

EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL FUEGO EN AVANCE SOBRE POBLACIONES MICROBIANAS DEL SUELO EN BOSQUES NATURALES DE *PINUS CUBENSIS*

Lic. Esvillem Ferrer Pozo¹, Ing. Juan Emilio Osnil Moisés² Dr. C. Francisco Durán Manual³

Delegación provincial de Recursos Hidráulicos¹. esvillem@gtm.hidro.cu
Universidad de Guantánamo, Facultad Agroforestal, Departamento de Ciencias Forestales¹.
franciscodm@cug.co.cu
Universidad de Guantánamo, Facultad Agroforestal, Departamento de Ciencias Forestales¹

RESUMEN

El experimento se realizó en un bosque de *Pinus cubensis* perteneciente a la Empresa Forestal Integral Guantánamo, desde noviembre del 2016 hasta enero del 2017. Con el objetivo de evaluar los efectos de la quema prescrita en avance sobre grupos microbianos del suelo en bosques naturales de *P. cubensis*. La quema se aplicó en tres parcelas de 1000 m², se utilizó el método de parcela de 1m² para determinar la cantidad de material combustible. Se determinaron los parámetros del comportamiento del fuego. Y en el comportamiento de los grupos microbianos se tomaron 5 muestra de suelo antes y después de la quema de 0 a 10 y 10 a 20 cm. En el caso del material combustible se observó una reducción promedio total en el área de un 58,44%. Los parámetros del comportamiento del fuego, estuvieron dentro de los rangos establecido para quema. De los microorganismos estudiados la mayor cantidad se localizó a nivel superficial del suelo. Las bacterias de 0-10 y 10-20 cm alcanzaron su máximo valor a los 60 días después de la quema. En el caso de los actinomicetos de 0 a 10 cm alcanzaron su máximo valor a los 40 días, y de 10-20 cm alcanzo su máximo valor a los 38 días. Por su parte los hongos de 0 a 10 cm alcanzaron su mínimo valor a los 19, y de 10-20 cm alcanzaron su mínimo valor a los 27 días después.

Palabras claves: quemas prescritas, grupos microbianos, microorganismos.

TITLE: EVALUATION OF THE EFFECTS OF THE FIRE IN ADVANCE ON MICROBIAL POPULATIONS OF THE FLOOR IN NATURAL FORESTS DE *PINUS CUBENSIS*

Lic. Esvillem Ferrer Pozo¹, Ing. Juan Emilio Osnil Moisés² Dr. C. Francisco Durán Manual³
Provincial delegation of Resources Hidráulicos¹. esvillem@gtm.hidro.cu
University of Guantánamo, Authorize Agroforestal, Department of Sciences Forestales².
University of Guantánamo, Authorize Agroforestal, Department of Sciences Forestales³

SUMMARY

The experiment was carried out in a forest of *Pinus cubensis* belonging to the Integral Forest Company Guantánamo, from November of the 2016 until January of the 2017. With the objective of evaluating the effects of its burns it prescribed in advance on microbial groups of the floor in natural forests of *P. cubensis*. He/she burns it it applied in three parcels of 1000 m², the method of parcel of 1m² was used to determine the quantity of combustible material. The parameters of the behavior of the fire were determined. And in the behavior of the microbial groups they took 5 floor sample before and after it burns it from 0 to 10 and 10 to 20 cm. In the case of the combustible material a reduction total average was observed in the area of 58,44%. The parameters of the behavior of the fire, were inside the ranges settled down for he/she burns. Of the studied microorganisms the biggest quantity was located at superficial level of the floor. The bacterias of 0-10 and 10-20 cm reached their maximum value to the 60 days after it burns it. In the case of the actinomycetes of 0 to 10 cm reached their maximum value to the 40 days, and of 10-20 cm I reach their maximum value to the 38 days. On the other hand the mushrooms of 0 to 10 cm reached their minimum value at the 19, and of 10-20 cm they reached their minimum value later to the 27 days.

Key words: *you burn prescribed, microbial groups, microorganisms.*

INTRODUCCIÓN

Los bosques son el resultado del equilibrio entre diversos factores ecológicos, uno de los cuales es el fuego, el cual ha jugado un importante papel como regulador en la sucesión vegetal y especialmente en la forestal (Martínez, 2006).

Teniendo en cuenta lo anterior es importante citar a Arno (1996) quien señala que durante los últimos años los especialistas en recursos naturales han comenzado a sostener el concepto de la reintroducción del fuego en algunas de sus formas en ecosistemas dependientes del fuego, en los que el fuego juega un rol vital en la determinación de su composición, estructura y el paisaje.

Las quemadas prescritas han sido tratadas por diferentes autores los cuales la han definido de una u otra manera. Chandler *et al.*, (1983), la definen como la aplicación (relativamente) controlada del fuego a combustibles silvestres en su estado natural o modificado, bajo condiciones ambientales específicas que llevan a confinar el fuego en un área predeterminada y al mismo tiempo, producir una intensidad calórica y una tasa de propagación requerida para obtener objetivos planeados de manejo de recursos naturales, con este concepto coincide también la (OIMT, 1997; citado por Martínez, 2006).

Si bien existen estudios acerca de los efectos del fuego, en los ecosistemas, la mayoría de los trabajos se enfocan a las variaciones físico-químicas antes y después de un incendio; siendo poco lo que se ha estudiado en relación a las repercusiones del calor en los microorganismos del suelo (Rodríguez, 2009).

Los suelos forestales están constituidos por una gran cantidad de sustancias orgánicas y minerales disponibles como fuente de carbono y energía, que crean un ambiente favorable para la proliferación de microorganismos que a su vez, tienen una función especial con respecto a la formación del suelo, degradación de la materia orgánica, disponibilidad y reciclaje de nutrientes y participación en el metabolismo y crecimiento de los árboles (Rodríguez, 2009).

Aunque existen documentos sobre los efectos de los incendios forestales en los microorganismos del suelo, la mayoría de estos se enfocan en ambientes templados, siendo muy pocos los antecedentes de suelos de ecosistemas tropicales.

Según (Vega, 2000), El 92% de la superficie boscosa del macizo montañoso Nipe Sagua Baracoa pertenece a *Pinus cubensis*, sin embargo solo se ha estudiado los efectos del fuego sobre la regeneración natural y las propiedades físico químico del suelo. Este trabajo se realizó con el objetivo de evaluar los efectos de la quema prescrita en avance sobre grupos microbianos del suelo en bosques naturales de *P. cubensis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área experimental

El experimento se realizó en un bosque natural de *P. cubensis* perteneciente a la Unidad Empresarial de Base Silvícola Yateras (UEB), Empresa Forestal Integral Guantánamo, en la localidad Monte Llano, municipio Yateras, provincia Guantánamo, en el lote 13, rodal 32. En la coordenada X 686,250 y la Y 194,250. En la Figura 1 se muestra el mapa de localización del área de investigación.



Figura 1. Localización del área de investigación

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorio, evaluando el comportamiento del fuego y los efectos de este sobre el material combustible disponible y grupos microbianos totales del suelo, influenciada por la quema prescrita. Debido a esto fue necesario combinar en el mismo lugar distintos tipos de parcelas. Se aplicó quemas prescritas en tres parcelas rectangulares de 1 000 m², con dimensiones de 20 X 50 m, donde se evaluó el comportamiento del fuego; para la evaluación del material combustible se determinó el tamaño de la muestra, con parcelas de 1 m², las que fueron distribuidas en las tres parcelas de 1 000 m²; evaluando en estas y en la parcela testigo el comportamiento de grupos microbianos del suelo.

Procedimiento para estimar la cantidad de material combustible

La determinación de la cantidad de material combustible disponible se realizó una semana antes y una después de aplicadas las quemas en las tres parcelas quemadas, utilizando el método de la parcela cuadrada (1 m²), metodología propuesta por Fosberg (1971) citado por Martínez (2006).

Evaluación del comportamiento del fuego

Se determinaron parámetros del comportamiento del fuego, intensidad del fuego según Batista (2001), calor liberado por unidad de área, de acuerdo con Ramos (2010), altura de las llamas por la fórmula descrita por Batista (1990) y la velocidad de propagación según Ramos (2010).

Comportamiento de la actividad microbiológica del suelo antes y después de la aplicación de la quema prescrita.

Para determinar la actividad microbiológica del suelo, el diseño experimental utilizado fue completamente al azar, las muestras se tomaron a una profundidad de 0-10 y 10-20 cm, mientras que la secuencia de muestreos fue de 0, 1, 15, 30, 60 y 120 días después de la quema. El criterio para determinar la profundidad utilizada se basó en que en este nivel se tiene la mayor actividad microbiana Flores, (2009).

Los resultados fueron sometidos a una regresión lineal a través del programa estadístico spss versión 21.00.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variación de la cantidad de material combustible disponible

La figura 2 muestra el porcentaje que representa cada uno de los tipos de combustibles, observando que el 78,6 % corresponde a las misceláneas. De acuerdo con Soares (1985) corresponde al material combustible disponible aproximadamente el 70 – 85 % de la cantidad total de combustible con diámetro inferior a 2,5 cm.

Resultados similares obtuvieron Kauffman y Martín (1989), Batista (1995), Grodzki (2000), Martínez (2006), Pérez *et al.* (2009), Pérez *et al.* (2010) y Pérez *et al.* (2012b) en quemas prescritas experimentales; Bittencourt (1990) afirma que 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.

Figura 2. Porcentaje de material combustible por tipo antes de la quema.

En la Figura 3 se observa una reducción del peso seco promedio en el área del material combustible disponible de un 58,44%. Donde la mayor reducción se obtuvo en la clase de material combustible verde, producto de la deshidratación de las hojas causadas por los gases calientes y las altas temperaturas, seguido de las misceláneas, por ser el material más fino, que puede ser consumido fácilmente por

el fuego. Sackett (1980) en plantaciones de *Pinus ponderosa* obtuvo una reducción del material combustible total entre un 43 y un 65 %. Por otra parte Goldammer (1982), obtuvo reducción del 48 % del material combustible depositado en el piso de una plantación de *Pinus elliottii* en Paraná, utilizando quema controlada de baja intensidad.

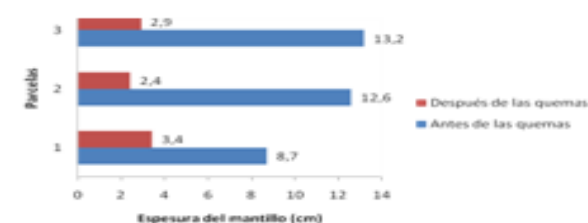
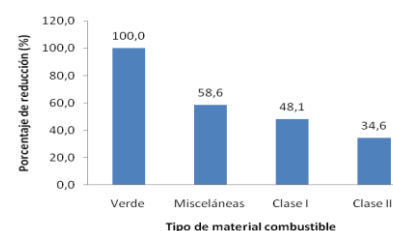
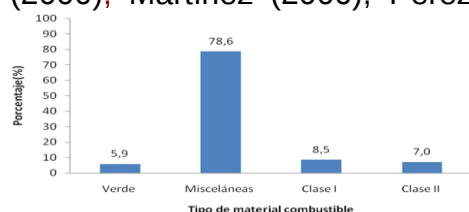
Figura 3. Porcentaje de reducción de los materiales combustibles después de las quemas.

Alanis *et al.* (2009) al aplicar quemas prescritas en bosques de *Pinus arizonica* Engelm. Observaron un promedio de reducción de la cantidad de combustibles totales de 55,3 %. Por su parte Martínez *et al.* (2008) observaron una reducción promedio del peso total del material combustible de un 83 % en bosques de *Pinus caribaea*.

La figura 4 se muestra la espesura del mantillo en (cm) antes y después de la quema por parcelas. Se observa que la reducción alcanzó un valor promedio del 73,3%, con una profundidad media después de la quema prescrita de 2,9 cm. Es fundamental tener en cuenta la espesura del mantillo ya que de esta depende la influencia directa del fuego en la actividad microbiana del suelo.

Figura 4. Media de la espesura total del mantillo en (cm) antes y después de las quemas.

Resultados similares obtenidos por autores tales como: Grozki (2000) quien reporta reducciones del mantillo hasta de un 92,7 % en áreas naturales de *Mimosas cabrella* Benth. (bracatinga), Batista (1995) un 30 % en plantaciones de *Pinus taeda* y Vega *et al.* (2000) una reducción de las hojarascas de más del doble en pinares de Galicia, España, en la primera aplicación del fuego prescrito. Martínez (2006) en



quemas prescritas experimentales logró un promedio de reducción del 66% en *Pinus tropicalis*. Con la reducción obtenida en esta investigación se logró una mayor exposición del suelo mineral, lo que favorece la regeneración natural de la especie *Pinus cubensis*.

Parámetros del comportamiento del fuego

En la Tabla 1 se muestran los parámetros del comportamiento del fuego, los que se encuentran en los rangos permisibles para quemas prescritas. En ningún caso la intensidad del fuego sobrepasó el límite máximo permisible para las quemas prescritas, sin embargo se observa que superaron el límite óptimo, de acuerdo con

Tabla 1. Parámetros del comportamiento del fuego.

Parcelas	I(Kcal/m/s ⁻¹)	r (m/s ⁻¹)	Ha(kcal.m ⁻²)	L (m)
Parcela 1	147,24	0,0084	15700	1,03
Parcela 2	159,64	0,0109	16500	1,09
Parcela 3	128,24	0,0079	13800	1,53
Media	145,04	0,0091	15333	1,2

Leyenda: I = intensidad lineal del fuego, r= velocidad de propagación, Ha = calor liberado por unidad de área y L = longitud de las llamas.

De Ronde *et al.* (1990) que describen niveles de intensidades asociados con el comportamiento del fuego para auxiliar los planes de quemas prescritas en poblaciones de *Pinus elliottii* en el Sur de los EUA. Según estos autores existen dos niveles: el límite de óptima variación que estaría entre 17 y 60 kcal.m⁻¹.s⁻¹ y el máximo de intensidad de quema que no debe sobrepasar las 165 kcal.m⁻¹.s⁻¹. Esto puede estar dado a la elevada cantidad de material combustible que existía en el área antes de aplicar las quemas prescritas, principalmente de misceláneas que son muy fáciles de consumir por el fuego, por su relación superficie volumen.

Comportamiento de la actividad de las bacterias del suelo antes y después de la aplicación de la quema prescrita

En las figuras 5 y 6 se muestra la distribución de las poblaciones de bacterias después de las quemas prescritas; el mayor número de bacterias se localizó en la superficie del suelo, durante el tiempo que duró el experimento. La tendencia después de las quemas prescritas fue al incremento gradual tanto la profundidad de 0-10 como de 10-20, teniendo en ambos casos a los 60 días valores muy cercanos a los iniciales con una estabilidad marcada hasta los 120 días donde se observan los mayores valores.

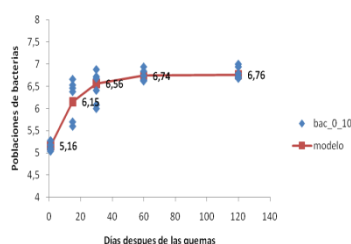
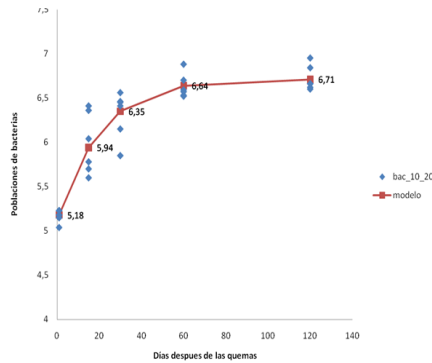


Figura 5. Dinámica de las bacterias a una profundidad de (0-10 cm) después de las quemas.

Resultados similares fueron obtenidos por Durán *et al.*(2013), donde plantea que las poblaciones de bacterias muestran valores muy cercanos a los iniciales a los 60 días cuando se aplica quemas prescritas de intensidad media. Además infiere Rodríguez (2009) que las poblaciones de bacterias se incrementan considerablemente hasta los 60 días manteniendo un comportamiento casi estable hasta los 120 días.

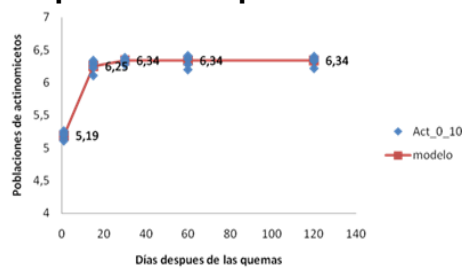


De acuerdo con Vega *et al.* (2001) las poblaciones microbiológicas pueden sufrir cambios importantes tras las quemaduras, pero volviendo a los niveles iniciales generalmente bastante rápido. En quemaduras muy intensas en los primeros centímetros del suelo el fuego provoca una reducción temporal de sus actividades, pero si es moderado como es habitual en quemaduras prescritas, tiene un efecto menos apreciable y en muchos casos beneficiosos para las poblaciones microbianas.

Figura 6. Dinámica de las bacterias a una profundidad de (10-20 cm) después de las quemaduras.

Las condiciones que se crean después de las quemaduras, como el aumento de la iluminación y temperatura, además del incremento del pH y de nutrientes disponibles, pueden favorecer el aumento rápido de los niveles de las actividades microbianas (Vega *et al.*, 2001). De acuerdo con Pérez (2012a) tal es el caso de los bosques de *Pinus cubensis*. Vega *et al.* (2001) plantea que esta recuperación se puede producir también de zonas adyacentes no afectadas y las capas más profundas del suelo.

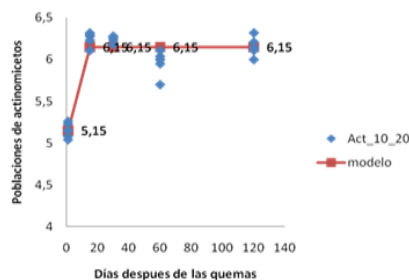
Comportamiento de la actividad de los actinomicetos del suelo antes y después de la aplicación de la quema prescrita.



En las figuras 7 y 8 se muestran los promedios de actinomicetos encontrados después de la quema prescrita de 0-10 cm y de 10-20 cm de profundidad respectivamente; el mayor número de ellos se localizó en la superficie del suelo, coincidiendo con Rodríguez (2009) quien plantea que la mayor cantidad de estos microorganismos se encuentran en la capa superficial del suelo.

Figura 7. Dinámica de los actinomicetos a una profundidad de (0-10 cm) después de las quemaduras.

En el caso de 0 a 10 cm la dinámica de estas poblaciones de actinomicetos alcanzaron su máximo valor a los 30 días después de la quema, que aunque muy cercano a los valores iniciales mantiene una estabilidad en el incremento hasta los 120 días,

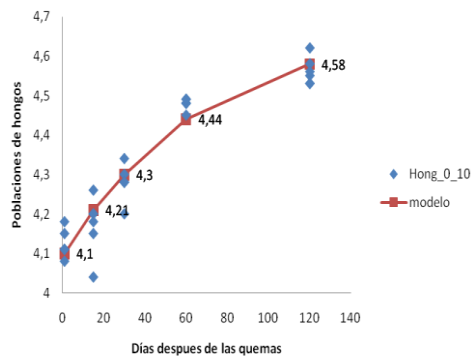


en la profundidad de 10 – 20 cm alcanzo su máximo valor a los 15 días, cercano a los valores iniciales mantiene una estabilidad en el incremento hasta los 120 días en ambos casos posteriores a este momento, lo que puede estar dado a la disminución de las precipitaciones en este período y por ende ocurre una disminución de la humedad.

Figura 8. Dinámica de los actinomicetos a una profundidad de (10-20 cm) después de las quemaduras.

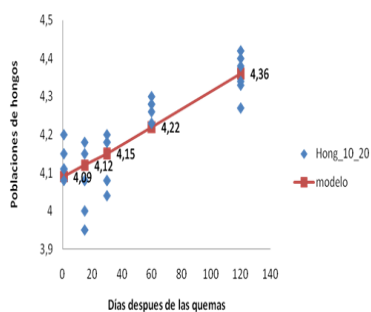
Comportamiento de la actividad de los hongos del suelo antes y después de la aplicación de la quema prescrita

Las figuras 9 y 10 muestran los promedios de hongos encontrados después de la quema prescrita de 0 a 10 y de 10 a 20 cm de profundidad respectivamente; el mayor número de ellos se localizó en la superficie del suelo, coincidiendo con



Rodríguez (2009), quien plantea que la mayor cantidad de estos microorganismos se encuentran en la capa superficial del suelo. En el caso de 0-10 cm la dinámica de estos grupos alcanzaron su máximo valor a los 120 días después de la quema, en la profundidad de 10 – 20 cm alcanzó su máximo valor a los 120 días, experimentando un aumento en ambos casos posteriores a este momento de la aplicación de las quemaduras prescritas.

Figura 9. Dinámica de los hongos a una profundidad de (0-10 cm) después de las quemaduras.



Por su parte Fontúrbel *et al.* (1995) no se observaron variaciones significativas en los grupos microbianos, un mes y dos años después de la aplicación de quemaduras prescritas.

Figura 10. Dinámica de los hongos a una profundidad de (10-20 cm) después de las quemaduras.

CONCLUSIONES

- Con la aplicación de la quema la cantidad se redujo en un 58,44 % como promedio, lo que evita la ocurrencia de incendios y favorece la regeneración natural.
- Se logró mantener los parámetros del comportamiento del fuego dentro de los rangos establecidos para quema prescrita de intensidad media, lo que garantiza que el fuego provocara el mínimo de daño al ecosistema.
- Las quemaduras prescritas pueden ser aplicadas en estos ecosistemas forestales ya que no causan daños considerables sobre los microorganismos del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alanís, H.; Navar, J.; Flores, J. y Cabrera, R. 2009. Impacto de una quema controlada en la infiltración y el escurrimiento superficial en un bosque de pinos. *In*: Flores, J. Impacto ambiental de incendios forestales. (ed). Mundi Prensa México, S. A. de C. V. pp 265-274.
2. Arno, S. F. 1996. The Seminal Importance of Fire in Ecosystem Management. Impetus for this Publication. The Use of Fire in Forest Restoration. Annual Meeting of the Society for Ecological Restoration. Seattle, WA, U: S: A: 3 - 5 pp.
3. Batista, A. C. 1990. Incêndios Florestais. Universidad Federal Rural de Pernambuco. Recife. Brasil. 115 pp.
4. Batista, A. C. 1998. Modelos de Estimativa de comportamiento do fogo. ANAIS. 1º. Seminario Sul- Americano sobre control de Incendios Forestales e 5ª. Reunión técnica Conjunta SIF/FUPEF/IPEF sobre el control de incendios forestales. Belo Horizonte. Pp. 231- 251.

5. Batista, A. C. 1995. Avaliação da queima controlada em povoamentos de Pinus taeda L. no norte do Paraná. Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doctor en Ciencias Florestas. Curitiba. 108 p.
6. Batista, C. 2008. Estudios sobre comportamiento del fuego en incendios forestales y quemas controladas en la "Universidad Federal. V Simposio Internacional de Manejo Forestal Sostenible, Pinar de Río. Memorias del evento, ISBN: 978- 959- 16-06.
7. Batista, C.; Ramos, M. y Figueredo, M. 2001. Manual sobre prevención de incendios forestales. Proyecto TCP/CUB/0066-FAO. La Habana. 66 p.
8. Betancourt, A. 1987. Silvicultura especial de los árboles maderables tropicales. Editorial científico técnico. Ciudad de La Habana. 427 P.
9. Bittencourt, M. 1990. Aspectos técnicos do sistema bracatinga. In: Seminário sobre agrosilvicultura no desenvolvimento rural, Curitiba. Anais Curitiba: Convênio Brasil/Paraná – França – FAO. pp 41-46.
10. Bottello, H. y Cabral, T. 1990. Efeitos ecológicos dos incendios e do fogo controlado sobre o estrato arbóreo. Universidade de Trás-Os-Montes en Alto Douro. pp 77 – 83.
11. Brown, A. y Davis, P. 1973. Forest Fire – Control and use. New York, Mc Graw Hill, 2 nd Ed. 686 p.
12. Cianciulli, P. L. 1981. Incendios forestais. Prevenção e Combate. Livraria Novel S. A. São Paulo, Brasil. 169 p.
13. Ciesla, W. M. 1995. Sostenibilidad de los bosques mediante su protección contra incendios, insectos y enfermedades. Estudio FAO Montes 122. Roma. Pp. 143- 163.
14. Chandler, C.; Cheney, P. y Thomas, P. L. 1983. Fire Forestry. Vol. 11. Forest Fire Management and Organization. A Wiley – Interscience Publication. U.S.A. 228 p.
15. De Ronde, C.; Goldammer, G.; Wade, D. y Soares, V. 1990. Prescribed fire in industrial plantations. In: Goldammer, G. Fire in the Tropical Biota-Ecosystem and Global Challenges. Berlin: Springer-Verlag, (Ecological Studies) Vol 84: 216-272.
16. FAO. 1986. Terminología del control de incendios en tierras incultas. Estudio FAO Montes No. 70. Roma, 257 p.
17. FAO. 2006. Comunicación, divulgación y manejo de información forestal. Proyecto Fauna. Cuba. 40 p.
18. Fernández y Novo. 1988. Microbiología del suelo. Editorial Pueblo y Educación. 525p.
19. Flores, J. 2009. Ecología del fuego y su impacto en los ecosistemas forestales. In: Flores, J. Impacto ambiental de incendios forestales. (ed). Mundi Prensa México, S. A. de C. V. México DF. pp13- 22.
20. Fontúrbel, T.; Vega, A.; Bará, S. y Bernárdez, I. 1995. Influence of prescribed burning of pine stands in NW Spain on soil microorganisms. *European Journal of Soil Biology*, 31: 13-20.
21. Grodzki, L. 2000. Efectos del fuego sobre la vegetación y variables meteorológicas en una floresta de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) manejada en sistema agroforestal Colombo, PR. 117 p. Tesis presentada como requisito parcial à obtención de grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Curitiba.
22. Goldammer, G. 1982. Controlled burning for stabilizing pine plantations. In: Nao, T. Van. Forest Fire Prevention and Control. United Nations Economic Commission for Europe. Poland. pp 199-207.
23. Haltenhoff, H. D. 1998 Silvicultura preventiva. Santiago de Chile, CONAF. Manual técnico No.18. 40 p.

24. Heikkilä, T.V.R.; Gronqvist, M. Y Jurvelius. 1993. Handbook on forest fire control. A guide for trainers. Forestry Training Programme, Publication 21. Helsinki, 239 p.
25. Hernández, A.; Pérez, J.; Bosch, D.; Rivero, L.; Camacho, E.; Ruis, J.; Jaimez, E.; Marsán, R.; Obregón, A.; Torres, J.; González, J.; Orellana, R.; Paneque, J.; Ruiz, J.; Mesa, A.; Fuentes, E.; Durán, J.; Peña, J.; Cid, G.; Ponce, D.; Mernán, M.; Frómata, E.; Fernández, L.; Morales, M.; Suarez, E. y Martínez, E. 1999. Nueva versión de clasificación de suelos de Cuba. Instituto de suelos. Ministerio de la Agricultura, Ciudad de la Habana, Cuba. AGRIFOR. 64 p.
26. Hudson, J. y Salazar, M. 1981. Las quemaduras prescritas en los pinares de Honduras. Serie Miscelánea N^o .1. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Siguatepeque, Honduras. 57 p.
27. 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.
28. Julio, G. y Giroz, G. 1975. Notas sobre el comportamiento del fuego y su aplicación en el control de incendios forestales. Bosque 1 (1): 18-27.
29. Kauffman, B. y Martín, E. 1989. Fire behavior, fuel consumption, and forest-floor changes following prescribed understory fires in Sierra Nevada mixed conifer forest. Ottawa, v 19: 455-462.
30. Nieves, F. 2007 ¿Que pasa con los suelos forestales después de un incendio? México forestal. Revista electrónica de la comisión nacional forestal. <http://www.mexicoforestal.gob.mx/nota.php?id=49>. Año de consulta: 2007.
31. Martínez, L. 2006. Uso de quemaduras prescritas en bosques naturales de *Pinus tropicalis* Morelet en Pinardel Río. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río, Hermanos Saíz Montes de Oca. 108 p.
32. Martínez, L.; Bonilla, M.; Ramos, M.; Cabrera, J. y Nasco, A. 2008. Quemaduras prescritas en plantaciones de *Pinus caribaea* var. *caribaea* en Viñales, Cuba. V Simposio Internacional de Manejo Forestal Sostenible, Pinar de Río. Memorias del evento, ISBN: 978- 959- 16- 06.
33. Molina, F. 1993. Efectos del fuego controlado en la velocidad de infiltración del agua en suelos forestales: Un caso de estudio en la costa norte de California. Revista Investigación Agraria. Sistema y recursos forestales. Vol. 2, No2, pp. 173-184.
34. Myers, R. L. 2006. Incendios y Ecosistemas: Un enfoque integral del manejo de fuego en América Latina. Trabajo publicado en las memorias del cuarto Simposio Internacional sobre Manejo Sostenible de los Recursos Forestales y Primer Taller Internacional sobre Manejo del Fuego. Universidad de Pinar del Río. Cuba. 11 p.
35. Pritchett, W. L. 1986 Suelos forestales; propiedades conservación y mejoramiento. E e/ LIMOSA. MEXICO.634p.
36. Pietikainen, J. 1999. Soil microbe in boreal forest humus after fire. Academic dissertation in forest Soil Science. Faculty of Agriculture and forestry .University of Helsinki.52p
37. Pérez, N.2005.Incendios forestales. Educación ambiental. Talleres de empleo Castro. Ayuntamiento de Castro Urdiles, España <http://www.castro-urdiles.es/net/educal/articulos/incendios.htm>. Año de consulta: 2007.
38. Pérez, E.; Cobas, G.; Lorez, Y. y Tamayo, W. 2009. Diagnóstico de bosques de *Pinus cubensis* Griseb para la aplicación de quemaduras prescritas. IV Encuentro Internacional por el Desarrollo Forestal Sostenible, Palacio de las Convenciones de La Habana, Cuba. ISBN: 978-959-7139-89-8.

39. Pérez, E.; Martínez, L.; Ramos, M. y Tamayo, W. 2010. Determinación de la influencia de las quemaduras prescritas en bosques de *Pinus cubensis* Griseb. Revista Baracoa en el portal de la FAO. ISBN: 2078-7235. Vol. 29 (Número especial 2010).
40. Pérez, P. E. 2012. Efectos de las quemaduras prescritas en la regeneración natural de la especie *Pinus cubensis* Griseb. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río, Hermanos Saíz Montes de Oca. 100 p.
41. Pérez, E.; Martínez, L.; Ramos, M.; Tamayo, W. y Durán, F. 2012b. Influencia de las quemaduras prescritas en el material combustible en bosques de *Pinus cubensis* Griseb en Guantánamo. Revista Chapingo, Serie: Ciencias Forestales y del Ambiente. Vol. 1.
42. Ramírez, J. 1996. Incendios Forestales en Venezuela. Instituto Forestal Latinoamericano. Venezuela, 139 p.
43. Ramos, R. M. P. 2010. Manejo del fuego. Ministerio de Educación Superior, Universidad de Pinar del Río, Cuba. Ediciones internas. 341 pp.
44. Rodríguez, B. 2009. Efecto del fuego sobre algunos microorganismos del suelo en una plantación forestal. In: Flores, J. Impacto ambiental de incendios forestales. (ed). Mundi Prensa México, S. A. de C. V. México DF. pp13- 22.
45. Rodríguez, B.; Urrutia, I.; Fleitas, I.; Rodríguez, Y.; Hernández, J.; Martínez, L. y Flores, J. 2010. Evaluación del comportamiento de la especie *Pinus tropicalis* Morelet afectados por los incendios forestales, en la zona "Carlos Luís" perteneciente a la EFI Minas de Matahambre, en: Memoria del VI SIMFOR. Pinar de Río. ISBN: 978-759-16-1192-5.
46. Ruiz del Castillo, J. 2000. El fuego, factor ecológico. La defensa contra incendios forestales. Editorial Mc GRAN Hill. Madrid. pp. 4.1- 4.13.
47. Sackett, S. 1980. Reducing natural ponderosa pine fuels using prescribed fire: two case studies. Research note, Fort Collins, USDA. Forest Service, RM-392, 5 p.
48. SEMARNAP. 1999. Curso internacional de protección contra incendios forestales. Centro de capacitación del ITMA, México, 500 p.
49. SEMARNAP. 2006. ¿Cómo se realiza una quema prescrita? Disponible en: <http://cecadusu.semarnat.gob.mx/biblioteca-digital/manual-quema-controlada/manual-quema-controlada.shtml>. Consultado 19/02/2006.
50. Soares, R.V. 1985: Incêndios Florestais. Controle e uso do Fogo. Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Curitiba 213 p.
51. The Nature Conservancy. 2005. Introducción a quemaduras prescritas para áreas naturales protegidas. Belice. Iniciativa Global para el Manejo del Fuego. 43 p.
52. Urrutia, I.; Rodríguez, B.; Fleitas, Y.; Rodríguez, Y.; Hernández, J.; Martínez, L. y Flores, J. 2010. Influencia de quemaduras prescritas sobre algunos procesos hidrológicos en una de las subcuencas hidrográficas del Río San Diego en Galalón, Pinar del Río, en: Memoria del VI SIMFOR. Pinar de Río. ISBN: 978-759-16-1192-5.
53. Vega, J.; Landsberg, J.; Bara, S.; Paysen, T.; Fontúrbel, T. y Alonso, M. 2000. Efectos del fuego prescrito sobre los suelos de montes de *Pinus pinaster*. La defensa contra incendios forestales. Editorial Mc Graw Hill. Madrid. pp 14.61-14.71.
54. Vega, J.; Pérez, P.; Cuiñas, P.; Fonturbel, T. y Fernández, C. 2001. Manual de quemaduras prescritas para matogueiras de Galicia. Xunta de Galicia. Consellería de Medio Ambiente. Centro de Información e Tecnoloxía Ambiental. 242 p.
55. Wade, D. y Lunsford, D. 1989. A guide for prescribed fire in southern forests. Technical Publication, Atlanta, U.S.D.A. Forest Service, R8- TP11. 56 p.
56. Sharma, G. D. 1981 Effect of fire on soil microorganisms in a Meghalaya pine Forest Folia Microbial (Praha) 26(4)1321327.