

Diagnóstico de hongos ectomicorrízicos en un bosque natural de *Pinus cubensis* Griseb, afectado por el fuego

Diagnose of species of ectomycorrhizal mushrooms in a natural forest of *Pinus cubensis* Griseb affected for the fire

Francisco Duran Manual¹, Gretel Geada López², Luis Wilfredo Martínez Becerra³, Edelmys Pérez Pereda⁴, Jessika Massó Matos⁵

¹Doctor en Ciencias Forestales, Ingeniero Forestal. Universidad de Guantánamo, Facultad Agroforestal. Cuba. Correo electrónico: proyecto@actaf.gtm.minag.cu

²Doctora en Ciencias Forestales, Facultad de Forestal y Agronomía, Universidad de Pinar del Río, Martí Final # 270.

³Doctor en Ciencias Forestales, Facultad de Forestal y Agronomía, Universidad de Pinar del Río, Martí Final # 270.

⁴Doctor en Ciencias Forestales, Facultad Agroforestal, Universidad de Guantánamo, Avenida Che Guevara Km 1 ½ Carretera Jamaica, Guantánamo. CP 95100, Correo electrónico: edelmys@cug.co.cu

⁵Ingeniera Agrónoma, Facultad Agroforestal, Universidad de Guantánamo, Avenida Che Guevara Km 1 ½ Carretera Jamaica, Guantánamo. CP 95100, Correo electrónico: jessikamm@cug.co.cu

Recibido: 19 de diciembre de 2016.

Aprobado: 19 de julio de 2017.

RESUMEN

La investigación se realizó en rodales de un bosque de *P. cubensis* perteneciente a la Unidad Empresarial de Base Silvícola de Yateras, EFI Guantánamo, con el objetivo de cuantificar las especies de hongos ectomicorrízicos en un bosque natural de *P. cubensis*, después de la aplicación de quemaduras prescritas. Para determinar los efectos de este, sobre la diversidad de especies de hongos ectomicorrízicos, se levantaron 4 parcelas rectangulares de 5 X 150 m. A partir de esos análisis, se obtuvieron los siguientes resultados: a partir de los 15 días empezaron a aflorar carpóforos de las especies de *Suillus*-sp. y *Amanita muscaria* subsp. *americana* (Lange) Singer; a los 60 días se encontraron todas las especies muestreadas antes de aplicar las quemaduras (*Boletus*-sp; *Suillus-brevipes* (Peck) Kuntze; *Suillus-decipiens* (Berk.

ABSTRACT

The investigation was carried out in rodal of a forest of *P. cubensis* belonging to the Managerial Unit of Base Silvícola of Yateras, EFI Guantánamo, with the objective of quantifying the species of ectomycorrhizal mushrooms in a natural forest of *P. cubensis*, after the application of you prescribed burns. To determine the effects of this about the diversity of species of ectomycorrhizal mushrooms, 4 rectangular parcels of 5 X rose 150m. Starting from those analyses, the following results were obtained: starting from the 15 days they began to appear carpóforos of the *Suillus* sp. and *Amanita muscaria*, after 60 days the analyzed species were found before applying the burn (*Boletus*ssp; *Suillus brevipes* (Peck) Kuntze; *Suillus decipiens* (Berk. and M.A. you Harden) Kuntze; *Suillus* sp; *Amanita muscaria*

y M.A. Curtis) Kuntze; *Suillus*-sp; *Amanita-muscaria*; *Lactarius-semisanguifluus* Heim & Leclair.; *Scleroderma-tellatum* Berk) y *Pisolithus-arhizus* (Scop). Rauschert, que no se encontró antes de las quemadas. Estos resultados indican que el uso de quemadas prescritas de media intensidad no afecta la dinámica de los hongos ectomicorrízicos.

Palabras clave: quemadas prescritas; comportamiento del fuego; hongos ectomicorrízicos.

subsp. American (Lange) Singer; *Lactarius semisanguifluus* R. Heim and Leclair; *Scleroderma stellatum* Berk) y *Pisolithus arhizus* (Scop.) Rauschert that was not found before you burn them, these results indicate that the use of prescribed burns of half intensity doesn't affect the dynamics of the ectomycorrhizal mushrooms.

Key words: prescribed burn; behavior of the fire; ectomycorrhizal mushrooms.

INTRODUCCIÓN

El fuego ha sido causante de muchas 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 (Agee, 1998); 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 cuenta con suficiente información al respecto, llegando incluso al grado de legislar la forma de evaluar el impacto ambiental de los incendios forestales (Urrutia, 2012).

La puesta en práctica del concepto integral dentro del manejo de recursos forestales ha implicado la búsqueda de alternativas versátiles y económicas para su implementación. Una de estas es la quema prescrita. Aunque en Cuba hay muy pocos antecedentes sobre el tema, esta se implementa en varios países como una herramienta de apoyo a sus planes de manejo integral forestal (Durán, 2014 a.).

En correspondencia con lo anterior, se considera que la implementación de las quemadas prescritas en Cuba, se le debe prestar atención para argumentar sus efectos a mediano y largo plazo sobre los diferentes elementos que conforman los pinares entre los que figuran las comunidades de hongos ectomicorrízicos.

La relación simbiótica de los hongos ectomicorrízicos con la mayoría de las comunidades forestales es un proceso vital a escala global, ya que las especies vegetales dominantes en bosques de coníferas en regiones alpinas y boreales, en muchos bosques de ecosistemas templados y mediterráneo y en grandes áreas tropicales y subtropicales, son especies arbóreas con asociaciones micorrízicas (Smith y Read, 2008).

El conocimiento de los efectos del fuego en comunidades de hongos ectomicorrízicos, generados por la implementación de las quemadas prescritas en pinares, es importante si se tiene en cuenta que la existencia de este tipo de bosque en Cuba es superior a las 250 000 ha.

Los hongos ectomicorrízicos y, en particular, el banco de esporas y otros propágulos resistentes, están implicados también en los procesos de sucesión secundaria que facilitan la regeneración de las comunidades después de una perturbación por el fuego (Buscardo, 2009).

Las quemas prescritas en Cuba han sido aplicadas solo a nivel experimental; ninguna de ellas describe los efectos de las quemas sobre la diversidad de hongos ectomicorrízicos en bosques de *Pinus cubensis*.

Existen estudios acerca de los efectos de las quemas prescritas en un bosque de *Pinus cubensis* en la provincia de Guantánamo. Estos se enfocan a las variaciones físico-químicas del suelo y la regeneración natural antes y después de aplicar quemas prescritas (Pérez, 2012). Diagnosticar las especies de hongos ectomicorrízicos en un bosque natural de *P. cubensis*, luego de la aplicación de quemas prescritas, fue el objetivo de este trabajo.

MATERIALES Y METODOS

Caracterización del área de investigación

La zona de estudio escogida es montañosa con una pendiente de 5 a 7%, una superficie de 3 ha. y 679 metros sobre el nivel del mar (msnm), temperatura media anual es de 22,88°C; para la caracterización se tomaron 11 años como referencia, donde la temperatura máxima absoluta es de 29,8°C. y la mínima absoluta es de 17,2°C.

El suelo predominante, según la última clasificación de Hernández *et al.*, (1999), es Ferralítico Rojo Típico, el material de origen es la caliza dura,

fuertemente saturada, el contenido de materia orgánica varía desde 4,4 a 7%, fuertemente ondulado, entre 679 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Existen en los rodales de *P. cubensis* varias especies latifoliadas tales como: *Calophyllum-utile* Bisse, *Geoffrea-inermes* Sw., *Terminalia-orientalis* Monachino, *Terminalia-nipensis* Alain y *Coccothrinax-orientalis* León O. Muñiz & Borhidi, así como helechos del género *Pteridium* y plantas herbáceas; también se encuentran especies de lianas y epífitas.

Evaluación de los parámetros del comportamiento del fuego

Se evaluaron los parámetros del comportamiento del fuego: intensidad del fuego según Byram (1959), calor liberado por unidad de área, altura de las llamas por la fórmula descrita por Batista (1990); la velocidad de propagación del fuego se determinó de acuerdo con lo planteado por Ramos (2010), ubicando varios puntos y calculando el tiempo que el fuego demoró en llegar, expresando el resultado en metros por segundo. Se clasificó según Bottello y Cabral (1990), que plantean que es lenta cuando es menor de 0,033 m.s-1, media cuando está entre 0,033 y 0,166 m.s-1, alta entre 0,166 y 1,166 m.s-1 y extrema, cuando es mayor de 1,166 m. S-1.

Determinación del efecto de técnicas de quemas prescritas sobre la diversidad de especies de hongos ectomicorrízicos

Se recolectaron todos los carpóforos de hongos ectomicorrízicos encontrados dentro de las parcelas rectangulares de 5 X 150 m., un día antes de la aplicación de las quemas y 15 días posteriores al día de las quemas; se

efectuaron 9 muestreos con un intervalo de recogida de muestras de 15 días.

Se tuvo en cuenta la metodología para inventario de recurso micológico usada por Martínez *et al.* (2011), en la que recomienda la utilización de parcelas de tamaño rectangular de 5m. de anchura y hasta 400m. de longitud, siempre por encima de los 100 m. cuadrados.

Bonet *et al.* (2004) recomienda que, en cada fecha de muestreo, los hongos se tomen completamente con el vástago para facilitar su identificación, además, que los cuerpos fructíferos se almacenen en el laboratorio a 40c y se procesen 24 horas después de la recolección. De cada especie se anotó el número de carpóforos recogidos.

El carácter ectomicorrízico de los hongos colectados se basó en la clasificación de Molina *et al.*, (1992), identificándose a nivel de especie de acuerdo con las siguientes claves: Arrillaga *et al.*, (2000), Knudsen y Vesterholt (2008), Antonin y Noordeloos (2010).

Para la aplicación de las quemas prescritas, se contó con el apoyo de la Brigada Profesional de Prevención Contra Incendios Forestales del circuito número 13 del Cuerpo de Guardabosques Provincial de Guantánamo, los cuales permanecieron en el área de investigación durante y después de las quemas para garantizar el cumplimiento de los objetivos planificados, dando inicio a las 13:00 horas y finalizando a las 17:30 horas del día 19 de agosto del 2011.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros del comportamiento del fuego

Las temperaturas se mantuvieron en los rangos informados por Nájera (2000); las correspondientes al día de la quema prescrita se mantuvieron en los rangos establecidos (Tabla 1).

Tabla 1. Relación de las condiciones meteorológicas establecidas y las del día de las quemas

Condiciones meteorológicas	Establecidos	Día de la quema
Vv (km.hora ⁻¹)	6 - 12	7,4
Dv	NE	NE
Hr (%)	50-70	59
Hc (%)	15 - 25	15-25
T (°C)	< 30	27
Dsll	2 - 5	4

Leyenda: Vv: Velocidad del viento; Dv: Dirección del viento; Hr: Humedad relativa; Hc: Humedad de los combustibles; T: Temperatura; Dsll: Días sin lluvia.

Las condiciones climáticas son factores muy importantes para realizar quemas prescritas y estos definen el éxito de la

aplicación (Urrutia 2012, Pérez 2012 y Durán *et al.*, 2014 a, 2014 b).

Comportamiento del fuego en quemas prescritas

El comportamiento del fuego se determinó a partir de variables como el viento y la disponibilidad de material combustible en las áreas experimentales donde se efectuaron las quemas prescritas en avance.

En las parcelas 1, 2 y 3, el fuego se propagó rápidamente con ráfagas de viento; en algunos momentos, durante la quema en avance, influyó en la longitud de las llamas, alcanzando valores de 1,38 m. de altura. Estudios

realizados por Flores y Benavides (1994), citados por Urrutia, (2010), alcanzaron valores de altura de la llama de 0,5 m. para quemas en retroceso y hasta 5m. para quemas en avance y para bosques de pinos en Jalisco; sin embargo, en ninguno de los casos, el fuego pasó a la copa de los árboles.

Los valores correspondientes al comportamiento del fuego se observan en la Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros del comportamiento del fuego en avance

Parcelas	I(Kcal/m/s ⁻¹)	r (m/s ⁻¹)	Ha(kcal.m ⁻²)	L (m)
Parcela 1	147,24	0,018	15900	1,33
Parcela 2	159,64	0,011	16800	1,29
Parcela 3	128,24	0,04	14800	1,53
Media	145,04	0,023	15833,3	1,38

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

Con el análisis de los resultados obtenidos de la quema, se pudo determinar que los valores de intensidad del fuego están en los límites comprendidos, oscilando entre 128,24 y 159, 64 Kcal/m/s⁻¹ con 145,04 Kcal/m/s⁻¹ como promedio, coincidiendo con (Rodríguez *et al.* 2010), quienes afirman que la intensidad es media cuando está entre 101 y 500 kcalm⁻¹s⁻¹.

Vélez (2009), logró una quema en avance efectiva en plantaciones de *Pinus elliottii* Engelm, al reportar velocidades de propagación entre 0,0762 y 1,09 m.s⁻¹.

Wade (1986), citado por De Ronde *et al.*, (1990), describe niveles de comportamiento del fuego para auxiliar los planes de quemas prescritas en poblaciones de *Pinus elliottii* al sur de los EUA. Según este autor, 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 superar las 165 kcal.m⁻¹. s⁻¹; por lo tanto, los valores de esta investigación se encuentran en estos rangos.

La Figura 1 muestra el momento de la aplicación de las quemas prescritas.



Fig. 1. Momento de aplicación de las quemas prescritas

Relación simbiótica de especies de hongos ectomicorrízicos por especies arbóreas

Se colectaron un total de 8 especies fúngicas cerca de algún tipo de especie arbórea, los ejemplares de *Boletus-sp.* se encontraron en su totalidad cerca de especies de *Pinus-cubensis* y *Persea-americana* Mill; sin embargo, en todos los momentos de muestreo se encontró a 653 msnm., denotando en el género *Boletus* cierto grado de preferencia por las coníferas (Smith *et al.*, 2012).

Existen reportes de *Boletus-sp.* en localidades de Pinar del Río, asociados con *Pinus tropicalis* Morelet, *Quercus oleoides* var. *sagraeana* (C.H. Mull.) y de Guantánamo en el municipio de Baracoa, asociado con *P. cubensis* (Camino *et al.*, 2006).

La especie de Suillus-brevipesse colectó cerca de *P. cubensis* y *Nectandra-coreacea* (Sw) Griseb. Su distribución osciló entre 637 y 663 msnm. Camino *et al.* (2006), existen reportes en la

provincia de Guantánamo, específicamente en la localidad de Yateras, asociados a bosques de *P. cubensis*.

Suillus-decipiens (Berk. & M.A. Curtis) Kuntze, se encontró asociada a *Pinus-cubensis*, *Allophylus-cominia* (L.) Sw, *Nectandra-membranacea*. Y *Cupania-americana* L, distribuida entre 628 y 660 msnm. En Cuba, existen reportes en la provincia de Guantánamo en la localidad de Yateras (Camino *et al.*, 2006).

Suillus decipiens muestra preferencia por mayor número de especies forestales, al igual que *Suillus-sp.*, la que se encontró cerca de especies de *P. cubensis*, *Guarea-guara* (Jacq.) P. Wilson, *Zanthoxylum-martinicense* (Lam.) DC y *Persea-americana*, distribuida entre 652 y 671 msnm.

Existen 8 registros de esta especie, distribuidos en localidades de las provincias Camagüey, Guantánamo, Holguín, Isla de la Juventud y Pinar del

Río, asociados a especies de *Hypomyces-chrysospermus* Tul. & C. Tul.; *Pinus caribaea* Morelet var., *Caribaea* y *Sepedonium-chrysospermus* (Bull.) Fr, (Camino et al., 2006). Aunque en los reportes no aparece asociación con *P. cubensis*, en la mayoría de los casos fue una de las especies encontradas con mayor frecuencia en asociación con pinos.

Sin embargo, en estudios realizados en bosques templados en México por Pérez et al., (2010), el género *Suillus* solo se asociaba con las especies de *Pinus-teocote* Schlecht & Cham, *Pinus-leiophyla* Schiede ex Schltdl. & Cham, *P. ayacahuite* Ehrenb. Ex Schltdl y *Pinus-montesumae* Lam, por lo que denota preferencia por el género *Pinus*.

En el caso de *Amanita muscaria*, se pudo observar en asociación con especies de *Pinus-cubensis*, *Allophylus cominia* y *Rapanea ferruginea* Ruiz & Pav.) Mez, a pesar de encontrarla solo entre 669 y 674 msnm; es la especie con mayor número de individuos en cada uno de los muestreos.

En Cuba, hay dos registros en localidades de Yateras, en la provincia de Guantánamo, asociada en ambos casos a *P. cubensis* de acuerdo con lo planteado por (Camino et al., 2006). *Lactarius-semisanguifluus* se encontró asociado a especies de *P. cubensis*, con una distribución entre los 632 y 659 msnm.

En Cuba solo existe un registro en la provincia de Guantánamo en Yateras; Montecristo (N20° W75°, alt. 750-850 msnm.). *Scleroderma-stellatum* y *Lactarius-semisanguifluus* solo se

encontraron cerca del *P. cubensis* en la totalidad de los casos, con un área muy pequeña de dispersión entre 643 y 666 msnm.; de ella existen tres reportes en La Habana y en las localidades de Maisí y San Antonio del Sur de la provincia de Guantánamo (Camino et al., 2006).

Por su parte, Camino et al. (2006), en el caso de *Pisolithus-arhizus* (Scop.) Rauschert, en los muestreos efectuados antes de aplicar las quemadas, no encontró ningún individuo de esta especie, lo que no quiere decir que no estuviera, ya que, según lo planteado por Arija et al., (2013), las esporas de *Pisolithus-arhizus* presentan gran viabilidad y resistencia, incluso tras un incendio ya que estas subsisten en el suelo haciendo posible la formación de ectomicorrizas en los pinos jóvenes por fuego.

Inmediatamente, después de la quema, los carpóforos disminuyeron en un 100 % debido a la deshidratación por el calor del fuego; sin embargo, entre los 30 y 45 días posteriores, se encontraron individuos de esta especie y, a su vez, asociados con la mayor cantidad de plantas superiores (*Pinus-cubensis*, *Persea-americana*., *Nectandra-membranacea*., *Psidium-guajava* L. y *Allophylus-cominia*, con una distribución entre 600 y 679 msnm. Por otra parte, Camino et al. (2006), informa que hay catorce registros en Cuba distribuidos en localidades de la Ciudad de La Habana, Pinar del Río y Holguín.

En los resultados de la Tabla 3, se muestra la asociación de especies de hongos ectomicorrízicos por especies de arbóreas y altitud del microhabitat edáfico.

Tabla 3. Tipo de vegetación y altitud de microhabitat donde crecen los hongos ectomicorrízicos.

Especies hongos	Especies	Altitud (msnm)
	arbóreas	
<i>Boletus-sp</i>	Pc, Pa	653
<i>Suillus-brevipes</i>	Pc, Nc	637-663
<i>Suillus-decipientis</i>	Pc, Ca, Ac, Nm	628-660
<i>Suillus-sp.</i>	Pc, Zm, Pa, Gg	652-671
<i>Amanita- muscaria</i>	Pc, Ac, Rf	669-674
<i>Lactarius-semisanguifluus</i>	Pc	632-659
<i>Scleroderma-stellatum</i>	Pc	643-666
<i>Pisolithus-arhizus</i>	Pc, Nm, Pg, Ac, Pa	630-679

Leyenda: Pc = *Pinus cubensis*; Zm = *Zanthoxylum marticense*; Pa = *Persea americana*; Gg = *Guarea guara* Jacq. P. Wils.; Ca = *Cupania americana* L.; Ac = *Allophylus cominia*; Rf = *Rapanea ferruginea*; Pg = *Psidium guajava*; Nc = *Nectandra coreacea*; Nm = *Nectandra membranacea*

En la Figura 2, se observa el comportamiento de especies de hongos ectomicorrízicos donde se aplicó quemadas prescritas, indicándose que, en el inventario micológico efectuado antes de las quemadas, se muestrearon las especies *Boletus-ssp*, *Suillus-brevipes*, *Suillus-decipientis*, *Suillus-sp.*, *Amanita muscaria*, *Lactarius-semisanguifluus* y *Scleroderma-stellatum*. En el muestreo realizado a los 15 días posteriores, no se encontraron carpóforos; pero ya a los 30 días aparecieron individuos de *Suillus-decipientis*, *Lactarius-semisanguifluus*, *Boletus-sp.* Esta última no se encontró en el muestreo antes de las quemadas. Ya entre los 105 y los 120 días habían alcanzado los valores iniciales en cuanto a número de especies e incluso, en algunos casos, como el *Suillus-decipientis*, *Suillus-sp.*, -

Amanita- muscaria, *Lactarius-semisanguifluus* y *Pisolithus-arhizus*, superaron estas cifras en cuanto al número de individuos de cada especie.

Pisolithus-arhizus es una especie muy resistente a condiciones de sitios perturbados por el fuego (Perry et al., 1989), ya que sus esporas pueden permanecer en estado de latencia durante mucho tiempo y dar signos de presencia de la especie luego de una perturbación por fuego.

Las especies de hongos ectomicorrízicos se comportaron de manera similar en cuanto a la fluctuación del número de individuos, pasados los 15 días posteriores a la quema, lo cual parece estabilizarse después de los 135 días.

Por su parte, Pritchett (1986), informa que la influencia del fuego produce una disminución considerable en las especies de hongos ectomicorrízicos, seguido de un rápido incremento durante los siguientes dos meses a partir de la quema. La rápida proliferación de carpóforos estuvo dada a que coincidió con un período de lluvias intensas, los días posteriores a la aplicación de las quemaduras. En cuestión, Claridge *et al.* (2009) refieren que después de un incendio forestal las comunidades de hongos pre-incendios son erradicadas

en gran medida y la sucesión secundaria comienza con la primera lluvia significativa.

Durán (2014b), al aplicar quemaduras prescritas en avance en *Pinus cubensis* encontró que las poblaciones fúngicas disminuyeron inmediatamente luego de la perturbación; pero ya entre los 30 y 45 días posteriores se encontraron especies de hongos ectomicorrízicos los que llegaron a alcanzar los valores iniciales entre los 90 y 120 días posteriores a las quemaduras.

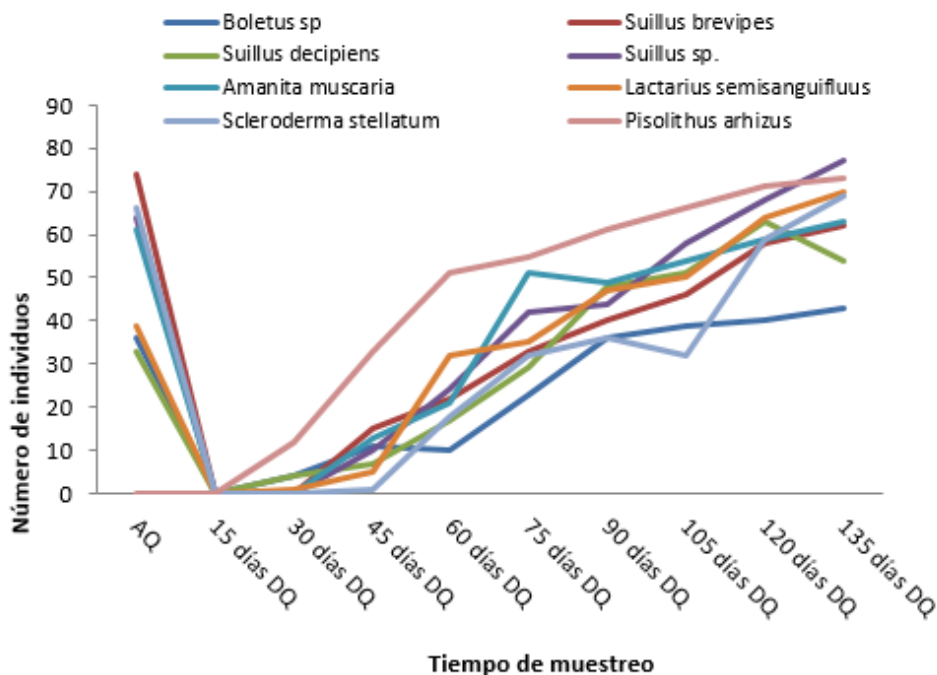


Fig. 2. Comportamiento de especies de hongos ectomicorrízicos donde se aplicó quemaduras prescritas.

CONCLUSIONES

1. La intensidad, calor liberado por unidad de área, altura de las llamas y la velocidad de propagación del fuego se mantuvieron en los rangos adecuados para la aplicación de quemaduras prescritas.

2. El restablecimiento de las comunidades fúngicas en un bosque de

P. cubensis se logra de manera similar en corto período de tiempo cuando se aplica quema. Las especies más influenciadas en cada uno de los análisis fueron *Pisolithus-arhizus*, *Amanita-muscaria*, *Suillus-decipiens*, *Boletus-sp* y *Suillus-sp*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTONIN, V. y NOORDELOOS, M. E. A monograph of marasmioid and collybioid fungi in Europe. IHW-Verlag: Eching, Germany, 2010.
- ARRILLAGA, P., ITURRIOTZ, J. I. y LEKUONA, J. M. Setas del País Vasco. Del campo a la cocina. Aranzadi Spain: Ed. Fundación Kutxa. Soc. Cienc, Aranzadi Spain, 2000.
- BATISTA, C. Incêndio Florestal. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1990.
- BONET, J. A., FISCHER, C. R. y COLINAS, C. The relationship between forest age and aspect on the production of sporocarps of ectomycorrhizal fungi in Pinus sylvestris forests on central Pyrenees. Forest ecology and management, 2004, 203(1), 157-175.
- BUSCARDO, E. et al. Comunidades de hongos ectomicorrízicos en ambientes propensos al fuego: compañeros esenciales para el reestablecimiento de pinares mediterráneos. Ecosistemas, 2009, 18(2), 55-63.
- BYRAM, M. Combustion of forest fuel is Dvid, K.P. forest fire- controlahause and Use. New York: McGrau Hill, 1959. p 77-84.
- CAMINO VILARÓ, M.; MENA PORTALES, J. y MINTER, D.W. (2006). Hongos de Cuba. [en línea]. [Consultado 11 febrero 2017]. Disponible en: www.cybertruffle.org.uk/cubafung
- CLARIDGE, A.W., TRAPPE, J. M. y HANSEN, K. Do fungi have a role as soil stabilizers and remediators after forest fire. Forest ecology and management, 2009, 257, 1063-1069.
- DE RONDE, C. et al. Prescribed fire in industrial plantations. In: Goldammer, J.G. Fire in the Tropical Biota- Ecosystem and global Challenges. Berlin: Springer-Verlag, (EcologicalStudies, Vol. 84). pp. 216-272.
- DURÁN, F. et al. Influencia de quema prescrita en especies de hongos ectomicorrízicos en bosque natural de Pinus cubensis Grisib. Hombre ciencia y tecnología, 2014, 70, ISSN: 1028-0871.
- DURÁN, F.; MARTÍNEZ, L. Y PÉREZ, E. Influencia de quema en retroceso sobre indicadores forestales y poblaciones microbianas del suelo en bosque natural de Pinus cubensis Grisib. Hombre ciencia y tecnología, 2014, 69, ISSN: 1028-0871.
- FLORES, J. Y BENAVIDES, J. Quemadas controladas como una herramienta alternativa en el manejo forestal integral. In: Flores, J. Impacto ambiental de incendios forestales. (ed). Mundi Prensa México, S. A. de C. V. 2009. pp 317- 325.
- HERRY, A. et al. Bootstrapping in ecosystems. Bioscience, 1989, 39, 230-237.
- MARTÍNEZ, F., ORIA DE RUEDA, J. y ÁGREDA T. Manual para la gestión del recurso micológico forestal en Castilla y León 46. 2011. 451p. ISBN: 978-84-615-3138-7. <http://www.pacocastrocreativos.com>
- MOLINA, R., MASSICOTE, H. y TRAPPE, J. M. Specificity Phenomena in mycorrhizal simbioses: community-ecological concequences and practical implications. In: Allen, M.F. (ed.). Mycorrhizal functioning an integrative plant- fungal process. Chapman and Hall, New York. 1992. pp. 357-423.

NÁJERA, A. Curso internacional de protección contra incendios forestales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2000.

PÉREZ, E. et al. Determinación de la influencia de las quemadas prescritas en bosques de *Pinus cubensis* Griseb cuando son aplicadas para la restauración ecológica. III Simposio Internacional de Restauración Ecológica. Santa Clara, Cuba, 2010. ISBN: 978-959-250-600-8.

PÉREZ, E. Efectos de las quemadas prescritas en la regeneración natural de la especie *Pinus cubensis* Griseb. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Dr. en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca, 2012

RAMOS, M. Manejo del fuego. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 2010.

RODRÍGUEZ, F. Y MOLINA, J. Manual técnico para la modelización de la combustibilidad asociada a los ecosistemas forestales mediterráneos. España: Laboratorio de Defensa Contra Incendios Forestales, 2010.

SMITH, S. E. y READ, D. J. Mycorrhizal symbiosis. New York: Academic Press, 1997.

SMITH, S. E. y READ, D.J. Mycorrhizal symbiosis, 3rd edn. Academic, Amsterdam Taylor AFS, Alexander I (2005) The ectomycorrhizal symbiosis: life in the real world. *Mycologist*, 2012, 19, 102-112

The Nature Conservancy. Introducción a quemadas prescritas para áreas naturales protegidas. Belice: Iniciativa Global para el Manejo del Fuego, 2005.

URRUTIA, I. et al. Influencia de quemadas 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, 2010. ISBN: 978-759-16-1192-5.

URRUTIA, H. I. Quemadas prescritas: influencia en el comportamiento de los indicadores hidrológicos en la subcuenca hidrográfica número uno, asociada al río San Diego, Galalón. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Dr. en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca, 2012.

VÉLEZ, R. El fuego en los ecosistemas forestales del mundo. La defensa contra incendios forestales. Madrid: Editorial Mc Graw Hill, 2000.