

Estimación del combustible superficial en plantaciones de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* L. del Programa Coloradito, Maderas del Orinoco C.A, Venezuela

Surface fuel assessment in Pinus caribaea var. *hondurensis* L. plantations of the Coloradito program, Maderas del Orinoco C.A, Venezuela

JESÚS DE LA ROSA¹
y JOSÉ RAFAEL LOZADA²

1 Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes. Conjunto Forestal, vía Chorros de Milla, Mérida, 5101, Venezuela, correo electrónico: jesuspalmer@gmail.com.
2 Grupo de Investigación Manejo Múltiple de Ecosistemas Forestales, Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Forestal, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes. Conjunto Forestal, vía Chorros de Milla, Mérida, 5101, Venezuela, correo electrónico: jolozada@ula.ve.

Recibido: 17-09-13 / Aceptado: 01-12-13

Resumen

La evaluación del combustible superficial es una necesidad perentoria en la prevención y control de incendios forestales. El objetivo de este trabajo fue realizar una estimación de la cantidad de acículas en plantaciones de pino de diferentes edades. Se evaluaron rodales con 16 y 22 años de edad y en ellos se tomaron sub-parcelas de 1 m² para cuantificar las acículas; además se midió la masa plantada mediante sub-parcelas circulares de 250 m². Se encontró un volumen de acículas de 316 m³/ha en 16 años y 487 m³/ha en 22 años. El peso seco a los 16 años es 28 t/ha y 34 t/ha a los 22 años; para este estadígrafo no hay diferencias estadísticamente significativas (p: 0,05) entre las edades. En las características estructurales tampoco hubo diferencias significativas entre las edades; el dap promedio es 22 cm, la densidad oscila entre 530 y 590 árboles/ha, el área basal está alrededor de 24 m²/ha y la altura total es 21 m. Se interpreta que los rodales analizados están en competencia, no presentan un incremento importante en el crecimiento y eso se refleja en la mencionada ausencia de diferencias significativas. Esta masa de acículas es muy elevada si se compara con resultados reportados para otras plantaciones similares. Se concluye que esta elevada cantidad de combustible amerita estudios más detallados que indiquen con más precisión su masa en las edades de 5, 10, 15 y 20 años, con el fin de optimizar los programas de prevención y control de incendios de la plantación.

Palabras clave: incendios forestales, acículas, prevención, control, quemas prescritas.

Abstract

The evaluation of surface fuel is a critical need in the prevention and control of forest fires. The aim of this study was to estimate the amount of needles in pine plantations of different ages. 16 and 22 years old stands were evaluated and needles were assessed by mean of 1 m² square sub-plots; in addition, 250 m² circular sub-plots were used to measure the mass planted. A volume of 316 m³/ha of needles at 16 years and 487 m³/ha in 22 years was found. The needles dry weight at age 16 is 28 t/ha and 34 t/ha at age 22; for this statistics no statistically significant differences (p: 0,05) between the ages was found. In a similar way, no significant differences between the ages were for the structural characteristics; average dbh is 22 cm, the density ranges between 530 and 590 trees/ha, basal area is about 24 m²/ha and total height is 21 m. It is interpreted that these stands are in competition, do not present an important increase in growth and this is reflected in such absence of significant differences. This mass of needles is very high when compared to results reported for similar plantations. It is concluded that this high amount of fuel justifies further detailed studies addressed to get more precisely its mass at ages 5, 10, 15 and 20 years, in order to optimize fire prevention and control programs in these plantations.

Key words: wildfires, needles, prevention, control, prescribed burning.

1. Introducción

Los incendios de vegetación representan una gran preocupación, pues si por una parte, el fuego desempeña un importante papel en la manutención de ecosistemas naturales (Soto, 2003), la propagación descontrolada del mismo, puede representar una fuente de perturbación permanente, trayendo consigo pérdidas y daños a los ecosistemas forestales, llevando a la degradación progresiva de los suelos (Carballas, 2004) y generando amenazas de carácter social (Haltenhoff, 2006).

El comportamiento del fuego depende mayormente de las características del material vegetal, de las condiciones meteorológicas y de la topografía del sitio, todo ello influye en la propagación y riesgo potencial del incendio (Alvear *et al.*, 2003; Carballas, 2004; Rentería *et al.*, 2005). La acumulación de combustible es un factor determinante del riesgo de incendio, de acuerdo a la cantidad y continuidad de dicho material (Sánchez y Zerecero, 1983, citados por Nájera *et al.*, 2006). Barrionuevo y López (2007) encontraron, en El Chaco Semiárido Argentino, 6,8 t/ha de combustible muy fino y señalan que este material es altamente inflamable, puede alcanzar temperaturas máximas de 500 °C a 600 °C y esa condición se mantiene hasta por 1 ó 2 minutos en la superficie del suelo; estos elementos sumados al déficit hídrico y los fuertes vientos hacen de la región evaluada una de las zonas más vulnerables al impacto del fuego.

Peña y Pedernera (2004) señalan que la silvicultura preventiva es el manejo y planificación de la vegetación con el propósito de modificar la estructura del combustible y así lograr más eficiencia en la prevención y disminución del riesgo de incendios. Pérez (2006) señala que la prevención juega un papel importante en la labor de evitar que se inicien o propaguen focos de fuego en zonas rurales. Por lo tanto, los programas contra incendios no deben estar basados sólo en la detección y control de los incendios, sino que también deben incluir un manejo de la vegetación de tal manera que se impida la propagación del fuego o su intensidad (Haltenhoff, 2006). Morfín *et al.* (2012) reiteran que es fundamental iniciar programas de evaluación de combustible, con el fin de sugerir medidas para su control, como pilar fundamental dentro de las actividades de protección contra incendios.

La reducción de combustible constituye una de las técnicas más económicas y prácticas de prevención de incendios en plantaciones (Ladrach, 1989). Deben aplicarse medidas de control enfocadas a eliminar, reducir y cortar la continuidad del combustible de manera que se haga más fácil y menos peligrosa la aplicación de las técnicas de combate; la modelación de combustibles para un área determinada constituye una información valiosa para la formulación de estrategias de prevención y combate de incendios, ya que permite identificar y clasificar los combustibles en relación al comportamiento del fuego esperado (Alvear *et al.*, 2003; Pérez, 2006). De hecho, Myers *et al.* (2006) indica que, en sus condiciones naturales, el pino caribe soporta fuegos de baja intensidad y sugieren que eso debe utilizarse con cierta frecuencia para reducir la cantidad de combustible; estos autores interpretan que algunos esfuerzos encaminados exclusivamente a suprimir el fuego pueden, en realidad, aumentar la probabilidad de incendios más destructivos.

Las plantaciones forestales de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* L., ubicadas en el oriente del país en las sabanas de los estados Monagas y Anzoátegui, se han visto gravemente afectadas por incendios de gran envergadura. Lozada y Morales (2012) indican que en los años 2001, 2004 y 2010 el fuego consumió cerca de 18.000, 22.000 y 26.000 ha respectivamente; dichos autores señalan que “independientemente de las acciones que se tomen, la baja precipitación de febrero-marzo genera alta incidencia de fuego”.

Con este trabajo se pretende evaluar el combustible superficial, la masa forestal en pie y analizar sus correlaciones, en diversos rodales de distintas edades de Pino Caribe, ubicados en Coloradito, estado Anzoátegui, con el fin de aportar elementos que puedan contribuir a un sistema más eficiente de prevención y control de los incendios en estas plantaciones.

2. Materiales y métodos

El estudio se realizó en el lote La Belleza, comprendido entre los municipios Soledad (Distrito Independencia, estado Anzoátegui) y San Simón (Distrito Maturín, estado Monagas). Los rodales en

estudio se ubican entre las coordenadas 476.480 y 477.960 E, 974.060 y 977.760 N. Garay y Valera (2001) señalan que la zona de vida corresponde a Bosque Seco Tropical; las características climáticas indican promedios anuales de precipitación entre los 950 y 1.100 mm, temperatura de 25,7 °C, humedad relativa de 83% y evaporación entre 1.300 y 2.100 mm. Los suelos son arenosos, con muy baja fertilidad, alta concentración de sesquióxidos de hierro y de aluminio, bajo contenido de materia orgánica, baja capacidad de intercambio catiónico, baja disponibilidad de nitrógeno y fósforo, pH ácido a extremadamente ácido (Lugo, 2000).

Para este trabajo se seleccionaron los lotes plantados en 1989 y 1995 con *P. caribaea* var. *hondurensis* y en cada uno de ellos se tomaron cuatro rodales (Figura 1). Los rodales tienen un tamaño de 1.000 x 1.000 m, se dividieron en 20 parcelas de 5 ha (1.000 x 50 m) y se seleccionó al azar una de ellas para hacer el estudio.

La evaluación del combustible superficial se realizó mediante un muestreo sistemático con sub-parcelas cuadradas de 1m², en donde se utilizaron

formaletas de madera para cuantificar las acículas presentes. La primera sub-parcela se ubicó a una distancia de 50 m en el eje X y a 2,5 m en el eje Y; posteriormente se colocaron cada 100 m en X y cada 5 m en Y (Figura 2).

Se tomaron 4 medidas de profundidad del combustible superficial en cada una de las sub-parcelas, a fin de estimar el volumen de dicho material. Para determinar el contenido de humedad del combustible, se tomó una muestra de acículas en cada sub-parcela y se llevó a la estufa durante 4 días a 80 °C. Luego, se obtuvo el contenido de humedad de cada una de las muestras, mediante la ecuación 1:

$$Hc = [(Pv - Ps) / Pv] \times 100 \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

Hc = contenido de humedad, %

Pv = peso verde, g

Ps = peso seco, gr

Las características estructurales de cada rodal (diámetro, altura total, densidad y área basal) se evaluaron mediante el procedimiento convencio-

4165(IV) Año: 1989	Vía	4136(IV) Año: 1995
4166(III) Año: 1989		4135(III) Año: 1995
4167(II) Año: 1989		4134(II) Año: 1995
4168(I) Año: 1989		4133(I) Año: 1995

Figura 1. Distribución de los rodales.

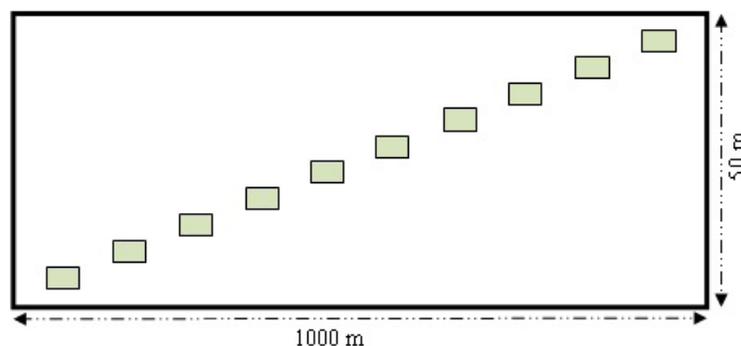


Figura 2. Disposición de las sub-parcelas de combustible en una parcela.

nal de la Empresa Maderas del Orinoco C.A., el cual consiste en un muestreo sistemático con 10 sub-parcelas circulares de 250 m² (8,92 m de radio), dentro de cada parcela de 5 ha (Figura 3).

Para el procesamiento de los datos se utilizaron los programas "R" y SPSS v15.0®, los cuales permitieron importar la base de datos previamente estructurada en el programa Microsoft Excel®. Con estos programas se calcularon las estadísticas descriptivas, análisis de varianza y correlaciones entre las variables y análisis de regresión. Se evaluó el siguiente modelo estadístico para comparar la producción de combustible superficial de los rodales seleccionados (Ecuación 2):

$$Y_{ijk} = \mu + \text{Edad}(A)_i + \text{Edad/parcela}(B)_{ij} + E_{ijk} \quad (\text{Ec. 2})$$

Mediante este modelo lineal general, se obtuvo la correlación que existe entre la cantidad de combustible superficial en rodales de distintas edades (Y) y diferentes características cuantitativas como la edad (A) y características propias de la parcela (densidad de fustes por ha, dap y área basal), tomando en cuenta la edad (B).

3. Resultados y Discusión

Los resultados para el volumen de acículas demuestran que la mediana más alta se ubica en el rodal II-22 años y su variabilidad oscila entre 500 y 1000 m³/ha; por su parte en el rodal IV-16 años se presentan los menores valores de volumen dentro del estudio, con una mediana cercana a 250 m³/ha y una variabilidad que va desde cero hasta valores superiores a 500 m³/ha (Figura 4). El promedio del volumen en 16 años fue 316 m³/ha y en 22 años fue 487 m³/ha (Cuadro 1). El análisis de la varianza indica que hay diferencias estadísticamente significativas (p: 0,05) entre las edades y este factor es determinante para generar una variabilidad en el volumen de acículas encontradas.

En cuanto al peso seco (t/ha), la mediana más alta se observa en el rodal I-22 años con un valor cercano a 40 t/ha, presentándose en esta misma parcela la menor variabilidad de los datos desde 30 hasta poco más de 60 t/ha (Figura 5); en el rodal IV-22 años se encuentra la mayor variabilidad de los datos desde 0 hasta casi 80 t/ha y la mediana más baja está en el rodal II-16 años (20 t/ha). El

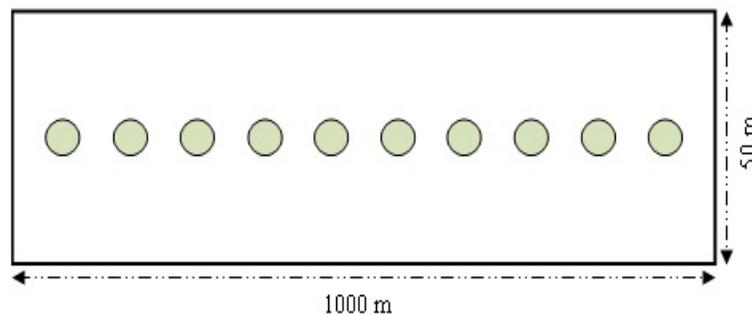


Figura 3. Disposición de las sub-parcelas circulares dentro de la parcela.

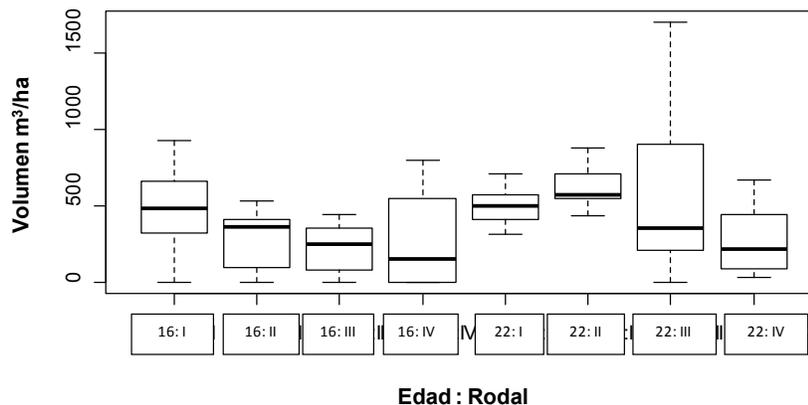
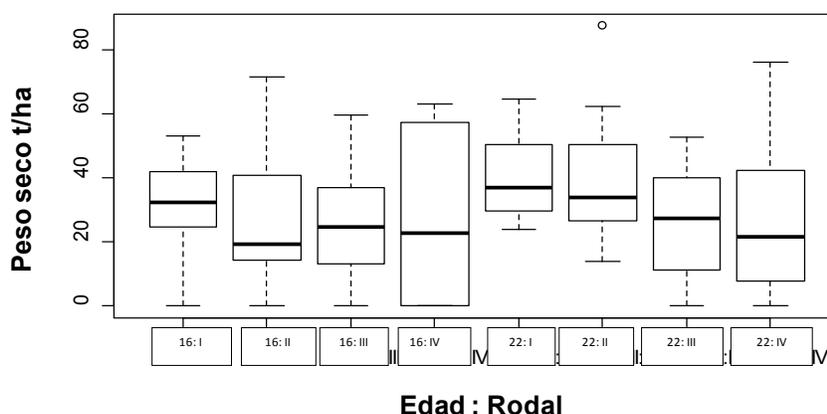


Figura 4. Gráfico de cajas del volumen (m³/ha), en cada uno de los rodales.

Cuadro 1. Promedio y Análisis de Varianza del volumen de acículas en cada rodal evaluado (m³/ha).

Edad	Rodaes				Promedio	DesvEst
	I	II	III	IV		
16	474,00	296,25	224,25	271,25	316,44	234,21
22	505,75	638,75	521,25	281,20	486,74	259,83
Análisis de Varianza						
Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Fc	Pr(>F)		
Edad	671881	1	8,809	0,004		
Edad/Parcela	889787	6	1,944	0,086		
Error	5263045	69				

**Figura 5.** Gráfico de cajas del peso seco (t/ha), en cada uno de los rodaes.

promedio de 16 años es 28 t/ha y en 22 años es 34 t/ha (Cuadro 2); sin embargo, el análisis de varianza indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los valores de peso seco de cada edad.

Egunjobi y Onweluzo (1979) realizaron este tipo de estudio en plantaciones de *P. caribaea* de 6

años de edad; la cantidad de combustible superficial encontrado fue de $6 \pm 0,65$ y $5,8 \pm 0,31$ t/ha en plantaciones aclareadas y no aclareadas, respectivamente. El valor reportado por Goldammer (1982) para el género *Pinus* es 12 t/ha en plantaciones de 6-7 años. Merino *et al.* (2003) evaluaron plantaciones de *Pinus radiata* en España, con edades entre

Cuadro 2. Promedio y Análisis de Varianza del peso seco de acículas (t/ha) en cada rodal evaluado.

Edad	Rodaes				Promedio	DesvEst
	I	II	III	IV		
16	30,66	26,25	28,36	27,39	28,17	21,66
22	41,46	41,12	25,91	28,40	33,97	20,89
Análisis de Varianza						
Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Fc	Pr(>F)		
Edad	752	1	1,627	0,206		
Edad/Parcela	1905	6	0,687	0,661		
Error	31903	69				

16 y 29 años y encontraron una biomasa de acículas entre 3,6 y 9,2 t/ha. León *et al.* (2011) reportan una acumulación de 6,6 ton/ha de hojarasca foliar en plantaciones de *Pinus patula* de 43 años en Colombia. Con estos argumentos se deduce que la carga de combustible superficial detectada en este estudio es considerablemente superior a la reportada en otras plantaciones similares y esa debe ser una de las principales razones para los devastadores incendios señalados por Lozada y Morales (2012). De hecho, Brown y Lugo (1982) indican que la acumulación de hojarasca en diversas zonas de vida tropicales y sub-tropicales oscila entre 5,2 y 7,6 t/ha.

Para cada una de las edades se determinaron los promedios de dap, densidad, área basal y altura total, con la finalidad de realizar las comparaciones respectivas (Cuadro 3). El análisis de varianza indica que entre las edades no existen diferencias estadísticamente significativas relacionadas con estos parámetros estructurales; el dap promedio es 22 cm, la densidad oscila entre 530 y 590 árboles/ha, el área basal está alrededor de 24 m²/ha y la altura total en 21 m.

Como referencia de las características estructurales en plantaciones de pino, puede indicarse que Torres *et al.* (1998) evaluaron rodales de 6, 10 y 14 años, y encontraron que la densidad oscila entre 940 y 1.300 ind/ha, la altura entre 7,8 y 15,5 m, el dap entre 14,2 y 19,3 cm y el área basal entre 18,7 y 26,1 m²/ha. Por lo tanto, los resultados del presente trabajo muestran que la edad más avanzada induce a un dap y altura ligeramente superiores, menor densidad (probablemente por efecto de la mortalidad), pero el área basal está dentro del rango encontrado por Torres *et al.* (1998) para las edades 10-14 años. El hecho de que no haya diferencias estadísticamente significativas entre las edades,

y el resultado particular del área basal, puede ser el reflejo de una alta competencia entre los árboles de estas plantaciones, que no han sido aclareadas; la situación de competencia aparece cuando la disponibilidad de recursos es inferior al total de requerimientos de los individuos para lograr un crecimiento óptimo (Brand y Magnussen, 1988). Se reitera que las plantaciones de pino evaluadas no han sido aclareadas y Silva (1994) indica que su turno estimado está en 15 años. Dicho en otras palabras, en esa edad (15 años), la competencia es tan manifiesta que ya no ocurre una tasa importante de crecimiento y la explotación del rodal es más ventajosa que su mantenimiento en pie. Esta situación de elevada competencia también puede ser la razón para que no exista diferencia significativa (entre las edades evaluadas) en el peso seco de las acículas mencionado con anterioridad.

Se establecieron correlaciones entre las variables dap, altura, área basal y densidad de fustes y el peso seco y el volumen de acículas a nivel de rodal, con la finalidad de evaluar las influencias que tienen unas con otras (Cuadro 4). Se observó que la variable cuantitativa de los rodales más influyente en el volumen de acículas es el área basal, arrojando un valor de correlación de 0,34; en segundo lugar, está la densidad con un valor de 0,17. En cuanto al peso seco se observó que está más correlacionado con el dap con un valor de 0,32. Se puede señalar que el área basal es la característica más influyente en cuanto a la cantidad de combustible dentro de las parcelas, tanto en peso seco como en volumen de acículas. Sin embargo, en general los coeficientes de correlación son bastante bajos y tal vez esto se debe a que se están haciendo comparaciones entre valores obtenidos a nivel de rodal y no valores obtenidos dentro de las mismas parcelas;

Cuadro 3. Características estructurales de los rodales evaluados.

Edad	16	16	16	16	16	16	22	22	22	22	22	22	Análisis de Varianza
Parcela	I	II	III	IV	Media	DesvEst	I	II	III	IV	Media	DesvEst	
dap (cm)	22,28	23,32	21,11	22,55	22,32	1,8	23,09	20,48	22,06	23,28	22,23	3,2	n.s.
Densidad	532	536	624	660	588	172,4	600	560	652	320	533	200,9	n.s.
AB (m ² /ha)	22,19	24,02	22,53	27,42	24,04	6,3	25,49	24,53	28,26	18,61	24,22	7,8	n.s.
ht (m)	20,44	21,03	19,97	20,67	20,53	1,0	21,5	19,11	21,52	23,28	21,35	2,6	n.s.

Abreviaciones: DesvEst (desviación estándar); n.s. (no significativa); dap (diámetro a la altura del pecho); AB (área basal); ht (altura total).

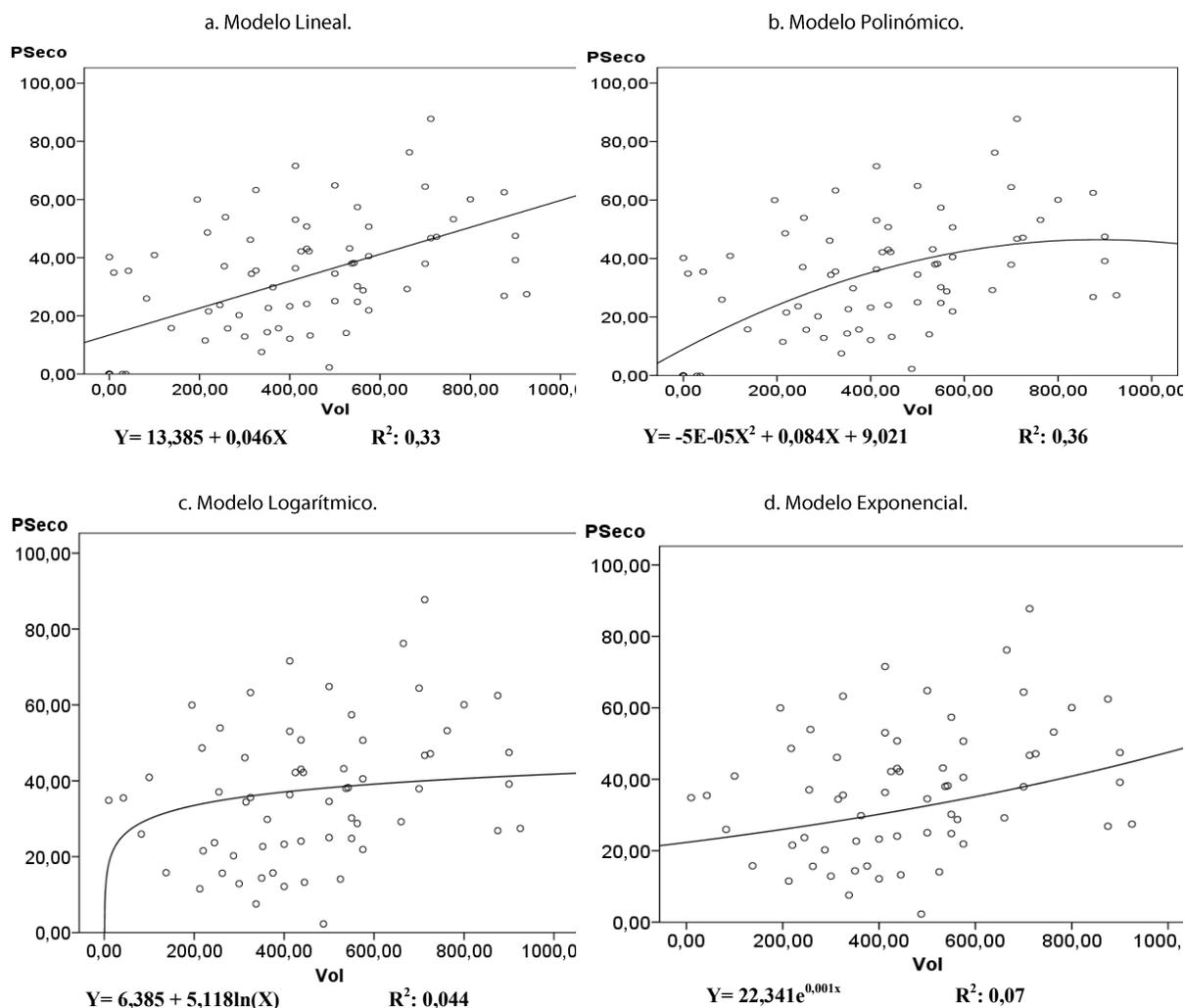
Cuadro 4. Matriz de correlaciones de las variables estudiadas a nivel de rodal.

	AB	dap	Densidad	ht	Ps	Vol
AB	1,00	-0,15	0,87	-0,33	0,18	0,34
dap	-	1,00	-0,38	0,79	0,32	-0,39
Densidad	-	-	1,00	-0,60	0,15	0,17
ht	-	-	-	1,00	0,18	-0,32
Ps	-	-	-	-	1,00	0,28
Vol	-	-	-	-	-	1,00

Abreviaciones: AB (área basal); dap (diámetro a la altura del pecho); ht (altura total); Ps (peso seco); Vol (Volumen).

debe recordarse que las subparcelas de combustible tienen un tamaño, forma y distribución diferente a las subparcelas de evaluación estructural. Esto indica que las futuras evaluaciones deben mejorar el diseño del muestreo.

La estimación del combustible es uno de los elementos fundamentales en la prevención y control de incendios forestales. Por ello se realizó un análisis de regresión (Figura 6) para obtener una ecuación que aporte un valor aproximado del peso

**Figura 6.** Análisis de la regresión entre volumen de acículas (variable independiente) y peso seco (variable dependiente).

seco (t/ha) a partir del volumen de acículas (m^3/ha), con base en todos los datos recolectados en campo. Se aprecia en el modelo de regresión lineal (Figura 6a) que el coeficiente de determinación (R^2) es 0,33 lo cual significa que apenas un 33% de la variabilidad del peso seco es explicada por este modelo de regresión; este es un valor bastante bajo y es ocasionado posiblemente por la alta dispersión que presentan los puntos; sin embargo, el análisis de varianza (Cuadro 5) demuestra que la regresión es estadísticamente válida y aceptable ($\text{Sign} < 0,05$). En el modelo polinómico (Figura 6b) se obtiene un R^2 ligeramente superior con un valor de 0,36 y la regresión sigue siendo estadísticamente aceptable. Para evaluar los modelos exponenciales y logarítmicos fue necesario reducir la base de datos eliminando los casos en que no aparecieron acículas en las parcelas, lo cual es probable en el terreno (aunque muy extraño) pero no es viable para hacer el procesamiento estadístico. El modelo logarítmico (Figura 6c) muestra un R^2 de 0,04 y su análisis de varianza señala que la regresión no es aceptable ($\text{Sign} > 0,05$). En el modelo exponencial (Figura 6d) R^2 toma un valor de 0,07 y la regresión es aceptable ($\text{Sign} < 0,05$).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de regresión, los modelos más adecuados para la estimación del peso seco a partir del volumen de acículas son el modelo lineal y el polinómico; sin embargo, se considera necesario hacer estudios más detallados para mejorar los coeficientes de determinación en dichos modelos o analizar otras variables que pudieran influir en el peso seco,

con el fin de evaluar modelos de regresión múltiples que posiblemente puedan mejorar la estimación.

4. Conclusiones

La evaluación de las acículas indica que existen 316 m^3/ha en 16 años y 487 m^3/ha en 22 años; el Anavar indica diferencias estadísticas altamente significativas (**) para las Edades ($p:0,01$) y no significativas para Edad/Parcela ($p:0,05$). El peso seco a los 16 años es 28 t/ha y 34 t/ha a los 22 años; el análisis de varianza muestra que para este estadígrafo no hay diferencias estadísticamente significativas entre las edades. Esta masa de acículas es considerablemente elevada si se compara con los resultados reportados para otras plantaciones similares y ecosistemas del trópico.

En las características estructurales tampoco hubo diferencias estadísticamente significativas entre las edades; el dap promedio es 22 cm, la densidad oscila entre 530 y 590 árboles/ha, el área basal está alrededor de 24 m^2/ha y la altura total en 21 m. Obviamente, los valores de dap y altura son mayores a los reportados para otras edades menores; pero en el área basal se obtuvo un valor comprendido en el rango reportado para rodales entre 10 y 14 años de edad. Se interpreta que los rodales analizados ya están en competencia y no presentan un incremento importante en el crecimiento; esto se refleja en la inexistencia de diferencias significativas para el peso seco de las acículas y para las características estructurales.

Cuadro 5. Análisis de varianza para los distintos modelos de regresión.

Modelo	Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Lineal	Regresión	11313,704	1	11313,704	36,502	0,000
	Residual	23245,962	75	309,946		
	Total	34559,667	76			
Polinómico	Regresión	12294,899	2	6147,449	20,432	0,000
	Residual	22264,768	74	300,875		
	Total	34559,667	76			
Logarítmico	Regresión	909,777	1	909,777	2,845	0,097
	Residual	19825,762	62	319,770		
	Total	20735,539	63			
Exponencial	Regresión	1,727	1	1,727	4,669	0,035
	Residual	22,937	62	,370		
	Total	24,664	63			

Los análisis de regresión indican que los modelos, lineal y polinómico, son estadísticamente válidos para estimar el peso seco de las acículas a partir de su volumen. Pero los coeficientes de determinación son muy bajos (R^2 entre 0,33 y 0,36).

Se considera recomendable hacer estudios más detallados sobre la masa de las acículas, tomando sub-parcelas de acículas dentro de las parcelas estructurales y considerando las edades 5, 10, 15 y 20 años. Además, debería incorporarse la evaluación del tamaño de copa y el tipo de suelo, ya que se estima que estos factores deben tener una alta influencia en la producción de esta materia orgánica en la superficie del suelo. Esta investigación podría aportar elementos importantes para el control de este tipo de combustible y hacer más eficiente la prevención y/o combate de los incendios que afectan a estos proyectos.

5. Agradecimientos

Al personal administrativo, técnico y obrero de Maderas del Orinoco C.A. por su colaboración en el desarrollo del presente trabajo.

6. Referencias bibliográficas

- ALVEAR, G. J., E. CASTILLO y P. PEDERNEIRA. 2003. Manejo de Combustibles. Departamento de Manejo de Recursos Forestales. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. En línea: <http://ftp.forestaluchile.cl> [Consultado: 27/07/2011].
- BARRIONUEVO, S. y J. LÓPEZ. 2007. Evaluación de las propiedades de los combustibles vegetales como indicadores de áreas críticas de incendios forestales en Santiago del Estero (Argentina). *Revista Forestal Venezolana* 51(2): 147-152.
- BRAND, D.G. y A. MAGNUSSEN. 1988. Asymmetric, two-sided competition in even-aged monocultures of red pine. *Canadian Journal of Forest Research* 18: 901-910.
- BROWN, S. y A. LUGO. 1982. The storage and production of organic matter in tropical forest and their role in the global carbon cycle. *Biotropica* 14(3): 161- 187.
- CARBALLAS, T. 2004. Los incendios forestales. Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. En línea: <http://www.apdr.info> [Consultado: 25/10/2012].
- EGUNJOBI, J. y B. ONWELUZO. 1979. Litter fall, mineral turnover and litter accumulation in *Pinus caribaea* L. stands at Ibadan, Nigeria. *Biotropica* 11(4): 251-255
- GARAY, V. y L. VALERA. 2001. Determinación de la variación morfológica y de rendimiento en procedencias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, en plantación comercial. *Revista Forestal Venezolana* 45(2): 153-162.
- GOLDAMMER, J.G. 1982. Controlled burning for stabilizing pine plantations. In: *Forest Fire Prevention and Control*. T. van Nao (ed). United Nations Economic Commission for Europe. Warsaw, Poland. 199-207 pp.
- HALTENHOFF, H. 2006. Silvicultura Preventiva. Silvicultura para la prevención de incendios forestales en plantaciones forestales. Corporación Nacional Forestal (Conaf). Documento de trabajo 452. Ministerio de Agricultura, Chile. En línea: <http://otros.conaf.cl> [Consultado: 28/05/2011].
- LADRACH, W. 1989. *Consultoría de control de incendios*. Conare- Prodefor. Zobel Forestry Associates Inc. Raleigh, North Carolina, USA. Mimeografiado. s/p
- LEÓN, J., M. GONZÁLEZ y J. GALLARDO. 2011. Ciclos biogeoquímicos en bosques naturales y plantaciones de coníferas en ecosistemas de alta montaña de Colombia. *Revista de Biología Tropical* 59(4): 1883-1894.
- LOZADA, J.R. y V. H. MORALES. 2012. Posibles factores que incidieron en la ocurrencia de incendios forestales en el Oriente Venezolano, durante la época seca de 2010. *Revista Forestal Venezolana* 56(2): 199-210.
- LUGO, L. 2000. Caracterización de las raíces leñosas de la especie *Pinus caribaea* var. *hondurensis* y los suelos, en las plantaciones afectadas por mortalidad, del oriente de Venezuela. Trabajo de Grado. Maestría en Manejo de Bosques. Cefap, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 126 p.
- MERINO, A., C. REY, J. BRAÑAS y R. RODRÍGUEZ-SOALLEIRO. 2003. Biomasa aérea y acumulación de nutrientes en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don en Galicia. *Investigación Agraria-Sistemas y Recursos Forestales* 12(2): 85-98.
- MORFÍN, J., E. JARDEL, J. MICHEL y E. ALVARADO. 2012. *Caracterización y cuantificación de combustibles forestales*. Comisión Nacional Forestal, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. En línea: <http://queimadas.cptec.inpe.br> [Consultado: 24/10/2012].
- MYERS, R., J. O'BRIEN y S. MORRISON. 2006. *Descripción general del manejo del fuego en las sabanas de Pino Caribe (Pinus caribaea) de la Mosquitia, Honduras*. GFI

- informe técnico 2006-1a. The Nature Conservancy. Arlington, USA. 30 p.
- NÁJERA, A., J. MAYOR y M. RAMOS. 2006. *Uso del fuego en el manejo de combustibles forestales en la Sierra Zapalinamé, Coahuila, México*. En línea: www.fire.uni-freiburg.de [Consultado: 28/05/2011].
- PEÑA, E. y P. PEDERNERA. 2004. Silvicultura preventiva para combatir incendios forestales. Chile Forestal 302: 12. En línea: <http://www.despachadores.cl> [Consultado: 27/05/2011].
- PÉREZ, P. 2006. Caracterización del combustible en plantación de *Pinus radiata* sometida a diferentes esquemas de manejo. Estudio de caso: Empresa Forestal Monteaguila S.A. Departamento de Manejo de Recursos Forestales. Escuela de Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. En línea: <http://www.cybertesis.cl> [Consultado: 22/10/2012].
- RENTERÍA, J., E. GARZA, J. CHAIDEZ, O. CALDERÓN y I. SILVA. 2005. Caracterización de combustibles leñosos en el ejido Pueblo Nuevo Durango. *Revista Chapingo - Serie de Ciencias Forestales y el Ambiente* 11(1): 51-56.
- SILVA, R. 1994. *Metodología para el establecimiento de viveros y plantaciones de pino caribe (Pinus caribaea var. hondurensis)*. CVG-Proforca. Boletín Técnico No.7. Ciudad Guayana, Venezuela. s/p.
- SOTO, M. 2003. Incendios Forestales y Ambiente: una síntesis global. Laboratorio de incendios forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago de Chile. En línea: <http://ftp.forestaluchile.cl> [Consultado: 20/10/2012].
- TORRES, A., H. RAMÍREZ, M. DÍAZ, A. MONTARULI y F. QUINTERO. 1998. Mortalidad en plantaciones de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en el oriente de Venezuela y su relación con el viento. Memorias del Primer Congreso Latinoamericano Iufro. 22 al 28 de noviembre de 1998. Valdivia, Chile.