

Evaluación de la influencia de un incendio forestal en bosques de *Pinus cubensis* Griseb

Evaluation of the influence of a forest fire in *Pinus cubensis* Griseb forests

Autores:

MSc. Elaini Matos-Estévez <https://orcid.org/0000-0002-6653-0595>

Dr. C. Francisco Durán-Manual <https://orcid.org/0000-0002-4422-5346>

Organismo: Universidad de Guantánamo, Cuba.

E-mail: elaini@cug.co.cu franciscodm@cug.co.cu

Fecha de recibido: 21 dic. 2021

Fecha de aprobado: 11 feb. 2022

Resumen

La investigación se realizó en bosques de *Pinus cubensis* Griseb, en el período comprendido entre agosto de 2016 hasta enero de 2018, con el objetivo de evaluar la influencia de un incendio. Para determinar los parámetros del comportamiento del fuego se instalaron tres parcelas de 10 m², la cantidad de material combustible a través del método de la parcela de 1m². Los parámetros del comportamiento del fuego fueron de un incendio de baja intensidad. El fuego disminuyó la cantidad de material combustible en el orden del 84,3%, afectó parte del estrato arbustivo. En el área quemada a los 540 días del incendio, se observó como promedio 14 individuos por hectárea.

Palabras clave: fuego, suelo, material combustible, incendio, arbustivo

Abstract

The research was carried out in *Pinus cubensis* Griseb forests, in the period from August 2016 to January 2018 with the aim of evaluating the influence of a fire. To determine the fire behavior parameters, three 10 m² plots were installed, the amount of combustible material through the method of the 1m² plot. The fire behavior parameters were for a low intensity fire. The fire decreased the amount of combustible material in the order of 84.3%, affected part of the shrub layer. In the burned area 540 days after the fire, an average of 14 individuals per hectare were observed.

Keywords: fire, soil, combustible material, fire and shrub

Introducción

El fuego ha sido causante de numerosas de las adaptaciones presentes en el género *Pinus* y de su amplia distribución en su hábitat nativo del hemisferio Norte y su alto rango expansivo como especie exótica en el hemisferio Sur. Rodríguez (2010). No obstante, para poder usar de forma sostenible los bienes y servicios que aportan los recursos forestales el hombre ha tenido que conocer cuáles son los efectos del fuego en los diferentes elementos de los ecosistemas forestales. Esto ha propiciado que, en varios países como Estados Unidos, Brasil y España, se cuente con suficiente información al respecto, llegando incluso, al grado de legislar la forma de evaluar el impacto ambiental de los incendios forestales.

La importancia de los bosques, afortunadamente, es reconocida por todos desde hace mucho tiempo. Estos complejos ecosistemas terrestres son parte integrante de los sistemas sustentadores de vida de la Tierra y desempeñan un importante papel en la regulación de la atmósfera y el clima. También es de importancia su capacidad como sumideros de carbono, calculándose que contienen más del 80 por ciento del mismo presente sobre la superficie terrestre y aproximadamente el 40 por ciento de todo el existente en el subsuelo terrestre. Son, además, un recurso natural insustituible que ofrece al hombre cantidad de bienes y servicios (Betancourt ,1990).

Cuba es uno de los países con una tasa positiva de reforestación – deforestación, resultado de una acertada política seguida por la dirección del país desde 1959 hasta la fecha, encontrándose enmarcado en el desarrollo forestal del Programa de Desarrollo Económico Forestal hasta el año 2025, el cual, MINAG (2012), contempla satisfacer los requerimientos del mercado interno, sustituir importaciones y generar los ingresos necesarios para su propio desarrollo y convertirse en un rubro importante de ingreso de divisas al país, acrecentando, al mismo tiempo, el importante papel de protección que desempeña el bosque.

La FAO (1986), define al incendio forestal como aquel fuego que ocurre sobre vegetación silvestre, excepto los fuegos bajo prescripción. Esta definición es utilizada, en su esencia, por distintos autores, aunque en ocasiones tratan de ampliar la definición especificando, por ejemplo, que queman incontroladamente tierras cubiertas total o en parte por árboles, arbustos, pastos, gramíneas, u otra vegetación inflamable.

La Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), Moreno (2012), elaboró las Directrices sobre el Manejo de Incendios en los Bosques Tropicales con el fin de ayudar a los países productores y consumidores de esta organización a elaborar programas para reducir los daños causados por los incendios y ayudar a los administradores de los bosques tropicales y a los pobladores rurales a utilizar y aprovechar de forma segura los efectos beneficiosos de los incendios en los sistemas de uso de la tierra.

Acosta y Paretas (2016) plantea que innumerables causas pueden citarse para explicar los sostenidos efectos del fuego que han tenido los ecosistemas forestales en la degradación y

agotamiento de los recursos naturales, si ocurren incendios de grandes magnitudes, fundamentalmente en los pinares donde la ocurrencia de incendios es un fenómeno bastante habitual, sin embargo, cuando son de mediana o baja intensidad favorece la regeneración natural y con esto contribuye a la sucesión de este tipo de bosque.

Es de importancia conocer los impactos que provocan los incendios en estos ecosistemas y específicamente en los pinares de Monte Cristo por encontrarse en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Alejandro de Humboldt donde un incendio podría provocar pérdidas de biodiversidad irreparables en largos períodos de tiempo. De ahí, que el objetivo resida en evaluar la influencia de un incendio forestal en bosques de *Pinus cubensis* Griseb.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en un bosque natural de *Pinus cubensis* Griseb, perteneciente a la Unidad Empresarial de Base Silvícola (UEB) Yateras, de la Empresa Agroforestal Integral Guantánamo, en la localidad Monte Cristo, municipio Yateras, en el lote 18, rodal 8, en las coordenadas X 755,352 y la Y 167,342. La influencia del incendio sobre la vegetación se evaluó en el período comprendido entre agosto de 2016 hasta enero del 2018.

La zona de estudio es montañosa, aproximadamente 649 metros sobre el nivel del mar (msnm). Predominan, según la última clasificación de Hernández y López (2002), el suelo Ferralítico Rojo Típico, donde abunda la vegetación de *Pinus cubensis*, aunque existen varias especies de latifolia asociada a este, también se encuentran especies de liana y epífita.

Para determinar los parámetros del comportamiento del fuego se instalaron tres parcelas de 10 m², la cantidad de material combustible a través del método de la parcela de 1m². Se determinaron los parámetros del comportamiento del fuego, intensidad de este, calor liberado por unidad de área, altura de las llamas y velocidad de propagación) los que se determinarían con las fórmulas siguientes:

Intensidad del fuego: $I=63,05 hc^{2,17}$

Donde:

I – Intensidad del fuego

Hc – Altura de las llamas.

La altura de las llamas se determinó midiendo la altura de carbonización de la corteza de los árboles según lo planteado por Soares (1985).

El calor liberado por unidad de área se estimó a través de la intensidad del fuego, simplemente dividiéndola por la velocidad de propagación según Soares (1985), utilizada por Durán (2015):

$$H_a = I/r$$

La velocidad de propagación se determinó despejando la fórmula de Byram (1959):

$$I = H \cdot w \cdot r$$

$$r = I/H \cdot W$$

La determinación de la cantidad de material combustible se realizó una semana antes y una después de aplicadas las quemas, utilizando el método de la parcela cuadrada (1 m²) utilizada por Durán (2015).

Consistió en estimar el peso de todo el material combustible depositado en una parcela de 1 m². Para esto, se siguieron los pasos siguientes:

1. Se ubicó el área estudiada de forma sistemática cada 10 m, 1 parcela de 1 m² cada una. Delimitándose cada lado de la parcela, cortando primero el material combustible de forma perpendicular con un machete, y después, separándolo del borde. No caminar sobre la parcela para evitar la compactación del material.
2. Fue determinada la profundidad del mantillo (capa de acículas, hojas, ramillas, etc., hasta el suelo mineral) por parcela y la media. Para esto, deben tomarse 4 mediciones, una en cada lado de la parcela.
3. El material que se encuentra en la parcela se separó de acuerdo con la clasificación siguiente:
 - Material verde con diámetro menor de 2,5 cm y altura menor de 1,80 m.
 - Misceláneas (materiales secos como: hojas, hierbas, hojarasca, humus, etc.)
 - Materiales leñosos secos con diámetros <0,6 cm.
 - Materiales leñosos secos con diámetros entre 0,6 y 2,5 cm.
 - Materiales leñosos secos con diámetros entre 2,5 y 7,6 cm.
 - Materiales leñosos secos con diámetros >7,6 cm.
4. El peso húmedo (verde) del material se obtuvo por clases, por parcela y la media. Envasándose en bolsas de nailon y etiquetándose.
5. Con los datos del peso húmedo obtenido en el punto anterior, se hizo para cada clase de material combustible, una descripción estadística (media, desviación estándar, coeficiente de variación, error estándar). Calculando, también para las distintas clases, el error de muestreo (Em) y el tamaño de la muestra (n) utilizando las ecuaciones siguientes:

$$Em = (Sx * t)$$

$$Em\% = \left(\frac{Em}{x} \right) * 100$$

6. Se llevaron las muestras al laboratorio para secarlas en la estufa. El secado se hizo a 75°C por 48 horas.

7. El peso seco del material combustible se obtuvo por clases, por parcela y la media.

8. Se determinó la humedad del material combustible por clases, por parcelas y la media.

$$Hm = \left(\frac{Ph - Ps}{Ps} \right) * 100$$

9. Estimar el peso seco del material combustible existente en el área de estudio. Expresar el resultado en toneladas por hectárea (t.ha⁻¹).

Se clasificó la cantidad del material combustible según el método descrito por Julio (1996), el que se refleje en la **tabla 1**.

Tabla 1. Clasificación de la cantidad de material combustible

Baja	Hasta 20 t.ha ⁻¹
Media	20 a 40
Alta	40 a 80
Muy alta	más de 80

Procedimiento para el estudio de la influencia del fuego sobre la vegetación

Para determinar la influencia del fuego en la vegetación se instalaron varias parcelas de 10 x 10 m, donde se determinó la composición florística de los estratos arbóreo y arbustivo, 45 días, 90 días, 150 días, 450 días y 540 días después del incendio, evaluando la influencia sobre la vegetación en el área afectada y en las parcelas testigo. Para evaluar el sotobosque se establecieron subparcelas de 1 x 1 m distribuidas en las parcelas de 100 m².

Para determinar los parámetros del comportamiento del fuego se instalaron tres parcelas de 10 m², la cantidad de material combustible a través del método de la parcela de 1m².

La influencia del incendio sobre los árboles se evaluó atendiendo a la metodología modificada por Hernández y López (2002), que establecen la determinación del pronóstico de árboles vivos atendiendo a los diferentes grados de afectaciones causados por el incendio forestal en el bosque:

- 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: el fuego carboniza totalmente al árbol.

Después se les miden sus diámetros y las alturas, anotándose los datos en los modelos creados para tales fines.

El comportamiento de la regeneración natural del *Pinus cubensis* fue evaluado de la manera siguiente: en parcelas de 1 x 1 m se contabiliza la cantidad de individuos, 45 días, 90 días, 150 días, 450 días y 540 días después del incendio. También se instalaron tres parcelas en áreas no afectadas por el fuego para testigo.

El análisis estadístico se realizó a través del paquete estadístico SPSS versión 21.

De conjunto con el Cuerpo de Guardabosque de Guantánamo (CGB), donde consta en sus registros que el incendio ocurrió el día viernes 5 de noviembre del 2016 a las 1:10 pm y terminó el día 6 del mismo mes a las 4:40 pm, este fue detectado por un obrero de la Empresa Agroforestal de Guantánamo, comenzó a la orilla de la carretera, provocado por una negligencia de la actividad forestal, específicamente una chispa de un camión. El incendio fue superficial y de intensidad media, afectó 17 hectáreas de bosques de pino productor, se utilizaron varios equipos para la extinción del incendio como Buldócer T100, camión, machetes, entre otros, utilizando 40 hombres. La pérdida total en moneda nacional fue de \$ 9720. 00.

Se evaluaron varios parámetros del comportamiento del fuego, a partir de estos elementos, se determinó que, a pesar de haber afectado 17 hectáreas, no fue de gran magnitud atendiendo a la intensidad con que ocurrió, no sobrepasó los $500 \text{ kcalm}^{-1}\text{s}^{-1}$, sino que se encuentra en el límite inferior de esta escala, según lo planteado por Rodríguez *et al.* (2010), un fuego es catalogado como incendio de intensidad media cuando su rango de intensidad está entre $(101\text{-}500 \text{ kcalm}^{-1}\text{s}^{-1})$

Resultados y discusión

En la **tabla 2** se observa que el mayor porcentaje de material combustible corresponde a las misceláneas. Según Betancourt (1990), esto influye en la rapidez de la quema, ya que es un material muy fino y tiene la propiedad de ganar o perder humedad en poco tiempo de acuerdo a las condiciones meteorológicas.

La cantidad de material combustible indica si el fuego se va o no a propagar y determina la cantidad de calor liberado por el fuego durante el incendio. La intensidad del fuego es

directamente proporcional a la cantidad de combustible que quema y es un factor fundamental en la propagación de un incendio. Ramos (2010), plantea que; una cantidad o volumen de combustible aumenta las dificultades en el combate de los incendios, no solo por la cantidad de calor y la longitud de las llamas, sino también, por las dificultades operacionales para tratar de romper la continuidad horizontal del material a través de cortafuegos.

Sackett (1980), citado por Martínez (2006), encontró resultados semejantes al analizar las clases de material combustible en plantaciones de *Pinus ponderosa*: 76 % para acículas, 11 % para la clase 1; 8,2 % para la clase 2 y 5,07 % para la clase 3.

Tabla 2. Cantidad de material combustible disponible en la parcela testigo

Tipo de combustible	N	Peso (g/m ²)	%	Desviación std.
Misceláneas	3	3169,6	76,71	229,7937
Verdes	3	448,8	10,86	37,9084
Clase I	3	222,38	5,38	30,1943
Clase II	3	291,1	7,05	56,4971
Total		4131,88	100	

observar la cantidad de material combustible por parcela y clase, la media general del área se clasifica de baja según Julio (1996).

Tabla 3. Peso seco en g.m² del material combustible disponible en el área quemada por parcela de 1000 m² y por clase de combustible.

Clases	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Media
Verde	-	-	-	-
Misceláneas	551,21	540,56	567,93	553,23
Clase I	41,91	40,04	36,08	39,34
Clase II	58,72	50,69	50,95	53,45
Total	651,84	631,30	654,96	646,03

La **figura 1** muestra el porcentaje de reducción del material combustible donde se observa que el fuego consumió en su totalidad el material verde y un porcentaje bastante elevado de misceláneas y demás clases, la media es de 84,3%.

Estos resultados coinciden con Martínez (2006) cuando evaluó un área afectada por un incendio forestal en bosques de *Pinus tropicalis* Morelet, obteniendo una reducción del 100 % del material verde y 87,8 % de la cantidad total, las misceláneas se redujeron en un 98%. Se produjeron reducciones del 86,2% del peso seco del material combustible en áreas naturales de *Pinus tropicalis* Morelet. Este elevado porcentaje de reducción, podría estar asociado al alto contenido de combustibles correspondiente a las misceláneas, al bajo porcentaje de humedad y a altas temperaturas.

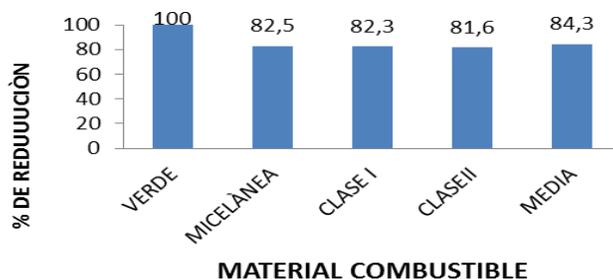


Figura 1. Porcentaje de reducción de la cantidad del material combustible por el fuego.

La **tabla 4** muestra el comportamiento de la espesura del mantillo en el área, se observa que el fuego disminuyó considerablemente la espesura del mantillo con un valor de 83,11% como promedio, esto significa que, a pesar de ser un porcentaje alto de reducción, el fuego de manera general, no incidió de manera directa en el suelo mineral, ya que el mantillo actúa como un aislante térmico entre el material combustible y el suelo mineral, Durán (2015).

Tabla 4. Influencia del fuego en la espesura del mantillo en (cm)

Espesura del mantillo en (cm)		
Área testigo	Área afectada	% de reducción
17	2,87	83,11

Con estos valores, coinciden Pérez *et al.* (2010), al referir que aumentando la regeneración natural del *Pinus cubensis* se garantiza la continuidad de los ecosistemas. Por otra parte, Betancourt (1990), plantea que la regeneración del *Pinus cubensis* depende también de la disposición de árboles productores de semilla que exista en el área. Al existir una elevada acumulación de material combustible en el piso del bosque, además de la poca iluminación que penetra al interior del bosque, han contribuido a la disminución de la regeneración natural de esta especie.

En la determinación de la cantidad de semillas existentes en el área bajo estudio, se observó que la cantidad de conos promedio por árbol fue de 13, no es muy elevada, pero aporta una cantidad de semillas suficiente como para que ocurra una elevada regeneración natural. La cantidad de semillas por cono es de 36, coincidiendo con Betancourt (1987), que plantea que la especie produce de 30 a 40 semillas por cono, lo que se muestra en la **tabla 5**.

Tabla 5. Cantidad de conos por árbol y semillas por cono

Productos	Media	Moda	Mínimo	Máximo	Desviación Std.
Conos	13	9	8	19	3,1111
Semillas	36	37	28	54	5,3325

Conclusiones

Para este estudio se seleccionaron los materiales combustibles disponibles, principalmente hojarasca, acículas, gramíneas y dicotiledóneas herbáceas.

Durante la ocurrencia del incendio las llamas alcanzaron una altura media y, según los parámetros para la clasificación tenidos en cuenta, el mismo no fue de alta intensidad.

Referencias bibliográficas

- Acosta, F y Paretas, J. 2016. *Incendios Forestales*. La Habana: Editorial Científico Técnica...
- Betancourt, M.1990. Aspectos técnicos do sistema bracatinga. *In: Seminario sobre agrosilvicultura no desenvolvimento rural*, Curitiba, 1990. Anais Curitiba: Convênio Brasil/Paraná – França – FAO, 1990. pp 41-46.
- Byram, M. 1959. Combution of forest fuel is David, K.P. forest fire-controlahouseand use. New York: McGrau Hill. P 77-84.
- Durán, F. 2015. Efectos de das técnicas de quema en los hongos hectomicorrízicos en bosques de Pinus cubensis. Universidad de Pinar del Río, Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales.
- FAO. 1986. Terminología del control de incendios en tierras incultas. Estudio FAO Montes No. 70. Roma, 257 p.
- Hernández, I. y López, D. 2002. Pérdida de nutrimentos por la quema de la vegetación en una sábana de Trachypogon. Rev. Biol. Trop. Vol. 50 (3/4): 1013-1019.
- Julio, G. 1996. Comportamiento del fuego: Modelos de simulación y su uso en actividades de combate. Memorias de la IV Reunión Técnica Conjunta FUPEF/SIF/IPEF. Curitiba.118 –129. Martínez. W. 2006. Uso de quemas prescritas en bosques naturales de Pinus tropicalis Morelet en Pinar del Río. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Dr. en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca. 94 p.
- MINAG. 2012. Dirección provincial del Servicio Estatal Forestal. Dinámica Forestal de la provincia Guantánamo. 10p. Moreno, E.; Pérez, E.; Durán, F.; María, V. y Rodríguez,

Y. (2012). Determinación de material combustible en bosque de *Pinus cubensis* Griseb. *Hombre Ciencia y Tecnología*. No. 63, ISSN: 1028-0871.

Ramos, M. 2010. Manejo del fuego. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba. 230 p.

Rodríguez, F. y Molina, J. 2010. Manual técnico para la modelización de la combustibilidad asociada a los ecosistemas forestales mediterráneos. Laboratorio de Defensa Contra Incendios Forestales. España. 90 p.

Pérez, E.; Martínez, L.; Ramos, M. y Tamayo, W. 2010. Determinación de la influencia de las quemadas prescritas en bosques de *Pinus cubensis* Griseb. *Revista Baracoa* en el portal de la FAO. ISBN: 2078-7235. Vol. 29 (Número especial 2010).

Soares, V. 1985. Incendios Forestales – controle e uso do fogo. Curitiba: FUPEF. 213 p.