

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTADO ACTUAL DEL MATERIAL COMBUSTIBLE EN EL HUERTO CLONAL SEMILLERO DE *PINUS* *CARIBAEA* EN MALAS AGUAS.

COMPOSITION FLORÍSTICA AND CURRENT STATE OF THE COMBUSTIBLE MATERIAL IN THE ORCHARD CLONAL NURSERY DE *PINUS CARIBAEA* IN MALAS WATERS

Beatriz Rodríguez Alfaro^{1*}, Isyoel Urrutia Hernández², Maritza Palomino Peña³

¹Instituto de Investigaciones Agro- Forestales. La Habana. Estación Experimental Agro-Forestal Viñales. Pinar del Río Cuba, CP 20100 <https://orcid.org/0000-0002-5162-6666>.

²Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca. Centro Universitario Municipal Viñales. Pinar del Río Cuba, CP 20100, <https://orcid.org/0000-0002-8431-5848>.

³Universidad de Holguín. Cuba, CP 80100 <https://orcid.org/0009-0004-4576-3092>.

*Autor para la correspondencia (e-mail): beatrizrodriguezalfaro@gmail.com
Recibido para su publicación: 18/10/2023 - Aceptado para su publicación: 30/12/2023

Resumen

Se exponen los resultados obtenidos de la investigación realizada en una plantación de (*Pinus caribaea* Morelet var *caribaea*) establecida en febrero de 1972, con fines de un Huerto Clonal semillero en Malas Aguas perteneciente a la Empresa Agroforestal Minas de Matahambre, con el objetivo de evaluar la composición florística y el estado actual del material combustible. Para ello se estableció una red de 12 parcelas de 6 m x 6 m con un diseño completamente aleatorizado para determinar la composición florística y para la evaluación del material combustible se realizó mediante el método de intersecciones planares. Se determinó que los materiales combustibles verdes fueron los de mayor representatividad presentando diferencia significativa con las demás clases de combustible según la prueba de Duncan $p \leq 0,05$. A partir del inventario se identificaron 32 especies distribuidas en 19 familias, resultando la *Fabaceae* y la *Mahveae* las más representadas. Por tanto, la carga de los materiales combustibles se excede de las 15 t/ha y se presenta mayor abundancia de la regeneración natural de las especies arbustivas y herbáceas que los del estrato arbóreo, indicador que incide en el surgimiento y propagación del fuego.

Palabras claves: Estratos, vegetación, regeneración natural.

Abstract

The results obtained from the research carried out in a plantation of (*Pinus caribaea* Morelet var *caribaea*) established in February 1972, for the purposes of a Clonal Seed Garden in Malas Aguas belonging to the Minas de Matahambre Agroforestry Company, are presented, with the objective of evaluating the floristic composition and the current state of the fuel material. For this, a network of 12 plots of 6 m x 6 m was established with a completely randomized design to determine the floristic composition and to evaluate the fuel material it was carried out using the method of planar intersections. It was determined that green fuel materials were the most representative, presenting a significant difference with the other fuel classes according to the Duncan test $p \leq 0.05$. From the inventory, 32 species distributed in 19 families were identified, with *Fabaceae* and *Mahveae* being the most represented. Therefore, the load of fuel materials exceeds 15 t/ha and there is a greater abundance of natural regeneration of shrubs and herbaceous species than those of the tree stratum, an indicator that affects the emergence and spread of fire.

Key words: Strata, vegetation, natural regeneration.

INTRODUCCIÓN

Las florestas constituyen un eslabón imprescindible en el desarrollo de la vida. Influyen en la calidad del aire, en la regulación del clima y en la conservación del suelo, plantas, animales y paisaje. La conservación de las especies vegetales es uno de los aspectos principales en el mantenimiento de la misma. Las plantas silvestres encierran un importante capital como banco de genes, que puedan mejorar determinados caracteres de sus parientes domesticados,

en particular los implicados en su adaptación al medio. Algunas especies silvestres se hallan en regresión, si no en peligro de extinción (Cruz, 2014).

Muchas especies forestales son endémicas, con poblaciones pequeñas, dispersas y restringidas, y en su hábitat enfrentan problemas para su permanencia debido a que factores como el cambio del uso del suelo y el cambio climático, lo que influye en la necesidad urgente de implementar acciones que apoyen las medidas de conservación de estos valiosos recursos genéticos. Debido a la longevidad de estas especies, la conservación a largo plazo debe considerar acciones de conservación in situ y ex situ de los recursos genéticos, ya que ninguna de las dos formas por separado puede lograr el objetivo deseado (Bazarett*et al.*, 2011).

Según Ciesla (1995) los incendios dependen de los combustibles más que de cualquier otro elemento. También factores climáticos como la temperatura, la humedad y la estabilidad atmosférica influyen en la probabilidad de que prenda un fuego y en la velocidad con que se propague.

Es importante mencionar que el fuego causa distintos efectos sobre el bosque, y al respecto Rico (1981) señala que el fuego en el bosque se alimenta de combustibles forestales produciendo efectos caloríficos que alcanzan a la flora y a la fauna del entorno y origina productos residuales minerales.

Los árboles y el suelo, desempeñan un papel decisivo para los medios de vida de la población rural de todo el mundo, ya que proporcionan empleo, energía, provisiones nutritivas y una vasta gama de servicios ecosistémicos (FAO, 2014).

Es por ello que el objetivo planteado es determinar la composición florística y el estado actual del material combustible forestal en el Huerto Clonal semillero Malas aguas, para lo cual se plantea como hipótesis que, si se evalúa el comportamiento de la composición florística y el estado actual del material combustible forestal en el Huerto Clonal semillero Malas aguas, es posible establecer el manejo adecuado de la carga del material combustible y la vegetación existente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del área experimental

El trabajo se desarrolló en la Empresa Agro Forestal Integral (EAFI) "Minas de Matahambre" (Figura 1) la cual administra el manejo forestal en el municipio de igual nombre de la Provincia Pinar del Río. El patrimonio forestal de la EFI es de 85 644 ha, teniendo una superficie cubierta de bosques de 59 173,5 ha, correspondiendo a bosques naturales 38 162,9 ha, un índice boscoso de 68,97 %, de plantaciones establecidas 19 444,3 has, superficie deforestada de 1 999,6 ha, superficie in forestal 1 580,6 ha y de plantaciones jóvenes 2 925,6 ha. La Empresa limita al norte-noreste con la zona costera, al sur con municipio Pinar del Río y Viñales y al oeste con los municipios de Mantua y Guane. El clima es tropical con precipitación anual de 1 200 mm, temperatura media anual de 23,5 °C y humedad relativa del aire de 50 °C como media anual.

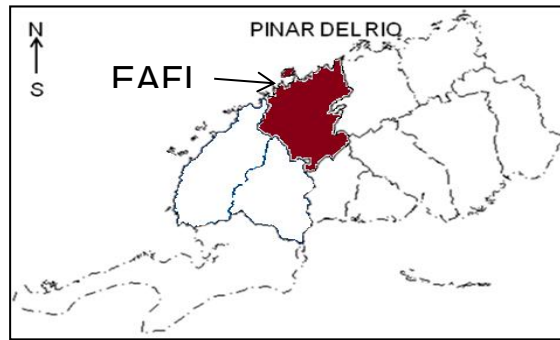


Figura 1. Ubicación de la Empresa Forestal Integral "Minas de Matahambre".
Figure 1. Ubication of the Integral Forest Company "Minas of Matahambre."

Caracterización de la vegetación.

El área corresponde a una plantación de *Pinus caribaea* var Morelet establecida febrero de 1972 con fines de un Huerto Clonal semillero. Se encuentra en un estado de fustal maduro con buen estado fitosanitario, asociado a un sotobosque con predominio del estrato arbustivo y herbáceo, de las que es bueno destacar la altura del fuste limpio que presentan los árboles, aspecto a tener en cuenta a la hora de aplicar el fuego prescrito, para no afectar la parte aérea de la planta y que no influya en su crecimiento y le permita sobrevivir al efecto de los fuegos superficiales de baja intensidad. De acuerdo a la curva área especie indica que el muestreo de 10 parcelas es representativo de la diversidad florística en el área del Huerto Clonal semillero. De acuerdo a la tendencia de la curva no debe incrementarse el número de especies con un muestreo mayor.

Estimación de la cantidad de material combustible disponible

Para cuantificar el material combustible disponible se utilizó la clasificación referente a clases de diámetros y tiempo de retardación descrita por Fosberg (1971), citado por Batista (1995) modificada, considerando las misceláneas y el material vivo.

Se consideran misceláneas a los materiales muertos no leñosos tales como: hojas, hierbas, humus, conos. La evaluación de estos combustibles se lleva a cabo colocando un cuadro flexible de 30 x 30 cm al final de cada línea de intersecciones planares. Posteriormente se recolecta todo el material que se encuentra dentro del cuadro evitando coleccionar suelo mineral, rocas y otras impurezas de la muestra además del material leñoso caído, se coloca en bolsas de nailon y se pesa con la ayuda de una balanza de gancho.

Método de las intersecciones planares o de Brown

Este método consiste en el conteo de piezas leñosas interceptadas por un plano vertical (en el terreno lo define la línea de muestreo) y el peso de los combustibles se calcula con base en el volumen y la aplicación de estimadores de la gravedad específica del material leñoso.

Evaluación del combustible vivo

En cada sitio de muestreo, sobre la línea de intersecciones orientada al Norte, a 10 m del punto central, se delimitará una parcela de 1 m² en la cual se recolectará y pesará, separadamente, el material vivo herbáceo y el leñoso con diámetro menor a 2,5 cm y altura menor de 1,80 m. Para determinar el peso de estos materiales se llevan muestras a la estufa siguiendo el procedimiento del paso anterior.

Estimación de la cantidad de material combustible

Con los resultados obtenidos se realizan los cálculos correspondientes obteniendo el peso seco para las distintas clases de combustibles y el total. Los resultados se expresarán en g/m² y en t. ha⁻¹.

Estudio de la diversidad de las especies

Para evaluar los efectos del fuego sobre la vegetación se consideraron varios parámetros ecológicos, es decir: la riqueza florística, modelo de abundancia e índice de diversidad (usando el índice del Shannon-Wiener). El estrato herbáceo se consideró de 0,1 a 1 metro, el arbustivo de 1,1 a 5 metros y el arbóreo de >5 metros de altura, según Álvarez y Varona (2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estimación de la cantidad del material combustible disponible en el área.

Se determinó que para el área de estudio los materiales combustibles verdes fueron los de mayor representatividad presentando diferencia significativa con las demás clases de combustible según la prueba de Duncan $p \leq 0,05$. Esto se debe a la regeneración abundante de especies del estrato herbáceo y arbustivo, indicador que determina a la hora de aplicar el fuego en el comportamiento vertical el cual incide en la altura de las llamas como se muestra en la tabla 1. Como consecuencia del cambio climático y del cambio en la gestión y el uso del suelo, se están produciendo modificaciones muy importantes en el régimen histórico de incendios. Así, el cambio climático puede influir en el aumento de su severidad y del período de alto riesgo (Bedia *et al.*, 2014), mientras que el abandono del medio rural y la expansión de la interfaz urbano-forestal, entre otros cambios sociales y de uso de suelo, potencian la acumulación y la continuidad de los combustibles, incrementándose la probabilidad de fuegos más extensos y de mayor severidad (Madrigal *et al.*, 2016, Regos *et al.*, 2016).

Tabla 1. Peso seco en g/m² del material combustible por parcela y clases de combustible.

Table 1. Dry weight in g/m² of the combustible material for parcel and classes of fuel.

Clases	Material combustible g/m ²			
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Media
Verde	885,35	978,52	755,25	873,04a
Misceláneas	468,45	548,57	384,35	467,12b
Clase I	106,43	98,34	80,24	95c
Clase II	211,35	311,49	209,58	244,14b
Total	1671,58	1936,92	1429,42	1679,3

Los resultados obtenidos difieren significativamente de una clase a otra, dado a que usan como medida de prevención de los incendios, el tratamiento de desechos de intervenciones tales como podas, raleos y limpiezas que han demostrado una gran efectividad en la eliminación de combustibles muy finos y finos muertos y secos (de diámetros inferiores a 2,5 cm) que inciden en el comportamiento y propagación del fuego, los cuales ganan o pierden humedad en el menor tiempo con la interacción con el medio. Coincidiendo con los resultados obtenidos por Julio (2000) en estudios realizados de selvicultura y quemadas prescritas en las masas forestales de Chile.

Tabla 2. Representación de las especies, su distribución por estratos y la frecuencia relativa.

Table 2: Representation of the species, their distribution for strata and the relative frequency.

Nombre Científico	Familias	Frecuencia %
Estrato arbóreo		

<i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>caribaea</i>	Pinaceae	5,555555556
Estrato arbustivo		
<i>Brya microphylla</i> Bisse	Fabaceae	4,444444444
<i>Xylopia aromatica</i>	Annonaceae	2,222222222
<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight y Arn.	Fabaceae	2,777777778
<i>Malachra capitata</i> L.	Sterculiaceae	4,444444444
<i>Tabernaemontana amblyocarpa</i> Urb.	Apocynaceae	5,555555556
<i>Tabebuia lepidophylla</i> (A.Rich.) Greenm.	Bignoniaceae	5,569874325
<i>Ouratea elliptica</i> (A.Rich.) M.Gómez	Ochnaceae	1,111111111
<i>Copernicia pauciflora</i> Burret	Arecaceae	1,111111111
<i>Cassia occidentalis</i> L.	Fabaceae	1,111111111
<i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D.Don	Melastomataceae	4,444444444
<i>Psidium salutare</i> (H, B. K) J.Bergius	Myrtaceae	2,222222222
<i>Trichilia hirta</i> L.	Meleaceae	2,222222222
<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	1,111111111
<i>Byrsonimia crassifolia</i> (L.) Humb., Bonpl. y Kunth	Malpigeaceae	1,111111111
<i>Curatella americana</i> L.	Davillaceae	1,111111111
Estrato herbáceo		
<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl	Lamiaceae	4,444444444
<i>Melochia tomentosa</i> L.	Malvaceae	1,111111111
<i>Sida acuta</i> Burn f.	Malvaceae	4,444444444
<i>Solanum torvum</i> Sw.	Solanaceae	3,333333333
<i>Borreria coccinoides</i> (Burm.f) DC.	Rubiaceae	1,111111111
<i>Heliotropium indicum</i> Lin	Boraginaceae	5,555555556
<i>Ligodium</i> sp.	Lygodeaceae	1,111111111
<i>Desmodium canum</i> (J.F.Gmel.) Schinz y Tell.	Fabaceae	2,222222222
<i>Urena lobata</i> L.	Malvaceae	5,555555556
<i>Pinus caribaea</i>	Pinaceae	1,111111111
<i>Clidemia hirta</i> (L.) D.Don	Melastomataceae	3,333333333
<i>Andropogon</i> sp.	Poaceae	2,222222222
<i>Sorghastrum stipoides</i> (Kunth) Nash in Britton y Underw.	Poaceae	5,555555556
<i>Paspalum notatum</i> Flügge	Poaceae	5,225665554
<i>Mesochites rosea</i> (A.DC.) Miers	Apocynaceae	4,444444444
<i>Davilla rugosa</i> Poir.	Dilliniaceae	3,888888889

A partir del inventario se determinaron 32 especies distribuidas en 19 familias, resultando la *Fabaceae* y *Malvaceae* las más representada, y las especies con mayor abundancia absoluta: *Malachra capitata*, *Brya microphylla*, *Stachytarpheta jamaicensis*, *Heliotropium indicum* como se muestra en la tabla 2.

Las especies *Pinus caribaea* Morelet, *Mesochites rosea*, *Urena lobata*, además *Paspalum notatum* tiene una cobertura total en el área, por ser una planta perenne con rizomas gruesos predominando en las muestras de material combustible verde.

Se destaca el predominio de especies sintrópicas entre las que se pueden citar *Urena lobata*, *Desmodium canum*, *Melochia tomentosa* entre otras, estando su diseminación determinada por la presencia de animales y equipos agrícolas, en el área se observa la presencia de ganado vacuno y se realiza la limpia de forma mecanizada lo que incide en la abundancia de las mismas, además se observó la presencia de *Dichrostachys cinerea* como planta invasora. De hecho, algunas de las especies identificadas son indicadoras de la compactación de suelos (usualmente asociada al pisoteo de ganado), (Matthei 1995, Fuentes *et al.* 2014). La presencia de herbívoros, como el ganado, puede producir cambios en la composición de especies de la comunidad vegetal, abriendo claros en la vegetación y favoreciendo el establecimiento de hierbas anuales (Sinkinsy Otfinowski 2012, Chuong *et al.* 2016). Esto produce una reducción en la carga de

combustible, aumentando la probabilidad de ocurrencia de incendios de baja severidad, lo que a su vez favorece el establecimiento y la permanencia en el tiempo de las hierbas invasoras (D'Antonio y Vitousek 1992, Raffaele *et al.* 2011). En tal sentido, no es posible descartar que las zonas expuestas a baja severidad ya presentaran una alta proporción de hierbas exóticas (asociadas a la ganadería). Dichas especies, en general, contribuyen con una baja carga de combustible, lo que influye en que el fuego sea menos severo que en las otras zonas del estudio.

CONCLUSIONES

De acuerdo la clasificación de los materiales combustibles, los verdes fueron los de mayor representatividad con 8,73 t/ha seguido de las misceláneas con 4,67 t/ha indicador que incide en el comportamiento del fuego.

El uso de tratamientos y de intervenciones silvícolas tales como podas y raleos, han demostrado una gran efectividad en la eliminación de combustibles muy finos y finos muertos y secos (de diámetros inferiores a 2,5 cm) aspecto de suma importancia para mitigar el surgimiento de incendios forestales.

Se destaca el predominio de especies sinatópicas donde se identificaron 32 especies distribuidas en 19 familias, resultando la *Fabaceae* y *Malvaceae* las más representada.

ÉTICA Y CONFLICTO DE INTERESES

Las personas autores del manuscrito en cuestión, declaran que han cumplido totalmente con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la producción del manuscrito; que no hay conflictos de intereses de ningún tipo; y que están totalmente de acuerdo con la versión final editada del artículo.

REFERENCIAS

- Álvarez, P. A. e Varona, J. C. 2006. Silvicultura. Editorial Félix Varela. La Habana, 354 p.
- Bazaretti y Viviane Maria. Arboreto do Ceplac – espécies arbóreas potenciais ao sistema agrossilvicultural cacauero. Unoesc y Ciência – ACET, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 31-46, jan/jun. 2011.
- Batista, A. C. 1995. Avaliação da queima controlada em povoamentos de *Pinus* L. no norte do Paraná. Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Ciências Florestais. Curitiba. 108 p.
- Bedia, J.; Herrera, S.; Camia, A.; Moreno, J.M.; Gutiérrez, J.M.; 2014. Forest fire danger projections in the Mediterranean using ENSEMBLES regional climate change scenarios. *Clim Change* (2014) 122: 185.
- Chuong, J., Huxley, J., Spotswood, E.N., Nichols, L., Mariotte, P., SUDING, N. 2016. Cattle as dispersal vectors of invasive and introduced plants in a California annual grassland. *Rangeland Ecology and Management* 69: 52-58.
- Ciesla, W.M. 1995. Sostenibilidad de los bosques mediante su protección contra incendios, insectos y enfermedades. Estudio FAO Montes 122. Roma. 143 – 163 pp.
- Cruz, A., Soils, J. Alfaro, M. (2015) Estrategia para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad del Estado de Chihuahua. Editor: Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la
- D'antonio, C.M., Vitousek, P.M. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annual Review of Ecology and Systematics* 23: 63-87.
- FAO (2014). Caracterização das florestas tropicais. Papel das florestas na sustentabilidade do planeta Terra.

- Fuentes, N., Sánchez, P., Pauchard, A., Urrutia, J., Cavieres, L., Marticorena, A. 2014. Plantas invasoras del centro-sur de Chile. Una guía de campo. Laboratorio de Invasiones Biológicas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 280 pp.
- Julio, G.; 2000 Selvicultura y quemas prescritas en las masas forestales de Chile *Cuadernos de la S.E. CE*, N.O 9, pp. 35-46.
- Sinkins, P.A., Otfinowski, R. 2012. Invasion or retreat. The fate of exotic invaders on the northern prairies, 40 years after cattle grazing. *Plant Ecology* 213: 1251-1262.
- Matthei, O. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. Alfabeta Impresores, Santiago, Chile. 545 pp.
- Madrigal, J.; Fernández-Migueláñez, I.; Hernando, C.; Guijarro, M.; Vega-Nieva, D.J.; Tolosana, E.; 2016. Does forest biomass harvesting for energy reduce fire hazard in the Mediterranean basin? a case study in the Caroiç Massif (Eastern Spain). *Eur J Forest Res* (en prensa) doi: 10.1007/s10342-016-1004-5.
- Raffaele, E., Veblen, T.T., Blackhall, M., Tercero-Bucardo, N. 2011. Synergistic influences of introduced herbivores and fire on vegetation change in northern Patagonia, Argentina. *Journal of Vegetation Science* 22: 59-71.
- Regos, A.; Aquilué, N.; López, I.; Codina, M.; Retana, J.; Brotons, L.; 2016. Synergies between forest biomass extraction for bioenergy and fire suppression in Mediterranean ecosystems: insights from a storyline-and-simulation approach. *Ecosystems* 19: 1–17.
- Rico, F. 1981. Los incendios forestales. En: Tratado del Medio Natural. Tomo IV. Universidad Politécnica de Madrid. España. p. 349 – 379.