

QUEMAS PRESCRITAS, UNA HERRAMIENTA ECOLOGICA PARA MITIGAR LOS EFECTOS DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN SUBCUENCAS HIDROGRÁFICAS.

MSc. I Urrutia Hernández¹, MSc. B Rodríguez Alfaro¹, MSc. Y Fleitas Camacho¹, Dr. J.G Flores Garnica², Dr. W Martínez Becerra³, Ing. J. A Hernández Abreu⁴.

1 Estación Experimental Forestal Viñales Km. 20 Carretera a Viñales. Pinar del Río.

e. mail: vinales@forestales.co.cu Telef. 793123

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (México).

flores.german@inifap.gob.mx

3 Universidad de Pinar del Río. Calle Martí final # 270. wmartinez@af.upr.edu.cu, telef: 75-54-52

4 Estación Experimental Forestal Camaguey.

RESUMEN

En el siguiente trabajo se exponen los resultados de la investigación que se desarrolló en el área experimental de la Estación Hidrológica Amistad perteneciente al municipio de los Palacios, con el objetivo de evaluar los efectos de las quemas prescritas en bosques naturales mezclados de *Pinus tropicalis* Morelet y *caribaea var. caribaea* en el comportamiento de los indicadores hidrológicos y la vegetación. Se establecieron dos parcelas de 10000 m² que representa el 40 % de la superficie del área, donde se evaluó la cantidad de material combustible por el método de la parcela de un metro cuadrado ante y después de efectuada las quemas. Las variables del comportamiento del fuego se estimaron a través de diferentes ecuaciones. Para la obtención de los datos fueron colocados aleatoriamente cuatro puntos de muestreo en cada parcela. Una semana antes y una después, de implementar las quemas prescritas, obteniéndose que la puesta en práctica de quemas prescritas permiten reducir la carga del material combustible en un 88, 04 %, además de no afectarse considerablemente la estructura de la vegetación y la composición florística de los bosques.

Palabras Claves: Quemias prescritas, material combustible, vegetación,

Introducción

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 práctica. Una de estas son las quemias prescritas, que aunque en Cuba hay muy pocos antecedentes sobre el tema, esta práctica se implementa en varios países como una herramienta de apoyo a sus planes de manejo integral forestal. Por lo que considero que la implementación de las quemias prescritas en Cuba se le debe prestar atención para conocer sus efectos a mediano y largo plazo.

Uno de los efectos más importantes e inmediatos de los incendios es el cambio de régimen de agua del sitio quemado, tal como un aumento en la escorrentía superficial, que puede causar un aumento en la erosión; inundaciones, depósitos de sedimentos y turbosidad y

contaminación de los ríos. También trae consigo, un aumento en la disponibilidad de agua para usos industriales y domésticos, aunque usar el agua puede resultar más costoso a causa del tratamiento adicional del agua. Varios factores como la intensidad del incendio, la proporción de la cuenca quemada, tamaño y naturaleza de la cuenca, y distancia de las cuencas de las áreas residenciales y los puntos de uso de agua influyen en la magnitud de estos efectos. Todo esto implica dificultades en los costos de repoblación, de estabilización de la cuenca, cambios en el régimen de agua, efectos fuera del sitio que puede ser efectos importantes en la cuenca ya que son difíciles de medir (Malchus, 1988).

Teniendo en cuenta lo anterior sería necesario evaluar los efectos de las quemas prescritas en la subcuenca hidrográfica uno asociada al río San Diego Galalón. No obstante, primero debe experimentarse suficientemente para comprobar el comportamiento del fuego en estos bosques y los efectos que esta práctica pueda producir sobre los indicadores hidrológicos, las características químicas del agua.

Las quemas prescritas, a pesar de constituir una práctica cotidiana en otros países del mundo, principalmente para reducir los riesgos de incendios forestales y favorecer la regeneración natural, en Cuba no son utilizadas por el temor a los posibles efectos negativos del fuego. Unido a lo anterior, las investigaciones realizadas al respecto son limitadas e insuficientes (Martínez, 2006)

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en un bosque natural mezclado de *Pinus tropicalis* Morelet y *Pinus caribaea* var *caribaea* de la Estación Hidrológica Forestal "Amistad", la cual ocupa un área de 52 ha que posee ocho microcuencas experimentales, y su centro coincide con las coordenadas 22° 41' de latitud norte y 82° 26' de longitud oeste (Plasencia, 1998), centrando nuestro estudio en la microcuenca número I con un área de 8.91 ha donde se implementaron las quemas prescritas y la microcuenca número II como testigo, ocupando un área de 10.3 ha.

Técnicas de quema utilizadas.

Para la ejecución de la quema prescrita fueron aplicadas dos técnicas básicas de quema: quema contra el viento o en retroceso y quema a favor del viento o quema frontal.

Estimación de la cantidad de material combustible disponible.

La estimación de la cantidad de material combustible fue realizada una semana antes de la fecha en que se ejecutó la quema y una semana inmediatamente después de realizada la misma. Se utilizó el método de muestreo de las parcelas de 1 m², ubicándose cinco de estas en línea recta al centro de cada parcela de 10000 m² con una separación de 10 metros entre ellas. El material combustible disponible se clasificó en misceláneas, material vivo y material leñoso muerto. Se consideraron misceláneas a los materiales no leñosos muertos tales como hojas, hierbas, hojarasca, humus y frutos. Como material vivo se consideró a la vegetación verde con diámetro menor de 2,5 cm y altura menor de 1,80 m. El material leñoso muerto se clasificó de acuerdo a Fosberg (1971), citado por Batista (1995) según muestra la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación del combustible leñoso muerto según su diámetro.

Clases	Categoría (cm)	Tiempo de retardo
--------	----------------	-------------------

Clase 1	0 – 0.6 cm.	1 hora
Clase 2	0.6 – 2.5 cm.	10 horas
Clase 3	2.5 – 7.6 cm.	100horas
Clase 4	>7.6 cm.	1000 horas

RESULTADOS Y DISCUSION.

Plan de quema prescrita.

Para desarrollar el plan de quema y garantizar los objetivos previstos.

Se analizaron varios factores climáticos de la región. Heikkilä *et al.*, (1993), citado en Martínez(2006) plantean que las condiciones climatológicas determinan el comportamiento del fuego, destacándose dentro de estos las variables precipitación, viento, temperatura y humedad relativa las cuales fueron tomadas antes, durante y después de efectuar las quemas previstas en la Estación Hidrológica “Amistad” donde se realizó la investigación .

Los datos registrados muestran que el periodo más lluvioso esta comprendido de abril a octubre del año 2008 .

Técnicas de quema utilizadas.

Las técnicas utilizadas para la realización de las quemas prescritas establecidas en el área de estudio fueron la combinación de la quema en retroceso y avance o frontal para ambas parcelas.

Las quemas fueron efectuadas el 25 de Junio y el 7 de noviembre 2008, después de un periodo sin lluvia de cinco días, comenzando los trabajos a las 15:30 horas y terminando los mismos alrededor de las 18:40 horas.

Los valores de la humedad relativa y la temperatura del aire durante las quemas prescritas en el área oscilaron para la primera quema entre un 75% a 84% y 26 °C a 27,3 °C. Para la segunda quema los valores oscilaron entre un 72% a 73,5% y 27 °C a 28 °C respectivamente. Estos parámetros están dentro del rango admisible para realizar una quema prescrita según (Batista *et al.*, 2000).

Estimación de la cantidad de material combustible disponible antes y después de la quema.

La acumulación del material combustible sobre el piso de los rodales de pino 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, influyendo éste en la evolución de los incendios forestales.

Basado en la clasificación del material combustible se determino que para el área de estudio las misceláneas fueron las de mayor representatividad, esto se debe a la gran acumulación de las acículas y otras hojas de varias especies forestales que demoran tiempo en descomponerse formando una capa gruesa, donde el fuego se puede propagar con facilidad. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Martínez (2006) en estudios similares.

(Batista, 1995) y (Grodzki, 2000) en quemas prescritas experimentales donde la mayor cantidad de material corresponde a las misceláneas. Este resultado influye, según (Bittencourt, 1990) 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.

En las áreas experimentales los combustibles mas representativos fueron principalmente gramíneas y dicotiledóneas herbáceas con una altura media de 1,30 m, así como hojarasca, acículas y otros materiales en descomposición corroborado por investigaciones experimentales realizadas por (Martínez, 2006) en condiciones similares, Como se puede observar, el material verde representa el 23,5 % de los materiales combustibles existentes en el área de estudio elemento importante el cual incide en el comportamiento vertical del fuego, contribuyendo este a que el fuego pueda carbonizar la yema Terminal de los árboles.

En la tabla 2 y 3, se representan los valores obtenidos para el peso seco del material combustible disponible antes y después de las quemas, 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 1y2 de los totales 2.08kg.m² y 2.28kg. m² respectivamente.

Tabla 2: Peso seco en g.m⁻² del material combustible disponible antes de la quema por parcela y clases de combustible.

	Material combustible		g/m ⁻²	
Clases	Parcela 1	Parcela 2	Media	
Verde	295	186	240	
Misceláneas	1468.45	1648.57	1558.51	
Clase I	106.43	128.34	117.38	
Clase II	211.35	321.49	266.42	
Total	2081.23	2284.4	2182.81	

Tabla 3: Peso seco en g/m⁻² del material combustible disponible después de la quema por parcela y clases de combustible.

	M. combustible		g/m ⁻²		
Clases	Parcela 1	Parcela 2	Media	Reducción %	
Verde	0	0	0	100	
Misceláneas	125.15	104.21	114.68	93.7	
Clase I	69.35	56.47.	62.91	46.4	
Clase II	98.35	112.34	105.34	60.5	
Total	292.85	273.02	282.93	88.04	

Se determinó que los valores obtenidos después del efecto de las quemas disminuyeron considerablemente. Donde se obtuvo una reducción que alcanzó un valor promedio del 88,04 por ciento, con una profundidad media de espesura de mantillo después de la quema de 4,23 cm.

No obstante, la exposición del suelo mineral fue muy reducida, ya que a los tres de haber realizado las quemas, comenzó la regeneración de las especies que componen el estrato herbáceo .

Comportamiento del fuego:

El comportamiento del fuego se determinó fundamentalmente por el viento y la disponibilidad del material combustible en las áreas experimentales donde se efectuaron las quemas prescritas.

En la parcela 1 el fuego se propagó fundamentalmente por las misceláneas, la ráfagas de viento en algunos momentos durante la quema en avance influyó en la longitud de las llamas alcanzando valores de 2.03m de altura, Estudios realizados por Flores y Benavides (1994), alcanzaron valores de altura de la llama de 0,5 m para quemas en retroceso y hasta 5 m para quemas en avance, para bosques de pinos en Jalisco.

La variación de la velocidad de propagación del fuego en correspondencia a las técnicas de quema utilizadas oscilo desde $0.01\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ a $0.03\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Por otra parte (Batista, 1995). Citado por Martínez (2006), obtuvo valores similares a los obtenidos en esta investigación para la velocidad de propagación en plantaciones de *Pinus taeda* para las quemas a favor del viento, que normalmente representan una mayor velocidad debido a la influencia del viento. Johansen (1975), encontró velocidades entre $0,0762$ y $1,09 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ en quemas a favor del viento en plantaciones de *Pinus elliottii*.

Los valores correspondientes al comportamiento del fuego se observan en la tabla 4. Wade (1986); citado por De Ronde *et al.*, (1990), 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 $60 \text{ kcal}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ y el máximo de intensidad de quema que no debe sobrepasar las $165 \text{ kcal}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$. Realizando un análisis de los resultados con estos valores lo podemos determinar que los valores de intensidad del fuego no están en los límites comprendidos.

Tabla 4 .Parámetros del comportamiento del fuego de la parcela 1.

Parcela 1	I kW.m⁻¹	r m.s⁻¹	Ha kJ.m⁻²	L m
Retroceso	172,8	0,0104	16615,4	0,68
Avance	1432,5	0,0623	22993,57	2,03

De acuerdo con Brown & Davis (1973), los incendios pequeños difícilmente exceden niveles de intensidad de $2\ 000 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-1}$, mientras que en los incendios de gran magnitud pueden traspasar valores de $60\ 000 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-1}$.

Martínez (2006) realizó experimentos con quemas prescritas en condiciones similares y obtuvo variación en la intensidad del fuego desde $128,4 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-1}$, hasta $1340.4 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-1}$ en correspondencia a la disponibilidad del material combustible y las condiciones ambientales de estas áreas de quema

Kauffman y Martín (1989) Citado por Martínez, obtuvieron valores de intensidades muy variables, desde $3,32 \text{ kcal}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$, hasta $36,33 \text{ kcal}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$, en bosques mixtos de coníferas. Burrows *et al.*, (1989), en quemas experimentales en plantaciones de *Pinus radiata* en Australia, obtuvieron intensidades de fuego entre $4,78$ y $144 \text{ kcal}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$; mientras que

Batista (1995), logró intensidades de fuego para plantaciones de *Pinus taeda* entre 2,88 y 25, 22 kcal.m⁻¹.s⁻¹.

Los valores de alta intensidad obtenidos para las parcelas objeto de estudio están determinados por el por ciento elevado de material combustible disponible y la velocidad del viento los cuales contribuyeron en gran medida que en la parcela 2 los valores de intensidad del fuego fueran mas elevados, considerando que la disponibilidad de los materiales combustibles y la variables meteorológicas alcanzaran los mayores valores para la quema en avance donde la velocidad de propagación fue de 0.05m.s-alcanzando alturas de llamas de 3.05m, a diferencia de la quema en retroceso muestra los valores mas bajos con una velocidad de propagación de 0.007 m.s⁻¹ y alturas de llamas de 0.60m los valores se muestran en la tabla 5. Según Flores *et al.*, (2006) en estudios realizados en la reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán determinó valores de velocidades de propagación del fuego de 0.30 m/min con alturas de llamas que oscilaron desde 0.25m a 3.5m.

.El calor liberado en cada una de las parcelas quemadas fue relativamente alto en comparación con resultados obtenidos por Batista (1995). Influyendo directamente la cantidad de material combustible disponible y la intensidad del fuego.

Tabla 5 .Parámetros del comportamiento del fuego de la parcela 2.

Parcela 2	I kW.m⁻¹	r m.s⁻¹	Ha kJ.m⁻²	L m
Retroceso	140.5	0.0071	19788.7	0.78
Avance	1561.4	0.0712	21929.8	2.05

CONCLUSIONES

En relación con los resultados obtenidos se pueden derivar las siguientes conclusiones.

- La ejecución de las quemas prescritas permiten la disminución de la cantidad de material combustible el riesgo de surgimiento y propagación de lo incendios forestales, provocando a la vez un efecto favorable en los ecosistemas dependientes del fuego
- Con el uso del fuego se logró una reducción del material combustible de un 88.04 %.
- Las quemas prescritas se desarrollaron de acuerdo al plan de quema elaborado, logrando los objetivos propuestos sin dañar el arbolado.
- Las variables del comportamiento del fuego durante la quema se mantuvieron dentro del rango que señalan varios autores para este tipo de quema.
- La intensidad del fuego en los dos tratamientos fue inferior a 2 000 kW.m⁻¹, la velocidad de propagación se clasifica entre baja y media, así como la longitud de la llama y el calor liberado.

BIBLIOGRAFIA

- Batista, A. C. 1995. Avaliacao da queima controlada em povoamentos de *Pinus* L. no norte do Paraná. Tese apresentada como requisito parcial à obtencao do Grau de Doutor em Ciencias Florestais. Curitiba. 108 p.
- Batista, A.C.; C.B Reissmann y R.V. Soares 2000. Efeitos da queima controlada sobre algumas propiedades químicas do solo em um povoamento de *Pinus taeda* no município de Sengés – PR. Floresta Br 27 (1-2): pp. 59-70.

- Brown, A.A. and K.P. Davis 1973. Forest Fire – Control and use. New York, Mc Graw Hill, 2 nd Ed., 686 p.
- De Ronde, C; J.G. Goldammer; D.D. Wade y R.V. Soares 1990. Prescribed fire in industrial plantations. In: Goldammer, J.G. Fire in the Tropical Biota- Ecosystem and global Challenges. Berlin: Springer-Verlag, (Ecological Studies, Vol. 84). pp. 216-272.
- Flores, J.G., Benavides, J. 1994. Influencias de dos tipos de quemas controladas en bosque de pino en Jalisco. INIFA. Folleto Técnico número 5. Guadalajara. 12 p.
- Grodzki, L. 2000. Efeitos do fogo sobre variáveis micrometeorológicas em uma floresta de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) manejada sob o sistema agroflorestal em Colombo, PR. Tese apresentada como requisito parcial à obtencao do grau de Doutor em Ciencias Florestais. Curitiba. 117 p.
- Heikkilä, T.V. Grönovist, R. And 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, pp.148-149.
- Kauffman, J.B. y R.E. Martin, 1989. Fire behavior, fuel consumption, and forestfloor changes following prescribe understory fires in Sierra Nevada mixed conifer forest. Can. J. For. Res., Ottawa, v19, pp. 455-462.
- Martínez. 2006. Uso de quemas prescritas en bosques naturales de *Pinus tropicalis* Morelet en Pinar del Río. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Dr. en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca. 94 p.
- Plasencia, T. 1998. Programa de desarrollo económico forestal hasta el año 2015. Rev. Cuba Forestal, Vol. 1: p. 30-3.