EFECTO DE DOS TÉCNICAS DE QUEMAS PRESCRITAS SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO.

Dr. C. Francisco Durán Manual[1], Dr. C. Gretel Geada López[2], Dr. C. Edelmys Pérez Pereda[3], Dr. C. Luis Wilfredo Martínez Becerra[4].

Universidad de Guantánamo, Facultad Agroforestal, Departamento de Ciencias Forestales[1].
franciscodm@cug.co.cu

Universidad de Pinar del Río, Facultad de Forestal y Agronomía[2].

Universidad de Guantánamo, Facultad Agroforestal, Departamento de Ciencias Forestales[3].

Universidad de Pinar del Río, Facultad de Forestal y Agronomía[4].

RESUMEN

La investigación se realizó en rodales de un bosque de *P. cubensis* perteneciente a la Unidad Silvícola de Yateras, con el objetivo de evaluar los efectos de las quemas prescritas en avance y retroceso sobre algunas propiedades químicas del suelo. Se establecieron seis parcelas de 20 x 50m, se aplicó quema a tres en avance y tres en retroceso. Se determinó la cantidad de material combustible antes y después, por el método de la parcela de $1m^2$. El comportamiento del fuego y los efectos de éste sobre algunas propiedades químicas del suelo, se obtuvieron los siguientes resultados: en la quema en retroceso se redujo el 58,5% del material combustible y en avance, el 43,7%. Para ambos casos la intensidad de quema no sobrepasó las 165 $kcal.m^{-1}.s^{-1}$.En los efectos de las quemas en las propiedades químicas del suelo, no se encontraron diferencias entre las técnicas utilizadas; en retroceso a los quince días se observó un aumento de 0-10cm de profundidad alcanzando su máximo valor a los 135 días, experimentando una ligera disminución hasta los 12 meses y de 10-20cm, seguido de un aumento entre los 120 y los 135 días, disminuyendo ligeramente entre los 6 y 12 meses, en avance, el pH aumentó a los 15 días posteriores a la quema, con un aumento gradual hasta los 135 días con sus máximos valores, de 0-10cm, valores más altos que de 10-20cm de profundidad y una ligera disminución en ambas profundidades entre los 6 y 12 meses después del fuego.

Palabras claves:

TITLE: TECHNICAL EFFECT OF DOS OF YOU BURN PRESCRIBED ABOUT SOME CHEMICAL PROPERTIES OF THE FLOOR.

SUMMARY

The investigation was carried out in rodales of a forest of *P. cubensis* belonging to the Unit Silvícola of Yateras, with the objective of evaluating the effects of you burn them prescribed in advance and setback about some chemical properties of the floor. Six parcels of 20 x settled down 50m, it was applied he/she burns at three in advance and three in setback. The quantity of combustible material was determined before and later, for the method of the parcel of 1m2. The behavior of the fire and the effects of this about some chemical properties of the floor, the following results were obtained: in it burns it in setback he/she decreased 58,5% of the combustible material and in advance, 43,7%.

For both cases the intensity of it burns the 165 kcal.m-¹.s-¹.En it didn't surpass the effects of you burn them in the chemical properties of the floor, they were not differences among the used techniques; in setback to the fifteen days an increase of 0-10cm of depth was observed reaching its maximum value to the 135 days, experiencing a slight decrease until the 12 months and of 10-20cm, followed by an increase between the 120 and the 135 days, diminishing lightly between the 6 and 12 months, in advance, the pH increased to the 15 later days to it burns it, with a gradual increase until the 135 days with its maxima values, of 0-10cm, higher values that of 10-20cm of depth and a slight decrease in both depths between the 6 and 12 months after the fire.

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).

Las quemas prescritas en Cuba han sido aplicadas a nivel experimental, solo alguna de ellas describe los efectos de las quemas sobre las propiedades químicas del suelo en *Pinus caribeaea.*

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 de comunidades fúngicas y la regeneración natural antes y después de aplicar quemas prescritas (Duran, 2014 y Pérez, 2012), esta investigación se realizo con el objetivo de **e**valuar los efectos de las quemas prescritas en avance y retroceso sobre algunas propiedades químicas del suelo en rodales de un bosque natural de *Pinus cubensis.*

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en un fragmento de bosque natural de *P. cubensis* perteneciente a la Unidad Empresarial de Base Silvícola (UEB), Yateras, de la Empresa Forestal Integral Guantánamo, en la localidad Monte Llano, municipio Yateras, Provincia Guantánamo, en el lote 11 rodal 22. En la coordenada X 677,263 y la y 187,263. En la Figura 1 se muestra el mapa de localización del área de investigación.

Figura 1. **Localización del área de investigación**

Diseño experimental

Para la investigación se utilizó un diseño completamente aleatorio, evaluando la carga de material combustible, el comportamiento del fuego, algunas características del suelo

y efectos del fuego sobre algunas propiedades químicas del suelo. Debido a esto fue necesario combinar en el mismo lugar, distintos tipos de parcelas.
Se aplicaron quemas prescritas en seis parcelas rectangulares de 20 X 50m, a tres en avance y a tres en retroceso. Se determinó el peso seco del material combustible antes y después de las quemas para su evaluación.
Se evaluó el comportamiento del fuego. Para realizar los análisis químicos del suelo se tomaron seis muestras de 0-10 y de 10-20cm de profundidad por cada parcela de 20 x 500m.

Procedimiento para estimar la carga de material combustible

La determinación de la carga de material combustible disponible se realizó una semana antes y una después de aplicadas las quemas en las seis parcelas quemadas, de acuerdo con Ramos (2010), y utilizada por Pérez (2012), Urrutia (2012) y Durán (2014b), que consiste en estimar el peso de todo el material combustible disponible depositado en una parcela de $1m^2$.

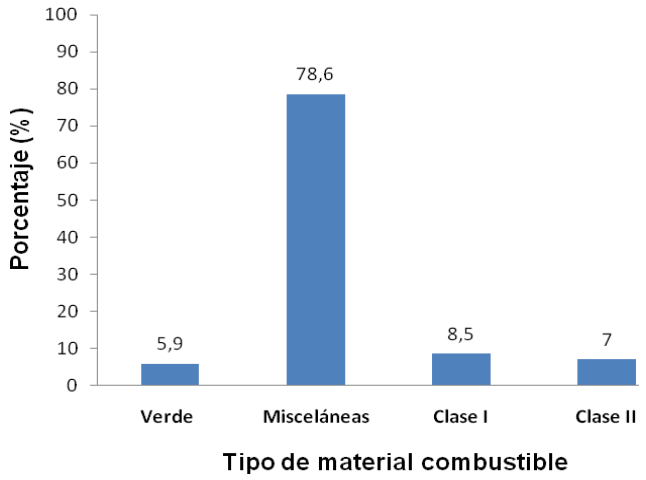
Evaluación de los parámetros del comportamiento del fuego
Se evaluaron los parámetros del comportamiento del fuego: intensidad del fuego según Byram (1959), calor liberado por unidad de área, altura de las llamas por la fórmula descrita por Batista (1995) y la velocidad de propagación del fuego se determinó 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) citado por Durán (2014b), que plantean que es lenta cuando es menor de $0,033m.s^{-1}$, media cuando está entre 0,033 y $0,166m.s^{-1}$, alta entre 0,166 y $1,166m.s^{-1}$ y extrema, cuando es mayor de $1,166m.\ s^{-1}$.

Determinación del efecto de dos técnicas de quemas prescritas sobre algunas propiedades químicas del suelo
Para la evaluación de los efectos del fuego sobre algunas propiedades químicas del suelo, se analizaron los valores de pH, Mg^{2+}, K^{+}, Ca^{2+}, $Na^{+}P_2O_5$y Materia Orgánica. El análisis se realizó en el Laboratorio Provincial de Suelo de Guantánamo, perteneciente al Ministerio de la Agricultura. Para ello, se tomaron seis muestras al azar por parcela de $1\ 000m^2$, de 0 a10cm y 10 a20cm de profundidad, siete días antes de aplicar las dos técnicas de quemas prescritas y 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135 días, 6 y 12 meses después de las quemas. Se tuvo en cuenta la metodología utilizada por Martínez (2006), Pérez (2012) y Durán (2014b).

Se evaluó elmagnesio (Mg^{2+}) y el calcio (Ca^{2+}) por el método complexométrico, el porcentaje de materia orgánica (% MO) por el método de Tiurin, el sodio (Na^{+}), fósforo (P_2O_5) por el método de Oniani que se utiliza para suelos ácidos y el potasio (K^{+}) por el método de fotometría de llama y el pH por el método potenciométrico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN
La cantidad de material combustible influye en la propagación del fuego y determina la cantidad de calor que será liberada en las quemas prescritas. Se determinó el tamaño de la muestra siendo esta de 12 parcelas de $1m^2$.

En la determinación del material combustible las misceláneas fueron las de mayor representatividad en el área de estudio, lo cual está relacionado con la acumulación de acículas procedente de la especie dominante (*Pinus cubensis*), que forman un colchón en el piso del bosque, esto debido a que los restos de acículas contienen una gran cantidad de lignina y compuestos de metabolismo secundario, como la resina que son de muy lenta descomposición.

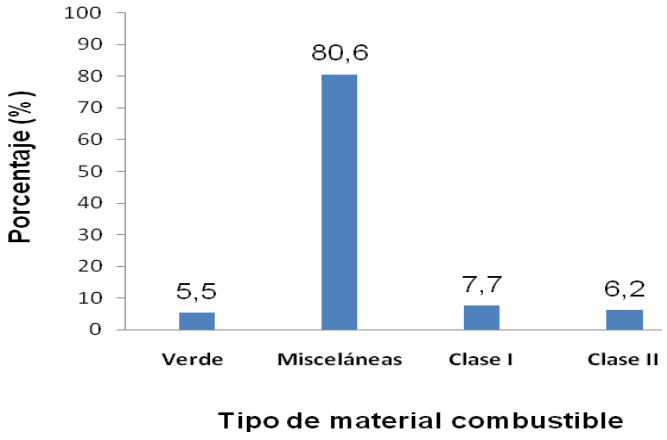


La Figura 2 muestra el porcentaje por tipo de material combustible antes del fuego, en las parcelas donde se aplicó la técnica de quema prescrita en avance, con una cobertura del 100%.

Figura 2. Porcentaje de material combustible por tipo antes del fuego en avance

Para el método de quema en retroceso se determinó el tamaño de la muestra, que resultó de 14 parcelas de 1m², con un error relativo de 11,8%.

La Figura 3 muestra el porcentaje por tipo de material combustible, antes del fuego en las parcelas donde se aplicó la técnica de quema prescrita en retroceso, con una cobertura del 100%.



Debe existir un mínimo de 1,235t.ha^{-1} de material fino, seco y disperso en un área para que un incendio superficial se pueda propagar por el piso del bosque e incluso en ocasiones, cuando es muy intenso y las llamas sobrepasan los 2 metros puede convertirse en un incendio de copa (Wright *et al*. (1979), citados por Anderson *et al.,*2007).

Figura 3. Porcentaje de material combustible por tipo antes del fuego en retroceso

En estudios realizados en *Pinus cubensis,* informaron acumulaciones de miscelánea entre 70 y 83% al aplicar quemas prescritas en retroceso (Pérez *et al.,* 2009, 2010, 2012, y Durán *et al.,*2014a, 2014b).

Es un hecho que ante acumulaciones de materiales combustibles en el piso del bosque, es un riesgo evidente de incendios forestales, sobre todo si las mayores proporciones son de misceláneas, cuando estos alcanzan niveles de continuidad y cantidad, es prudente pensar en realizar acciones preventivas contra los incendios y en particular si

estas están enfocadas a la aplicación de quemas prescritas con el objetivo de reducir el material combustible (Sánchez y Zerecero, 1983).

En relación con las reducciones de material combustible, al aplicar fuego en avance el material verde se redujo un 100%, las misceláneas en un 66,6% de, clase I en el 78,04% y clase II en el 82,83%, (Figura 4).

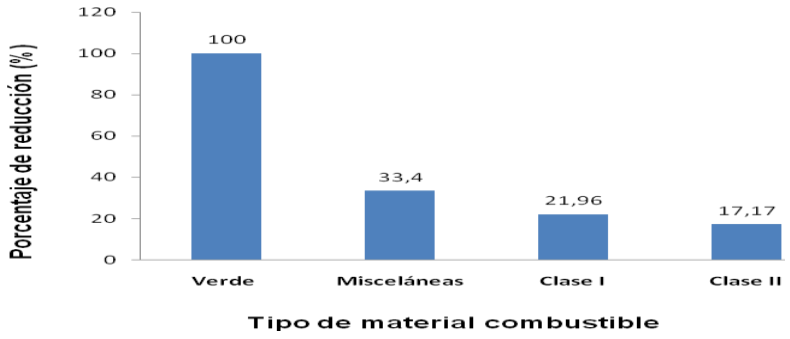


Figura 4. Porcentaje de reducción de los materiales combustibles después del fuego en avance

Se requiere conocer la cantidad de combustibles existentes en el piso del bosque antes y después de efectuarla quema, para determinar el % de reducción en cada una de las clases de material combustible en el diagnóstico realizado, inmediatamente después de las quemasen retroceso, 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 5), en un 51,9% la clase I y un 65,4% la clase II.

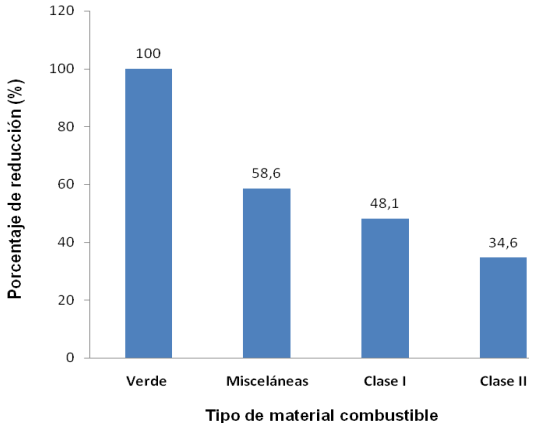


Figura 5. Porcentaje de reducción de los materiales combustibles después del fuego en retroceso.

Parámetros del comportamiento del fuego

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.

Comportamiento del fuego en quemas prescritas en avance

En las parcelas 1, 2 y 3 donde había más miscelánea, 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 1,38m de altura. Estudios realizados por Flores y Benavides (1994), citados por Urrutia, (2010), alcanzaron valores de altura de la llama de 0,5m para quemas en retroceso y hasta 5m para quemas en avance.

Tabla 6. 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 elanálisis de los resultados obtenidos de la quema en avance, 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^{-1}s^{-1}.

Comportamiento del fuego en quemas prescritas en retroceso

La Tabla 7 muestra los parámetros del comportamiento del fuego en retroceso donde los valores de intensidad obtenidos en las parcelas 4, 5 y 6 es de 139,44, 148,64 y 128,24 Kcal.m.s^{-1} respectivamente con 138,77Kcal.m.s^{-1} como promedio. Resultado inferior al valor de intensidad obtenido en las quemas en avance.

Sin embargo,el por ciento de material combustible disponible en las 6 parcelas fue semejante y la velocidad del viento contribuyó en gran medida a que en las parcelas 4, 5 y 6 los valores de intensidad del fuego fueran menores, oscilando la velocidad de propagación entre 0,0078 a 0,0097m.s^{-1} con 0,0088 m.s^{-1}como promedio, alcanzando alturas de llamas de 1,10m.

Comportamiento de algunas propiedades químicas del suelo

Con relación al pH, donde se aplicó quema en retroceso a los quince días se observó un aumento de 0-10cm de profundidad alcanzando su máximo valor a los 135 días, experimentando una ligera disminución hasta los 12 meses y de 10-20cm tuvo un ligero descenso a los 105 días, seguido de un aumento entre los 120 y los 135 días, disminuyendo ligeramente entre los 6 y 12 meses, pero en ambas profundidades no llegó a los valores iniciales

Donde se aplicó quema en avance, el pH aumentó a los 15 días posteriores a la quema, con un aumento gradual hasta los 135 días con sus máximos valores, de 0-10cm, valores más altos que de 10-20cm de profundidad y una ligera disminución en ambas profundidades entre los 6 y 12 meses después del fuego.

El pH presentó una variación de 5,14 a 5,62, en el caso de la Amanita muscaria, se observó que se desarrolla entre 4,9 y 5,62, esto indica que tiene una gran plasticidad según lo planteado por Pérez et al. (2010), quienes describen este género en un intervalo de pH entre 4,2 y 6,4; Daza *et al*. (2007), observaron el desarrollo del género Amanita en suelos ácidos (pH 6.2).

Según Vega *et al*. (2001) y Martín (2010) el pH suele aumentar en suelos quemados por fuego prescrito debido al aporte de cationes procedentes de las cenizas, aunque dependiendo de la intensidad de la quema y otras características edáficas puede no haber cambios apreciables.

Pérez (2012) y Durán (2014) al aplicar quemas prescritas en *P. cubensis* observaron un ligero incremento en el pH de 5,19 a 5,51 y de 5,14 a 5,62 respectivamente, por su parte, Soares (1985) encontró incrementos significativos después de las quemas.

Vega *et al.* (2001) en *Pinus pinaster*, Martínez (2006) en *P. tropicalis* y Flores y Benavides (2009b) en bosques templados, encontraron una disminución de la acidez del suelo después de aplicar quemas prescritas. Al respecto Soares (1990) y Batista (1995), obtuvieron incrementos no significativos para los valores de pH en profundidades de hasta 10cm, en plantaciones de *P. taeda* y en *P.caribaea*.
Las quemas de baja intensidad no detectan variaciones de pH, o, si se detectan estas, son muy pequeñas (Martínez 2006), además esto está relacionado con el tipo de suelo, y la vegetación, entre otros. Donde se aplicó quema prescrita en retroceso, el porcentaje de materia orgánica de 0 a10cm de profundidad mostró un aumento a los quince días después de las quemas prescritas y una disminución entre los 6 a 12 meses después, pero sin llegar a los valores iniciales. De 10 a20cm hubo un ligero aumento hasta los 15 días posteriores a las quemas. Este ligero incremento en los valores de materia orgánica de 0 a 10cm de profundidad, luego de la aplicación de las quemas puede estar atribuido a la descomposición e incorporación más rápida de los fragmentos orgánicos sobre las superficies quemadas.

CONCLUSIONES

1. Las quemas prescritas en bosques de *Pinus cubensis* reducen la cantidad de material combustible en mayor proporción cuando se aplica en retroceso que en avance.

2. 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 quemas prescritas.

3. Las variaciones en las propiedades químicas del suelo no alcanzan valores significativos fuera de los rangos normales para este sitio cuando se aplica quemas prescritas de mediana intensidad en bosques de *Pinus cubensis*.

BIBLIOGRAFÍA

- Agee, J.K. 1998. Fire and pine ecosystems. Pp. 193-218. In Ecology and Biogeography of *Pinus*. D.M. Richardson (Ed.). Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Anderson, I. Bastias, B. Genney, D. Parkin, P. y Cairney J. (2007). Basidiomycete fungal communities in Australian sclerophyll forest soil are altered by prescribed burning. Mycological Research 3, pp 482-486.
- Batista, A. C. 1995. Avaliacao da queima controlada empovoamentos de *Pinus taeda* L. no norte do Paraná. Tese apresentada como requisito parcial à obtencao do grau de Doutorem Ciencias Florestais. Curitiba. 108 p.
- Byram, M. 1959. combution of forest fuel is Dvid, K.P. forest fire- controlahause and Use. New York : McGrau Hill. p 77-84.

- Daza, A., M. Camacho, L. Romero de la Osa, J.L. Manjón, G. Moreno y C. Santamaría. 2007. Distribución especial de la fructificación del hongo ECM comestible *Amanita ponderosa* Malencon & R. durante seis años consecutivos en un encinar adehesado de la sierra de Aracena (Huelva). Invest. Agrar. Sist. Reccur. For. 16: 89- 94.
- Durán, F.; Martínez, L. y Pérez, E. (2014a).influencia de quema en retroceso sobre indicadores forestales y poblaciones microbianas del suelo en bosque natural de *Pinus cubensis* Grisib. Hombre ciencia y tecnología. No. 69, ISSN: 1028-0871.
- Durán, F.; Martínez, L.; Gallegos, A.; Pérez, E.; Suarez, Y. y Matos, A. (2014b). influencia de quema prescrita en especies de hongos ectomicorrizicos en bosque natural de *Pinus cubensis* Grisib. Hombre ciencia y tecnología. N_o. 70, ISSN: 1028-0871.
- Flores, J. y Benavides, J. 2009a. Quemas 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. pp 317- 325.
- Flores, J. y Benavides, J. 2009b. Efecto del fuego en la regeneración natural de ecosistemas forestales. *In*. Flores, J. Impacto ambiental de incendios forestales. (ed). Mundi Prensa México, S. A. de C. V. México DF. pp 141- 152.
- 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.
- Martínez, L.; Bonilla, M.; Ramos, M.y De las Heras, J. 2010. Estudio de quemas prescritas en bosques de *Pinus tropicalis* Morelet y *Pinus caribaea* var. caribaea en Pinar del Río, Cuba. Trabajo presentado en VI Simposio Internacional de Manejo Sostenible de los Recursos Forestales, en: Memoria del VI SIMFOR. Pinar de Río. ISBN: 978-759-16-1192-5.
- Pérez, E.; Cobas, G.; Lorez, Y. y Tamayo, W. 2009. Diagnóstico de bosques de *Pinus cubensis* Griseb para la aplicación de quemas prescritas. IV Encuentro Internacional por el Desarrollo Forestal Sostenible, Palacio de las Convenciones de La Habana, Cuba. ISBN: 978-959-7139-89-8.
- Pérez, E.; Martínez, L.; Ramos, M. y Tamayo, W. 2010. Determinación de la influencia de las quemas prescritas en bosques de *Pinus cubensis* Griseb cuando son aplicadas para la restauración ecológica. III Simposio Internacional de Restauración Ecológica. Santa Clara, Cuba. ISBN: 978- 959-250-600-8.
- Pérez, E. 2012 Efectos de las quemas 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. 103 p.
- Ramos, M. 2010. Manejo del fuego. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba. 230 p.
- Rodríguez, F. y Molina, J. 2010.Manual técnico para la modelización de la combustibilidad asociada a los ecosistemas forestales mediterráneos. Laboratorio de Defensa Contra Incendios Forestales. España. 90 p.
- Sánchez, J. y G. Zerecero. 1983. Método práctico paracalcular la cantidad de combustibles leñosos y hojarasca. Nota Divulgativa No. 9. Centro de Investigaciones Forestales del Norte. México. 15 p.

- Soares, V. 1985. Incendios Forestales – controle e uso do fuego. Curitiba: FUPEF. 213 p.
- Soares, R.V. 1990. Effects of a pine plantation prescribed burning on soil chemical properties\ in the savamanegron of *Minas Gerais state, Brazil*. Coimbre Universidade de Coimbra", Proceedings of the International Conference on Forest Fire Research: C.06-l-9.
- Urrutia, I.; Rodríguez, B.; Fleitas, I.; Rodríguez, Y.; Hernández, J.; Martínez, L. y Flores, J. 2010. Influencia de quemas prescritas sobre algunos procesos hidrológicos en una de las subcuencas hidrográficas del Río San Diego en Galalón, Pinar del Río, en: Memoria del VI SIMFOR. Pinar de Río. ISBN: 978-759-16-1192-5.
- Urrutia, H. I. 2012. Quemas prescritas: influencia en el comportamiento de los indicadores hidrológicos en la sub cuenca 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. 103 p.
- Vega, J.; Pérez, P.; Cuñas, P.; Fonturbel, T. y Fernández, C. 2001. Manual de quemas prescritas para matogueras de Galicia. Xunta de Galicia. Consejería de Medio Ambiente. Centro de Información y Tecnología Ambiental. 242 p.