI	CF	VC
HSCA	22.08	1.62	8.79 b	2.75 a	0.34 b	49.00 b	0.58 b	16.58 a
HSCB	21.44	1.80	12.46 a	2.51 a	0.38 b	48.33 b	0.59 b	19.11 a
H295	19.92	1.53	7.42 b	2.10 b	0.44 ab	68.33 a	0.68 a	15.72ab
H196	19.87	1.47	6.74 b	1.89 b	0.53 a	77.67 a	0.67 a	15.58ab
HU1	19.86	1.47	5.88 b	1.79 b	0.53 a	68.83 a	0.68 a	11.50b

Tabla 5. Test de medias (Duncan) para variables de copa (AFE por tercios, AFP, AFt e IAF) a los 3.6 años de edad.
Table 5. Test of mean (Duncan) for crown variables (AFE by thirds, AFP, AFt and IAF) at 3.6 years of age.

TRAT	AFE 1T	AFE 2T	AFE 3T	AFP	AFt	IAF
HU1	123.30 a*	120.39 a	122.43 a	26.73 c	63.08 c	7.94
H295	117.33 b	117.83 b	117.69 b	31.73 c	74.90 c	7.23
H196	115.81 c	115.90 c	116.04 b	29.23 c	69.00 c	7.22
HSCB	114.44 d	113.61 d	113.37 c	49.23 a	116.09 a	8.8
HSCA	106.84 e	104.52 e	106.64 d	40.00 b	94.70 b	7.92

TRAT: tratamientos, *letras distintas indican diferencias significativas (P<0.01).

CONCLUSIÓN

Con los resultados obtenidos se concluye que los materiales de *Pinus taeda* y las familias híbridas F1 presentaron crecimientos similares en DAP y volumen siendo superiores al híbrido F2, el crecimiento en HT fue similar entre los tratamientos.

Los materiales genéticos mostraron variaciones en la estructura de copa, los híbridos presentaron menor volumen de copa, NRM, NVM, y mayor largo de internudos en general, mayor ángulo de inserción de ramas y cociente de forma del fuste, que las procedencias de *Pinus taeda*.

Estos valores demuestran que *Pinus elliottii* x *P. caribaea* var *hondurensis* tiene un alto potencial de crecimiento y una mejor estructura de copa, comparado con las procedencias de *Pinus taeda*.

BIBLIOGRAFÍA

AMARILLA, W. B., Fassola, H. E., Barth, S. R., Pinazo, M. A. 2012. Evaluación de un método indirecto para la determinación de índice de área foliar en *Eucalyptus grandis* hill ex maiden de Misiones y Norte de Corrientes. 15as Jornadas Técnicas, Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNAM-EEA Montecarlo, INTA, Eldorado, Misiones. AR. p. 1-6.

DALLA TEA F., Jokela E.J. 1992. Estimación del índice de área foliar en plantaciones de *Pinus elliottii* var *elliottii* y *Pinus taeda*. Forest Systems 1(2): 123-136.

DE LA VEGA M.A., Pinazo M.A., Marquina J., Crechi E. 2010. Efectos de los raleos sobre las características del canopy en plantaciones de *Pinus elliottii* var *elliottii* Engelm x *Pinus caribaea* var *hondurensis* Morelet en la provincia de Misiones. 14as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNAM-EEA Montecarlo, INTA, Eldorado, Misiones. AR10(11).

DE LUNGO A., Ball J., Carle J. 2006. FAO. Global planted forests thematic study: results and analysis. Planted forests and Trees Working. Paper 38. Rome.

ELIZONDO M. 2009. Primer Inventario Forestal de la Provincia de Corrientes. Metodología, trabajo de campo y resultados. Consejo Federal de Inversiones, Provincia de Corrientes. 66p.

EMHART, V. I., Martin, T. A., White, T. L., Huber, D. A. 2007. "Clonal variation in crown structure, absorbed photosynthetically active radiation and growth of loblolly pine and slash pine". Tree Physiology, 27(3), 421-430.

ESCOBAR E. H., Ligier H. D., Matteio H., Melgar R., Vallejos O., 1996. Mapa de Suelos de la provincia de Corrientes. Corrientes. INTA Centro Regional.

GAUCHAT M.E., Rodríguez G.H., Belaber E. 2005. Híbridos de alta productividad combinando crecimiento y

forma. Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario. Idia XXI vol 5 (8): 168-170.

KÖPPEN, W. 1948. Climatología. Ed. Fondo de Cultura Económica, México, P. 233.

MARTIARENA R.A., Frangi J.L., Von Wallis A., Arturi M.F., Fassola H.E., Fernández R.A. 2014. Propiedades del suelo y productividad de *Pinus taeda* L. en la Mesopotamia Argentina. AUGMDOMUS 6: 47-65.

MCGARVEY R.C., Martin T.A., White TL. 2004. Integrating within-crown variation in net photosynthesis in loblolly and slash pine families. Tree Physiology. 24: 1209-1220.

NIELLA, F., Rocha, P. 2008. Multiplicación axilar in vitro de *Pinus elliottii* var *elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis*. XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales - Facultad de Ciencias Forestales, UNAM - EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina. 1-11.

NIKLES, D. G. (1991). Increasing the value of future plantations in Argentina and southern Brazil using Slash x Caribbean pine hybrids developed in Queensland. Jornadas sobre *Pinus caribaea*, Eldorado, Argentina. p. 25-26.

NIINEMETS Ü., Ellsworth D.S., Lukjanova A., Tobias M. 2001. Site fertility and the morphological and photosynthetic acclimation of *Pinus sylvestris* needles to light. Tree Physiology 21:1231-1244.

PAHR N.P., Gauchat M.E., Sorge F., Rodriguez G.H. 2002. Ensayo comparativo de pinos subtropicales mejorados de NO de Misiones, Argentina. IX Jornadas Técnicas Forestales. FCF-UNAM-INTA-MENyR. Eldorado. Misiones.

PEZZUTTI R. 2011. Efeitos biológicos e econômicos de tratamentos silviculturais em plantios de *Pinus taeda* L. no nordeste argentino. Tesis de Doctorado. Universidad Federal de Santa María. Santa María. 179 p.

SCHENONE R.A., Pezzutti R.V. 2003. Productividad de progenies de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis*. Paper submitted to the XII World Forestry Congress, Quebec City, Canadá.

XIAO, Y. 2000. Crown structure, growth performance, nutritional characteristics, and their genetic parameter estimates in juvenile loblolly pine and slash pine. Doctoral dissertation. University of Florida, Gainesville, 221 p.