

IMPACTO DEL MATERIAL COMBUSTIBLE EN EL COMPORTAMIENTO DEL FUEGO EN PLANTACIONES DE *PINUS CARIBAEA* MORELET VAR. *CARIBAEA* EN LA ZONA DE CAJÁLBANA

M.Sc. ISOEL URRUTIA-HERNÁNDEZ,¹ ING. JOSÉ. A. HERNÁNDEZ-ABREU,²
M.Sc. BEATRIZ RODRÍGUEZ-ALFARO,¹ M.Sc. YOSVANY FLEITAS-CAMACHO,¹
M.Sc. YUSBEL RODRÍGUEZ-ROQUE¹ Y DR. WILFREDO MARTÍNEZ-BECERRA³

¹ Estación Experimental Forestal Viñales. Km 20, carretera a Viñales, Pinar del Río, Cuba, vinales@forestales.co.cu

² Estación Experimental Forestal Camagüey. Ave. Ignacio Agramante s/n, A. P. 405, Camagüey, Cuba

³ Universidad de Pinar del Río. Martí 270 esq. a 27 de Noviembre, Pinar del Río, C. P. 20100, Cuba

RESUMEN

La acumulación del material combustible sobre el piso de los rodales de pino a lo largo de los años aumenta drásticamente el riesgo de incendios. Una de las alternativas para disminuir este riesgo o disminuir el potencial de daños de los incendios es reducir periódicamente la cantidad de material combustible, influyendo en la evolución de los incendios forestales que son producidos por la conjunción del combustible vegetal existente en el monte, las condiciones meteorológicas y la topografía del terreno. El presente trabajo se desarrolló en formaciones boscosas de pinares clasificadas con grado 1 de peligro de incendio, donde se cuantificó la cantidad de material combustible después de haber recibido manejos silviculturales como limpias, aclareos, podas y cortas realizados en el período de 1, 2, 3, 4, 5 o mayor de cinco años. Para su realización se establecieron parcelas de 1 m² con un muestreo al azar, apreciándose, entre otros resultados,

ABSTRACT

Fuel material over pine lot soils highly increase fire risk. An alternative to diminish that risk is to reduce the quantity of fuel material periodically, having influence in forest fire evolution produced by conjunction of fuel material in the forest, meteorological conditions and the terrain topography. This work was developed in pine trees forest classified of 1 because of the degree of fire damage. The quantity of fuel material after silvicultural management was estimated. 1 m² plot with a simple random sampling were established. The results show differences related to fuel material quantities in different study periods, where forest fire behaviour was more accentuated after 4 or 5 years after silvicultural management.

Key words: *Pinus caribaea, forest fires, fuels, risk*

diferencias en la cantidad de material combustible en los diferentes períodos de estudio, donde el comportamiento del incendio fue más acentuado en los períodos de cuatro a cinco años después de ser manejados.

Palabras clave: *Pinus caribaea*, incendios forestales, combustibles, riesgo

INTRODUCCIÓN

Es claro que la quema frecuente y no controlada perjudica grandemente el crecimiento del bosque y su asiento, contribuyendo al aumento de la cantidad de *humus*, se degradará el régimen de nutrientes del suelo, disminuirá la circulación de nutrientes entre el suelo y los árboles, y los rodales no conseguirán regenerarse. La regeneración de los bosques viejos dará también lugar a que disminuya el número y la diversidad de la tradicional fauna silvestre.

Batista *et al.* (1997) plantean que el material combustible es fundamental para la ocurrencia y propagación del fuego, porque es uno de los componentes del triángulo del fuego. No hay posibilidad de ocurrencia si no hay combustible para quemar. La cantidad de combustible existente en un área indica si el fuego se va a propagar o no, y determina la cantidad de calor que será liberada en la quema. Esa cantidad es generalmente expresada en toneladas por hectárea o kilogramos por metro cuadrado.

Conforme a investigaciones experimentales, debe existir un mínimo de 1-1,23 t/ha de material combustible fino, seco, disperso en un área para que un incendio superficial pueda propagarse. La intensidad del fuego

es directamente proporcional a la cantidad de combustible que quema [Batista, 1997].

En 1976 Verduzco señaló que, aunque suena contradictorio, el fuego puede tener efectos benéficos en los bosques; sin embargo, su uso debe ser prudente y en forma controlada. La FAO (1953) indicó que en todo el mundo se acepta que en ciertas condiciones el fuego puede ser un recurso de uso práctico para la silvicultura.

De acuerdo con Goldammer (1982), la descomposición de las acículas en plantaciones jóvenes de *Pinus* es muy lenta, resultando un número de acumulaciones del material que puede llegar a 12 t/ha en plantaciones de seis a siete años. Los incendios ocurridos durante la estación seca liberan calor y producen alturas de llamas suficientes para destruir poblaciones enteras. Esta energía potencial del incendio puede ser reducida por el uso de las técnicas de quemas controladas sin daños a la población.

Vélez (2000) plantea que los bosques de coníferas se mantienen productivos a largo plazo, solamente si una vez cada siglo el fuego libera los nutrientes que se han ido acumulando sobre el piso del bosque, o si el hombre introduce un sistema de cor-

ta y destrucción de residuos que tenga el mismo efecto.

En este sentido, el objetivo general de la presente investigación fue evaluar la incidencia de la carga del material combustible en el comportamiento del fuego en bosques de pinares en la zona de Cajalbana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del área.

Localización del experimento

El experimento se ubicó en plantaciones de *Pinus caribaea* var. *caribaea* en la meseta de Cajalbana, perteneciente a la EFI La Palma, Pinar del Río (Fig. 1).



Figura 1. Mapa de localización del experimento en relación con la provincia de Pinar del Río.

Características de la vegetación

En estas áreas se encontró en el estrato arbóreo *Pinus caribaea* var. *caribaea*, caracterizado por una amplia gama de especies de diferentes edades, en las cuales se hacía notable la diversidad de sus diámetros y alturas; se pudieron apreciar además diferencias en la altura y densidad de las plantas asociadas al bosque, dado el tiempo transcurrido de los manejos silviculturales, encontrándose en diferentes etapas de desarrollo. En el estrato arbustivo aparecen *Rondeletia*, *Cyrilla racemiflora*, *Clusia*

rosea, *Xylopia aromatica*, *Ixora* y *Matayba apetala*. En el herbáceo encontramos *Brysonima*, *Tetragigia*, *Rondeletia*, *Clidemia*, *Cyatea*, *Opizia*, *Clusia* y *Sorghastrum*, así como lianas y epifitas.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar. Se utilizaron parcelas de 1 m², tomando 30 parcelas por áreas experimentales, después de haber recibido diferentes tratamientos como limpias, aclareos, podas y cortas.

Clasificación de los bosques según el grado de peligro de incendio

Grado 1 de peligro de incendio: muy peligroso los pinares, eucaliptos y casuarinas.

Grado 2 de peligro de incendio: muy peligroso las latifolias.

Los bosques elegidos para el estudio, según las categorías, estaban comprendidos en grado 1 –muy peligroso–, y encontraron los pinares después de haber recibido la acción de tratamientos en períodos de 1, 2, 3, 4, 5 y mayores de cinco años, cuantificando el material combustible por separado para clasificarlo vivo y seco del sotobosque, incluyendo la materia orgánica, además de clasificar y determinar su peso seco según la metodología establecida.

Se determinó además la altura del sotobosque, y se identificó el estado de desarrollo en el cual se encontraban, ya sean brinzal, latizal y fustal. Se clasificó también el material combustible según el grosor, como se muestra a continuación:

Grueso > 6cm

Medio $\geq 3\text{cm} \leq 6\text{cm}$

Fino < 3cm

Para el análisis estadístico se aplicó una prueba de Kruskal-Wallis (5%), seguido de una de comparación de medias de Student-Newman-Keuls (5%).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del fuego en los bosques

Desde el punto de vista del bosque ya establecido y en crecimiento, el in-

cendio es claramente una perturbación que interrumpe y altera drásticamente el desarrollo del sitio; sin embargo, desde el punto de vista de las comunidades y especies dependientes del fuego, el incendio es un factor natural cuyos efectos han sido incorporados desde hace tiempo a las adaptaciones de las especies y la dinámica de los ecosistemas. Por lo tanto, no se puede considerar una perturbación cuando se observa que en la historia cíclica a largo plazo de un ecosistema es dependiente del fuego. En tales sistemas la exclusión del fuego es realmente una perturbación que despierta cada vez mayor interés, corroborado con Vélez (2000).

En todo el mundo el incendio se ha convertido en un factor importante en los bosques de coníferas y árboles de madera dura, dependientes del fuego. La vida de muchas especies forestales literalmente empieza y termina con los incendios. Los siguientes procesos y funciones están regulados por el fuego. Otra situación que debe tenerse en cuenta es que la provincia de Pinar del Río es la que muestra en el país los valores más elevados de incendios y de áreas afectadas, con la particularidad de que según datos facilitados por el Cuerpo de Guardabosques en la provincia, en los últimos diez años (1993-2002) el 69,83% de los incendios ha ocurrido precisamente en bosques de pinos, en los cuales se reporta el 79,42% de las áreas afectadas por estos fenómenos.

En correspondencia con todo lo anterior, parece ser razonable sistemas de manejos en este tipo de formación forestal. Esto puede disminuir el riesgo de incendios en los bosques de la especie por la disminución de la carga de material combustible, y facilitar su regeneración natural si se aplica antes de la maduración y apertura de los conos; no obstante, primero debe experimentarse suficientemente observando el comportamiento del fuego y los efectos que esta práctica pueda producir.

La mayoría de las especies de coníferas que forman parte de los bosque y que cubren grandes extensiones poseen variadas características relacionadas con el fuego, como la necesidad de lechos minerales para la germinación de sus semillas y altas temperaturas para la apertura de conos serotinos, así como también la capacidad para soportar altas temperaturas durante un incendio forestal, gracias a la propiedad aislante de su corteza y a la resistencia de sus yemas adventicias. Algunos bosques requieren tratamiento a base de fuego a intervalos regulares, mientras que otros una sola vez en su ciclo de vida para poder regenerarse.

Comportamiento del material combustible

Una vez realizado el cálculo del material combustible se determinó su incremento al aumentar el intervalo de tiempo de haber recibido manejos como la limpia y tala selectivas en los estratos estudiados, siendo este uno de los elementos que favo-

reció en gran magnitud la intensidad y comportamiento del fuego. De acuerdo con Goldammer (1982), la descomposición de las acículas en plantaciones jóvenes de *Pinus* es muy lenta, resultando un número de acumulaciones del material que puede llegar a 12 t/ha en plantaciones de seis a siete años.

El incendio ocurrido en esta área tuvo gran impacto, ya que se comportó muy inestable por las condiciones que favorecieron su esparcimiento, y la producción de alturas de llamas suficientes para destruir poblaciones enteras. Esta energía potencial del incendio pudo ser reducida por el uso de las técnicas, las cuales permiten disminuir la acumulación de los materiales combustibles sobre el piso de los rodales de este tipo de formación forestal. Corroborado por Batista *et al.* (1997), plantean que el material combustible es fundamental para la ocurrencia y propagación del fuego, porque es uno de los componentes del triángulo del fuego. No hay posibilidad de ocurrencia de fuego si no hay combustible para quemar. La cantidad de combustible existente en un área indica si el fuego se va a propagar o no, y determina la cantidad de calor que será liberada en la quema.

En la *Fig. 2* se puede apreciar la cantidad del material combustible estimada durante la investigación, en toneladas por hectárea, de las áreas evaluadas en el periodo comprendido de uno a cinco años después de ser tratadas.

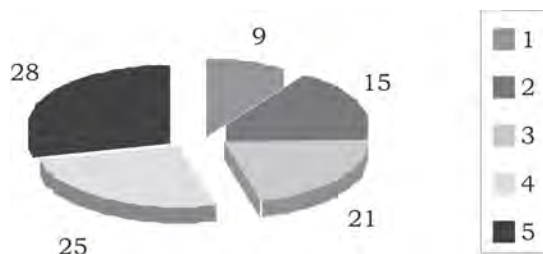


Figura 2. Comportamiento del material combustible en los diferentes estratos.

Los resultados fueron analizados estadísticamente con prueba de

Kruskal-Wallis (5%) establecida para los parámetros determinados (Tabla 1).

TABLA 1

Tratamiento	VF	VM	VG	SF	SM	SG
Un año	C	C	E	C	D	A
Dos años	B	B	D	BC	C	B
Tres años	B	AB	C	B	B	B
Cuatro años	B	A	B	A	B	A
Cinco años	A	AB	A	A	A	A

Los resultados mostraron que la presencia del material combustible difiere entre los grupos significativamente, teniendo en cuenta la clasificación del material combustible para el período en que recibieron el tratamiento silvicultural. Resalta de forma negativa el período de cinco años de haber recibido tratamiento, donde se registran los niveles significativamente más altos de todos los combustibles determinados, dando lugar en gran medida a la intensidad del fuego, donde las llamas llegaron a la copa de los árboles y destru-

yendo poblaciones enteras de bosques, a diferencia del período de un año de haber recibido tratamientos silviculturales, en el que se registran los niveles significativamente más bajo de material combustible.

Valoración del fuego y su relación con los materiales combustibles

En las evaluaciones realizadas durante el período estudiado se apreció una gran relación de la carga del material combustible con respecto al comportamiento del fuego, lo que provocó que repercutiera en los diferen-

tes estratos, no con la misma intensidad. Es este uno de los factores que determinó el comportamiento del fuego en el área. Corroborado con lo planteado por 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.

En la evaluación realizada al año, después de recibir una diversificación de la masa de los materiales combustibles, se encontró que se favoreció en gran medida a la plantación, así como la vegetación asociada y diversidad de especies de la fauna existente en esta área, donde el incendio incidió muy superficialmente, no siendo así en las diferentes áreas evaluadas en que tuvo mayor impacto a causa de que las condiciones en la carga del material combustible pendiente favorecieron en gran medida al incendio, permitiéndole que la intensidad de

las llamas llegaran hasta la copa de los árboles en las áreas que comprendían los periodos de cuatro a cinco años de haber recibido algún tipo de tratamiento silvicultural, lo cual contribuyó al deterioro de estas plantaciones, así como su vegetación asociada, además de alterar y destruir el hábitat de la fauna. Para los conservacionistas son de particular preocupación las necesidades, a corto y largo plazo, de las especies escasas en peligro de extinción.

Se obtuvo que después de transcurrido un período de cinco años y a continuación de haber recibido la acción de tratamientos silviculturales, se determinó que la incidencia del fuego en correspondencia a la compactación y distribución de los materiales combustibles, según su clasificación, resaltaron de forma negativa, contribuyendo a que el fuego alcanzara su mayor intensidad con la destrucción de las plantaciones de *Pinus caribaea* var. *caribaea* (Fig. 3 y Tabla 2).

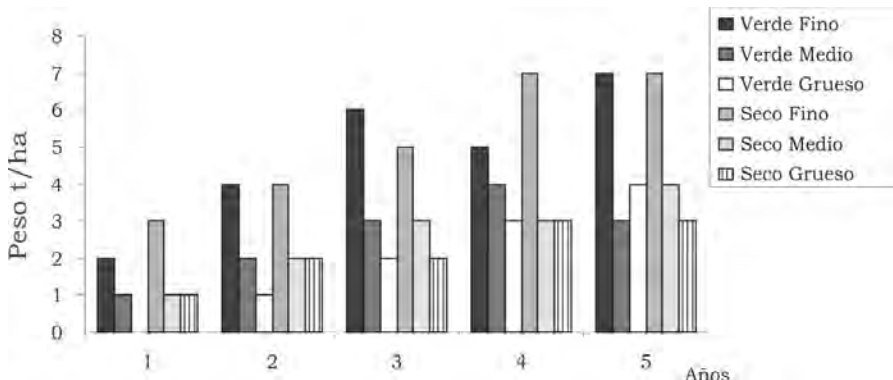


Figura 3. Representación del material combustible según clasificación.

TABLA 2
Análisis de comparación de medias

Clasificación	VF	VM	VG	SF	SM	SG
<i>Período de tratamiento</i>	$X \pm IC$	$X \pm IC$	$X \pm IC$	$X \pm IC$	$X \pm IC$	$X \pm IC$
1	$C 2,5 \pm 0,8$	$C 1 \pm 0,3$	$E 0 \pm 0$	$C 3,5 \pm 0,9$	$D 1 \pm 0,3$	$A 1 \pm 0,3$
2	$B 4,5 \pm 0,8$	$B 2 \pm 0,3$	$D 1 \pm 0,2$	$BC 4,1 \pm 1,4$	$C 2 \pm 0,6$	$B 2 \pm 0,8$
3	$B 5 \pm 0,8$	$AB 3 \pm 0,3$	$C 2 \pm 0,2$	$B 5 \pm 0,5$	$B 3 \pm 0,5$	$B 2 \pm 0,5$
4	$B 5 \pm 0,8$	$A 4 \pm 0,3$	$B 3 \pm 0,2$	$A 7 \pm 0,5$	$B 3 \pm 0,4$	$A 3 \pm 0,5$
5	$A 7 \pm 0,8$	$A B 3 \pm 0,3$	$A 4 \pm 0,2$	$A 7 \pm 0,6$	$A 4 \pm 0,4$	$A 3 \pm 0,5$

Las letras muestran las diferencias para la prueba de comparación de medias Student Newman-Keuls.

CONCLUSIONES

- En las plantaciones de *Pinus caribaea* var. *caribaea* de esta zona se aprecia que no son adecuados los manejos silviculturales realizados, así como la aplicación del fuego, lo cual agudiza el incremento de la carga del material combustible.
- Se determinó que con el aumento del período de tiempo de la no aplicación de tratamientos silviculturales como limpiezas, aclareos, podas y cortas, la carga del material combustible se incrementa en el área de estudio. Los resultados muestran una diferencia en el comportamiento del fuego según la disposición y compactación de los combustibles.

BIBLIOGRAFÍA

- BATISTA, A. C.; R. V. SOARES: *Manual de prevenção e combate a incêndios florestais*, Curitiba, Paraná, Brasil, 1997.
- VÉLEZ, R.: *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias*, España, 2000.
- VERDUZCO G, J.: *Combate de incendios forestales*, Subsecretaría Forestal y de la Fauna, SAG, México, 1976.
- FAO: *La lucha contra los incendios forestales*, Cuba, 1953.
- GOLDAMMER, J. G.: «Controlled Burning for Stabilizing Pine Plantations», *Forest Fire Prevention and Control*, United Nations Economic Commission for Europe, Polonia, 1982, pp.199-207.
- CIESLA, W. M.: *Sostenibilidad de los bosques mediante su protección contra incendios, insectos y enfermedades*, Estudio FAO Montes 122, Roma, 1995, pp. 143-163.