

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL *Pinus caribaea* A L EFECTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN LA PROVINCIA DE CAMAGUEY

S. OHARRIZ , J. A. HERNANDEZ , ZOILA DEL C. GUEVARA
E. BERNARDO Y B. AVILA

RESUMEN

El trabajo se desarrolló en plantaciones de *P. caribaea* de la provincia de Camaguey, enmarcadas en el grupo de edad brinzal afectadas por un incendio del tipo superficial grave para determinar el grado de resistencia de esta especie frente a los efectos de un incendio de la categoría ya mencionada; se establecieron parcelas para clasificar los árboles afectados y tomar los datos dasométricos, así como conocer el comportamiento de las mismas.

Con los datos se dejan definidos los manejos a realizar después de ocurrido un incendio en plantaciones de pinos jóvenes. Con el método puede recuperarse un volumen de madera rolliza de 20 m³/ha, lo que representa una ganancia de 704 pesos/ha por concepto de recuperación de la madera que habitualmente se pierde cuando no se aplica dicho tratamiento.

INTRODUCCION

Dentro del conjunto de especies que conforman nuestras áreas boscosas y que forman parte de los planes de repoblación, se encuentran en un porcentaje considerable distintas especies del género Pinus distribuidas en diferentes localidades del territorio nacional.

Los daños producidos por un siniestro forestal son múltiples y variados; en ello influyen la temperatura, la humedad, tratamientos silviculturales, la consistencia de las plantas y, fundamentalmente, la magnitud y densidad del estrato herbáceo, combustible principal, sobre el cual se desarrolla el fuego en el bosque.

El daño causado por la pérdida de los beneficios es muy grande (Vélez Muñoz, 1974), ya que los incendios, además de consumir materia leñosa, producir residuos minerales de la combustión, destruir la vida animal y vegetal y afectar las condiciones biológicas del suelo, contribuye a desencadenar la virulencia de plagas, al deterioro de las condiciones vegetativas y a otros factores adversos al medio.

Cuando se produce un incendio el aumento de la temperatura interior de las células deseca la materia vegetal, y puede llegar a límites letales (Davidenko et al., 1980).

Según Rico Rico (1978), los resultados de un siniestro dependen de la intensidad del fuego, de la rapidez de su avance, del grado de estabilidad del ecosistema amenazado, de la época en que se producen y de la frecuencia con que se repiten.

Según Vélez Muñoz (1974), la exposición a temperaturas del orden de 50°C durante una hora ocasiona la muerte de las células, a 55°C bastan 10 minutos y a 60°C tarda solamente medio minuto; según el mismo autor la acción del fuego ha dado lugar a la aparición de mecanismos de defensa en las plantas y en las yemas adventicias, de modo que pueden conservar individuos o perpetuar la especie.

Algunos autores coinciden en cuanto a los efectos beneficiosos que ocasionan los incendios; según Rico Rico (1978), el fuego incrementa el contenido de ciertos elementos (Ca, K, P) que son importantes para el crecimiento de las plantas; sin embargo, en los suelos silíceos generalmente porosos dichos elementos se disuelven en agua, en los que poseen capa gruesa de material vegetal el efecto fertilizante es duradero.

Tomando como premisa estos elementos, se subraya la importancia de estudios sobre el comportamiento de la especie Pinus caribaea posterior al incendio, si tomamos en consideración que actualmente las plantaciones quemadas no reciben manejo alguno, solamente se calcula la superficie de los árboles afectados, así como las causas

que originaron el siniestro y otros. De acuerdo con el grado de afectación y, generalmente, cuando es grave y completa se realiza una tala total, aprovechando para la comercialización lo que presente condiciones para ello.

El análisis de las anteriores consideraciones demuestra la importancia que revisten los estudios realizados.

MATERIALES Y METODOS

Para el desarrollo del experimento se establecieron tres sitios de prueba en la especie *P. caribaea*, en grupos de edad brinza y clase de edad I (0-5 años) y II (6-10 años), distribuidos en la zona de mayor frecuencia de incendios, San Felipe y las Cuabas, ambos ubicados en la Empresa Forestal Integral (EFI) Camaguey, en la sabana serpentina al Norte y Nordeste de la provincia, respectivamente (Tabla 1).

Según Bennett y Allison (1966), estos suelos se han denominado suelos de sabana, nombre éste que se emplea por asunto de conveniencia para aquellos que posean como regla general subsuelos relativamente poco profundos y formados por materiales que afectan grandemente las propiedades de humedad del suelo y, por ende, la vegetación desarrollada sobre ellos (Ancizar *et al.*, 1974). Actualmente se clasifican como Ferralítico (Hernandez *et al.*, 1975).

En la primera evaluación (1. mes de quemada) se midió el grado de afectación producido por el incendio en los árboles quemados, y se definió el número de éstos como afectados completos, graves y ligeros, por cada 300 árboles que componen las parcelas. En los sitios 1 y 3 se midió la altura y los diámetros de un número aleatorio de árboles quemados y testigos (Tabla 2 y 3); esta medición se repitió en el chequeo realizado un año después, que permitió aplicar a los datos obtenidos un análisis de varianza que permitió comprobar las variaciones del volumen y determinar si existen diferencias significativas en ellos (Tablas 4 y 5).

En los restantes chequeos se definieron los árboles muertos y sanos según se observa en la Tabla 6 donde los números con el signo + indican árboles muertos. Aquí se tuvieron en cuenta las tres categorías establecidas por Davidenko.

Afectación grave: Cuando el fuego carboniza el fuste y afecta el cambium, y más del 50 % de la copa sin llegar a la yema terminal

Afectación completa: Cuando el fuego carboniza totalmente al árbol.

TABLA 1. Características generales de los sitios evaluados.

Sitios	Lugar	Tipo de incendio	Fecha	Índice de peligro	Suma integral	Edad	Tipo de bosque	Estrato herbáceo
1	S. Felipe	Sup. grave	10/4/79	IV	2 600	8	Brinzal	Palma jata (<u>Copernicia burretiana</u>)
2	S. Felipe	Sup. grave	10/4/79	IV	4 000	3	Brinzal	Pajón, Peralejo
3	Las Cuabas	Sup. grave	17/3/79	IV	3 000	6	Brinzal	Pajón, Peralejo
<u>Altura del estrato herbáceo</u>								
	1 m		Llana		Dens. estrato			<u>Surios</u>
	80 cm		Llana		Espeso			Rojo de pinar
	60 cm		Lig. ondulada		Espeso			Rojo de pinar
					Espeso			Pardo Rojizo
NC, Pajón - <u>Sorghastrum stiporides</u> (H. B. K.)								
Palma jata - <u>Copernicia burretiana</u>								
Peralejo - <u>Byrsonima crassifolia</u> (L.)								

TABLA 2. Volúmenes de los árboles quemados, evaluados en dos etapas.

Tratamiento I (1 mes de quemados) Tratamiento II (12 meses de quemados)

No.	D(cm)	H(m)	V(m ³)	D(cm)	H(m)	V(m ³)
1	4	2,7	0,003 5	7	4,2	0,013 8
2	5	3,6	0,006 4	5	3,9	0,006 7
3	4	2,7	0,003 5	7	4,0	0,013 4
4	5	3,2	0,006 0	5	3,3	0,006 1
5	3	2,9	0,002 0	4	3,1	0,003 8
6	7	4,2	0,013 8	7	4,3	0,140 0
7	6	4,1	0,010 0	9	5,7	0,027 6
8	13	7,9	0,072 3	13,1	8,0	0,073 1
9	11	8,00	0,052 2	11,0	8,0	0,052 2
10	13	8,5	0,076 3	15,0	9,0	0,106 0
11	14	9,0	0,092 3	14,0	9,2	0,093 9
12	15	9,0	0,106 0	16,0	9,7	0,127 6
13	11	7,5	0,049 8	11,0	7,5	0,049 8
14	13	8,0	0,073 0	13,0	8,2	0,074 3
15	13	8,6	0,076 9	13,0	8,6	0,076 9
16	15	8,5	0,101 6	15	8,8	0,118 6
17	3	8,0	0,002 1	3	3,0	0,002 1
18	6	5,3	0,001 7	6	5,3	0,011 7
19	2	2,1	0,000 8	3	3,0	0,002 1
20	4	3,3	0,003 9	5	3,6	0,006 4
21	4	3,3	0,003 9	4	4,0	0,004 3
22	3	2,6	0,001 9	3	3,1	0,002 1
23	2	1,5	0,000 7	2	1,5	0,000 7
24	6	3,9	0,009 7	6	4,0	0,009 8
182	123,4		0,780 3	198,1	133	0,897 0
	7,58	5,14	0,032 5	8,25	5,54	0,037 3
-	-	-	0,058 3	-	-	0,074 1
-	-	-	0,608 8	-	-	0,804 6

TABLA 3. Volúmenes de los árboles testigos (no quemados) en dos etapas.

No.	Tratamiento I (1 mes)			Tratamiento II (12 meses)		
	D(cm)	H(m)	V(m ³)	D(cm)	H(m)	V(m ³)
1	5	3,5	0,006 3	6	4,0	0,009 8
2	6	3,9	0,009 7	9	7,0	0,031 8
3	3	3,0	0,002 1	3,2	4,0	0,002 8
4	7	4,5	0,014 4	7,6	5,0	0,015 3
5	6	4,0	0,009 8	8,0	3,0	0,004 8
6	4	2,7	0,003 5	4,2	3,0	0,004 8
7	4	4,25	0,013 9	9,0	7,25	0,032 6
8	6	4,75	0,010 9	8,0	7,0	0,025 1
9	8	4,5	0,018 8	9	5,3	0,026 4
10	5	3,3	0,006 1	6	4,5	0,010 6
11	4	3,15	0,003 8	5	4,0	0,006 8
12	4	2,6	0,003 5	5	3,5	0,006 3
13	5	4,0	0,006 8	7	6,2	0,017 7
14	7	4,2	0,013 8	8	6,6	0,024 1
15	6	5,0	0,011 3	8	7,0	0,025 1
16	7	5,5	0,021 3	9	7,5	0,033 3
17	9	5,5	0,027 0	11	8,5	0,054 6
18	9	5,10	0,025 7	12	7,1	0,057 1
19	2	2,0	0,000 7	3	3,5	0,002 2
20	7	5,2	0,015 7	10	7,2	0,040 0
21	9	5,0	0,025 4	10	5,5	0,033 3
22	5	3,8	0,006 6	5	5,7	0,016 7
23	5	3,4	0,006 2	6	5,3	0,011 7
24	10	5,8	0,034 5	12	6,7	0,054 8
	145	98,65	0,297 8	183	136,8	0,564 2
	6,04	4,11	0,012 4	7,62	5,7	0,023 5
	-	-	0,005 55	-	-	0,019 41
	-	-	0,088 6	-	-	0,318 3

TABLA 4. Análisis de varianza del volumen de los árboles quemados, con dos tratamientos.

FV	SC	GI	CM	FC	FT
Trat.	0,002 8	1	0,002 8	0,000 8	3,2
					5,2
Error	0,071	46	3,26		
Total	0,073 8	47			

TABLA 5. Análisis de varianza del volumen de los árboles testigos con dos tratamientos.

FV	SC	GI	CM	FC	FT
Trat.	0,001 5	1	0,0015	0,0008	3,2
					5,2
Error	0,39	46	17,94		
Total	0,391 5	47			

Para interpretar los posibles efectos causados por incendios del tipo superficial se establecieron dos clasificaciones en función del grado de intensidad de calor que se genera al paso del mismo o bajo el arbolado joven (Davidenko y Oharriz, 1979) y se categorizaron:

Incendio superficial ligero: Aquel que en condiciones de relativa humedad del estrato herbáceo, con altura inferior a 40 cm y poca densidad (peso inferior a 2 t/ha), se desplaza ligero sin generar mucho calor, ocasionado por las bajas alturas de las llamas (inferior a 1 m).

Incendio superficial grave: Aquel que en condiciones de baja humedad del estrato herbáceo, de altura superior a 40 cm y desde mediana hasta alta densidad (superior a 2 t/ha) se desplaza lento y genera un intenso calor ocasionado por la altura de las llamas (hasta 2 m y más).

Durante la descripción del estado de los árboles se analizó fenológicamente el estado de los árboles mediante la diferencia entre las capas afectadas y las no afectadas (coloración). Se realizaron chequeos hasta tres años siguientes al siniestro, partiendo del criterio de que las consecuencias pudieron manifestarse hasta ese tiempo.

RESULTADOS y DISCUSION

La magnitud de los árboles muestras se determina por el complejo de factores que caracterizan un incendio; por una parte la fuerza del incendio (depende de la cantidad y tipo de material combustible, del periodo sin lluvia, humedad del aire y velocidad del viento) y, por otra, la resistencia del rodal a los incendios (en dependencia de la edad, altura, composición, diámetro y tipo de bosque). Sin embargo, es muy difícil hacer pronósticos cuando se conjugan estos factores.

En el trabajo pudo observarse que en las afectaciones producidas en época de seca, del total de árboles completamente afectados, pasaban a muertos a los seis meses posteriores al incendio y esto se mantenía hasta los tres años siguientes sin elevar significativamente el porcentaje de árboles recuperados; en la época lluviosa se evaluó que los árboles afectados completamente tenían cierto grado de recuperación a los seis meses siguientes a la afectación, y los árboles afectados gravemente se recuperaron, producto de los efectos de la lluvia de modo que los tratamientos expuestos a una sequía considerable influyen decisivamente en el estado futuro de los árboles.

El grupo de edad de la plantación es un factor determinante en la valoración del grado de afectación de los árboles, ya que los brinzales (dentro de esta clase de edad 1 (0-5 años) son obviamente más expuestos a la acción destructora de los incendios, puesto que las llamas están en contacto directo con los árboles respecto a la clase de edad II (6-10 años).

Los árboles afectados ligeramente en el transcurso de seis meses y en los siguientes tres años se recuperaban y en un insignificante porcentaje de los casos éstos morían.

Quedó establecido que de cada **100** árboles por incendio del tipo superficial grave en plantaciones de pino, mueren más del 49 %, el resto pasa a sano después de seis meses o a los 12 meses. Todo implica que para establecer recomendaciones se escogen aquellos afectados completamente, los cuales dan un índice de valoración para conocer el estado futuro de la plantación y un tiempo máximo de seis meses a 1 año para su tratamiento.

Uno de los principales factores que reflejan la resistencia de los árboles son la altura de las llamas, la edad, diámetro y altura de los

árboles, el primero de los cuales refleja la fuerza del incendio y el restó su grado de resistencia.

Aunque no se ha realizado este tipo de investigación en zonas de clima tropical, los resultados en el trabajo coinciden con los obtenidos por el académico Melejev (1948) citado por Davidenko y Oharriz (1979), quien realizó experiencias en pinares de 50 años de edad con una altura de quema de 2,3 m promedio, y obtuvo que cuando tenía DAP de 4 cm, el incendio afectaba el 100 % de los árboles y todos morían.

Aunque no se observaron diferencias significativas en el análisis de varianza realizado al volumen de los árboles quemados, entre sus valores medidos al mes de quemados y posteriormente al año, tampoco la hubo en igual período para los árboles testigo (Tablas 4 y 5).

TABLA 6. Analisis comparativo de cada una de las evaluaciones en los sitios.

Sitios	Evaluaciones	Período de chequeo (meses)				
		1	6	12	24	36
1	Ligero	50	56	48	56	56
	Grave	11	1	18	-	-
	Completo	39	43	34	44 +	44 +
2	Ligero	13	46	46	46	46
	Grave	33	-	-	-	-
	Completo	54 +	54 +	54 +	54 +	54 +
3	Ligero	10	47	47	47	47
	Grave	40	-	-	-	-
	Completo	50	53 +	53 +	53 +	53 +

TABLA 7. Recomendaciones para el tratamiento de las áreas afectadas por incendio en plantaciones de Pinus caribaea (Pino macho). Camagüey.

Grupo de edad brinza!	Clasificación del tipo de incendio superficial	% total de árboles con afectación completa	Epoca de ocurrencia		Recomendación del tipo de manejo y método de aplicación
			Seca (nov. -abril)	Lluvia (may. -oct.)	
(0-5)(6-10)	Grave	Mayor del 30 %	X	X	Reconstrucción total en la época de plantación de este año o en el próximo
		Menor del 30 %	X	X	Reconstrucción en grupos en la época de plantación
X	Grave	60-100 %	X		Reconstrucción total en la época de plantación
		30-60 %	X		Reconstrucción en grupos al año siguiente
	Ligero	Menor del 30 %	X	X	Corta sanitaria 20 % a los 6 meses.

ANEXO I

Fórmulas empleadas en el trabajo

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot h \cdot cf$$

$$fc = \frac{\sum (X_{ij})^2 - fc}{\text{No. de observ.}}$$

$$SC \text{ total} = \sum X_{ij}^2 - fc$$

$$SC \text{ trat.} = \frac{(\sum X_i)^2 / \text{trat.}}{\text{No. observ.} / \text{trat.}} - fc$$

$$SC \text{ error} = SC \text{ total} - SC \text{ trat.}$$

$$GI \text{ total} = \text{No. de observ.}$$

$$GI \text{ trat.} = \text{No. de trat.} - 1$$

$$GI \text{ error} = GI \text{ total} - GI \text{ trat.}$$

$$CM \text{ trat.} = SC \text{ trat.} \times GI \text{ trat.}$$

$$CM \text{ error} = SC \text{ error} \times GI \text{ error}$$

$$FC = \frac{CM \text{ trat.}}{CM \text{ error}}$$

CONCLUSIONES

- El grupo de edad de la plantación es un factor determinante en la valoración del grupo de afectación. Los brinzales presentan una mayor susceptibilidad en cuanto a ser **más** afectados que en otros grupos de ~~edad~~
- Los brinzales en clases de edad 1 (0-5 años) son más afectados que en los brinzales de clases 11 (6-10 años).
- Cuando las afectaciones son precedidas por un período de sequía el porcentaje de árboles que mueren es más elevado que cuando posterior al incendio se produce un período lluvioso.

- La altura y densidad del estrato herbáceo influye decisivamente en el porcentaje de los árboles que mueren a causa del incendio.
- Los árboles en los extremos o bordes de los rodales, se recuperan generalmente de la afectación del incendio con mayor facilidad que las profundidades de la plantación.
- En un brinzal del clase II, al ocurrir un incendio del tipo superficial grave, mueren generalmente **816 árboles/ha** cuyo volumen es de **20,3 m³** de madera rolliza y para otros usos.

RECOMENDACIONES

- Posterior al periodo de recuperación se necesita reconstrucción parcial o total entre 6 y **12 meses**.
- En pinos de 0-5 años cuando el incendio causa afectación mayor del 30 %, se hará reconstrucción en grupo en la época de plantación.
- En árboles de 6-10 años con incendio superficial grave con 60-100 % de afectación en sequía, se realiza reconstrucción en grupo al año siguiente.
- En brinzal de 6-10 años con incendio superficial y afectación menor del 30 % en cualquier época del año, se harán cortes sanitarios en talas no menores del 15 al **20 %** de los árboles muertos (Tabla 7).

ABSTRACT

BEHAVIOUR STUDY OF *P. caribaea* IN PRESENCE OF FOREST FIRES IN THE PROVINCE OF CAMAGUEY

Research work was developed in plantations of *P. caribaea* in the province of Camaguey, in sapling stage affected by a severe superficial fire to determine their grade of resistance of the species to fire effects. Plots were established to grade affected trees and measurement data were registered to understand the behaviour. Post-fire management in young pine plantations is outlined. Timber recovery is possible in a roundwood volume of **20 m³/ha**, which represents a gain of 704 pesos/ha which normally is lost when these treatments are not applied.

BIBLIOGRAFIA

- ANCIZAR, A., G. ESPIN y A. RENDA. Estudio de los suelos de las sabanas serpenterosas al Norte de Camaguey /A. Ancisar, G. Espín y A. Renda. -- La Habana: CIF. 1974..
- BENNETT, H. H. y R. V. ALLISON. Los suelos de Cuba /H. H. Bennett y R. V. Allison. -- La Habana. Ed. Revolucionaria, 1966.
- DAVIDENKO, E, y S. OHARRIZ. clasificación de los bosques de Cuba según el grado de peligrosidad del tipo de bosque /E. Davidenko y S. Oharriz. -- La Habana: CIF, 1979.
- DAVIDENKO, E. et al. Síntesis de los trabajos realizados por el especialista Eduardo Davidenko y contrapartida cubana durante el período 1977-1980, en cuanto a la protección de los bosques contra los incendios. Ciudad de La Habana, INDAF, 1980.
- HERNANDEZ, A. et al. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Serie Suelos 23 1975.
- RICO, RICO, F. Manual de prevención y lucha contra los incendios forestales / F. Rico Rico La Habana: Ministerio de la Agricultura, 1978.
- OHARRIZ, S. Curso de posgrado sobre protección de los bosques contra incendios. Ciudad de La Habana, INDAF, 1981. 69 P.
- VELEZ MUÑOZ. R. Efectos económicos, sociales y ecológicos de los incendios forestales. Boletín de la Estación Central de Ecología, Madrid 3 (5): 3-22, 1974.
- LEDO, F. Plan perspectivo de establecimiento sabana serpentina, Camaguey, Centro de Información y Capacitación Forestal, 1973,