

# COMPORTAMIENTO DE *PINUS TROPICALIS* MORELET AFECTADO POR INCENDIOS FORESTALES. EMPRESA FORESTAL INTEGRAL MINAS DE MATAHAMBRE

## BEHAVIOR OF THE *PINUS TROPICALIS* MORELET AFFECTED FOR FOREST FIRES. FOREST ENTERPRISE MINAS OF MATAHAMBRE

M. Sc. BEATRIZ RODRÍGUEZ-ALFARO,<sup>1</sup> M. Sc. ISOEL URRUTIA-HERNÁNDEZ,<sup>1</sup> M. Sc. YOSVANY FLEITAS-CAMACHO,<sup>1</sup>  
M. Sc. YUSBEL RODRÍGUEZ-ROQUE,<sup>1</sup> DR. C. JOSÉ G. FLORES-GARNICA,<sup>2</sup> ING. JOSÉ A. HERNÁNDEZ-ABREU<sup>3</sup>  
Y DR. C. WILFREDO MARTÍNEZ-BECERRA<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Estación Experimental Forestal Viñales. Km 20 Carretera a Viñales, Pinar del Río, Cuba,  
vinales@forestales.co.cu

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Parque los Colomos  
s/n, Col. Providencia, Guadalajara, Jalisco, México, P. 44660

<sup>3</sup> Estación Experimental Forestal Camagüey. Ave. Ignacio Agramonte s/n, A. P. 405, Camagüey,  
Cuba

<sup>4</sup> Universidad de Pinar del Río. Martí 270 esq. a 27 de Noviembre, Pinar del Río, C. P. 20100, Cuba

### RESUMEN

La investigación se desarrolló en la zona Carlos Luis, afectada por un incendio superficial grave, correspondiente a la especie *Pinus tropicalis* Morelet. Para la obtención de los datos se estratificó el área en función de la pendiente y se evaluó a partir de los tres meses hasta los dos años de haber recibido la acción del fuego. Los resultados fueron sometidos a un análisis de regresión logística, y mostraron diferencias en cuanto al grado de afectación de la especie en los diferentes niveles de pendiente, donde los valores más elevados corresponden al nivel del 15% y el grado de afectación a causa del incendio fue más significativo. Se obtuvo que solo el 8% de la especie logra recuperarse, a diferencia del nivel del 5%, en que se recupera el 48% y al nivel casi llano que corresponden los valores más altos de recuperación del arbolado con un 75%.

Palabras claves: *pinus*, comportamiento, incendios forestales

### ABSTRACT

The investigation was developed in the area Carlos Luis, affected by a serious superficial fire corresponding to the species *Pinus tropicalis* Morelet. For the obtaining of the data the area was stratified in function of the slope and it was evaluated starting from the three months until the two years of having received the action of the fire. The results were subjected to an analysis of logistical regression showing differences as for the degree of affectation of the species in the different slope levels, where the highest values correspond at the slope level to 15% and the degree of affectation because of the fire it was more significant, being obtained that alone 8% of the species is able to recover contrary to the level to 5% where he/she recovers 48% and in almost flat they correspond the highest values in recovery of the one hoisted with 75%.

Key words: *pinus*, behaviour, forest fires

### INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales afectan de diferentes formas a los diversos ecosistemas forestales. En el caso de los bosques de clima templado y frío, los incendios dañan la regeneración, debilitan al arbolado adulto, lo hacen susceptible al ataque de plagas y enfermedades y reducen

el valor económico de los productos forestales. En las selvas, zonas áridas y semiáridas, donde la vegetación de valor económico en ocasiones es la fuente principal de ingresos de los habitantes de esa área, se producen daños similares [De Bano y Conrad, 1991].

Cuando se eliminan además los bosques, se pierde algo más que árboles; desaparecen animales, plantas, posibles cultivos, productos farmacéuticos, maderas, fibras, una vegetación que restaura los suelos y controla las inundaciones, e incontables productos y espaciamentos. Además de la madera y de los productos forestales no madereros, los bosques tropicales son proveedores de importantes beneficios ambientales o servicios, tales como la regulación de la sequía e inundaciones, control de la erosión del suelo, purificación del aire, el agua, así como la disminución de los gases de efecto invernadero –incluyendo el dióxido de carbono en los troncos de los árboles, si la madera extraída de ellos no es quemada–, la conservación de los recursos genéticos, la diversidad biológica y la generación de beneficios recreativos y valores estéticos [Panayotou y Arhton, 1997].

Los incendios forestales contribuyen a agravar los principales problemas ambientales del país, definidos en la estrategia ambiental nacional [Citma, 1997], enunciados como degradación de los suelos, deterioro del saneamiento y de las condiciones ambientales en asentamientos humanos, contaminación de las aguas terrestres y marinas, la deforestación y la pérdida de la diversidad biológica.

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 10 años (de 1993 a 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 este sentido, el objetivo general de la presente investigación fue evaluar el comportamiento de la especie *Pinus tropicalis* afectada por los incendios forestales en la zona Carlos Luis, perteneciente a la Empresa Forestal Integral (EFI) Minas de Matahambre.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación de la investigación

El municipio de Minas de Matahambre está ubicado al norte nordeste de la provincia de Pinar del Río. Cuenta con un patrimonio forestal de 63 195 ha y una cubierta de bosque de 5915,6, lo que representa un 68,1%.

Se considera, por sus características geográficas, de semillano u ondulado con pendientes pronunciadas.

Presenta un clima con vientos predominantes del este, y una velocidad promedio de 25 km/h, con temperaturas de 23°C, las precipitaciones con una media anual de 1200 mm y una humedad relativa anual de un 80%.

### Clasificación del grado de afectación del incendio

El grado de afectación causado por la acción de las llamas se clasificó de acuerdo con lo planteado por O' Harriz y col., establecida en 1985, y que consiste en:

*Afectación ligera*: el fuego toca superficialmente el fuste desde la base hasta la mitad de la copa, sin penetrar en los tejidos vivos.

*Afectación grave*: cuando el fuego carboniza parte del fuste, y más del 50% de la copa es afectada, sin llegar a la yema terminal.

*Afectación completa*: aquellos árboles cuyas copas han sido afectadas completamente.

### Determinación del número de parcelas a evaluar

Se utilizó un muestreo aleatoriamente estratificado en función de la pendiente. Con el empleo de la ecuación 1, a través de un premuestreo, se determinó el tamaño de la muestra para cada uno de los niveles de pendiente, según el grado de afectación en que se encontraba el arbolado, y se determinó para el nivel de pendiente casi llano cuatro parcelas, para el nivel de pendiente al 5% seis parcelas, y para el nivel de pendiente al 15% cinco parcelas.

$$n = \left[ \frac{CV \times t}{EM \%} \right]^2$$

donde:

*n*: Tamaño de la muestra

*CV*: Coeficiente de variación

*EM*: Error de muestreo (15%)

*t*: Valor obtenido de la tabla de distribución de *t* de Student con *n*-1, para un 95% de probabilidad

### Estimación de la longitud de las llamas

De acuerdo con Soares (1996) y citado por Martínez (2006), la longitud de las llamas puede ser estimada en el propio incendio a través de fotografías donde se tome la referencia para servir de escala. Si la inclinación de las llamas es de 45° o más, la longitud de las llamas es prácticamente igual a su altura, que puede ser vista a través de la altura de carbonización de los árboles; si la inclinación es menor que 45°, la altura será siempre menor que la longitud.

### Determinación del efecto del fuego

Para determinar el efecto del fuego sobre el arbolado se evaluó sistemáticamente, donde se ubicaron en el área de estudio parcelas temporales de 50 m de largo por 20 m de ancho (0,1 ha). Una vez identificadas las parcelas se señaló en ellas cada árbol y se determinaron sus valores dasométricos (diámetro y altura) por medio de una forcípula y un hipsómetro, respectivamente, y con esta escala de valores poder determinar el posible comportamiento de la especie frente al fuego a través de los árboles que mueren o quedan en estadios de recuperación.

Las evaluaciones se realizaron una vez ocurrido el incendio, atendiendo a los datos anteriormente señalados, más la determinación del porcentaje de árboles muertos, después de tres meses de ocurrido el incendio hasta la evaluación final, permitiendo estudiar el comportamiento del arbolado y su tratamiento para una mejor rehabilitación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Efecto del fuego sobre la especie *Pinus tropicalis*

El área de *Pinus tropicalis* Morelet, en estado de desarrollo fustal, afectada por el incendio clasificado como superficial grave, abarcó una

superficie de 15 ha, con un diámetro y altura promedio para los siguientes niveles de pendiente: casi llana, al 5 y al 15%, como se puede observar en la siguiente tabla.

**TABLA 1**  
Representación del diámetro y la altura en los diferentes niveles de pendiente

| Niveles de pendiente | Diámetro promedio (cm) | Altura promedio (m) |
|----------------------|------------------------|---------------------|
| Casi llana           | 21                     | 12                  |
| 5%                   | 17                     | 10                  |
| 15%                  | 14                     | 8                   |

El fuego incidió considerablemente en el desarrollo de la especie, el cual afectó en mayor porcentaje a las parcelas correspondientes al nivel de pendiente del 15%, siendo el más intenso y donde la altura de las llamas destruyó al arbolado. Estos resultados coinciden por los expuestos por Vélez (1974), quien plantea que los incendios, además de consumir material leñoso, destruir la vida animal y vegetal, contribuyen a desencadenar la virulencia de plagas, al deterioro de las condiciones vegetativas y a otros factores adversos al medio.

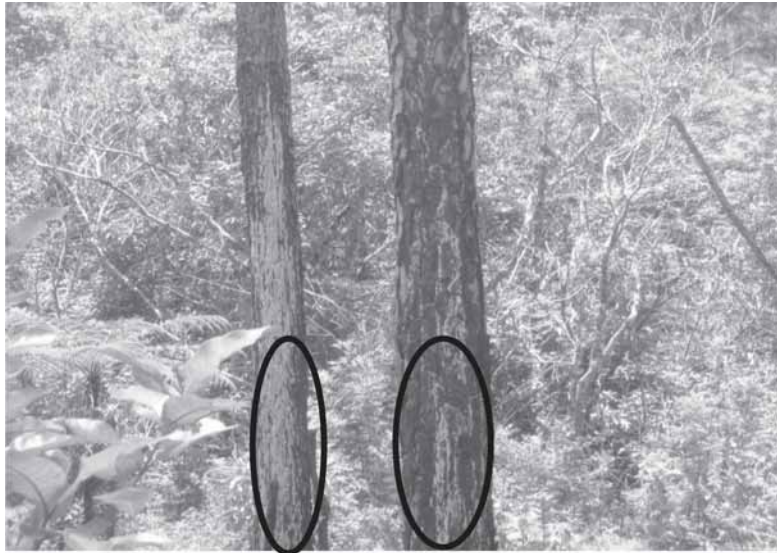
Basado en los principales factores que reflejan la resistencia de los árboles como la edad, diámetro, altura de los árboles y grado de afectación, se determinó que de cada 100 árboles afectados por un incendio superficial grave, muere aproximadamente el 45% y los restantes logran recuperarse.

Sobre el efecto del fuego en la especie es bueno destacar la parte del fuste limpio, de la cual contribuyó a mitigar sus efectos.

Hudson y Salazar (1981) plantean que el fuego puede matar la vegetación, reducir su tasa de crecimiento y la calidad del producto que ella rinde. Tales efectos o daños pueden provocarse por las altas temperaturas generadas por el fuego o indirectamente por la acción de debilitar la vegetación y predisponerla al ataque de plagas y enfermedades. El fuego produjo diferentes efectos en la especie debido a su grado de intensidad y a la altura de las llamas, las cuales penetraron

en los tejidos vivos de las plantas, y favorecieron en gran medida la aparición de exudaciones de resina y las expusieron al efecto de las plagas y enfermedades, las cuales repercuten en el crecimiento y desarrollo del

arbolado, y provocan, fundamentalmente, la muerte de las acículas de las ramas más cercanas al suelo debido al calor, además de observar la carbonización de la corteza en la base del fuste, como se muestra en la *Fig. 1*.



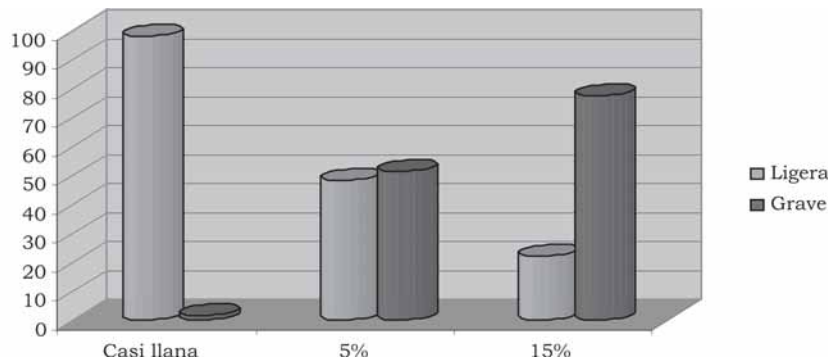
*Figura 1.* Representación de las exudaciones de resinas causadas por el incendio.

### Comportamiento de la especie perturbada por el fuego

#### *Primera evaluación*

Transcurridos tres meses de la acción del fuego, se evaluó el grado de afectación de la

especie en los diferentes niveles de pendientes: casi llana, al 5 y al 15%. En el nivel de pendiente menor se determinó la longitud de las llamas con valores promedio de 4,5 m, y alcanzó los valores del grado de afectación más bajo, como se puede observar en la *Fig. 2*.



*Figura 2.* Relación entre el grado de afectación y los niveles de pendiente a los tres meses de la ocurrencia del incendio (mediante la prueba de  $(X^2)$  5%).



Después de darle seguimiento al daño causado por el fuego, en el área objeto de estudio se observó un sotobosque más denso.

Los árboles muestran cierta respuesta al efecto del fuego, como se puede observar en la Fig. 3.

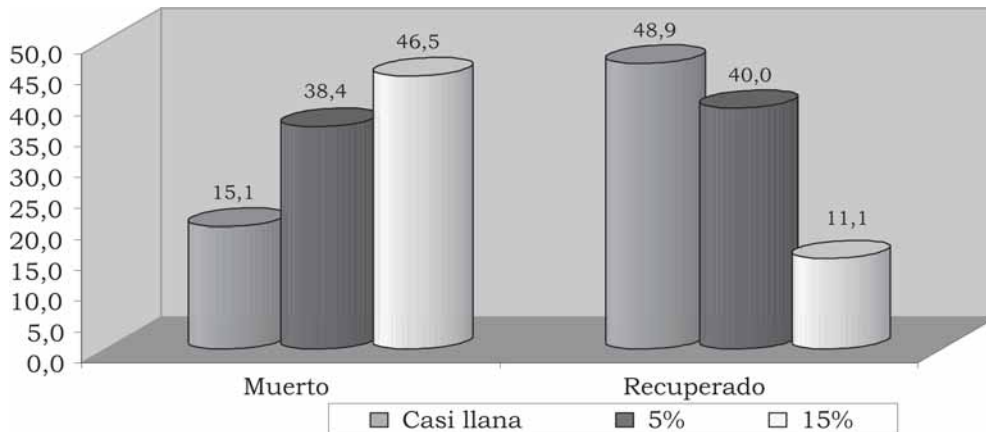


Figura 3. Relación entre la recuperación de los árboles al primer año de edad y la pendiente a la que se encontraban.

Durante un período de un año de transcurrido el incendio se determinó que resalta de forma negativa la resistencia de la especie en el nivel de pendiente al 15%. Le correspondió el mayor número de individuos muertos a diferencia de los restantes niveles, con los valores más bajo de árboles muertos en la pendiente casi llana y al 5%, donde el fuego no afectó con la misma intensidad el arbolado. Se considera aplicable el principio de persistencia de la masa. Brown y Sieg (1996) coinciden con Chandler *et al.* (1983) al plantear que el fuego es una clave para los procesos ecológicos que determinan la composición y estructura de muchas comunidades de plantas.

Según Ares (1999), la mayoría de los pinares naturales de la provincia han sido transformados en plantaciones de *P. caribaea* Morelet,

var. *caribaea*. Este autor propone declarar los bosques de *P. tropicalis* Morelet protectores en todos los casos posibles, y en su defecto como productores, pero aplicando el manejo de monte alto irregular, pues en plantaciones los niveles de establecimiento han sido muy bajos, lo que justifica mantener el monte natural mediante regeneración.

#### Evaluación a los dos años

Transcurrido un período de dos años del incendio, en el área de estudio se pudo apreciar la recuperación con respecto a las evaluaciones anteriores, en el nivel de pendiente casi llano, donde los individuos evaluados con grado de afectación grave solo mueren el 32,7%, y el 67,3% de los árboles son capaces de resistir al efecto del incendio, como se puede observar en la Fig. 4.

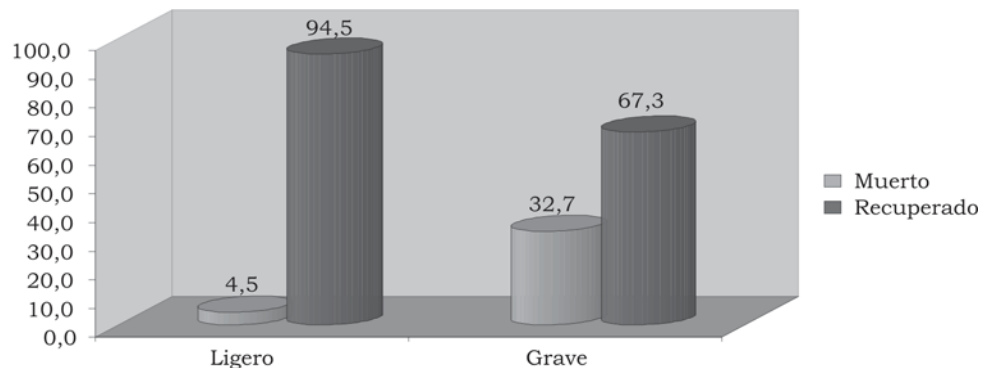


Figura 4. Relación entre el grado de afectación y la recuperación de los árboles al segundo año en el nivel de pendiente casi llano.

La recuperación de los árboles en el nivel de pendiente al 5% mostró valores de un 57% para la afectación grave, y los afectados ligeramente en el transcurso del tiempo se recuperan, y solo un insignificante porcentaje muere, no comportándose así con una afectación completa, en que los árboles no fueron capaces de resistir la inten-

sidad del fuego. Algunos autores como O'Harriz (1991) y González (2000) tienen en cuenta la etapa de desarrollo de los árboles. Se demuestra cómo el fuego afecta más a un brinzal que a un latizal o fustal. También se tiene en cuenta que el brinzal aún no tiene volumen maderable aprovechable (Fig. 5).

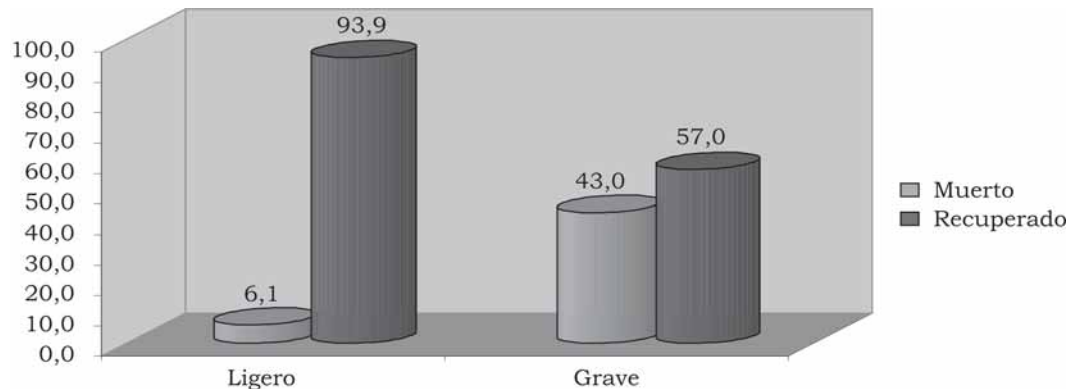


Figura 5. Relación entre el grado de afectación y la recuperación de los árboles al segundo año de edad en el nivel de pendiente al 5%.

Después de analizar los parámetros que reflejan la resistencia de la especie al efecto del fuego, se determinó que tuvo mayor impacto sobre el nivel de pendiente correspondiente al 15%, y la intensidad fue más severa, destruyendo en un 92% el número de árboles evaluados, para corresponderles los valores más bajos de diámetro y altura promedio, con 14 cm y 8 m, respectivamente. Los valores obtenidos se muestran en la Fig. 6, y representan diferencias en cuanto al número de árboles muertos y recuperados en

los diferentes niveles de pendiente y grado de afectación, con mayor resistencia al efecto del fuego el nivel de pendiente casi llano, donde el promedio de los índices dasométricos fueron para el diámetro 21 cm y la altura de 12 m, seguido el nivel al 5% de pendiente que representa. Según Melejev (1948), citado por Davidenko y O'Harriz (1979), quién realizó experiencias en pinares de 50 años de edad con una altura de quema de 2,3 m promedio, obtuvo que cuando tenían DAP de 4 cm, el incendio afectaba el 100% de los árboles y todos morían.

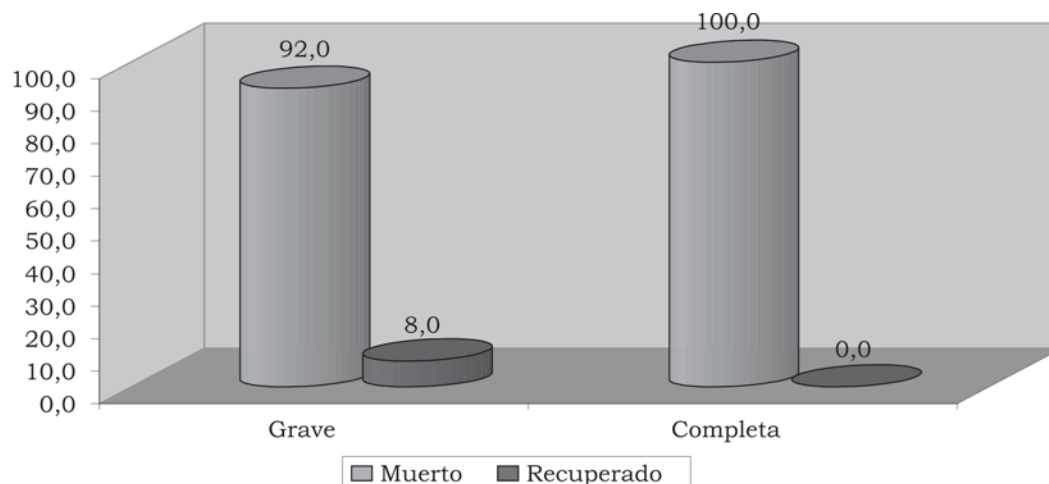


Figura 6. Relación entre el grado de afectación y la recuperación de los árboles al segundo año de edad en el nivel de pendiente al 15%.

La presencia del número total de árboles recuperados en el área de estudio en los diferentes niveles de pendientes refleja en cierta medida la resistencia de la especie al efecto del fuego, y representa el porcentaje más elevado de recuperación del arbolado el nivel de pendiente casi llana con un 75%, donde el fuego no se comportó con la misma intensidad con respecto a los demás niveles. Seguido a este se encuentra el nivel al 5% de pendiente con valores del 48%, a diferencia del nivel de pendiente más alto, donde los resultados muestran los valores más ba-

jos de recuperación del arbolado. Según estudios de O'Harriz *et al.* (1987), determinaron que cada 100 árboles afectados por un incendio superficial grave en plantaciones de *Pinus caribaea* mueren más del 49%.

Debido al comportamiento irregular del fuego en el área de estudio, se determinó que el número de árboles muertos en correspondencia con la intensidad del fuego, en el nivel de pendiente al 15%, donde la altura de las llamas llegaron alcanzar la copa de los árboles, contribuyeron a la destrucción del arbolado en un 92%, como se observa en la Fig. 7.

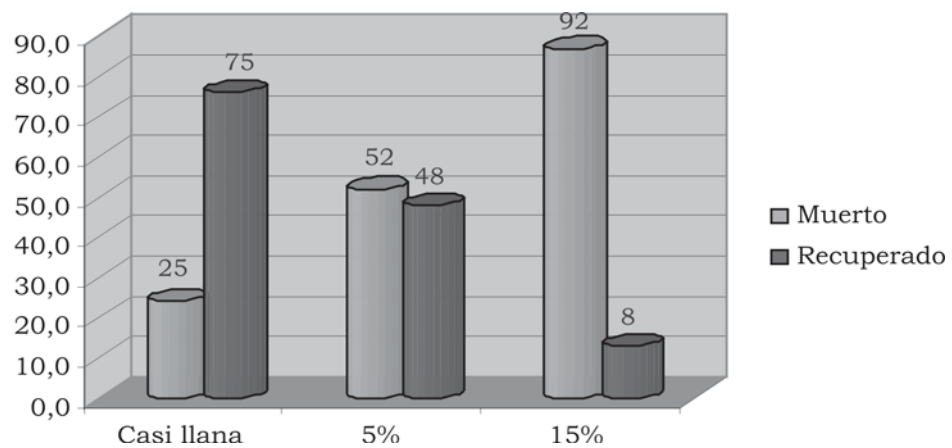


Figura 7. Relación entre la recuperación de los árboles al segundo año y la pendiente a la que se encontraban.

### Tratamientos aplicados

Para el nivel de pendiente casi llano, donde la afectación del fuego no fue de gran significación, solo con talas sanitarias es posible la recuperación de la especie.

Para el nivel de pendiente al 5%, en que el grado de afectación del incendio causó la muerte al 52% de los árboles, para su recuperación se aplica la reconstrucción en grupo, el manejo de la regeneración natural y la reconstrucción completa, según el grado de afectación.

Para el nivel de pendiente al 15%, donde la longitud de las llamas provocó la muerte a casi la totalidad del arbolado, se recomienda la reconstrucción total y en casos excepcionales el manejo de la regeneración natural de acuerdo con los objetivos del bosque.

### CONCLUSIONES

- El grado de afectación grave y completa a causa del fuego en los diferentes niveles de pendiente en el área de estudio determinó el comportamiento de la especie.
- Las afectaciones más significativas en la especie corresponden al nivel de pendiente al 15%, con la destrucción del 92% del arbolado.
- Se muestra que *Pinus tropicalis* Morelet en correspondencia al grado de afectación es más resistente que *Pinus caribaea* en un 6,5%.

### BIBLIOGRAFÍA

- ARES, A. E. 1999: «Tablas dasométricas. Propuestas de categoría y valoración de alternativas de manejo para los pinares naturales de la EFI La Palma», tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río.

- BROWN, P. M.; SIEG, C. H. 1996: «Fire History in Interior Ponderosa Pine Communities of the Black Hill, South Dakota, U.S.A.», *Int. J. Wildland Fire* (US) 3(6):97-105.
- CITMA 1997: «Estrategia ambiental nacional», La Habana, 27 p.
- CHANDLER, C.; CHENEY, P.; THOMAS, P.; TRABAUD, L.; WILLIAMS, D. 1983: *Fire Forestry* (US) 11, 228 p.
- DAVIDENKO, E.; OHARRIZ, S. 1979: *Clasificación de los bosques de Cuba según el grado de peligrosidad del tipo de bosque*, CIF, La Habana, 53 p.
- DE BANO, L. F. 1991: «The Effect to Fire on Soil Propertie», Proceeding-Management and productivity of Western Montana Forest Soil, Forest Service, Intermountain Research Station General Technical, Report INT-280, 156 p.
- HUDSON, J.; SALAZAR, M. 1981: *La quema prescrita en los pinares de Honduras*, Series Misceláneas no. 1, Escuela Nacional de Ciencias Forestales, Honduras, 58 p.
- MARTÍNEZ BECERRA, W. 2006: «Uso de quemas prescritas en bosques naturales de *Pinus tropicalis* Morelet en Pinar del Río», tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río.
- O'HARRIZ, S. ET AL. 1990: «Estadísticas de los incendios forestales en Cuba durante el período 1981-1985», Dirección de Protección al Bosque y la Fauna, Ministerio de la Agricultura, 40 p.
- O'HARRIZ, S. ET AL. 1987: «Estudio del comportamiento del *Pinus caribaea* al efecto de los incendios forestales en la provincia de Camagüey», *Revista Forestal Baracoa* (CU) 17(1) 65-77.
- O'HARRIZ LLORENTE, S. 1991: *Protección contra incendios forestales*, Ed. Pueblo y Educación, Cuba, 76 p.
- PANAYOTOU, T.; ARHTON, P. S. 1997: *Not by Timber Alone. Economics Ecology for Sustaining Tropical Forest*, pp. 54-57.
- SOARES, R. V. 1996: «Comportamiento de quemas controladas en plantaciones de *Eucalyptus viminalis*», Memorias de la IV Reunión Técnica Conjunta FUPEF/SIF/IPEF, Curitiba, pp. 83-90.
- VÉLEZ MUÑOZ, R. 1974: «Efectos económicos, sociales y ecológicos de los incendios forestales», Boletín de la Estación Central de Ecología (ES) 3(5): 3-22.

## RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Beatriz Rodríguez Alfaro

Máster en Ciencias Forestales, ha cursado y aprobado 17 cursos de posgrado. Ha participado en 31 eventos científicos nacionales e internacionales con resultados relevantes. Obtuvo el sello Forjadores del Futuro en 2004, 2006, 2008, 2010, máxima distinción que otorgan las Brigadas Técnicas Juveniles. Tiene 20 obras publicadas, dos como coautor en la *Revista Forestal Baracoa*, el libro *Impactos de los incendios forestales* y el resto en memorias de eventos.