

Influencia de la quema prescrita en especies de hongos ectomicorrizicos en bosque natural de *Pinus cubensis* griseb.

Influence of the prescribed burning in species of ectomicorrizic mushrooms in natural forest of *Pinus cubensis* griseb.

Autores: Ing. Francisco Durán-Manual¹, Dr. Luis Wilfredo Martínez-Becerra², Dr. Agustín Gallegos-Rodríguez³, Dr. Edelmys Pérez-Pereda¹, Est. Yasmany Suarez-Bataille¹, Est. Alexander Matos-Lobaina¹.

Organismo: Universidad de Guantánamo, Facultad Agroforestal de Montaña, Cuba¹. Universidad de Pinar del Río, Cuba². Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, México³.

E-mail: francisco@fam.cug.co.cu

Resumen.

Evaluación de la influencia de las quemaduras prescritas en especies de hongos ectomicorrizicos en bosque natural de *P. cubensis*. Las quemaduras se aplicaron en tres parcelas de 1000 m², utilizando el método de la parcela de 1m² determinando la cantidad de material combustible disponible, subdividiéndose en 6 parcelas de 500m², registrando todos los individuos un día antes y a partir de dos semanas posteriores al día de las quemaduras, con 9 repeticiones, intervalo de recogida de hongos de dos semanas. El material combustible mostró una reducción promedio total en el área de un 58,44 %. Los parámetros del comportamiento del fuego estuvieron dentro de los rangos establecidos de 145,04 Kcal/m/s⁻¹. En los hongos ectomicorrizicos se registraron 7 especies antes de las quemaduras, luego de las quemaduras, aparecen los primeros individuos, manteniendo un incremento estable en lo sucesivo, hasta sobrepasar los valores iniciales de hongos.

Palabras clave: hongos ectomicorrizicos; quemaduras prescritas; material combustible.

Abstract.

Evaluation of the influence of prescribed burnings in species of ectomicorrizic mushrooms in natural forest of *P. cubensis*. Burnings were applied in three parcels of 1000 m², using the method of the parcel of 1m² determining the quantity of available combustible material, being subdivided in 6 parcels of 500m², registering all the individuals one before day and starting from two later weeks to the burnings day, with 9 repetitions, interval of collection of mushrooms of two weeks. The combustible material showed a reduction total average in the area of a 58,44%. The parameters of the behavior of the fire were inside the established ranges of 145,04 Kcal/m/s⁻¹. In the ectomicorrizic mushrooms were registered 7 species before burnings, after that, the first individuals appear, maintaining a stable increment in the successive thing, until surpassing the initial values of mushrooms.

Keywords: ectomicorrizic mushrooms; prescribed burnings; combustible material.

Introducción.

El fuego es un factor importante, pero poco entendido, en la estructura y composición de casi todos los ecosistemas forestales (Bond y Wilgen 1996; Sanford et al. 1985). El cual ejerce una presión importante sobre las comunidades fúngicas, especialmente en los hongos ectomicorrizicos.

La micorriza es una de las simbiosis de mayor importancia en la estructura de funcionamiento de los ambientes terrestres. Especialmente las ectomicorrizas, son un componente de calidad ecofisiológica para el mantenimiento de los bosques. Al incrementar el área de absorción de las raíces, los hongos ectomicorrizicos originan un efecto benéfico en las plantas asociadas, aumentando la absorción de nutrimentos, principalmente N y P, en retribución, los hongos reciben carbono (C) de ellas (Read & Pérez, 2003). Siendo limitado este proceso cuando ocurren incendios forestales de intensidades indeterminadas, especialmente en ecosistemas de pinar, los incendios forestales son un suceso demasiado habitual. Estos incendios provocan fuertes cambios en el suelo, la vegetación y evidentemente en la composición fúngica de la zona. El establecimiento y posterior persistencia de las plantas van a estar significativamente afectadas por la poca presencia de determinados hongos. Especialmente los hongos ectomicorrizicos que juegan un papel fundamental en el restablecimiento de las comunidades vegetales después del incendio.

Por estas razones, el manejo del fuego en este tipo de ecosistema, a partir de la aplicación de quemadas prescritas; se convierte en una herramienta de manejo, garantizando evitar la ocurrencia y propagación de incendios forestales, además de posibilitar la sucesión de las comunidades fúngicas, por lo que se presenta como objetivo de la investigación: Evaluación de la influencia de las quemadas prescritas en especies de hongos ectomicorrizicos en bosque natural de *Pinus cubensis*.

Desarrollo.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en un bosque natural de *P. cubensis* perteneciente a la Unidad Empresarial de Base Silvícola (UEB), Empresa Forestal Integral Guantánamo, en la localidad Monte Llano, municipio Yateras, provincia Guantánamo, en el lote 8, rodal 21. En la coordenada X 686,250 y la Y 194,250. En el período comprendido desde enero de 2012 a octubre de 2013.

Diseño experimental: se utilizó un diseño completamente aleatorio, evaluando el comportamiento del fuego y los efectos de este sobre el material combustible disponible y especies de hongos ectomicorrizicos, influenciada por las quemadas prescritas. Debido a esto fue necesario combinar en el mismo lugar distintos tipos de parcelas. Se aplicó quemadas 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; dividiéndose estas parcelas en 6 subparcelas de 500 m², además evaluando en estas la influencia del fuego sobre riqueza y diversidad en especies de hongos ectomicorrizicos con la aplicación de las quemadas prescritas.

Procedimiento para estimar la cantidad de material combustible: 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 Martínez (2006).

Evaluación del comportamiento del fuego: se determinaron los parámetros del comportamiento del fuego (intensidad del fuego (I) a través de la fórmula descrita por Byram (1959), altura de las llamas (L) se determinó a través del método propuesto por Alexander (1982); citado por Martínez (2006), calor liberado por unidad de área (Ha) por la fórmula descrita por Soares, (1985) citada por Ramos (2010) y la velocidad de propagación (r).

Determinación de la influencia de las quemas prescritas en especies de hongos ectomicorrizicos: el trabajo de recolección se realizó en cada una de las 6 parcelas de 500m² registrando todos los individuos un día antes de la aplicación de la quema y a partir de dos semanas posteriores al día de la quema. Efectuándose 9 repeticiones con un intervalo de recogida de muestras de dos semanas. Se transportaban al laboratorio y eran procesados antes de 24 horas.

En cada muestreo se recolectaron todas las especies fúngicas encontradas dentro de los límites de la parcela. De cada especie se anotó el número de carpóforos recogidos. El carácter ectomicorrizico de los hongos colectados se basó en la clasificación de Molina *et al.* (1992). Se obtuvieron datos sobre diversidad, riqueza y se realizó un análisis multivariante de la varianza con los datos número de individuos y biodiversidad (Índice de Shannon y riqueza).

Resultados y discusión

Variación de la cantidad de material combustible disponible: en el área los materiales combustibles disponibles fueron hojarascas, acículas, gramíneas y dicotiledóneas herbáceas, con cobertura del 100 %, así como ramas secas finas. El tamaño de la muestra arrojó como resultado 12 parcelas de 1 m², con un error relativo de 16,21 %.

En la tabla 1 se observa el peso seco de la cantidad de material combustible por unidad de área en (g.m⁻²) antes de las quemas, donde se observa que la mayor cantidad corresponde a las misceláneas.

Tabla 1. Peso seco del material combustible por unidad de área en (g.m⁻²) antes de las quemas.

Tipo	N	Peso (g/m ⁻²)	Desviación Std.
Verde (g.m ⁻²)	12	164,82	16,21
Misceláneas (g.m ⁻²)	12	2197,11	169,75
Clase I (g.m ⁻²)	12	236,95	14,98
Clase II (g.m ⁻²)	12	194,67	11,02
Total		2793,55	

El peso seco del material combustible antes de la quema por parcela y tipo de material combustible se observa en la tabla 2, se realizó un análisis de varianza por parcela de 1 000 m² y tipo de combustible, determinando que no existían diferencias significativas entre las parcelas, lo que indica la homogeneidad de estas.

En la figura 3 se observa el material combustible en el área de estudio antes de aplicar las quemas prescritas, la que muestra una elevada cantidad de misceláneas. 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.

Tabla 2. Peso seco en g.m⁻² de los materiales combustibles disponibles antes de las quemas prescritas por parcela.

Tipo	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Media
Verde	164,6 ^a	165,99 ^a	163,9 ^a	164,82
Misceláneas	1 852,2 ^a	2 561,0 ^a	2 178,1 ^a	2 197,11
Clase I	244,0 ^a	233,0 ^a	233,9 ^a	236,95
Clase II	227,0 ^a	167,1 ^a	189,9 ^a	194,67
Total	2 487,76	3 127,104	2 765,776	2 793,55

Letras iguales en fila indican que no existen diferencias significativas por la prueba Bonferroni $p \leq 0,05$.

La cantidad de material combustible promedio es de 2 793,55g.m⁻², lo que equivale aproximadamente a 27,93 t.ha⁻¹, según la clasificación de Julio (1996) es media.

En la Figura 3 se 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.

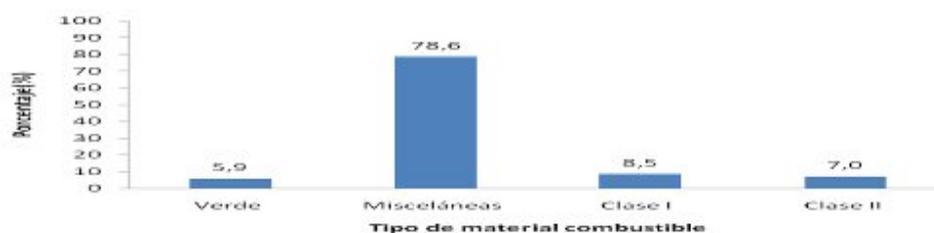


Figura 3. Porcentaje de material combustible por tipo antes de la quema.

En la tabla 3 se muestra el peso seco del material combustible por parcela después de las quemas prescritas, la cantidad promedio es de 1 161,07 g.m⁻², lo que equivale a 11,61 t.ha⁻¹.

Tabla 3. Peso seco en g.m⁻² del material combustible disponible después de las quemas prescritas.

Material combustible (g.m ⁻²)				
Tipo	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Media
Verde	0	0	0	0
Misceláneas	935,8	917	879,3	910,7
Clase I	118,3	126,3	124,5	123
Clase II	133,8	125	123,2	127,3
Total	1 617,8	1 379,3	1 768,9	1 161,07

También se puede observar el grado de reducción en la figura 4. Se logró 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.

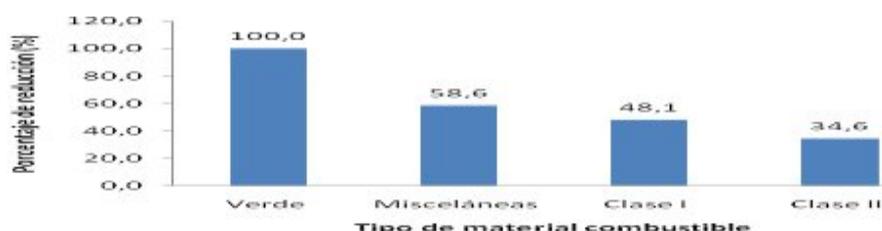


Figura 4. Porcentaje de reducción de los materiales combustibles después de las quemas.

Ramos (2010), afirma que generalmente en las quemas prescritas se consume entre 50 y 90 % del material menor de 7,5 cm de diámetro. Urrutia *et al.* (2010) observó al aplicar quemas prescritas en bosques mezclados de *Pinus tropicalis* y *Pinus caribaea* que la mayor cantidad de material correspondía a las misceláneas, la cantidad promedio total antes de las quemas prescritas fue de 2 182,81 g.m⁻², logrando una reducción después de estas del 88 %.

En la tabla 4 se muestra el análisis de varianza por tipo de combustible, antes y después de las quemas, donde se observa que el fuego disminuyó significativamente los tipos de combustibles, con esta disminución se garantiza que las semillas puedan tener contacto con el suelo mineral y germinar, ya que el porcentaje de cobertura del material combustible en el suelo disminuyó hasta el 58,44 % como promedio.

La figura 5 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.

Tabla 4. Cantidad de material combustible promedio por parcela antes y después de las quemas en g.m⁻².

Tiempo	Verde (g.m ⁻²)	Misceláneas (g.m ⁻²)	Clase I (g.m ⁻²)	Clase II (g.m ⁻²)	Total
Antes de las quemas	164,82 ^a	2 1971,1 ^a	236,95 ^a	194,67 ^a	2 793,55 ^a
Después de las quemas	0	910,7 ^b	123 ^b	127,3 ^b	1 161,07 ^b

Medias seguidas por diferentes letras en columna difieren entre sí por la prueba de "t" para p≤0,05.

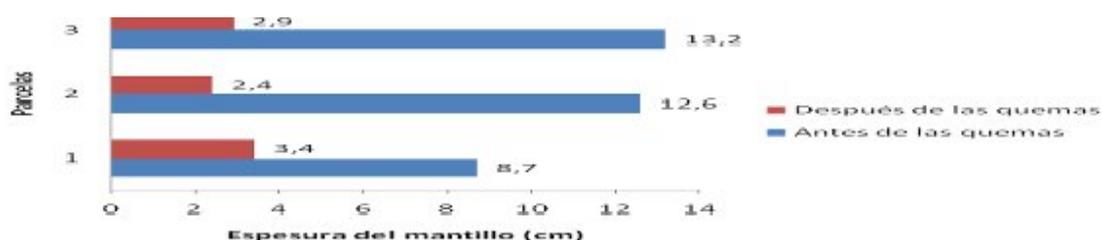


Figura 5. Media de la espesura total del mantillo en (cm) antes y después de las quemas.

Parámetros del comportamiento del fuego

En la tabla 5 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 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 elliotii* en el Sur de los EUA.

La intensidad del fuego se clasifica de media según Rodríguez *et al.* (2010), los autores plantean que entre 101 y 500 kcal.m⁻¹.s⁻¹ la intensidad es media. Estos resultados son similares a los obtenidos por Julio y Giroz (1975), los autores realizaron diversos experimentos con quemas controladas en plantaciones de *Pinus sp* en Valdivia, Chile, la intensidad del fuego en estas quemas entre 18 y 450 kcal.m⁻¹.s⁻¹. Martínez *et al.* (2008) observaron que la intensidad promedio fue de 31,15 kcal.m⁻¹.s⁻¹.

En el caso de la velocidad de propagación se mantuvo en los rangos descritos por Wade y Lunsford (1989), los autores afirman que las quemas contra el viento avanzan con velocidades entre 0,0056 y 0,0167 m.s⁻¹, logrando así menor intensidad del fuego y longitud de las llamas. En la parcela 2 la velocidad de propagación del fuego fue media y en las parcelas 1 y 3 lenta, de acuerdo con la clasificación Botelho y Cabral (1990). Batista (1995) obtuvo valores similares a los obtenidos en esta investigación para la velocidad de propagación en plantaciones de *Pinus taeda*. Grodzki (2000) citado por Batista (2008) observó que la velocidad promedio en quemas prescritas en bosques de *Mimosa scabrella* Benth. Fue de 0,041 m.s⁻¹.

Tabla 5. 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.

Los resultados de esta investigación son similares a los obtenidos por Martínez (2006) en *Pinus tropicalis*. Por otra parte, Vega *et al.* (2000), obtuvieron una longitud de llama entre 0,30 a 1,50 metros en pinares de Andalucía y Galicia, en España.

La altura promedio del fuste limpio de *Pinus cubensis* en las parcelas quemadas eran superiores a los 9,6 m, no se registraron daños considerables en las copas de los individuos. Como los parámetros del comportamiento del fuego estuvieron dentro de los rangos previstos, se garantizó que se cumplieran los objetivos y que el fuego provocara la menor cantidad de daños al ecosistema especialmente actividad microbiana del suelo que juega un papel vital en la descomposición de materia orgánica y el reciclaje de nutrientes en el suelo.

Influencia del fuego sobre riqueza y diversidad especies de hongos ectomicorrizicos con la aplicación de quemas prescritas

Tabla 6. Riqueza y diversidad de especies de hongos ectomicorrizicos durante los muestreos (índice de shannon).

Index	MAQ	M 15 días DQ	M 30 días DQ	M 45 días DQ	M 60 días DQ	M 75 días DQ	M 90 días DQ	M 105 días DQ	M 120 días DQ	M 135 días DQ
Shannon H' Log Base 10,	0,83	0,29	0,7	0,81	0,83	0,88	0,9	0,899	0,9	0,896
Shannon Hmax Log Base 10,	0,85	0,3	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,903	0,9	0,903
Shannon J'	0,99	0,95	0,9	0,89	0,92	0,98	0,99	0,995	0,99	0,992

El análisis de la figura 6 corrobora el análisis anterior de la tabla 6, la tendencia de los tres índices que se analizan a nivel de comunidad fúngica muestra una notable dinámica de recuperación, donde se percibe la disminución de las especies fúngicas durante los primeros 15 días luego de las quemas prescritas, sin embargo ya a los 30 días se acerca mucho a sus valores iniciales antes de las quemas y ya a los 75 días supera los valores iniciales, manteniendo en lo sucesivo estabilidad en cuanto al número de individuos por especies. Razón por la cual cuando se usa la quema prescrita como una herramienta de manejo en este tipo de ecosistema no provoca cambios significativos en la composición fúngica e inclusive luego de la perturbación afloran especies como el *Pisolithus arrizus*.

Según los resultados de esta investigación y lo planteado por (Perry et al. 1989), esta especie de hongo ectomicorrizico es muy resistente a condiciones de sitios perturbados por el fuego. Resultados similares fueron obtenidos por (Pritchett, 1986) donde plantea que la influencia del fuego produce una disminución considerable en las especies de hongos ectomicorrizicos, seguido de un rápido incremento, durante los siguientes cuatro meses a partir de la quema.

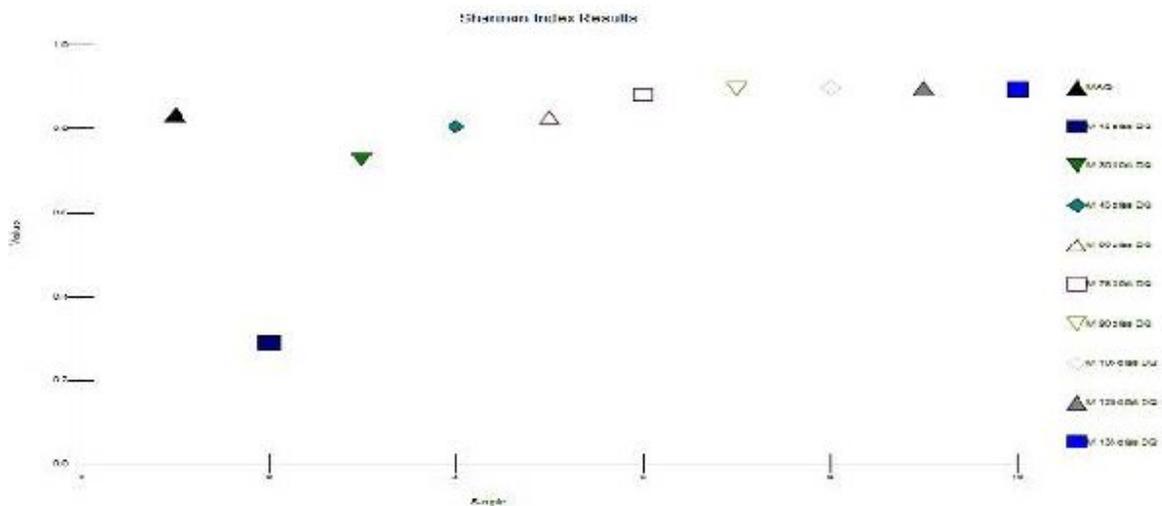
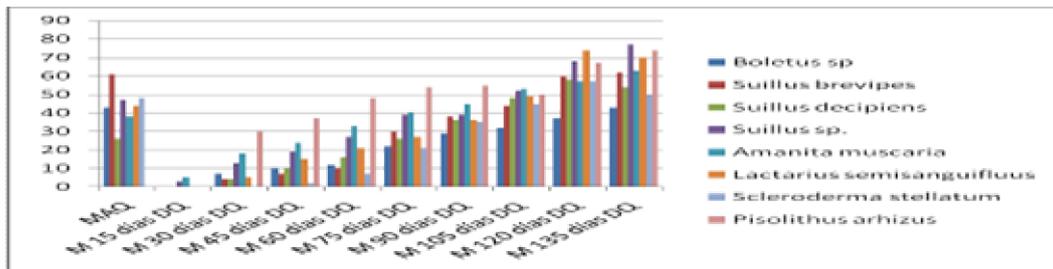


Figura 6. Distribución de especies de hongos ectomicorrizicos durante los muestreos (índice de shannon).



MAQ: Muestreo antes de la quema, M: Muestreo, DQ: Después de la quema.

Figura 7. Fluctuación de las especies de hongos ectomicorrizicos con la aplicación de quemas prescritas.

La figura 7 muestra la fluctuación de las especies de hongos ectomicorrizicos con la aplicación de quemas prescritas. Donde antes de la quema se registraron 7 especies de hongos ectomicorrizicos, en el caso del *Suillus brevipes* MAQ, registra la mayor población disminuyendo con las quemas y luego los 30 días aparecen los primeros individuos y experimentando un crecimiento durante los sucesivos muestreos, cosa similar sucede con *Amanita muscaria*, *Suillus decipiens*, *Suillus sp.*, *Lactarius semisanguifluus* y *Boletus sp*, por otra parte el *Scleroderma stellatum*, luego de la perturbación disminuye su población y solo aparecen los primeros individuos a los 45 días DQ, aunque se restablece a sus niveles iniciales.

Sin embargo en el MAQ no se registró el *Pisolithus arhizus*, pero en el muestreo de los 30 días registró los mayores valores en el total de las parcelas, manteniendo esta condición durante lo sucesivo de los muestreos, por lo que se puede inferir que esta especie se plorifera sin dificultad en estas condiciones de suelo perturbado, esto corroborado por (Perry et al. 1989).

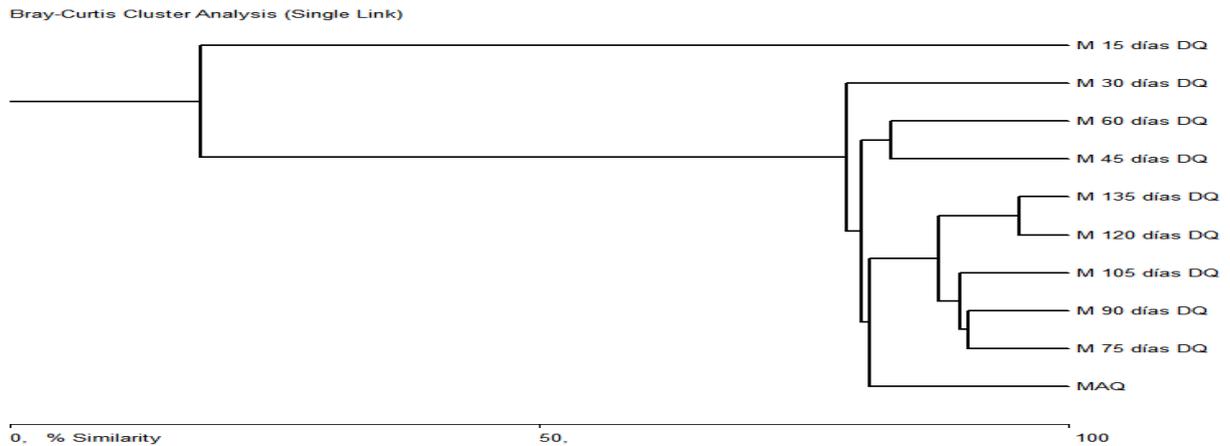


Figura 8. Dendrograma de similaridad de la dinámica de recuperación de especies de hongos ectomicorrizicos obtenido por el análisis de conglomerados mediante la medida de similitud de Bray Curtis.

El análisis del conglomerado permitió distinguir cuatro agrupaciones de acuerdo a la composición y abundancia de las especies de hongos ectomicorrizicos en cada una de las parcelas, por cada uno de los momentos de muestreo. El grupo I y IV se encuentran en extremos opuestos esto debido a que luego de la aplicación de las quemas, las poblaciones experimentaron en descenso inmediato, el grupo II contiene los muestreos de 30, 45 y 60 días sucesivamente, igualmente ocurre en el grupo III que agrupa los muestreos restantes.

Conclusiones.

- Antes de aplicar la quema, la cantidad de material promedio total de material combustible era elevada de la que se redujo el 58,44 % como promedio, lo que evita la ocurrencia de incendios y favorece la regeneración natural.
- Los parámetros del comportamiento del fuego estuvieron dentro de los rangos establecidos para quema prescrita lo que garantiza que el fuego provocara el mínimo de daño al ecosistema.
- El uso de quemas prescritas como una herramienta de manejo en bosque de *Pinus cubensis*, no provoca cambios significativos en especies de hongos ectomicorrizicos, sin embargo propicia la aparición de nuevas especies tales como el *Pisolithus arrizus*.

Bibliografía.

- 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. Tesis presentada como requisito parcial a obtención de grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Curitiba.
- 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.

- Julio, G., Giroz, G. (1975). Notas sobre el comportamiento del fuego y su aplicación en el control de incendios forestales. *Bosque*, 1 (1), 18-27.
- Kauffman, B., Martín, E. (1989). Fire behavior, fuel consumption, and forest-floor changes following prescribe understory fires in Sierra Nevada mixed conifer forest. *Ottawa*, 19, 455-462.
- Martínez, L.; Bonilla, M.; Ramos, M.; Cabrera, J., Nasco, A. (2008). Quemadas prescritas en plantaciones de *Pinus caribaea* var. *caribaea* en Viñales, Cuba. V Simposio Internacional de Manejo Forestal Sostenible, Pinar de Río. Memorias del evento.
- Martínez, L. (2006). Uso de quemadas prescritas en bosques naturales de *Pinus tropicalis* Morelet en Pinar del Río. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río, Hermanos Saíz Montes de Oca, 108.
- Pérez, E.; Cobas, G.; Lorez, Y., Tamayo, W. (2009). Diagnóstico de bosques de *Pinus cubensis* Griseb para la aplicación de quemadas prescritas. IV Encuentro Internacional por el Desarrollo Forestal Sostenible, Palacio de las Convenciones de La Habana. Cuba.
- Pérez, E.; Martínez, L.; Ramos, M., Tamayo, W. (2010). Determinación de la influencia de las quemadas prescritas en bosques de *Pinus cubensis* Griseb. *Baracoa en el portal de la FAO*, 29.
- Sharma.G. D. (1981). Effect of fire on soil microorganisms in a Meghalaya pine Forest Falia. *Microbial (Praha)*, 26(4).

Fecha de recibido: 22 ene. 2014

Fecha de aprobado: 18 mar. 2014