

IV CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Mesa temática: 6

EVALUACIÓN DE QUEMAS PRESCRITAS EXPERIMENTALES EN BOSQUES NATURALES DE *PINUS TROPICALIS* MORELET, EN PINAR DEL RÍO. CUBA

LUIS WILFREDO MARTÍNEZ- BECERRA; MARCOS PEDRO RAMOS- RODRÍGUEZ; IRIS CASTILLO- MARTÍNEZ Y MARTHA BONILLA- VICHOT

Departamento Forestal, Facultad de Forestal y Agronomía, Universidad de Pinar del Río, Apartado Postal 268. Pinar del Río 1, C. P. 20100. Cuba.. Tel. (53) (82) 779661. Fax (53) (82)779353. Correo-e: wmartinez@af.upr.edu.cu

Resumen

El experimento se desarrolló en la Empresa Forestal Integral “La Palma”, provincia Pinar del Río, Cuba. Su objetivo fue evaluar las quemadas prescritas experimentales en bosques naturales de *Pinus tropicalis* Morelet. La intensidad se estimó a través de la ecuación de Byram ($I=H*w*r$), presentando una variación entre 136 y 1344 kW.m⁻¹. La velocidad de propagación se estimó manualmente midiendo con un cronometro el recorrido del fuego hasta llegar al final de la parcela comportándose la misma entre 0,00612 a 0,052 m.s⁻¹. Se ubicaron cuatro parcelas de 1000 m². Una fue el testigo y en las restantes se aplicó quema. Para la obtención de los datos fueron colocados, aleatoriamente, cinco puntos de muestreo en cada parcela. Una semana antes, una después y al año de aplicada la quema prescrita, se tomaron muestras de suelo a profundidades de 0 a 10 cm y de 10 a 20 cm. Los datos se analizaron a través de pruebas de comparación de medias (ANOVA). Los resultados muestran un ligero aumento (no significativo) para el pH, el P₂O₅ (fósforo cambiante), el Mg y el K (potasio asimilable), al año de efectuada la quema, por otra parte disminuyeron no significativamente el K₂O (cambiante), la materia orgánica (MO) y el Ca. Al año de efectuada la quema aumenta significativamente el contenido de Na, disminuyendo significativamente la acidez hidrolítica y la capacidad de cambio catiónico a las dos profundidades antes y después de la quema. La relación entre los nutrientes del suelo se encuentra dentro de los rangos típicos de estos suelos pobres.

PALABRAS CLAVE: incendios forestales, fuegos prescritos, nutrientes minerales, manejo del fuego.

INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales son una amenaza constante y el riesgo y la intensidad aumenta en función de la extensión del área y la edad de los rodales. No obstante, a pesar del riesgo y el problema que causa, el fuego (BATISTA, 1995) es utilizado de forma controlada y prescrita, como un instrumento útil y barato en diversas actividades forestales y agrícolas, prácticamente en todas las regiones del mundo.

La acumulación de material combustible sobre el piso de los rodales de pinos a lo largo de los años aumenta drásticamente el riesgo de incendios. Una de las alternativas para disminuir este riesgo o disminuir el potencial de daños de los incendios es reducir periódicamente la cantidad de material combustible en el interior de los rodales a través de la quema prescrita, práctica que no se utiliza en Cuba principalmente por el temor a los posibles efectos negativos del fuego, pero que si es muy utilizada en varias partes del mundo con distintos objetivos destacándose entre ellos favorecer la regeneración natural de determinadas especies y disminuir el riesgo de incendios forestales entre otros

En Cuba existen cuatro especies de pinos, una de estas especies es el Pino Hembra o Pino Blanco (*Pinus tropicalis* Morelet). BETANCOURT (1987) señala que esta especie está confinada a los sitios ecológicamente extremos, y en lugares donde los suelos son más pobres y secos, forma rodales puros o casi puros, pero en otros más fértiles al pie de las laderas está asociado al *Pinus caribaea* Morelet variedad *caribaea*. SAMEK (1967) refiriéndose a esta especie plantea que es el más heliófilo de los pinos cubanos, por lo tanto requiere una gran cantidad de luz para su germinación y desarrollo, lo que indica que su regeneración natural solo es posible en lugares soleados. Las características anotadas

anteriormente, unido al bajo poder germinativo de sus semillas, y su lento crecimiento en los años iniciales después de la plantación, ha traído por resultado que los productores no la seleccionen para sus planes de reforestación.

Otra situación que debe tenerse en cuenta es que la provincia de Pinar del Río es la que muestra en el país los valores más elevados de incendios y de áreas afectadas por estos, con la particularidad de que según datos facilitados por el Cuerpo de Guardabosques (CGB) en la provincia, en los últimos 10 años (1993 a 2002) el 69,83 por ciento de los incendios ha ocurrido precisamente en bosques de pinos en los cuáles se reporta el 79,42 por ciento de las áreas afectadas por estos fenómenos (CGB, 2004).

En correspondencia con todo lo anterior parece ser razonable utilizar quemas prescritas en bosques naturales de *P. tropicalis* Morelet. Esto puede disminuir el riesgo de incendios en los bosques de la especie por la disminución de la carga de material combustible y facilitar su regeneración natural si se aplica antes de la maduración y apertura de los conos. No obstante, primero debe experimentarse suficientemente observando los efectos que esta práctica pueda producir. En este sentido, el objetivo general de la presente investigación fue evaluar las quemas prescritas experimentales en bosques naturales de *Pinus tropicalis* Morelet, en Pinar del Río. Cuba.

MÉTODOLOGÍA

Área de estudio

El experimento se ubicó en un bosque natural de *Pinus tropicalis* Morelet, perteneciente a la unidad silvícola de “Caiguanabo”, Empresa Forestal Integral “La Palma”, Pinar del Río, situada en los 22° 41' de latitud norte y los 83° 27' de longitud oeste, con una elevación media de 100 m.s.n.m. y una pendiente del 13 por ciento.

El rodal se caracteriza por presentar una altura media del arbolado de 12 m, un diámetro medio de 18 cm y una cobertura del 100 por ciento. Encontrándose en la etapa de desarrollo de latizal alto.

El clima es Aw (tropical húmedo) según KOEPPEN (1936), citado por WADSWORTH (2000) con un periodo húmedo (mayo – octubre) y otro poco lluvioso (noviembre – abril). El suelo (FUNDORA, 1994 y MINAGRI (Ministerio de la Agricultura), 1984) corresponde al tipo ferralítico cuarcítico amarillento típico, fuertemente desaturado (<40%), muy profundo (>100 cm), medianamente humificado (2,0 – 4,0%), de textura limo arenoso con poca graviliosidad (<2,0%), presentando una pendiente de 16,1 – 30% (alomado) y poco montañoso. Pertenece a la serie Herradura y posee baja capacidad de cambio catiónico, por lo que el contenido de materia orgánica es bajo al igual que su fertilidad natural. Siendo el pH ácido.

La humedad relativa y la temperatura del aire el día de la quema prescrita experimental se muestran en la Figura 1. Estos parámetros están dentro del rango admisible para realizar una quema prescrita según BATISTA (2000). La temperatura es un factor básico del clima que debe tomarse en consideración. La misma determina el estado del combustible forestal, siendo su principal efecto el secado del mismo, teniendo un efecto muy directo sobre los combatientes. Otro factor importante es la humedad relativa, un indicador del porcentaje de saturación del aire a una temperatura determinada. Por esto, si la humedad relativa es alta esto significa que hay un alto contenido de humedad en el aire, lo que aumenta el contenido de humedad del combustible (HEIKKILÄ *et al.*, 1993).

Material combustible

En la tabla 1, se presentan los valores obtenidos para el peso seco del material combustible disponible antes de la quema, en cada una de las parcelas, de acuerdo a la clasificación utilizada. Las muestras del material combustible seco colectado antes de la quema alcanzan para las parcelas 2, 3 y 4, totales de 0,97; 1,49 y 1,29 kg.m⁻² respectivamente. A estos resultados se le aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis. Se obtuvo que no existe diferencia significativa entre ellos (p<0,05). De acuerdo con JULIO (1996) estos resultados pueden clasificarse entre bajos y medios

En la tabla 2, se muestra la reducción de los valores de la cantidad de material combustible después de realizada la quema.

Después de la quema se logró una reducción del peso del material combustible de un 87,8 %, la mayor reducción se obtuvo en la clase de material combustible verde con el 100 %, producto de la deshidratación de las hojas causadas por los gases calientes y las altas temperaturas. Las misceláneas se redujeron en un 98 %, por ser el material más fino y de fácil propagación del fuego. Las clases 2 y 3 se redujeron entre un 53 y 59 % respectivamente, logrando una reducción total de la cantidad de material combustible de un 87,8 % en las áreas quemadas.

SAKETT (1980) obtuvo en plantaciones de *Pinus ponderosa* reducción del material combustible total entre un 43 y un 65 %. Por otra parte GOLDAMMER (1982) logró una reducción del 48 % del material combustible depositado en el piso de una plantación de *Pinus elliottii* en Paraná, utilizando quema controlada de baja intensidad. Por su parte BATISTA (1995) logró reducir el material combustible en plantaciones de *Pinus taeda*, entre 17 y el 53 %, utilizando quemas controladas a favor y en contra del viento respectivamente.

Evaluación del comportamiento del fuego durante la quema.

En la tabla 3, se describen niveles de intensidades asociados con el comportamiento del fuego, estos valores pueden clasificarse de la forma siguiente: las parcelas dos y cuatro de optima variación y la parcela tres de limite máximo de intensidad de quema, según WADE (1986), citado por DE RONDE *et al.*, (1990).

JULIO y GIROZ (1975) realizaron diversos experimentos con quemas controladas en plantaciones de *Pinus sp.* en Valdivia, Chile, variando la intensidad del fuego en esta quema entre 18 y 450 kcal.m⁻¹.s⁻¹. SOARES (1996) afirma que para plantaciones de *Pinus* la intensidad máxima aceptable es de 120 kcal.m⁻¹.s⁻¹ (≈501,6 kW.m⁻¹) Es obvio que estos valores se refieren para plantaciones adultas.

La cantidad de calor liberada y la velocidad de propagación por parcelas y tipos de quema se representan en la tabla 3. El calor liberado en cada una de las parcelas quemadas fue relativamente alto en comparación con resultados obtenidos por BATISTA (1995), que oscilaron entre 1500 y 2500 kcal.m⁻².

BATISTA (1995) obtuvo valores similares para la velocidad de propagación del fuego en plantaciones de *Pinus taeda* para las quemas a favor del viento, que normalmente representan una mayor velocidad debido a la influencia del viento. En la tabla 3, las parcelas dos y cuatro se clasifican de una propagación lenta y la parcela tres de media, según RIGOLOT (1990). JOHANSEN (1975) encontró velocidades entre 0,0762 y 1,09 m.s⁻¹ en quemas a favor del viento en plantaciones de *Pinus elliottii*.

La longitud de la llama en las parcelas fue relativamente baja. Estos resultados coinciden con FLORES y BENAVIDES (1994) para bosques de pino en Jalisco, obteniendo altura de llama de 0,5 m, para quemas en retroceso y hasta 5 m, para quemas en avance.

VALORACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA QUEMA EN EL SUELO

La tabla 4 muestra el resultado del análisis de varianza realizado para las características químicas y biológicas consideradas. Solo se encontró diferencia significativa para los resultados del sodio, la acidez hidrolítica y la capacidad de cambio catiónico.

El pH entre las áreas quemadas y sin quemar no fue significativo. Resultados similares han encontrado BATISTA (1995); DE RONDE, *et al.* (1990) y SOARES (1990). Estos autores plantean que el efecto del fuego en el pH decrece con la profundidad del suelo manteniéndose casi en los

mismos niveles un año después de realizar la quema.

Cuando la materia orgánica del suelo es quemada, las sustancias netas contenidas son liberadas en forma de óxidos o carbonatos que generalmente presentan reacción alcalina. De ese modo, cuando las cenizas son depositadas en el suelo la tendencia es a disminuir la acidez. SOARES (1985) describe experimentos de quema controlada donde la acidez fue reducida en dos a tres unidades de pH, volviendo a la normalidad cinco años después de la quema.

De acuerdo con WELLS *et al.*, (1979) la acidez en las camadas superficiales del suelo es reducida por la quema, como un resultado de la liberación de los cationes básicos por la combustión de la materia orgánica y los minerales. El pH en el suelo es elevado temporalmente dependiendo de la cantidad de cenizas liberadas, del pH original, de la composición de las cenizas y de la humedad local. Por su parte BENÍTEZ (2003) encontró en parcelas quemadas de *Pinus caribaea* Morelet, valores de pH cercano a la neutralidad (6,6). En cuanto al fósforo ocurrió un incremento no significativo después de un año en las parcelas quemadas, lo contrario del K₂O, que decreció. BENÍTEZ (2003) refiere incrementos en la disponibilidad de fósforo, potasio, calcio y magnesio de valores relativamente altos en plantaciones de *P. caribaea*.

Los diversos cationes del suelo se encuentran de forma deficiente, tanto en el 2002 como al año de realizar la quema, el Ca, Mg y K, no experimentaron alteraciones significativas después de la quema, no ocurriendo lo mismo con el Na, que sí varió significativamente después del año de quemado (tabla 5). DE BANO (1989) afirma que grandes cantidades de algunos nutrientes, tales como N, S y P pueden ser volatilizados durante un incendio. Cationes, tales como Ca, Mg, K y Na, no son volatilizados, sin embargo, pequeñas cantidades podrán ser transferidas del sitio por el humus.

SOARES (1990) analizó los efectos de la quema controlada en poblaciones de *Pinus caribaea* y *Pinus oocarpa*. Los resultados indicaron que la concentración del N en la hojarasca fue reducida entre un 44 y 39,2 % y el P de 45 y 41,6 %, respectivamente. Los otros elementos analizados (K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, y B) aumentaron sus concentraciones después de la quema, excepto el Ca en el rodal de *P. caribaea*. Todos los elementos disponibles (mineralizados) aumentaron significativamente en la camada superior del suelo, después del fuego, retornando a los niveles anteriores después de 7 meses.

MAAGS (1988) evaluó algunos efectos de quema controlada en plantaciones de *Pinus elliottii* en el sudeste de Queensland, Australia. Los resultados demostraron que una única quema controlada redujo hasta el 52 % de la biomasa total. La biomasa y las cantidades de N, P, Na y Mg fueron significativamente menores en el piso del bosque quemado hasta 1,5 – 2,5 años después de la quema, más las diferencias declinaron rápidamente, y después de tres años ningún efecto de la quema fue evidente.

Existe información sobre el efecto de quemas prescritas de baja intensidad en algunas propiedades químicas de suelos de *Pinus hartwegii*, erosión y escorrentía, que ha sido obtenida por AGUIRRE (1978) y AGUIRRE Y REY (1980), citados por RODRÍGUEZ (2002) quienes refieren para suelos andosoles mólicos, de textura franco arenosa, ricos en materia orgánica, ácidos (pH = 5.5) a neutros (pH = 7), ricos en nitrógeno y fértiles, que el fuego a baja intensidad no provocó cambios significativos en pH, pero que sí se registró una pequeña pérdida de nitrógeno por volatilización. El fósforo aumentó del intervalo trazas a 5,04 ppm (partes por millón), hasta 1,57 a 7,42 ppm; el Ca aumentó del intervalo 1,755 a 3,406 ppm, hasta 2,145 a 3,900 ppm; también refieren aumentos en K, Mg y un ligero incremento en Na.

CONCLUSIONES

El fuego con los valores de intensidad lineal, calor liberado por unidad de área, velocidad de propagación y longitud de las llamas con que se practicaron las quemas permitió reducir en un 87,8 % la cantidad de material combustible y no se provocaron cambios de significación sobre las características químicas y biológicas del suelo. Esto sugiere la posibilidad de utilizar este método para manejar la regeneración natural del *Pinus tropicalis* Morelet y/o disminuir el riesgo de incendios

en estos bosques.

BIBLIOGRAFÍA

- 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 Doutor em Ciências Florestais. Curitiba. 108p.
- BATISTA, A.C.; REISSMANN, C.B. & SOARES, R.V.; 2000. Efeitos da queima controlada sobre algumas propriedades químicas do solo em um povoamento de *Pinus taeda* no município de Sengés – PR. *Floresta Br* 27 (1-2): 59-70. Junho e Dezembro.
- BENITEZ, H.; 2003. Regeneración natural de *Pinus caribaea* var. *caribaea* mediante talas rasas en fajas alternas. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en ciencias ecológicas. Programa doctoral conjunto. “Desarrollo sostenible de bosques tropicales: manejo forestal y turístico”. Universidad de Alicante y Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río. 2003.
- BETANCOURT, A.; 1987. Silvicultura especial de los árboles maderables tropicales. Editorial científico técnico. Ciudad de la Habana. p. 427.
- CGB; 2004. Informe anual del cuerpo de guardabosque de la República de Cuba. Pinar del Río. 12 pp.
- DE BANO, L.F.; 1989. Effects of fire on chaparral soils in Arizona and California and post fire management implications. Symposium on Fire and Watershed Management. Sacramento, U.S.D.A. Forest Service, Berkeley, p. 55-62.
- DE RONDE, C.; GOLDAMMER, J.G.; WADE, D.D. & SOARES, R.V.; 1990. Prescribed fire in industrial plantations. In: Goldammer, J.G. *Fire in the Tropical Biota-Ecosystem and global Challenges*. Berlin: Springer-Verlag, p.216-272, (Ecological Studies, Vol. 84).
- FLORES, J.G. y BENAVIDES, J.; 1994. Influencias de dos tipos de quemas controladas en bosque de pino en Jalisco. INIFA. Folleto Técnico número 5. Guadalajara. 12 p.
- FUNDORA, O.; 1994. Edafología, Editorial Pueblo y Educación, La Habana. 340 p
- GOLDAMMER, J.G.; 1982. Controlled burning for stabilizing pine plantations. In: Nao, T. Van. *Forest Fire Prevention and Control*. United Nations Economic Commission for Europe. Poland, p.199-207.
- HEIKKILA, T.V., GRONOVIST, R. & JURVÉLIUS, M.; 1993. Handbook on forest fire control. A guide for trainers. Forestry Training Programme, Publication 21. Helsinki, 239 p.
- JOHANSEN, R.W.; 1975. Prescribed burning may enhance growth of young slash pine. *Journal of Forestry*, Washington, v73, n3, p.148-149.
- JULIO, G. y GIROZ, G.; 1975. Notas sobre el comportamiento del fuego y su aplicación en el control de incendios forestales. *Bosques*. V.1, n. 1 p. 18-27.
- 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 –129 p.
- MAAGS, J.; 1988. Organic matter and nutrients in the forest floor of a *Pinus ellioti* plantation and some effects of prescribed burning and superphosphate addition. *Forest Ecology and Management*. Amsterdam. V23. p 105-109.
- MINAGRI.; 1984. Suelos de la provincia de Pinar del Río. Editorial Científico-técnico. Ciudad de la Habana.
- RIGOLOT, E.; 1990. A técnica do fogo controlado. Alto Douro:Universidade de Tras-Os-Montes e Alto Douro, p. 35-48.
- RODRÍGUEZ, D. A.; 2002. Ecología del fuego en el ecosistema de *Pinus hartwegii* Lindl. Trabajo presentado en el II SINFOR. Universidad de Pinar del Río. Cuba. 24 p.
- SACKETT, S.S. 1980. Reducing natural ponderosa pine fuels using prescribed fire: two case studies. Research note, Fort Collins, USDA. Forest Service, RM-392, 5p.
- SAMEK, S.; 1967. Elementos de silvicultura de los pinares. Inst. Biol. Acad. de Ciencias de Cuba. La Habana. 102 pp.
- SOARES, R. V.; 1985. Incendios Florestais – controle e uso do fogo. Curitiba: FUPEF, 213p.
- SOARES, R. V.; 1996. Comportamiento de quemas controladas en plantaciones de *Eucalyptus viminalis*, Memorias de la IV Reunión Técnica Conjunta FUPEF/SIF/IPEF. Curitiba. 83 – 90

p.

SOARES, R.V.; 1990. Effects of a pine plantation prescribed burning on soil chemical properties in the savanna region of Minas Gerais state, Brasil. In. International Conference on Forest Fire Research. Coimbra. Universidade de Coimbra. p C.06-C.09.

WADSWORTH, F. H.; 2000. Producción Forestal para América Tropical. Manual de Agricultura. Departamento de Agricultura de los EE.UU. USDA. Washington. p. 397.

WELLS, C. G.; CAMPBELL R.E.; DE BANO, L.F.; LEWIS, C.E.; FREDRIKSEN, R.L.; FRANKLIN, E.C.; FROELCH, R.C. & DUNN, P.H.; 1979. Effects of fire on soil. General Technical Report WO-7. Forest Service. U.S. Department of Agriculture. U.S.A. 34 pp.

ANEXOS

Figura 1. Variación de la humedad relativa y la temperatura del aire durante las quemas.

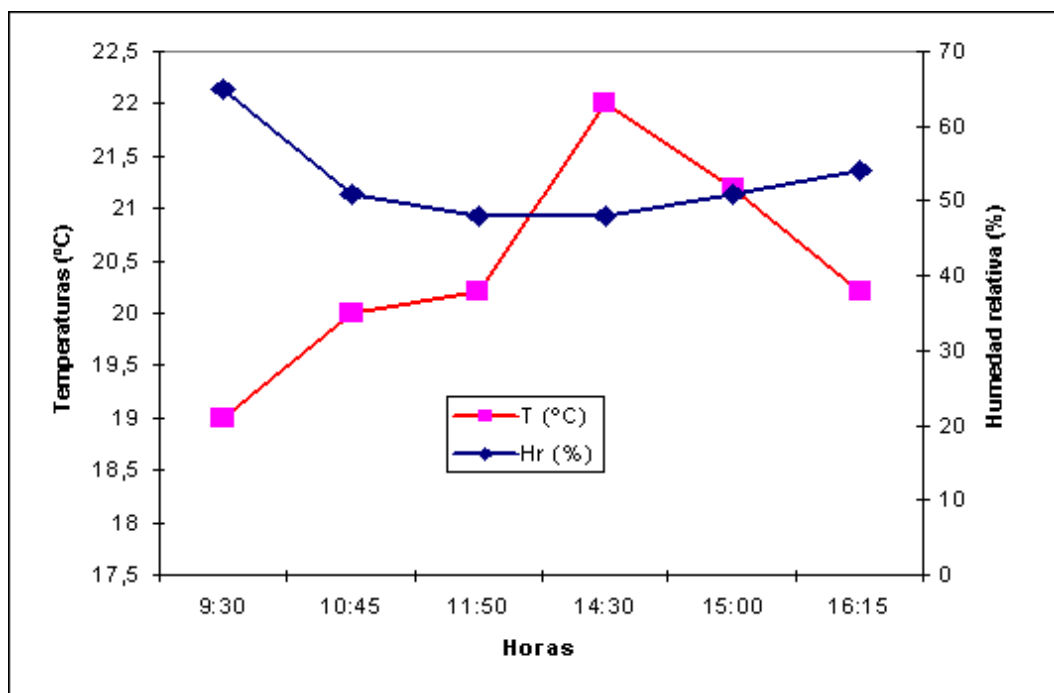


Tabla 1. Peso seco en $g.m^{-2}$ del material combustible disponible antes de la quema por parcela y clases de combustible.

Clases	MATERIAL COMBUSTIBLE ($g.m^{-2}$)			
	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Media
Verde	285,1	154,2	94,2	177,8
Misceláneas	535,9	1282,9	1039,1	952,6
Clase I	6,4	27,9	20,6	18,3
Clase II	63,5	68,1	186,6	105,6
Total	890,9	1533,1	1340,7	1254,9

Tabla 2. Peso seco en $g.m^{-2}$ del material combustible después de la quema por parcela, clases de combustible y por ciento quemado.

Clases	MATERIAL COMBUSTIBLE ($g.m^{-2}$)				%
	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Media	
Verde	-	-	-	-	100
Misceláneas	7,6	16,4	21,4	15,13	98,4
Clase I	3,4	7,4	15,0	8,6	53
Clase II	21,25	67,5	40,0	42,92	59,4
Total	32,25	91,3	76,4	66,65	87,8

Tabla 3. Parámetros del comportamiento del fuego

Parcelas	I ($kW.m^{-1}$)	r ($m.s^{-1}$)	Ha ($kJ.m^{-2}$)	L (m)
2	151,9	0,0102	14 872,5	0,78
3	1 344,3	0,0524	25 580,1	2,12

Tabla 4. Análisis de varianza (ANOVA) para las diferentes características químicas y biológicas del suelo antes y después de la quema prescrita a diferentes profundidades

Características		Suma de cuadrados	de gl	Cuadrados medios	F	Sig.
pH	Inter-grupos	3,010E-03	1	3,010E-03	0,747	0,395
	Intra-grupos	0,113	28	4,032E-03		
	Total	0,116	29			
P ₂ O ₅	Inter-grupos	0,616	1	0,616	4,019	0,055
	Intra-grupos	4,292	28	0,153		
	Total	4,909	29			
K ₂ O	Inter-grupos	1,786	1	1,786	1,064	0,311
	Intra-grupos	47,012	28	1,679		
	Total	48,798	29			
MO	Inter-grupos	1,455	1	1,455	2,202	0,149
	Intra-grupos	18,501	28	0,661		
	Total	19,956	29			
Ca	Inter-grupos	0,128	1	0,128	1,043	0,316
	Intra-grupos	3,439	28	0,123		
	Total	3,567	29			
Mg	Inter-grupos	8,821E-03	1	8,821E-03	0,467	0,500
	Intra-grupos	0,529	28	1,888E-02		
	Total	0,538	29			
Na	Inter-grupos	1,411E-02	1	1,411E-02	10,179	0,003*
	Intra-grupos	3,880E-02	28	1,386E-03		
	Total	5,291E-02	29			
K	Inter-grupos	8,251E-04	1	8,251E-04	0,683	0,415
	Intra-grupos	3,381E-02	28	1,207E-03		
	Total	3,463E-02	29			
S	Inter-grupos	1,358E-02	1	1,358E-02	0,072	0,790
	Intra-grupos	5,276	28	0,188		
	Total	5,290	29			
T	Inter-grupos	5,202	1	5,202	5,233	0,030*
	Intra-grupos	27,834	28	0,994		
	Total	33,036	29			
T-S	Inter-grupos	4,684	1	4,684	6,375	0,018*
	Intra-grupos	20,575	28	0,735		
	Total	25,260	29			

*Diferencia significativa $p < 0,05$; S= suma de las bases, T= Capacidad de cambio catiónico y (T- S)= acidez hidrolítica

Tabla 5. Comparación de los valores medios de las propiedades químicas y biológicas de los suelos quemados y sin quemar en el año 2002 y el 2003 a diferentes profundidades

	2002			2003		
	Sq 0-10	Sq 10-20	Q 0-10	Q 10-20	Q 0-10	Q 10-20
Na ⁺ (mg.100 g ⁻¹ de suelo)	0,026 c	0,032 c	0,020 c	0,082 b	0,080 b	0,117 a
T (mg.100 g ⁻¹ de suelo)	5,09 a	5,07 a	5,20 a	5,37 a	3,32 b	2,89 b
T-S (mg.100 g ⁻¹ de suelo)	4,06 ab	4,064 ab	4,422 a	3,915 b	2,407 c	2,15 c

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre si por la prueba de Duncan $p > 0,05$